

Universidad Católica De Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y
Mecatrónica



**“ ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT PARA
ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO DE CONTROL DE
MOTORES Y COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA PARA NUEVA
FABRICA DE ALIMENTO DE MASCOTAS – MOLITALIA” Huachipa – Lima**

Tesis presentada por los bachilleres:

Manrique Jaeger, Ricardo Cesar

Sanz Moya, Carlo Roberto

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor: Ing. Chirinos Apaza, Luis Adrián

AREQUIPA – PERU
2018



Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado 1350

Arequipa - Perú

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

SE NOMBRA DICTAMINADOR DE BORRADOR DE TESIS

DECRETO N°021-DEPIMMEM-2017

Arequipa, 19 de Diciembre 2017

Visto el expediente N°170057318 presentado por el (la) (los) Bachiller(s) Sr(ita) **SANZ MOYA Carlo Roberto y MANRIQUE JAEGER Ricardo Cesar** de acuerdo el informe emitido por los dictaminadores del Plan de Tesis: Ings. **CHIRINOS APAZA LUIS y RIVERA ACOSTA VICTOR** el informe presentado por el Asesor de Tesis: **CHIRINOS APAZA LUIS**, Estando de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales.

Dictaminadores del Plan de Tesis, documento que presenta el (la) (los) señor (ita) (es) Bachiller: estando conforme con lo informado por el Jurado Dictaminador del Plan de Tesis, esta Dirección:

SE RESUELVE PRIMERO:

Designar al Jurado Dictaminador del Borrador de Tesis, presentado por el (la) señor (ita) **SANZ MOYA Carlo Roberto y MANRIQUE JAEGER Ricardo Cesar** Bachiller (s): quien (es) pretende (n) optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Eléctricista**, con la tesis titulada:

"ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA PARA NUEVA FABRICA DE ALIMENTO DE MASCOTAS - MOLITALIA"

SEGUNDO:

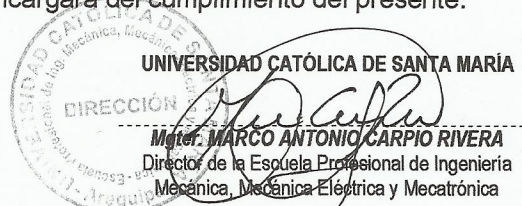
Se nombra a los señores Docentes Ingenieros:

Ing. LUIS CHIRINOS APAZA
Ing. VICTOR RIVERA ACOSTA

El Jurado Dictaminador elaborará el dictamen conjunto en el término de VEINTE DÍAS a partir de la fecha.

TERCERO

La Dirección y Secretaría de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica, se encargará del cumplimiento del presente.





Universidad Católica de Santa María

(51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado 1350

Arequipa - Perú

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

INFORME DICTAMINATORIO

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

“ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA PARA NUEVA FABRICA DE ALIMENTO DE MASCOTAS - MOLITALIA”

Presentado por el Bachiller:

SANZ MOYA Carlo Roberto

MANRIQUE JAEGER Ricardo Cesar

Nuestro **DICTAMEN** es:

APROBADO
APROBADO

OBSERVACIONES:

SE CONTINUA CON EL PROCESO.

Arequipa, 21 DE DICIEMBRE 2017


ING. LUIS CHIRINOS APAZA


ING. VICTOR RIVERA ACOSTA
2398

Agradecimiento

A mi madre Rosana, por su apoyo incondicional sus palabras y su amor. A mi padre Cesar, por su empuje su coraje y su valor. A mi hermano, mis abuelos, mi novia y mi familia; por sus consejos, su confianza y su cariño.

A mis profesores por compartir su sabiduría.

Ricardo

A mi madre Dariela, mi padre Roberto y mi hermano quienes fueron mi principal apoyo y motivación durante mi vida universitaria y en la elaboración del presente proyecto.

A todos nuestros profesores de la universidad cuya enseñanza nos brindó el conocimiento para desempeñarnos profesionalmente.

Carlo

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

DESCRIPCIÓN

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	17
1.1. RESUMEN DEL CAPÍTULO	17
1.2. INTRODUCCIÓN.....	17
1.3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.4. OBJETIVOS	18
2.1.1. Objetivo General	18
2.1.2. Objetivos Específicos	19
1.5. JUSTIFICACIÓN	19
1.6. ALCANCES	20
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	22
2.1. RESUMEN DEL CAPÍTULO	22
2.2. CÓDIGOS, REGULACIONES Y NORMAS.....	22
2.2.1. El Sector Eléctrico en el Perú.....	22
2.2.2. El Mercado de Electricidad.....	24
2.2.3. Normas de Energía Reactiva para Usuarios Finales de Electricidad en el Perú ..	26
2.2.4. Códigos y Regulaciones Aplicables al Presente Estudio	27
2.3. DISEÑO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN	28
2.3.1. Subestación Eléctrica.....	29
2.3.2. Criterios de Diseño	31
2.4. CRITERIOS DE DISEÑO EN BAJA TENSIÓN.....	35
2.4.1. Máxima Demanda	35
2.4.2. Máxima Capacidad del Conductor	39
2.4.3. Caída de Tensión	43
2.4.4. Corriente de Cortocircuito Trifásico para la Instalación de Baja Tensión.....	46
2.4.5. Secuencia de Fases	49
2.5. COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	52

2.5.1.	Potencia Eléctrica y Factor de Potencia.....	52
2.5.2.	Tipos de Cargas en una Instalación Eléctrica.....	56
2.5.3.	Corrección del Factor de Potencia	61
2.5.4.	Ventajas de la Compensación de Energía Reactiva.....	63
2.5.5.	Tipos de Compensación de Energía Reactiva	70
2.5.6.	Componentes y Funcionamiento de un Sistema Automático de Compensación de Energía Reactiva.....	75
2.5.7.	Procedimiento para Compensación	76
2.6.	FENÓMENOS ARMÓNICOS EN UNA INSTALACION ELECTRICA	80
2.6.1.	Factor de Cresta y Distorsión Armónica Total (THD)	81
2.6.2.	Generadores de Armónicos Eléctricos	82
2.6.3.	Efectos de Armónicos en una Instalación Eléctrica.....	83
2.6.4.	Filtros de Armónicos	86
2.7.	APARAMENTA ELECTRICA EN BAJA TENSION.....	87
2.7.1.	Sala Eléctrica	87
2.7.2.	Centro de Distribución de Carga	89
2.7.3.	Centro Control de Motores [CCM].....	96
2.8.	MOTORES POLIFASICOS DE INDUCCION	115
2.8.1.	Principio de Operación.....	117
2.8.2.	Circuito Equivalente de Motores Trifásicos de Inducción	118
2.8.3.	Arranque de Motores de Inducción Trifásica.....	122
CAPÍTULO III: REQUERIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN		137
3.1.	RESUMEN DEL CAPITULO	137
3.2.	CONDICIONES AMBIETALES Y UBICACIÓN.....	137
3.3.	SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA	138
3.3.1.	Voltaje de Distribución de la Planta	138
3.3.2.	Sistema de Generación de Emergencia	139
3.4.	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN	140
3.5.	DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS	148
3.6.	REQUERIMIENTOS DE ARRANQUE SEGÚN DESEMPEÑO	149
CAPÍTULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO		151
4.1.	RESUMEN DEL CAPÍTULO	151
4.2.	DISEÑO DE INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	151

4.2.1.	Suministro Eléctrico	151
4.2.2.	Cálculos Justificativos en Media Tensión	154
4.2.3.	Diseño de Subestación Eléctrica MT/BT	158
4.3.	DISEÑO DE INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN	161
4.3.1.	Cantidad de MCC de la Instalación	161
4.3.2.	Calculo Justificativo de Máxima Demanda	162
4.3.3.	Calculo Justificativo de Flujo de Carga y Corto Circuito	164
4.3.4.	Calculo de Corriente de Arranque de Motores	169
4.3.5.	Calculo Justificativo de Cables de Fuerza desde MCC a Carga	170
4.3.6.	Diseño de Centro Control de Motores CCM	177
4.3.7.	Diagramas Unifilares de la Instalación	181
4.3.8.	Diagrama de Recorrido de Cables y Bandejas	181
4.3.9.	Diagrama de Arreglo de Sala Eléctrica.....	181
4.4.	COMPENSACION DE ENERGÍA REACTIVA	181
4.4.1.	Metodología de Cálculo	181
4.4.2.	Determinación de Factor de Potencia de Instalación	182
4.4.3.	Determinación de la Carga a Compensar	185
4.4.4.	Planteamiento de los Sistemas de Compensación	187
4.4.5.	Diseño y Selección de Componentes	196
4.4.6.	Comparación y Evaluación Técnica de Resultados	203
4.5.	ESTUDIO DE LOS ARMONICOS EN LA INSTALACIÓN.....	210
4.5.1.	Resumen de Cargas no Lineales en la Instalación	210
4.5.2.	Análisis de la Instalación	212
4.5.3.	Presentación de los Resultados.....	214
CAPÍTULO V: ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO		223
5.1.	RESUMEN DEL CAPÍTULO	223
5.2.	CONSIDERACIONES INICIALES.....	223
5.3.	EVALUACION ECONOMICA DE COMPENSACION DE ENERGÍA REACTIVA	225
5.3.1.	Consumo y Facturación.....	225
5.3.2.	Inversión	226
5.3.3.	Indicadores de Rentabilidad	227
5.4.	IMPACTO ECONOMICO EN LA PRODUCCION	230
5.4.1.	Eficiencia Energética e Impacto Económico en el Arranque de Motores.	231

5.4.2. Eficiencia Energética e Impacto Económico Funcionamiento De Motores en Estado Estable.....	236
5.4.3. Mantenimiento de Centro Control de Motores	240
CONCLUSIONES.....	244
RECOMENDACIONES	246
BIBLIOGRAFÍA.....	248
ANEXOS Y PLANOS	250

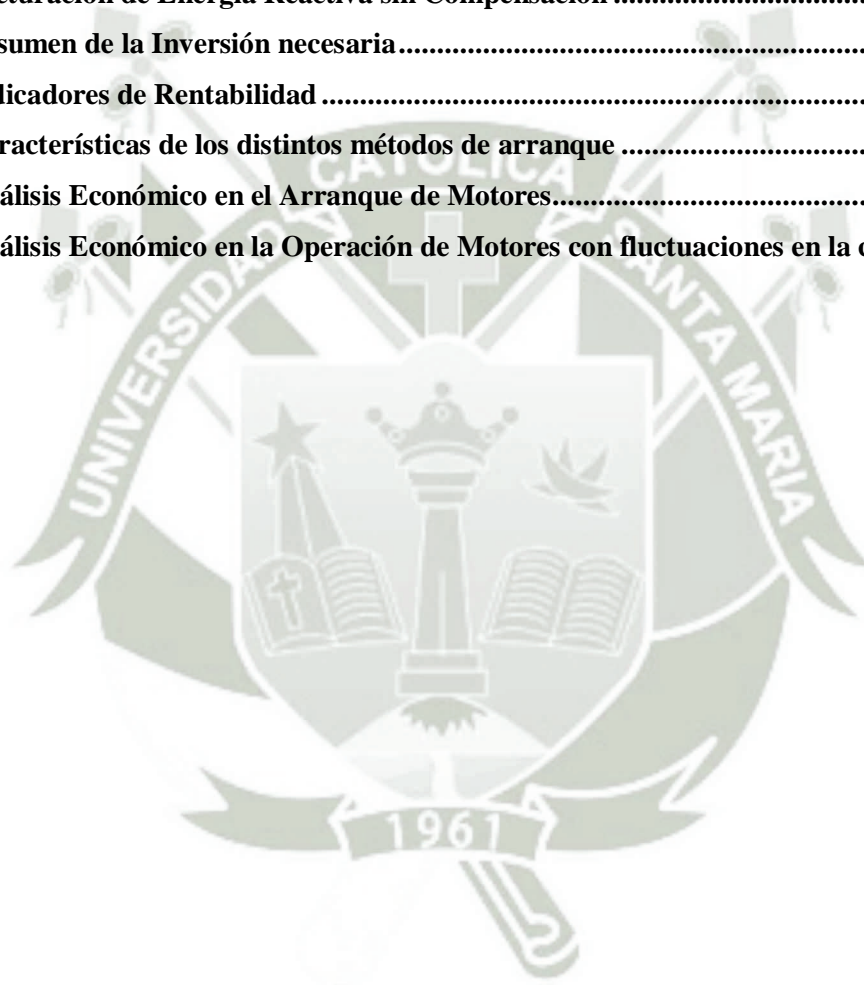


ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de Tensión en Perú	31
Tabla 2: Niveles de aislamiento normalizados	33
Tabla 3 Factor de simultaneidad para tableros de distribución	38
Tabla 4 Factor de simultaneidad según la función de los circuitos	38
Tabla 5 Factores de corrección para temperaturas de aire ambiente diferentes a 30°C aplicables a las capacidades de conducción de corriente para cables aéreos.....	41
Tabla 6 Factores de corrección para temperaturas de tierra ambiente diferentes a 20°C aplicables a las capacidades de conducción de corriente para cables en conductos de tierra	41
Tabla 7 Factores de corrección para cable en conductos enterrados con resistividad térmica de tierra diferente a 2.5 km/W	42
Tabla 8 Factores de corrección por intensidades Armónicas.....	42
Tabla 9 Factores de corrección por agrupamiento de conductores	43
Tabla 10 Caída de tensión en conductores.....	45
Tabla 11 Impedancia de la red de alta tensión con relación al secundario del transformador AT/BT	47
Tabla 12 Impedancia Característica según potencia de Transformadores	47
Tabla 13 Tabla resumen de impedancias para diferentes sectores de un sistema eléctrico	49
Tabla 14 Identificación de Fases	52
Tabla 15 Factores de Potencia más usuales según la carga	55
Tabla 16 Factores de Potencia más usuales según industria	56
Tabla 17 Disminución de pérdidas en conductores por Efecto Joule.....	66
Tabla 18 Incremento de sección en conductores en función al factor de potencia	68
Tabla 19 Potencias activas de transformadores a plena carga para distintos factores de potencia	69
Tabla 20 Factor 'K' (KVAR/KW).....	79
Tabla 21 Disposición de código IP	93
Tabla 22 Grado de Protección IP Tableros Eléctricos	93
Tabla 23 Grado de Protección NEMA Tableros Eléctricos	95
Tabla 24 Comparativo NEMA vs IEC.....	95
Tabla 25 MCC Configuración - Web Enabled	103
Tabla 26 Selección de protección del Tablero de control CCM	107
Tabla 27 Arrancadores de motor combinados	108
Tabla 28 Interruptores Automáticos	108
Tabla 29 Transformadores de Iluminación	108

Tabla 30 Arrancadores suaves de tensión reducida	109
Tabla 31 Variadores de Velocidad	109
Tabla 32 Conductores de protección no incorporados a los cables y desnudos en contacto con cables.....	112
Tabla 33 Características de arrancadores suaves.....	130
Tabla 34 Potencia Instalada Total	148
Tabla 35 Potencia Instalada de Línea de Producción.....	149
Tabla 36 Cuadro de Máxima Demanda de la instalación.....	151
Tabla 37 Tensión de Cortocircuito del Transformador de Potencia.....	165
Tabla 38 Valores de resistencia, reactancia e impedancia para transformadores con bobinado 20 KV.....	165
Tabla 39 Intensidades de Cortocircuito en puntos de la instalación de BT	168
Tabla 40: Cuadro resumen Máxima Demanda	172
Tabla 41: Valores de la Constante K^2	174
Tabla 42: Caída de tensión.....	175
Tabla 43 NEMA Size, Space Factor para Arrancadores No-Reversibles con posibilidad de Switch o Interruptor de desconexión	179
Tabla 44 Factor de Potencia Promedio de Línea de Producción 1.....	183
Tabla 45 Factor de Potencia Promedio de la Instalación	184
Tabla 46 Ponderación de Cargas presentes	188
Tabla 47 Datos de Cargas Especiales.....	190
Tabla 48 Factor de Potencia Promedio de Línea de Producción 1 con cargas especiales compensadas	192
Tabla 49 Factor de Potencia Promedio de la instalación con cargas especiales compensadas .	193
Tabla 50 Factor de Potencia requerido en Línea de Producción 1 para lograr objetivo.....	194
Tabla 51 Parámetros para compensación fija de cargas especiales	196
Tabla 52 Componentes Seleccionados Para Compensación Fija De Cargas Especiales.....	198
Tabla 53 Consumo Máximo de Reactiva por cada Circuito.....	200
Tabla 54 Corrientes por escalón del banco Automático.....	201
Tabla 55 Banco Automático de Compensación elegido	202
Tabla 56 Comparativa antes y después de Compensación Fija en Cargas Especiales	203
Tabla 57 Comparativa antes y después de Compensación para toda la Instalación	204
Tabla 58 Disminución de Corrientes y pérdidas debido a compensación fija en cargas individuales.....	206
Tabla 59 Disminución de Corriente y pérdidas debido a compensación global con Banco Automático	207
Tabla 60 Disminución de caída de Tensión al corregir factor de Potencia	208

Tabla 61 Cargas no lineales con VFD por MCC	211
Tabla 62 Límites de distorsión armónica de Voltaje	212
Tabla 63 Distorsión de Tensión sin Condensadores	214
Tabla 64 Distorsión de Corriente sin Condensadores	215
Tabla 65 Distorsión de Tensión con Condensadores	216
Tabla 66 Distorsión de Corriente con Condensadores	216
Tabla 67 Recomendaciones para instalación de Condensadores en presencia de Armónicos...	222
Tabla 68 Precios de Referencia en Barra Mayo 2017.....	224
Tabla 69 Consumo de Energía Activa de Instalación (primeros 5 meses)	225
Tabla 70 Facturación de Energía Reactiva sin Compensación	226
Tabla 71 Resumen de la Inversión necesaria.....	227
Tabla 72 Indicadores de Rentabilidad	229
Tabla 73 Características de los distintos métodos de arranque	232
Tabla 74 Análisis Económico en el Arranque de Motores.....	233
Tabla 75 Análisis Económico en la Operación de Motores con fluctuaciones en la carga	238



ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Secuencia de Fases	50
Ilustración 2 Flujo de Secuencia Directa	50
Ilustración 3 Flujo de Secuencia Inversa	51
Ilustración 4 Representación de la f.e.m de un sistema trifásico.....	51
Ilustración 5 Triangulo de Potencias	53
Ilustración 6 Tensión e Intensidad en cargas Resistivas.....	57
Ilustración 7 Potencia Instantánea en Cargas Resistivas	58
Ilustración 8 Tensión e Intensidad en Cargas Inductivas	59
Ilustración 9 Potencia Instantánea en Cargas Inductivas	59
Ilustración 10 Tensión e Intensidad en Cargas Capacitivas.....	60
Ilustración 11 Potencia Instantánea en Cargas Capacitivas	61
Ilustración 12 Corrección del factor de Potencia.....	62
Ilustración 13 Caída de tensión con y sin desfase de tensión y corriente	67
Ilustración 14 Esquema de Compensación Global	70
Ilustración 15 Esquema de Compensación Grupal o Parcial	71
Ilustración 16 Esquema de compensación Individual	72
Ilustración 17 Variaciones de compensación Individual	73
Ilustración 18 Análisis de corrección de factor de Potencia mediante Triangulo de Potencias .	77
Ilustración 19 Onda resultante en presencia de armónicos.....	80
Ilustración 20 Facilidad de conexión de CCM's	97
Ilustración 21 Full Voltaje Nom-reversing Starter.....	98
Ilustración 22 Motor Control Comunicación Choices.....	99
Ilustración 23 Comunicación de MCC DeviceNet	100
Ilustración 24 Comunicación de MCC PROFIBUS	101
Ilustración 25 Comunicación de MCC Ethernet IP/ Modbus TCP	102
Ilustración 26 Cableado Tipo A	105
Ilustración 27 Cableado Tipo B	106
Ilustración 28 Cableado Tipo C	106
Ilustración 29 Barra Horizontal.....	113
Ilustración 30 Barra vertical Aislada.....	114
Ilustración 31 Barra vertical aislada y encapsulada.....	114
Ilustración 32 Estructura CCM	115
Ilustración 33 Circuito equivalente por fase de un motor de inducción trifásico equilibrado.	119
Ilustración 34 Circuito equivalente para mostrar resistencias del rotor y de la carga.....	120

Ilustración 35	Circuito equivalente aproximado por fase motor de inducción.....	122
Ilustración 36	Curvas Características de un motor de inducción trifásico	123
Ilustración 37	Esquema común Arranque directo	125
Ilustración 38	Esquema de Arranque directo mediante guarda motores	126
Ilustración 39	Arranque estrella - triangulo	127
Ilustración 40	Control del Angulo de fase y contacto de Bypass.....	129
Ilustración 41	Curva de tensión en un arranque soft starter	131
Ilustración 42	Arrancador soft starter configuración "en línea"	132
Ilustración 43	Alimentación de motor, arrancador suave configuración "in-delta"	133
Ilustración 44	Alimentación de motor arrancador variador de frecuencia.	135
Ilustración 45	Características circuito VFD	136
Ilustración 46	Ubicación Proyecto	137
Ilustración 47	Flow Sheet Intake.....	140
Ilustración 48	Flow Sheet Dosing Silos	141
Ilustración 49	Flow Sheet MIXing Area	142
Ilustración 50	Flow Sheet Liquids Intake, Storage and Distribution.....	143
Ilustración 51	Flow Sheet Extrusion and Drying	144
Ilustración 52:	Flow Sheet Coating and Cooling	145
Ilustración 53	Flow Sheet Finish product silos	146
Ilustración 54:	Flow Sheet Bagging OFF	147
Ilustración 55	Línea de alimentación en Media Tensión.....	152
Ilustración 56	Punto de Diseño para Suministro eléctrico	153
Ilustración 57	Diagrama de impedancias.....	166
Ilustración 58	Diagrama Unifilar de la Instalación en Software ECODIAL	170
Ilustración 59	Dimensiones típicas de un CCM.....	178
Ilustración 60	Space Factor MCC, Espaciamiento de cubículos según potencia de arrancadores	180
Ilustración 61	Forma de Onda y Espectro de VFD's de 12 pulsos	211
Ilustración 62	Diagrama Unifilar de la Instalación en Software ETAP.....	213
Ilustración 63	Onda de Forma Tablero Principal sin Condensadores.....	215
Ilustración 64	Onda de Forma Tablero Principal con Condensadores.....	217
Ilustración 65	Espectro de Armónicos Tablero Principal con Condensadores	217
Ilustración 66	Forma de Onda Banco Automático de Condensadores en Operación	218
Ilustración 67	Forma de Onda Condensadores fijos en Operación	218
Ilustración 68	Impedancia en Tablero Principal en función a los armónicos.....	220
Ilustración 69	Espectro de Armónicos en Condensadores	221
Ilustración 70	Precios Finales para facturación de energía Eléctrica en la Instalación	224

RESUMEN

El siguiente trabajo de tesis titulado “Estudio de Instalaciones Eléctricas MT/BT para alimentación de Fuerza a través de Centro de Control de Motores y Compensación de Energía Reactiva para Nueva Fábrica de Alimento de Mascotas” está destinado a buscar el adecuado funcionamiento de la instalación industrial en mención, haciendo énfasis en los sistemas eléctricos que contempla el suministro, la medición, el control y la distribución de energía eléctrica a sus distintas cargas para un eficiente aprovechamiento de la misma.

Las planta para alimento de mascotas está dividida en 8 áreas (Intake and Dosing, Milling and Mixing, Extruder, Dryer, Coater, Liquids, Finish Line, Packing), entre las cuales se puede contabilizar un total de 170 motores que se alimentan a través de 6 Centro Control de motores clasificados específicamente según las áreas de la instalación, la tensión de suministro en media tensión es de 22.9 KV, la tensión de distribución a los motores y distintas cargas de baja tensión es de 380 VAC + N.

El estudio desarrollado en media tensión contempla el cálculo básico de los parámetros de suministro eléctrico en media tensión, así como una selección y disposición física de los equipos más importantes.

Para el estudio de la compensación de energía reactiva se realiza la metodología de la cuantificación de las cargas instaladas, siendo una instalación proyectada, cuyo funcionamiento aún no está plenamente determinado. Para esto se analizan las características eléctricas de la totalidad de las cargas, se identifica el factor de potencia y se establecen los objetivos. Tras esto se presentarán los beneficios técnicos y económicos del estudio además de un análisis básico de los armónicos y su relación con los condensadores a considerar.

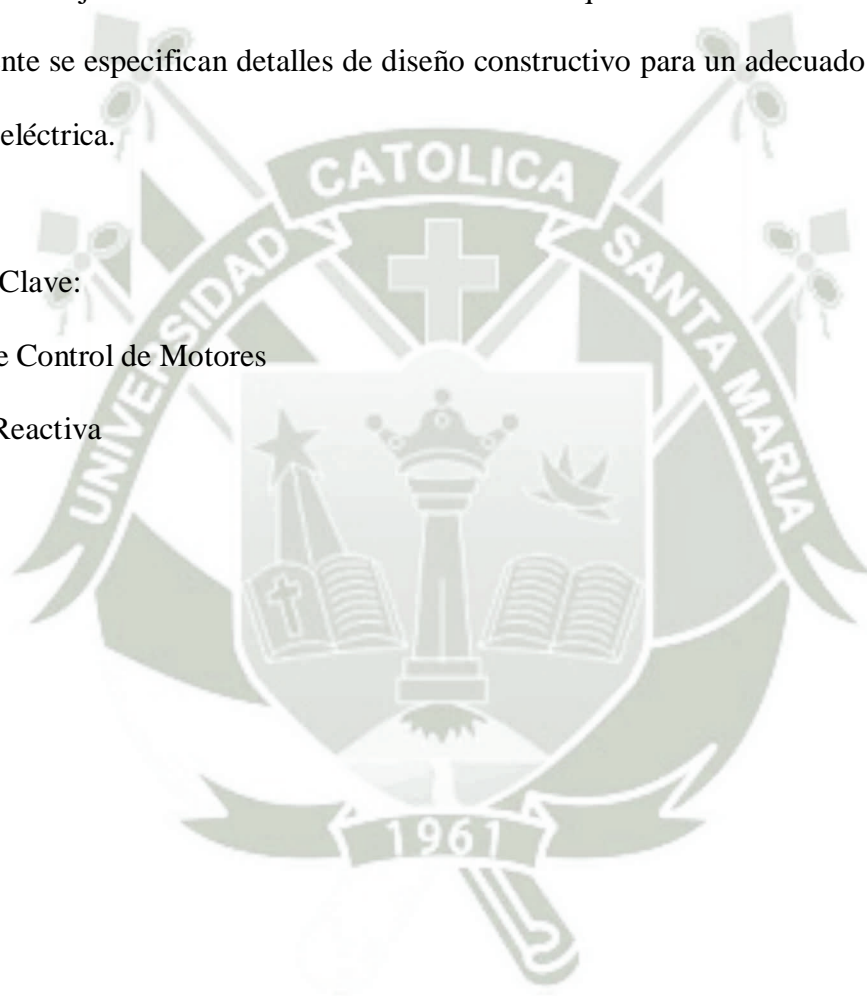
El estudio desarrollado en baja tensión contempla el desarrollo del flujo eléctrico a través de las distintas etapas destinadas al consumo eléctrico en baja tensión; estas etapas incluyen el

dimensionamiento de conductores desde los centros de distribución a las distintas cargas, el diseño de los Centro Control de Motores MCC determinando los adecuados espaciamientos de cubículos según tipo y potencia de arrancadores permitiendo la obtención de dimensiones reales basándose en el estándar internacional NEMA, así mismo incluye la determinación de arrancadores del tipo convencional y electrónico basándose en requerimientos de la carga y el impacto económico que provoca tener una adecuada regulación de la corriente de arranque y la posibilidad de ajuste de la velocidad del motor a los requerimientos fluctuantes de la carga, adicionalmente se especifican detalles de diseño constructivo para un adecuado montaje de la aparamenta eléctrica.

Palabras Clave:

Centro de Control de Motores

Energía Reactiva



ABSTRACT

The following thesis work called “Study of the Electrical Installations HV/LV for Power Supply through Motor Control Centers and Reactive Energy Compensation for new pet food Factory” is aimed to look for the proper performance of the industrial installation in mention, with emphasis on the electric systems for the supply, measurement, control and distribution of the electric power to the different loads and their efficient use.

The new pet food factory is divided into 8 areas (Intake and Dosing, Milling and Mixing, Extruder, Dryer, Coater, Liquids, Finish Line, Packing), among which can be counted a total number of 170 motors that are powered through six(06) Motor Control Centers properly classified in order to the areas of the installation. The medium voltage supply is 22.9 KV, the distribution voltage for the different motors and loads is 380 VAC+N

The medium voltage study includes the basic calculation of the medium voltage power supply parameters as well as the selection and the physical disposition of the most important required equipment.

For the Reactive Energy Compensation study the installed loads quantification methodology has been used, due to the fact that is a projected installation with an undefined full operation yet. On this purpose the electric characteristics of every load will be analyzed, the power factor will be determined and the targets will be set. Then the technical and economic benefits will be presented and also a basic harmonics analysis and how they will be relate to the capacitors designed.

The low voltage study covers the electric flow development through the different stages destined to the low voltage consumption. These stages include the electric wires sizing from the distribution centers to the different loads; the Motor Control Centers design with the correct cubicles size according to the type and power of the device starter in order to obtain the real dimensions based on the international standard NEMA; and the selection of the starter devices

between conventional and electronic ones based on the requirements of the loads and the economic impact caused by an proper regulation of the start current and the possibility of a motor speed regulation according to the fluctuating requirements of the loads. Additionally constructive design details will be presented for a correct electric assembly of the equipment.

Key Words:

Motor Control Center

Reactive Energy



DESCRIPCIÓN

El proyecto titulado “Estudio de Instalaciones Eléctricas en MT/BT (Media Tensión/Baja Tensión) para Alimentación de Fuerza a través de Centro de Control de Motores y Compensación de Energía Reactiva para Nueva Fábrica de Alimento de Mascotas – Molitalia” está dividido en cinco capítulos:

En el Capítulo I, titulado “Generalidades” se establecerán el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto y los aspectos básicos del proyecto en mención.

En el Capítulo II, titulado “Marco Teórico” se describirán los fundamentos teóricos necesarios para la correcta elaboración y entendimiento del proyecto.

En el Capítulo III titulado “Requerimientos de la instalación” se describirán las necesidades eléctricas de la instalación, además de una resumen básico del proceso y sus etapas, que permitirán tener en cuenta aspectos propios de la instalación para el desarrollo de la parte de ingeniería.

En el Capítulo IV titulado “Ingeniería de Proyecto” se realizarán los cálculos necesarios para el diseño y selección de equipos, para cumplir con los objetivos trazados, brindar una solución eficiente al problema identificado, y satisfacer los requerimientos de la instalación.

En el Capítulo V titulado “Estudio Económico del Proyecto” se evaluarán los impactos económicos resultantes del estudio de ingeniería, realizando un análisis que traduzca los beneficios técnicos en beneficios económicos.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1.RESUMEN DEL CAPÍTULO

En el presente capítulo se presenta una introducción del proyecto, asimismo se identifica y se describe el problema que se va a solucionar, estableciendo un objetivo general y objetivos específicos, que permitan la solución de dicho problema, mencionando los alcances del proyecto.

1.2.INTRODUCCIÓN

En 1879 Thomas Edison inventó la bombilla eléctrica dando origen a la industria eléctrica moderna, ya para 1882 Edison encendió el primer sistema de distribución de energía eléctrica del mundo “Estación Generadora de Electricidad Thomas Edison en la Calle Pearl” proporcionando 110 V de corriente continua DC ; a finales del siglo XIX Nikola Tesla comenzó a trabajar en una nueva forma de energía eléctrica dominada corriente alterna AC, la cual a diferencia de la corriente continua de Edison podía transmitirse a distancias mucho mayores, esta nueva corriente alterna interesó a Lucien Gulard y Jhon Gibbs que para 1881 realizaron una demostración de un Transformador de Energía. Gracias a este aporte años después George Westinghouse en 1886 instaló el primer sistema de energía de corriente alterna AC, el voltaje se transmitía en 3000 V y se reducía a 100 V.

La electricidad fue uno de los factores principales de la Revolución industrial y hoy en día significa el corazón de la Industria debido a la variedad de usos que se tiene en la generación de movimiento, calor, luz y señales de sistemas electrónicos y a su vez a la factibilidad que tiene para ser generada, transportada, medida y controlada.

1.3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El objetivo principal de una empresa competitiva es poder satisfacer las necesidades del consumidor en una economía globalizada, de ello dependerán sus resultados financieros y su vocación innovadora orientada a las mejoras constantes; la necesidad de las empresas de ser competitivas impulsa el especial interés en poder desarrollar altos estándares de producción y calidad en la fabricación de sus productos.

Actualmente la mayor parte de industria por no decir toda requiere un adecuado suministro eléctrico para poder respaldar su proceso productivo, por lo tanto es ya una necesidad la implementación de tecnología que vuelva más eficiente el proceso productivo.

Es necesario poder disminuir los gastos productivos mejorando directamente la vida útil de los motores eléctricos, reduciendo la necesidad de mantenimiento correctivo y optimizando el consumo eléctrico para de esta manera poder generar un mayor valor y esto se vea reflejado en el producto final y la satisfacción del cliente.

1.4. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo General

Desarrollar el estudio para la implementación de un Centro Control de Motores y la compensación de Energía Reactiva en la Nueva Fábrica para alimento de Mascotas – Molitalia, demostrando los beneficios técnicos y económicos, el impacto en la producción y la mejor organización de los sistemas a través de la centralización de equipos.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Demostrar que mediante la regulación de la corriente de arranque se puede mejorar la vida útil de los motores, limitar gastos de mantenimiento y reducir el consumo de corriente eléctrica obteniendo una mejora económica para la empresa.
- Realizar un análisis básico de la presencia de armónicos en la instalación, y de ser necesario mitigar los efectos de los armónicos presentes en la instalación
- Desarrollar el diseño básico de un Centro Control de Motores CCM; cumpliendo los estándares de la norma NEMA Motor Control Center ICS 18-2001 (R2007).
- Desarrollar un análisis del diseño eléctrico en Media Tensión [MT] y Baja Tensión [BT]

1.5.JUSTIFICACIÓN

La necesidad de las empresas de mantenerse en el mercado tiene como consecuencia desarrollar sistemas de producción más eficientes. Los sistemas eléctricos no están al margen de esto; es por esto que se requiere aplicar nuevas tendencias para poder optimizar ciclos de vida de equipos eléctricos, mantenimiento correctivo de equipos y el consumo eléctrico se podrá tener un beneficio Productivo / Económico que afectara positivamente el crecimiento de una empresa.

1.6.ALCANCES

El siguiente estudio eléctrico establece los criterios y procedimientos de diseño y optimización eléctrica en MT y BT para el diseño de la Nueva Fábrica para alimento de Mascotas – Molitalia.

Incluye los estudios de diseño para satisfacer a los equipos eléctricos utilizados en el área de producción de dicha planta a través de un adecuado estudio del consumo de Energía Reactiva e implementación de un Motor Control Center CCM para comandar a todos los motores del área de producción de la Fábrica determinando a su vez las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento.

Consideraciones:

- Se establece una potencia instalada de 2.5MVA para suplir la necesidad de energía en la planta.
- Se desarrollara el diseño elemental de la Sub-Estación (SE) y de los componentes más importantes necesarios para su posterior puesta en servicio.
- Se desarrollará el diseño del Centro Control de Motores MCC y de los componentes pertinentes necesarios para la posterior puesta en servicio de 170 Motores divididos en 8 áreas (Intake and Dosing, Milling and Mixing, Extruder, Dryer, Coater, Liquids, Finish Line, Packing)
- Se determinará los tipos de arrancadores de motores necesarios para el correcto funcionamiento del proceso evaluando las potencias de los motores.
- Se desarrollará memoria de cálculo de conductores necesarios en baja tensión según los parámetros expuestos.
- Se desarrollará detalles de recorrido de bandeja y canalizaciones en baja tensión.

- Se desarrollará el estudio del consumo de Energía reactiva y las propuestas de optimización.
- Se realizará un estudio básico de los armónicos presentes en la instalación, sus efectos y las soluciones necesarias.



CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1.RESUMEN DEL CAPÍTULO

El presente capítulo abarca todos los conceptos teóricos necesarios para, primero, saber qué se va a hacer y segundo, cómo se va a hacer. Esto implica el conocimiento de normas y regulaciones en electricidad, los fundamentos teóricos de las instalaciones eléctricas y la metodología de cálculo para llevar a cabo el proyecto.

2.2.CÓDIGOS, REGULACIONES Y NORMAS

2.2.1. El Sector Eléctrico en el Perú

El sector eléctrico en el Perú se mantiene en un constante crecimiento, puesto que es de vital importancia para el desarrollo del país. Con el crecimiento económico de los últimos años, los requerimientos en el sector han ido aumentando cada vez más para poder satisfacer las necesidades de diversas industrias y comercios, además de suplir de electricidad a cada vez mayor proporción de la población.

El sector eléctrico tiene una cadena productiva que está formada básicamente por las actividades de generación, transmisión y distribución de la electricidad, además de una actividad complementaria referida a la comercialización de dicha energía en distintos niveles. En el Perú dichas actividades se encuentran enlazadas y en coordinación dando forma al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional SEIN

(ver Anexo N°1: SEIN), que abastece al 90% de la población conectada en el país¹, mientras que el resto se abastece a través de sistemas denominados aislados.

Existen diversas instituciones tanto públicas como privadas que actúan como agentes directos o reguladores del sector eléctrico, lo cual permite una correcta operación y planificación del sector en el país, entre las cuales las más importantes son:

1. COES-SINAC

El Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES-SINAC) es una entidad privada, conformada por todos los agentes del SEIN (Generadores, Transmisores, Distribuidores y Usuarios Libres). Su finalidad es coordinar la operación de corto, mediano y largo plazo del SEIN al mínimo costo, preservando la seguridad del sistema, el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, así como planificar el desarrollo de la transmisión del SEIN y administrar el Mercado de Corto Plazo.²

Es decir, es el operador del sistema interconectado nacional, el cual coordina y asigna económicamente a las centrales de generación con el objetivo de lograr cubrir la demanda a cada hora del día, tomando en cuenta la priorización de aquellas centrales con menores costos variables.

Las empresas de generación, transmisión y distribución eléctrica dentro del SEIN son agentes del COES, además de los grandes consumidores que son los denominados usuarios libres.

¹ Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, 2017. Anuario Estadístico de Electricidad 2016.

² Portal institucional COES 2017 <http://www.coes.org.pe/Portal/Organizacion/QuienesSomos>

2. *Ministerio de Energía y Minas (MEM)*

Es la institución responsable de establecer la política general del sector, regular el otorgamiento, terminación o caducidad de autorizaciones y concesiones para el desarrollo de las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad, entre otras. El MEM abarca distintas direcciones: la Dirección General de Electricidad, la Dirección General de Eficiencia Energética, la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos y la Dirección General de Electrificación Rural.³

3. *OSINERGMIN*

Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Es una institución pública encargada de regular y supervisar que las empresas del sector eléctrico, hidrocarburos y minero cumplan con las disposiciones legales de las actividades que desarrollan.⁴

En el sector eléctrico, es encargada de velar por el cumplimiento de la normativa aplicable, sancionar a quienes la incumplan, regular las tarifas eléctricas y elaborar los reglamentos y procedimientos complementarios a las normas del Ministerio de Energía y Minas.

2.2.2. El Mercado de Electricidad

El mercado eléctrico en nuestro país está compuesto por el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y los Sistemas Aislados (SSAA). El mercado eléctrico peruano involucra el desarrollo de tres grandes actividades para un

³Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, 2015. Anuario Ejecutivo de Electricidad 2014.

⁴ Osinergmin, 2016. La Industria de la Electricidad en el Perú, 25 años de aportes a la economía del País.

eficiente abastecimiento de energía eléctrica al usuario final: generación, transmisión y distribución.

La actividad de generación es un sector altamente competitivo en el cual aquellas centrales que cuenten con mejores indicadores de eficiencia en la producción de energía, serán aquellas que tengan prioridad para abastecer a la demanda. La actividad de transmisión consiste en el transporte de la energía generada en las centrales eléctricas hacia los usuarios finales, es considerada como un monopolio natural en el cual existe regulación a cargo de Osinergmin y sus inversiones son planificadas por el COES. Por último, la actividad de distribución es la que opera y da mantenimiento a las redes de media y baja tensión que suministran electricidad a usuarios finales de determinadas zonas geográficas. También es considerada como un monopolio natural ya que las empresas distribuidoras tienen concesión exclusiva dentro de los límites de su área de suministro.

Los usuarios finales, de acuerdo a lo dispuesto por la Ley de Concesiones Eléctricas, se dividen en dos grupos:

a) Usuarios Regulados

Aquellos que, al no tener un consumo eléctrico elevado, sólo pueden recibir servicio eléctrico de una empresa distribuidora según la zona de concesión correspondiente. Son aquellos con una máxima demanda anual igual o menor a 200 KW, pueden estar conectados en alta, media o baja tensión, y los precios son regulados a través de Osinergmin.

b) Usuarios Libres

Son aquellos usuarios cuya máxima demanda anual supera los 2500 KW. En este caso los usuarios pueden escoger y negociar directamente los precios de

potencia y energía con su proveedor, que puede ser un generador u un distribuidor. Están conectados en niveles de media tensión o superiores, y son generalmente grandes industrias y mineras.

Aquellos usuarios que se encuentren con una máxima demanda anual entre los 200 KW y los 2500 KW, tendrán la facultad de elegir su condición como usuario libre o regulado.

En el año 2016 los usuarios regulados representaron el 48 % de la venta total de energía, mientras que el 52 % restante fue para los usuarios libres.⁵

2.2.3. Normas de Energía Reactiva para Usuarios Finales de Electricidad en el Perú

Debido a las características físicas de la energía reactiva, su requerimiento en instalaciones y los efectos de su presencia en la red eléctrica, existen lineamientos específicos para la facturación y regulación de dicha energía.

En los usuarios regulados, a través de la Norma “*Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas al Usuario Final*” de Osinergmin se establecen los siguientes puntos:

Artículo 17°.- Facturación de Energía Reactiva

- *La facturación por energía reactiva se incluirá en las opciones tarifarias MT2, MT3, MT4, BT2, BT3 y BT4 de acuerdo a lo siguiente:*
 - a) *Consumo de energía reactiva inductiva hasta el 30% de la energía activa total mensual. Sin cargo alguno.*
 - b) *Consumo de energía reactiva inductiva que exceda el 30% de la energía activa total mensual. La facturación del exceso de la energía reactiva inductiva es igual al producto de dicho exceso por el costo unitario (expresado en S/./kVAR.h), según se muestra en las siguientes relaciones:*
$$\text{Factura} = \text{kVAR.h en exceso} \times \text{CER}$$
$$\text{CER} = \text{Cargo por energía reactiva, expresado en S/./kVAR.h}$$
 - c) *Inyección de Energía Reactiva Capacitiva*

⁵ Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad, 2017. Anuario Estadístico de Electricidad 2016.

No está permitida la inyección de energía reactiva a la red. En todo caso la empresa de distribución eléctrica deberá coordinar con el usuario la forma y plazos para corregir esta situación. De no cumplir con la corrección dentro de los plazos acordados entre las partes, la empresa de distribución eléctrica podrá facturar el total del volumen de la energía reactiva capacitiva registrada por la misma tarifa definida para el costo unitario de la energía reactiva inductiva.⁶

Para usuarios libres, en el que los usuarios negocian directamente las tarifas con los proveedores, no existe una facturación para la energía reactiva, pero su mayor impacto está en la eficiencia del uso de la energía, lo que se traduce a factores técnicos y económicos elevados al ser los consumos globales de estos usuarios también bastante elevados.

2.2.4. Códigos y Regulaciones Aplicables al Presente Estudio

Los requerimientos mínimos deberán estar en conformidad con la última edición y/o sus enmiendas de los códigos, regulaciones y guías que se indican a continuación.

- **FMEA** Factory Mutual Engineering Association
- **ICEA** Insulated Cable Engineers Association
- **IEEE** Institute of Electrical and Electronics Engineers
- **NEC** National Electrical Code
- **NEMA** National Electrical Manufacturer's Association
- **IEC** International Electrotechnical Commission
- **NESC** National Electrical Safety Code (ANSI C2 latest edition)
- **ISO** International Organization for Standardized
- **NFPA** National Fire Protection Association
- **NTP** Normas Técnicas Peruanas

⁶ Osinergmin, 2001. "Opciones Tarifarias y las Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final",

Adicionalmente, el diseño y equipos suministrados deben cumplir con todas las leyes locales, códigos y regulaciones aplicables en el sitio, específicamente:

- Código Nacional de Electricidad Suministro, (Regulación Peruana)
- Código Nacional de Electricidad Utilización, (Regulación Peruana)
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (Perú)
- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú)
- NTCSE: Norma Técnica de la Calidad de los Servicios Eléctricos (Perú)

2.3.DISEÑO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN

El suministro para cualquier instalación puede realizarse a partir de la red de baja tensión o una red de media tensión o superior. Para industrias, por superar con facilidad cargas de 250 KVA es conveniente un suministro en media tensión; para grandes industrias y minas el suministro puede ser incluso en alta y muy alta tensión. En nuestro país los niveles de tensión están normalizados de la siguiente manera:

- Baja Tensión BT: menores o iguales a 1000 V
- Media Tensión MT: mayores a 1KV y menores o iguales a 35 KV
- Alta Tensión AT: mayores a 35 KV y menores o iguales a 230 KV
- Muy Alta Tensión MAT: mayores a 230 KV

Un suministro en media tensión o superior implica una serie de ventajas entre las que destacan: menores perturbaciones en relación a redes de baja tensión, se tiene libertad para escoger sistema de conexión a tierra en lado de baja tensión, mayor flexibilidad para el manejo de la alimentación y tarifas más económicas. Sin embargo se tiene que tener en cuenta que es necesario, de parte del propietario de la instalación, el acondicionamiento de

una subestación eléctrica para poder transformar la energía eléctrica en baja tensión para el consumo final, con todas las consideraciones que esto implica.

2.3.1. Subestación Eléctrica

Dentro de un sistema Eléctrico de Potencia, una subestación eléctrica es un conjunto de dispositivos eléctricos cuya función principal es transformar tensiones y para alimentar distintos circuitos de potencia.

Para un suministro en media tensión, la subestación recibirá energía eléctrica de la red en media tensión, para transformarla en baja tensión para uso final dentro de la instalación. Para esto se determina un Punto de Entrega, el cual es coordinado entre el concesionario y el usuario. Una vez recibida la energía eléctrica el usuario, diseñará un centro de transformación con centros de protección y medida en una subestación eléctrica. Los principales elementos en una subestación eléctrica son:

1. *Transformador*

El elemento principal, es una máquina electromagnética encargada de la transformación de la magnitud de las tensiones eléctricas. Tiene los siguientes parámetros para su selección:

- Potencia Nominal: potencia Aparente en KVA, en base a los requerimientos de la instalación.
- Niveles de Tensión: tensiones nominales en el primario y secundario.
- Frecuencia: dada en Hz
- Número de Fases
- Tipo de Conexión: devanados en conexiones tipo delta, estrella, zigzag.

- Nivel de aislamiento

2. *Interruptores*

Son dispositivos de apertura y cierre de un circuito eléctrico, ya sea bajo carga o en cortocircuito. Debe ser capaz de interrumpir corrientes eléctricas fuera de sus rangos de operación.

Pueden ser de los siguientes tipos:

- Interruptores de Aceite
- Interruptores de aire comprimido
- Interruptores de Hexafloruro de Azufre SF₆
- Interruptores de vacío

Tiene los siguientes parámetros para su selección:

- Tensión nominal
- Tensión máxima
- Corriente nominal
- Corriente de cortocircuito
- Tensión de restablecimiento
- Medio de extinción de arco

3. *Seccionadores fusibles*

Son dispositivos de protección eléctrica que interrumpen circuitos al producirse una sobrecorriente y que soportan la tensión transitoria producida posteriormente. Se aplican como una variable económica de los interruptores cuando se justifique.

4. Transformadores de medición

Son dispositivos electromagnéticos que se encargan de reducir magnitudes de tensión y corriente, para utilizarlos en sistemas de medición y protección. Pueden ser de Corriente y de potencial.

Estos componentes forman una denominada aparamenta en media tensión, la cual actualmente en la mayoría de los casos viene agrupada bajo envolvente metálica o celdas cerradas.

2.3.2. Criterios de Diseño

2.3.2.1. Tensión Nominal

Es el valor normalizado de la tensión en las redes de servicio, para alimentación de la red pública y para uso final. Los niveles de tensión normalizados en el Perú están mostrados en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Niveles de Tensión en Perú

Baja Tensión: 380 / 220 V 440 / 220 V	Alta Tensión: 60 kV 138 kV 220 kV
Media Tensión: 20,0 kV (*) 22,9 kV 33 kV 22,9 / 13,2 kV 33 / 19 kV	Muy Alta Tensión: 500 kV

Fuente: Código Nacional de Electricidad Suministro, Perú. 2011

2.3.2.2. Nivel y Coordinación de Aislamiento

El nivel de aislamiento se refiere a una resistencia de aislamiento aplicado a los equipos para soportar sobretensiones, producto de

descargas atmosféricas o maniobras. Es fijado, en función a la tensión nominal de operación, las normas de regulación y a los niveles de sobretensiones en el sistema.

La coordinación de aislamiento es la selección de la rigidez dieléctrica de los materiales, en función de las tensiones que pueden aparecer en la red a la cual estos materiales están destinados y teniendo en cuenta las condiciones ambientales y las características de los dispositivos de protección disponibles.⁷

Una sobretensión es cualquier tensión cuyo valor más alto sobrepasa a la tensión más elevada definida para un material. La norma internacional IEC 60071 ha clasificado las tensiones y sobretensiones de acuerdo a su forma y duración de la siguiente manera:

- Tensión permanente (a frecuencia industrial): aquella tensión a frecuencia de la red con un valor considerado constante.
- Sobretensión Temporal: aquella sobretensión a frecuencia industrial de duración relativamente larga.
- Sobretensión transitoria: de corta duración.
- Sobretensión combinada: se refiere a dos componentes de tensión aplicadas simultáneamente.

De igual forma las tensiones han sido normalizadas de la siguiente manera:

- Tensión normalizada de corta duración a frecuencia industrial: con frecuencia entre 48 y 62 Hz

⁷ IEC 1996. Norma Internacional IEC 60071-1

- Tensión normalizada de impulso tipo maniobra: una tensión de impulso que tenga un tiempo hasta la cresta de 250 μ s y un tiempo hasta la mitad del valor de 2 500 μ s.
- Tensión normalizada de impulso tipo rayo: una tensión de impulso que tenga un tiempo de frente de 1,2 μ s y un tiempo hasta la mitad del valor de 50 μ s.

Al definir estos parámetros la misma norma IEC 60071 define los niveles de aislamiento normalizados para los valores más elevados para los materiales.

Tabla 2: Niveles de aislamiento normalizados

Tensión más elevada para el material U_m kV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial kV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo kV (valor de cresta)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	60
		75
		95
17,5	38	75
		95
24	50	95
		125
		145
36	70	145
		170
52	95	250
72,5	140	325
123	(185)	450
	230	550
145	(185)	(450)
	230	550
	275	650
170	(230)	(550)
	275	650
	325	750
245	(275)	(650)
	(325)	(750)
	360	850
	395	950
	460	1 050

Fuente: IEC 60071-1, 1993.

2.3.2.3. Corriente Nominal

Corriente o intensidad nominal es el valor eficaz de corriente que circulará continuamente a frecuencia nominal, de acuerdo a los cálculos realizados en la carga de la instalación y la tensión de servicio seleccionada. Viene dada por la fórmula:

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} V_n}$$

Donde:

- I_n : Corriente nominal (A)
 S_n : Potencia de subestación (VA)
 V_n : Voltaje Nominal (V)

Esta corriente fijará los esfuerzos térmicos que soportará la instalación eléctrica sirviendo para la selección de componentes.

2.3.2.4. Corriente De Cortocircuito

Es toda aquella sobreintensidad resultante de un cortocircuito en un sistema eléctrico. Ésta corriente determinará los esfuerzos electrodinámicos máximos que soportaran los componentes del circuito. De manera simplificada viene dada por la ecuación:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} V_n}$$

Donde:

- I_{cc} : Corriente de corto circuito (A)
 S_{cc} : Potencia de cortocircuito (KVA)
 V_n : Voltaje Nominal (KV)

La corriente resultante está dada en el rango de los kiloamperes. En las redes públicas normalizadas, se establecen potencias de cortocircuito según la tensión de servicio, las cuales las establece el proveedor del suministro eléctrico.

De igual forma existe un cálculo mucho más complejo, en función a las impedancias de cortocircuito de los equipos y el tipo de cortocircuito. Este método esta normado por la IEC 60909: *Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna.*

2.4.CRITERIOS DE DISEÑO EN BAJA TENSIÓN

2.4.1. Máxima Demanda

La máxima demanda corresponde a un valor sumamente importante para determinar la potencia que se debe solicitar al sistema.

La máxima demanda viene dada por un concepto de practicidad debido a que sumar aritméticamente todas las cargas existentes dentro de una instalación resultaría en un sobredimensionamiento insano y poco práctico desde el punto de vista de ingeniería.

El propósito de la máxima demanda es considerar la diversidad de operación simultánea o no simultanea de los dispositivos de un grupo determinado y la utilización es decir la exigencia de las capacidades necesarias requeridas por la carga, estos valores se basan en la experiencia y en los datos obtenidos de instalaciones con características similares, esto datos brindan un valor general para toda la instalación a partir de los cuales se puede especificar requisitos para contratar un suministro de energía eléctrica y demás elementos de control y protección.

$$MD = Potencia\ Instalada * fd$$

Donde:

MD : Máxima Demanda [KW]

fd : factor de demanda

2.4.1.1. Potencia Instalada [KW]

La potencia instalada es la suma aritmética de las potencias nominales de todos los equipos eléctricos de una instalación.

Se entiende por potencia nominal como la potencia de los equipos cuando alcanzan valores nominales de operación es decir cuando trabajan a plena carga, la potencia nominal de motores eléctricos se mide en el eje principal es decir que el consumo de potencia en la entrada será superior; para las lámparas fluorescentes y de descarga que se asocian a la resistencia de estabilización es otro caso donde la potencia nominal es menor que la requerida en la entrada. Por este tipo de razones es necesario establecer un factor de diseño generalmente entre 1.20 y 1.25 para poder considerar la cifra más aproximada a la potencia absorbida, cabe indicar que este valor recomendado de diseño entre 1.20 y 1.25 vendría a ser la relación entre los KW de salida / KW de entrada, es decir la eficiencia del equipo eléctrico.

2.4.1.2. Potencia Aparente Instalada [KVA]

Es frecuente asociar la potencia aparente instalada con la suma aritmética de los KVA de todos los equipos de la instalación, sin embargo este sería un concepto erróneo debido a que la potencia aparente de una

carga se obtendría de su potencia nominal la cual deberá ser corregida según coeficientes que aseguren su valor.

Se podrá determinar la Potencia Aparente Trifásica con la siguiente expresión:

$$S_n = \frac{P_n}{(\cos\phi)}$$

$$I_a = \frac{S_n \times 10^3}{\sqrt{3} V}$$

Donde:

S_n	:	Potencia Aparente	[KVA]
I_a	:	Intensidad de carga completa	[A]
P_n	:	Potencia Nominal	[KW]
$\cos\phi$:	Factor de potencia	
V	:	Tensión de entrada	[fase-fase]

2.4.1.3. Máxima Demanda Real [KVA]

Las cargas individuales no operan necesariamente conforme a su potencia nominal máxima ni funcionan simultáneamente al mismo tiempo, para poder determinar la máxima demanda real de una instalación es necesario poder reflejar los valores de simultaneidad y utilización en la potencia activa máxima y la potencia máxima aparente.

- Factor de simultaneidad [fs]

El funcionamiento simultáneo de todas las cargas de una instalación casi nunca se produce en la práctica, existe un grado de variabilidad que se ve reflejando mediante el uso del factor de simultaneidad (fs); el factor

de simultaneidad deberá ser aplicado a un grupo de cargas, estos factores obedecen a la experiencia así como el conocimiento detallado del flujo del proceso y es individual para una aplicación.

Tabla 3
Factor de simultaneidad para tableros de distribución

Número de circuitos	Factor de simultaneidad (k_d)
Montajes comprobados completamente 2 y 3	0,9
4 y 5	0,8
De 6 a 9	0,7
10 y más	0,6
Montajes probados parcialmente; seleccione en cada caso	1,0

Fuente: Norma IEC 60439-1 Low voltage switchgear and controlgear assemblies, 2004-04

Tabla 4
Factor de simultaneidad según la función de los circuitos

Función del circuito	Factor de simultaneidad (k_d)
Alumbrado	1
Calefacción y aire acondicionado	1
Tomas de corriente	de 0,1 a 0,2 ⁽¹⁾
Ascensores y montacargas ⁽²⁾	<ul style="list-style-type: none"> ■ Para el motor más potente 1 ■ Para el segundo motor más potente 0,75 ■ Para todos los motores 0,60

(1) En algunos casos, principalmente en instalaciones industriales, este factor puede ser superior.
(2) La corriente que hay que tomar en consideración es igual a la corriente nominal del motor aumentada en un tercio de su corriente de arranque.

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

• Factor de utilización [f_u]

Es común que consumo de potencia de una carga sea menor que su potencia nominal, esta condición hace necesaria la aplicación de factor de utilización o demanda, este es un factor que se aplica directamente a la carga de manera individual y al igual que el factor de simultaneidad obedece a la experiencia y el conocimiento del flujo de un proceso.

En una instalación industrial, este factor se puede estimar en una media de 0,75 para los motores; para cargas de luz incandescente, el factor siempre es igual a 1. Para circuitos con tomas de corriente, los factores dependen totalmente del tipo de aplicaciones a las que ofrecen suministro las tomas implicadas.⁸

2.4.2. Máxima Capacidad del Conductor

La capacidad del conductor se refiere a la máxima corriente que puede soportar un conductor, para que no presente pérdidas eléctricas ni fallas mecánicas; para ello en caso no se tenga la corriente nominal es necesario determinarla según la fórmula de potencia eléctrica:

$$I_n = \frac{P_n}{C V \cos(\emptyset)}$$

Donde:

In:	Intensidad Nominal	[A]
Pn:	Potencia Nominal	[W]
C:	Constante dependiendo del tipo de sistema	
	Sistema monofásico	C=1
	Sistema Trifásico	C= $\sqrt{3}$
Cos \emptyset :	Factor de potencia	
	Iluminación Cos $\emptyset = 1$	
	Potencia del motor arranque Cos $\emptyset = 0.35$	
	Potencia del motor nominal Cos $\emptyset = 0.8$	

⁸ Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, cuarta edición, 2010

Para condiciones de diseño la intensidad nominal deberá representar únicamente el 80% de la capacidad del conductor:

$$I_d = 1.20 * I_n$$

2.4.2.1. Factores de Corrección

Un buen dimensionamiento del conductor es fundamental en la buena operación de máquinas eléctricas para ello es necesario considerar diversos factores de corrección.

$$I'd = \frac{I_d}{k_1 * k_2 * k_3 * k_4 * k_5}$$

Donde:

I'd : Intensidad de diseño corregida [A]

K1 : Factores de corrección temperatura conductores aéreos.

K2 : Factores de corrección temperatura conductores terrestres.

K3 : Factores de corrección resistividad térmica del terreno

K4 : Factores de corrección intensidades armónicas.

K5: Factores de corrección agrupamiento de conductores.

- **Factores de corrección aplicables**

- Factor de corrección relacionado a K1, Temperatura conductores aéreos

Tabla 5
Factores de corrección para temperaturas de aire ambiente diferentes a 30°C aplicables a las capacidades de conducción de corriente para cables aéreos

Temperatura ambiente °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

- Factor de corrección relacionado a K2, Temperatura conductores terrestres

Tabla 6
Factores de corrección para temperaturas de tierra ambiente diferentes a 20°C aplicables a las capacidades de conducción de corriente para cables en conductos de tierra

Temperatura ambiente °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	0,95	0,96
25	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

- Factor de corrección relacionado a K3, Resistividad térmica del terreno

Tabla 7
Factores de corrección para cable en conductos enterrados con resistividad térmica de tierra diferente a 2.5 km/W

Resistividad térmica, km/W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96

Naturaleza de la tierra	k3
Tierra muy mojada (encharcada)	1,21
Tierra mojada	1,13
Tierra húmeda	1,05
Tierra seca	1,00
Tierra muy seca (calcinada)	0,96

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

- Factor de corrección relacionado a K4, Intensidades armónicas; cuando se tiene corrientes armónicas la intensidad que circula por el neutro puede ser incluso mayor que la de fase debido a que no se anulan entre si y se suman al neutro.




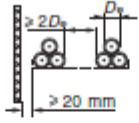
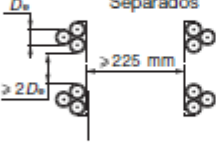
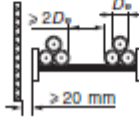
Tabla 8
Factores de corrección por intensidades Armónicas

Contenido de armónicos de tercer orden de corriente de fase %	Factor de corrección	
	La elección de la sección se basa en la corriente de fase	La elección de la sección se basa en la intensidad que circula por el neutro
0 - 15	1,0	
15 - 33	0,86	
33 - 45		0,86
> 45		1,0

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

- Factor de corrección relacionado a K5, Agrupación de conductores o cables

Tabla 9
Factores de corrección por agrupamiento de conductores

Método de instalación		Número de bandeja	Diagrama	Número de circuitos trifásicos			Utilizar como multiplicador para calibración de	
				1	2	3		
Bandejas perforadas	31	En contacto		1	0,98	0,91	0,87	Tres cables colocados horizontalmente
				2	0,96	0,87	0,81	
				3	0,95	0,85	0,78	
Bandejas perforadas verticales	31	En contacto		1	0,96	0,86	Tres cables colocados verticalmente	
				2	0,95	0,84		
Soportes de escaleras, bandejas de escaleras, etc.	32 33 34	En contacto		1	1,00	0,97	0,96	Tres cables colocados horizontalmente
				2	0,98	0,93	0,89	
				3	0,97	0,90	0,86	
Bandejas perforadas trifolho	31	En contacto		1	1,00	0,98	0,96	Tres cables en grupos de tres
				2	0,97	0,93	0,89	
				3	0,96	0,92	0,86	
Bandejas perforadas verticales	31	Separados		1	1,00	0,91	0,89	
				2	1,00	0,90	0,86	
Soportes de escaleras, bandejas de escaleras, etc.	32 33 34	Separados		1	1,00	1,00	1,00	
				2	0,97	0,95	0,93	
				3	0,96	0,94	0,90	

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

2.4.3. Caída de Tensión

La caída de tensión en conductores se origina principalmente debido a la resistencia eléctrica al paso de la corriente que fluye a través de un conductor. Esta resistencia dependerá primeramente de la longitud del circuito, material del conductor, calibre del conductor y temperatura de operación a plena carga.

Cuando se suministra corriente a una carga a través de un conductor este experimenta una caída de tensión y a su vez una disipación de energía en forma de calor.

Para un correcto dimensionamiento de conductores se evaluara el calibre del conductor basándose en las siguientes premisas: Capacidad del conductor, caída de tensión y comportamiento del conductor durante un Corto Circuito (CC)

- **Criterio de Caída de Tensión Motores**

Se utilizaran dos criterios para el cálculo de caída de tensión:

Durante el funcionamiento nominal de motores, se deberá asegurar un adecuado torque de aceleración, la máxima caída de tensión depende de la norma de fabricación.

- Motores NEMA, 10%
- Motores IEC, 5%

La tensión en los terminales de línea del controlador no debe caer más del 15 por ciento por debajo de lo normal (tensión nominal del controlador) bajo condiciones de arranque del motor. La tensión en los terminales del motor no debe caer más del 5 por ciento por debajo de la tensión nominal del motor, cuando éste funcione al 115 por ciento de su valor nominal de corriente de plena carga.⁹

Es muy importante tener especial cuidado cuando se trata de la caída de tensión en motores debido a que el torque que produce un motor está directamente relacionado con la tensión mediante la siguiente ecuación:

$$T = V^2$$

⁹ Norma NFPA 70, Edición 2008

Esto nos da a entender que cualquier caída de tensión afectará directamente al torque de motor reduciendo su capacidad

- **Criterio de Caída de Tensión Circuitos Alimentadores y Tableros de Distribución.**

Se tomara las recomendaciones de Código Nacional Eléctrico Nacional NFPA 70 ¹⁰

Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que:

- La caída de tension no sea mayor del 3%*
- La caída de tension total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilizacion, no exceda el 5%*

- **Uso de fórmulas para determinar la caída de tensión**

Se determinaran los valores de caída de tensión aplicando las siguientes expresiones dependiendo del tipo de suministro eléctrico.

Tabla 10
Caída de tensión en conductores

Circuito	Caída de tensión (ΔU)	
	en voltios	en %
Monofásico: fase/fase	$\Delta U = 2I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$
Monofásico: fase/neutro	$\Delta U = 2I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$
Trifásico equilibrado: trifásico (con o sin neutro)	$\Delta U = \sqrt{3}I_B (R \cos \varphi + X \sin \varphi)L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

¹⁰ NFPA 70, Edición 2008

Donde:

Un: Tensión de fase-fase [V]

Vn: Tensión de fase-neutro [V]

R: Resistencia del conductor [Ω /Km]

Ib: Intensidad nominal [A]

cos ϕ : Factor de potencia

2.4.4. Corriente de Cortocircuito Trifásico para la Instalación de Baja Tensión

Se puede obtener la corriente de cortocircuito trifásica (I_{cc3}) con la siguiente expresión:

$$I_{cc3} = \frac{U}{\sqrt{3} Z_t}$$

Donde:

U: Tensión compuesta de la red en vacío

Z_t: Impedancia total por fase de la instalación aguas arriba del punto de inicio de falla

Para determinar el cálculo de la impedancia de una instalación se deberá considerar (red eléctrica, transformador, cable, interruptores automáticos, barras, etc.):

- Aguas arriba del transformador AT / BT

Se obtiene de la compañía suministradora eléctrica, para ello se presenta la siguiente tabla de impedancias equivalentes

Tabla 11
Impedancia de la red de alta tensión con relación al secundario del transformador AT/BT

S_{cc}	U_o (V)	R_a (m Ω)	X_a (m Ω)
250 MVA	420	0,106	0,71
500 MVA	420	0,053	0,353

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

- Transformadores

La impedancia en el secundario de un transformador Z_{tr} se obtiene de la siguiente expresión:

$$Z_{tr} = \frac{U^2}{S_n} * \frac{U_{cc}}{100}$$

Donde:

U: Tensión compuesta de la red en vacío

S_n : Potencia del Transformador [kVA]

U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador [%]

Tabla 12
Impedancia Característica según potencia de Transformadores

Tensión	U = 237 V				U = 410 V			
	U_{cc} %	R_{tr} (m Ω)	X_{tr} (m Ω)	Z_{tr} (m Ω)	U_{cc} %	R_{tr} (m Ω)	X_{tr} (m Ω)	Z_{tr} (m Ω)
100	4	11,79	19,13	22,47	4	35,3	57,23	67,24
160	4	5,15	13,06	14,04	4	15,63	39,02	42,03
250	4	2,92	8,5	8,99	4	8,93	25,37	26,90
315	4	2,21	6,78	7,13	4	6,81	20,22	21,34
400	4	1,614	5,38	5,62	4	5,03	16,04	16,81
500	4	1,235	4,32	4,49	4	3,90	12,87	13,45
630	4	0,92	3,45	3,57	4	2,95	10,25	10,67
800	4,5	0,895	3,03	3,16	4,5	2,88	9	9,45
1.000	5,5	0,68	3,01	3,09	5	2,24	8,10	8,405
1.250					5,5	1,813	7,16	7,39
1.600					6	1,389	6,14	6,30
2.000					6,5	1,124	5,34	5,46

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

- Interruptores automáticos

Es necesario considerar los interruptores aguas arriba del punto donde se produzca la falla para los circuitos de baja tensión, el valor de reactancia que se suele considerar es $0.15 \text{ m}\Omega$ por cada interruptor, su resistencia es despreciable.

- Barras conductoras

La impedancia en barras conductoras es reactiva casi por completo y alcanza una longitud de $0.18 \text{ m}\Omega/\text{m}$ a 60 Hz, en barras de BT.

- Conductores

Se obtiene según las premisas de la resistividad del cobre y aluminio:

Para el cobre

$$R = \frac{22.5 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}}{S (\text{mm}^2)}$$

Para el aluminio

$$R = \frac{36 \Omega \text{ mm}^2/\text{km}}{S (\text{mm}^2)}$$

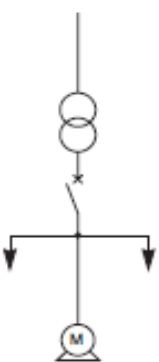
Para secciones inferiores a 50 mm^2 se ignora la reactancia, para secciones mayores es común utilizar $0.096 \text{ m}\Omega/\text{m}$ a 60 Hz.

- Motores

Cuando se genera un corto circuito un motor en funcionamiento actuara como un generador, en caso de motores pequeños y monofásicos esto es despreciable, pero cuando se tiene motores de mayores capacidades y gran cantidad es necesario considerar:

$$I_{ccm} = 3.5 I_n$$

Tabla 13
Tabla resumen de impedancias para diferentes sectores de un sistema eléctrico

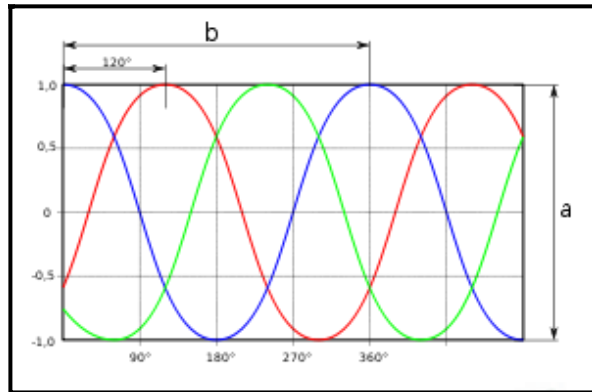
Partes de un sistema de suministro eléctrico	R (mΩ)	X (mΩ)
 Red de suministro Figura G32	$R_s = 0,15$ $X_s = 0,15$ Se puede ignorar R en comparación con X	$X_s = Z_s = \frac{U^2}{P_{cc}}$
Transformador Figura G33	$R_t = \frac{W \times 10^3}{3 I_n^2}$ R_t suele ser insignificante con relación a X_t para transformadores > 100 kVA	$\sqrt{Z_t^2 - R_t^2}$ con $Z_t = \frac{U^2}{P_n} \times \frac{U_{cc}}{100}$
Interrupor automático	Despreciable	$X_D = 0,15$ mΩ/polo
Barras conductoras	Despreciable para $S > 200$ mm ² en la fórmula: $R = \rho \frac{L}{S}^{(1)}$	$X_B = 0,15$ mΩ/m
Conductores del circuito ⁽²⁾	$R = \rho \frac{L}{S}^{(1)}$	Cables: $X_c = 0,08$ mΩ/m
Motores	Consulte el subapartado 4.2 Motores (a menudo insignificante en BT)	
Corriente de cortocircuito trifásico en kA	$I_{cc3} = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{R_T^2 + X_T^2}}$	

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

2.4.5. Secuencia de Fases

La secuencia u orden en que las tensiones adquieren sus valores se denomina como secuencia de fases, es importante poder llevar un orden determinado de las fases para facilidades de instalación y para mantener una secuencia de fases a través de todo el sistema de distribución, la conexión entre transformadores, switchgear y cables deberá ser realizada como se indica en la tabla, para un sistema de 3 fases 3 alambres;; para este caso específico se determinara las fases mediante una secuencia ABC, la tensión Va se presenta antes de Vb y esta antes que Vc.

Ilustración 1 Secuencia de Fases



Fuente: Sistemas trifásicos, s.f.

- Secuencia Directa
Para determinar la secuencia directa de fases f.e.m (fuerza electro motriz)

Ilustración 2 Flujo de Secuencia Directa

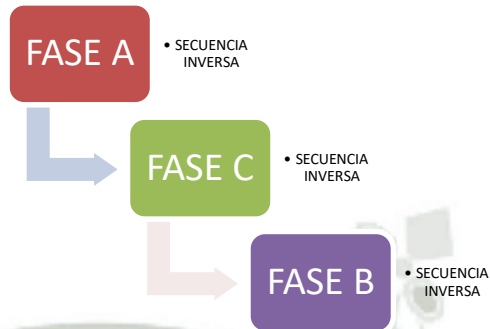


Fuente: Elaboración Propia

- Secuencia Inversa

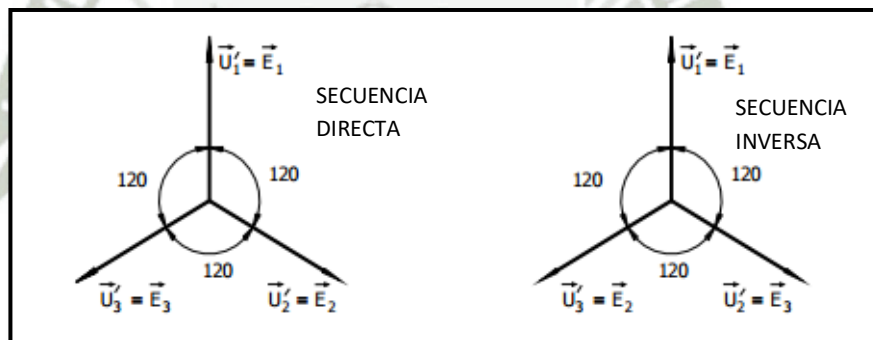
Se obtiene si se hace girar las bobinas del generador en sentido contrario

Ilustración 3 Flujo de Secuencia Inversa



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 4 Representación de la f.e.m de un sistema trifásico



Fuente: Casares, 2011, s.f.

Tabla 14
Identificación de Fases

EQUIPOS O CABLES		
Terminales Transformador	Terminales interruptor / Barras de distribución	Cables
H1	A	A, 1, rd
H2	B	B, 2, blk
H3	C	C, 3, wth
X1	A	A, 1, rd
X2	B	B, 2, blk
X3	C	C, 3, wth
XO (*)		
(*) Conectado al sistema de puesta a tierra		

Fuente: Elaboración Propia

La secuencia de fases en los centros de control de motores deberá ser A-B-C; la disposición de fases visto frontalmente será la siguiente:

- Barras: Izquierda a derecha, desde el frente hacia el fondo , desde arriba hacia abajo
- Interruptores Izquierda a derecha

2.5.COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

2.5.1. Potencia Eléctrica y Factor de Potencia

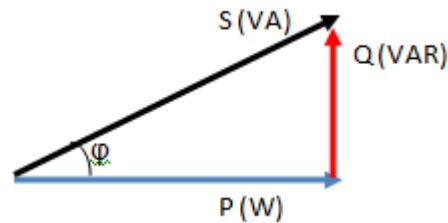
En circuitos de corriente alterna de estado permanente, en los que los voltajes y corrientes son sinusoidales se aplican tres tipos de potencia eléctrica:

- Potencia Activa (P)
- Potencia Reactiva (Q)
- Potencia Aparente (S)

Estos tres tipos de potencias se pueden relacionar mediante un triángulo de potencias. El ángulo “ φ ” formado entre la potencia aparente y la potencia activa

define el desfase entre la tensión (V) y la intensidad (I) y su coseno es equivalente al factor de potencia ($\cos\phi$, FP)

Ilustración 5 Triangulo de Potencias



Fuente: Elaboración propia

La potencia instantánea suministrada a un dispositivo es el producto del voltaje instantáneo por la corriente instantánea. Siempre se expresa en watts, y puede ser positiva o negativa, siendo positiva cuando la potencia fluye hacia el dispositivo, y negativa cuando sale de éste.

Potencia Activa (P)

La potencia activa representa en a la potencia útil medida en watts (W), es decir, la energía que realmente se aprovecha cuando se pone a funcionar un equipo eléctrico y realiza un trabajo. En esta potencia la corriente se encuentra en fase con la tensión.

Se expresa matemáticamente:

- Para circuitos monofásicos:

$$P = VI\cos\phi$$

Donde:

V: Voltaje de línea (V)

I: Corriente de línea (A)

$\cos\phi$: factor de potencia

- Para circuitos trifásicos:

$$P = \sqrt{3}VI\cos\varphi$$

Por otra parte, la potencia activa es realmente la potencia contratada en la empresa eléctrica.

Potencia Reactiva (Q)

La potencia reactiva es la consumida por todos los equipos eléctricos que poseen algún tipo de bobina para crear un campo electromagnético. Ésta potencia reactiva no produce ningún trabajo útil y perjudica la transmisión de la energía a través de las líneas de distribución eléctrica. La unidad de medida de la potencia reactiva es el VAR.

En la potencia reactiva la corriente se encuentra desfasada 90° de la tensión, ya sea en adelante o en atraso.

Se expresa matemáticamente:

- Para circuitos monofásicos:

$$Q = VI\sin\varphi$$

- Para circuitos trifásicos:

$$Q = \sqrt{3}VI\sin\varphi$$

Potencia Aparente (S)

También llamada potencia compleja, es la suma fasorial de la potencia activa y reactiva. Su unidad de medida es el Voltamperio VA.

Se expresa matemáticamente:

- Para circuitos monofásicos:

$$S = VI$$

- Para circuitos trifásicos:

$$S = \sqrt{3}VI$$

Factor de Potencia

El factor de potencia de un equipo, circuito o instalación de corriente alterna, es la relación de la potencia activa (P), con la potencia Aparente (S), según el triángulo de potencias, resulta el coseno del ángulo φ , que conforman los vectores S y P.

Se expresa matemáticamente:

$$\text{Factor de Potencia (FP)} = \cos\varphi = \frac{P}{S}$$

El factor de potencia se define como un número simple menor o igual que 1, o como un porcentaje. Al conocer éste valor, conocemos que fracción de su potencia aparente es potencia reactiva.

A continuación se presentan los factores de potencia más usuales para las cargas más comunes en una instalación:

Tabla 15
Factores de Potencia más usuales según la carga

Aparato	cos φ
Motor asíncrono carga a	0%
	25%
	50%
	75%
	100%
Lámparas incandescentes	1
Tubos fluorescentes no compensados	0,5
Tubos fluorescentes compensados	0,93
Lámparas de descarga	0,4 a 0,6
Hornos a resistencias	1
Hornos a inducción con compensación incorporada	0,85
Hornos a calentamiento dieléctrico	0,85
Hornos de arco	0,8
Máquinas de soldar a resistencia	0,8 a 0,9
Electrodos monofásicos, estáticos de soldadura al arco	0,5
Electrodos rotativos de soldadura al arco	0,7 a 0,9
Transformadores-rectificadores de soldadura al arco	0,7 a 0,9

Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider Electric, Barcelona, España, 2003

Por el tipo de la instalación o fábrica, encontramos los siguientes factores de potencia más usuales:

Tabla 16
Factores de Potencia más usuales según industria

<i>Fábrica</i>	<i>FP Típico No Compensado</i>
Cervecerías	0,6..0,7
Camicerías	0,6..0,7
Plantas de cemento	0,6..0,7
Compresores	0,7..0,8
Gruas	0,5..0,6
Plantas de secado	0,8..0,9
Maquinaria, gran tamaño	0,5..0,6
Maquinaria, pequeño tamaño	0,4..0,5
Plantas de papel	0,6..0,7
Molinos	0,6..0,7
Fábrica de acero	0,6..0,7
Azucar	0,8..0,85
Tabaco	0,6..0,7
Bombas de agua	0,8..0,85
Transformadores de soldadura	0,4..0,5

Fuente: Leonidas Sayas Poma, Corrección del factor de Potencia, Osinergmin Orienta, 2015

En una instalación eléctrica, mientras mayor sea el factor de potencia, mayor será la cantidad de energía aprovecha en trabajo útil, por lo cual siempre es recomendado mantener dicho valor cercano a la unidad, siguiendo normas y métodos que se desarrollarán más adelante.

2.5.2. Tipos de Cargas en una Instalación Eléctrica

Las cargas o receptores de una red eléctrica son aquellos componentes que disipan o almacenan energía eléctrica. Dichos elementos han sido modelados matemáticamente de manera ideal de los elementos físicos del circuito que pueden presentar las siguientes propiedades: Disipación de energía eléctrica (R: resistencia); Almacenamiento de energía en campos magnéticos (L: Coeficiente de

Autoinducción); y Almacenamiento de energía en campos eléctricos (C: Capacidad)¹¹.

En cada tipo de carga, considerada matemáticamente como puro, al conectarse en un circuito con un elemento activo, variará el desfase entre las ondas sinusoidales de corriente y tensión, lo que a su vez llevará a distintas características de la onda de potencia resultante.

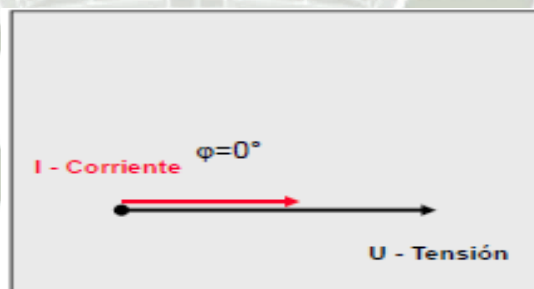
Tenemos los siguientes tipos de cargas:

a) *Cargas Resistivas*

En un circuito, un elemento resistivo, es aquel que disipa energía eléctrica. La resistencia eléctrica se mide en Ohmios (Ω).

En un circuito con una carga resistiva, la tensión y la intensidad no presentan un desfase entre ellas, de esto se deduce que el factor de potencia para estos circuitos es igual a 1. Representado de manera fasorial tenemos:

Ilustración 6 **Tensión e Intensidad en cargas Resistivas**



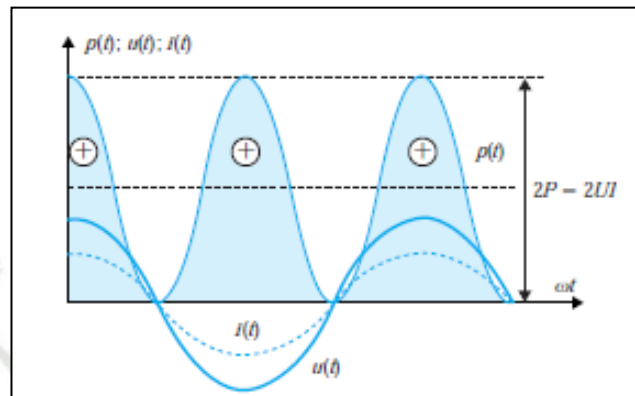
Fuente: Leonidas Sayas Poma, Corrección del factor de Potencia, Osinergmin Orienta, 2015

Para analizar el comportamiento de la potencia instantánea en estos circuitos, es necesario analizarlo de manera sinusoidal, a través de las ondas

¹¹ Jesús Fraile Mora, 2012. Circuitos Eléctricos.

de Intensidad y tensión. Como lo mencionamos, no existe desfase entre las ondas de tensión y de intensidad, teniendo:

Ilustración 7 Potencia Instantánea en Cargas Resistivas



Fuente: Jesús Fraile Mora, Circuitos Eléctricos, 2012

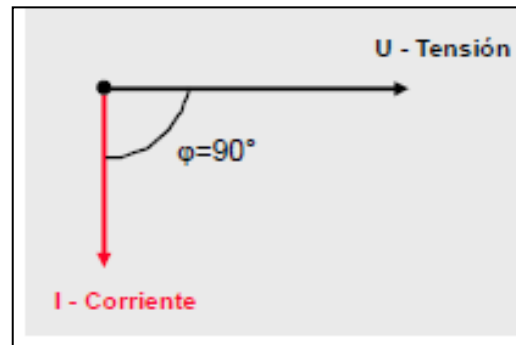
Para cualquier instante de tiempo, la potencia siempre es positiva, lo que significa que se absorbe permanentemente energía eléctrica, esto se traduce en un consumo netamente de potencia activa, y en el que la potencia reactiva es nula.

b) Cargas Inductivas

Idealmente una carga inductiva, inductancia o bobina es el elemento del circuito capaz de almacenar energía reactiva.

En un circuito con una carga inductiva ideal, la tensión adelanta a la intensidad en un ángulo de 90° . De manera real, estas cargas presentan componente resistiva, por lo que se tendrá valores de factor de potencia entre 0 y 1, y son las más comunes en cargas industriales.

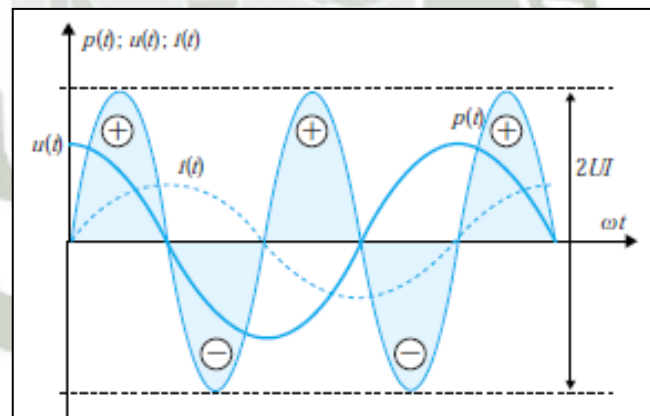
Ilustración 8 Tensión e Intensidad en Cargas Inductivas



Fuente: Leonidas Sayas Poma, Corrección del factor de Potencia, Osinergmin Orienta, 2015

Al analizar el comportamiento sinusoidal tenemos que la tensión adelanta a la intensidad en 90° , variando el comportamiento de la onda resultante de potencia:

Ilustración 9 Potencia Instantánea en Cargas Inductivas



Fuente: Jesús Fraile Mora, Circuitos Eléctricos, 2012

El resultado es una potencia fluctuante: en los intervalos en los que es positiva, el generador entrega energía a la inductancia, la cual es almacenada en forma de campo magnético, y en los intervalos en los que la

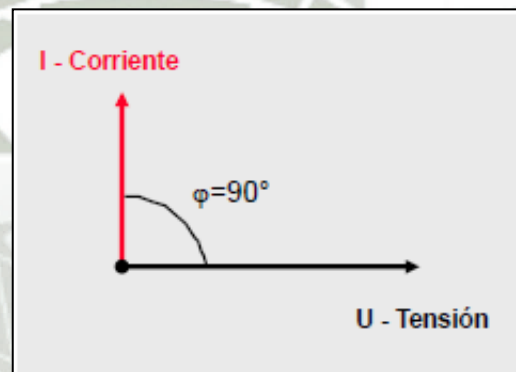
potencia es negativa, dicha energía es devuelta al generador. La potencia que oscila entre el generador y la carga es la potencia reactiva.

c) Cargas Capacitivas

Una carga capacitiva es aquella formada por un condensador, también llamado capacitor, y almacena energía eléctrica.

En un circuito con una carga capacitiva ideal, a diferencia de las cargas inductivas, es la intensidad la que adelanta a la tensión en un ángulo de 90° . En cargas reales, el factor de potencia también se encontrará entre 0 y 1.

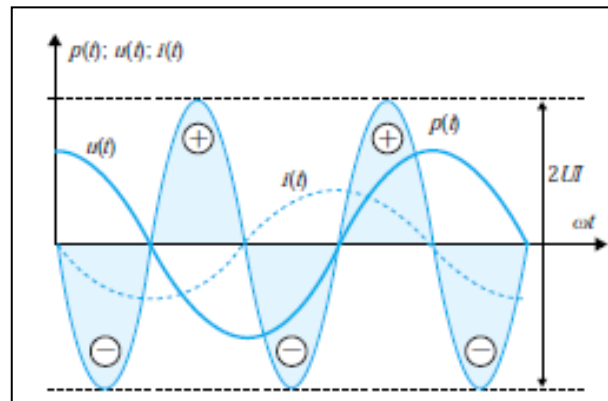
Ilustración 10
Tensión e Intensidad en Cargas Capacitivas



Fuente: Leonidas Sayas Poma, Corrección del factor de Potencia, Osinergmin Orienta, 2015

De forma sinusoidal, el comportamiento de la onda de potencia resultante por el adelanto de tensión:

Ilustración 11 Potencia Instantánea en Cargas Capacitivas



Fuente: Jesús Fraile Mora, Circuitos Eléctricos, 2012

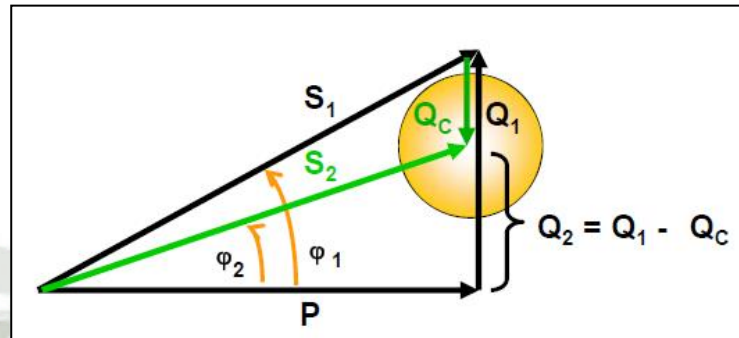
El resultado, al igual que en una carga inductiva, es una potencia fluctuante: en este cuando el generador entrega energía al condensador, es almacenada en forma de campo eléctrico. La potencia que oscila entre el generador y la carga es la potencia reactiva.

2.5.3. Corrección del Factor de Potencia

Para mejorar el rendimiento de las instalaciones eléctricas y evitar el pago de recargos de facturación eléctrica es conveniente trabajar con factores de potencia lo más cercanos a la unidad. Para el común de las industrias, es necesaria la energía reactiva inductiva de la red debido a que la mayoría de máquinas eléctricas contiene elementos inductivos, de esta forma el factor de potencia, asociado a estos equipos siempre será menor que 1. Sin embargo, dicho factor de potencia puede ser modificado, utilizando elementos que consuman energía reactiva de signo distinto de las máquinas instaladas, es decir capacitiva, de este modo, energía reactiva inductiva y capacitiva se anularán entre sí, reduciendo el factor de potencia, en

incluso llevándolo a la unidad. Para esto se necesario la instalación de condensadores en el sistema.

Ilustración 12
Corrección del factor de Potencia



Fuente: Leonidas Sayas Poma, Corrección del factor de Potencia,
Osinergmin Orienta, 2015

En la **Ilustración 12** los valores con subíndice 1 son los valores originales de una carga o instalación, y los valores con subíndice 2 son aquellos a los que se busca llegar al corregir el factor de potencia o compensando la energía reactiva. El valor Q_c es el valor de la potencia reactiva capacitiva que suministrarán los condensadores para contraponerse a la energía reactiva inductiva de la carga o instalación. Como se ve, la potencia activa no se altera, sin embargo su aprovechamiento con el de la aparente es mayor.

Al corregir el factor de potencia, lo que se consigue es aprovechar la mayor cantidad de potencia aparente en potencia útil o activa, lo cual también llevará a que disminuyan las intensidades, la tensión se mantiene inalterable.

La corrección del factor de potencia es económicamente factible siempre que la disminución en el costo anual de la electricidad excede el costo amortizado de la instalación de los condensadores requeridos.

2.5.4. Ventajas de la Compensación de Energía Reactiva

Queda claro que, si bien la energía reactiva inductiva, es requerida por casi todos los equipos presentes en una industria, debido a los campos magnéticos necesarios para su funcionamiento, ésta potencia no se traduce en trabajo útil aprovechable, y puede ser compensada en una instalación a través de energía reactiva capacitiva, corrigiendo el factor de potencia y aproximando la potencia aparente a la potencia activa. Esto impactará directamente en el comportamiento eléctrico de diversos elementos de la instalación, trayendo consigo ventajas técnicas que serán desarrolladas a continuación.

Del mismo modo, como se explicó previamente, existen reglamentaciones y normas que establecen un costo al consumo de energía reactiva, al reducir este consumo existirán ventajas netamente económicas para la instalación.

a) *Disminución de la Facturación Eléctrica*

Es el beneficio principal por el cual se requieren sistemas de compensación de la energía reactiva en las instalaciones. El beneficio es netamente económico a través de una menor facturación del consumo eléctrico.

En los usuarios regulados, para todas las tarifas, como se vio previamente cuando el consumo de energía reactiva supera el 30% del de energía activa se realiza una facturación por cada KVARh. En industrias, por su carga de equipos electromagnéticos, se supera fácilmente este 30%, por lo cual la facturación de energía reactiva es considerable.

En los usuarios libres, entre los cargos de consumo acordados con su proveedor, también se incluye el cargo por consumo de energía reactiva, los cuales están regulados por Osinergmin y se aplican los mismos conceptos que

para usuarios regulados. Para estos usuarios, de no incluir un sistema de corrección de potencia, sus consumos de energía reactiva serían altamente elevados, por lo cual es imprescindible su inclusión en la instalación.

Los estudios económicos para la instalación de un sistema de compensación de energía reactiva se realizan en base a los beneficios económicos en la facturación resultantes a través del tiempo, analizando el tiempo de recuperación de la inversión.

Existe también un beneficio en la disminución de consumo de energía activa, al ser un sistema más eficiente y con menores pérdidas como se verá más adelante.

b) Reducción de Pérdidas en los Conductores

En todo conductor eléctrico se presentan pérdidas por efecto Joule, que son pérdidas en forma de calor producidas por el paso de una corriente a través de un medio que presente resistencia. Representado como:

$$P_p = I * R^2$$

Donde:

P_p : Pérdidas en el conductor (W)

I: Corriente que atraviesa el conductor (A)

R: Resistencia del Conductor (Ω)

La corriente que circula en un circuito eléctrico de corriente alterna es función de las características de las cargas conectadas, y el nivel de tensión de la red. Así, para un sistema trifásico, tenemos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos\varphi}$$

Donde:

P: Potencia de la carga (W)

I: Corriente que atraviesa el conductor (A)

V: Voltaje nominal de alimentación (V)

$\cos\phi$: factor de potencia de la carga o instalación

De la fórmula anterior, se deduce que a mayor factor de potencia, menor será la corriente que circule en el circuito, es decir que al corregir un factor de potencia bajo hasta un valor cercano a la unidad, la corriente disminuirá y por lo tanto las pérdidas en el conductor disipadas en forma de calor a través del efecto Joule, disminuirán:

$$I' = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos\phi'}$$

Entonces,

$$I' < I \quad \text{y} \quad \cos\phi' > \cos\phi$$

Donde:

I' : Corriente que atraviesa el conductor, después de compensación (A)

$\cos\phi'$: factor de potencia corregido

Trasladando los resultados de corriente antes y después de corregir el factor de potencia, a la ecuación de pérdidas en los conductores, se obtiene una relación de las pérdidas en los conductores antes y después de corregir el factores de potencia, dada por:

$$\frac{P_p'}{P_p} = \left(\frac{\cos\phi}{\cos\phi'}\right)^2 \quad \text{o} \quad \Delta P_p = 1 - \left(\frac{\cos\phi}{\cos\phi'}\right)^2$$

Donde:

P_p' : Pérdidas en el conductor despues de compensar (W)

P_p : Pérdidas en el conductor originales (W)

ΔP_p : Reducción de pérdidas en el conductor

Esta relación se puede tabular para distintos casos, teniendo como base el factor de potencia original, y al que se quiere llegar:

Tabla 17
Disminución de pérdidas en conductores por Efecto Joule

COS φ _{inicial}	COS φ _{final}			
	0,85	0,90	0,95	1,00
0,50	65,40%	69,14%	72,30%	75,00%
0,55	58,13%	62,65%	66,48%	69,75%
0,60	50,17%	55,56%	60,11%	64,00%
0,65	41,52%	47,84%	53,19%	57,75%
0,70	32,18%	39,51%	45,71%	51,00%
0,75	22,15%	30,56%	37,67%	43,75%
0,80	11,42%	20,99%	29,09%	36,00%
0,85	-	10,80%	19,94%	27,75%
0,90	-	-	10,25%	19,00%
0,95	-	-	-	9,75%

Fuente: Compensación de Energía Reactiva, RTR Energía. Madrid, España, 2012

Las pérdidas en los conductores por efecto Joule, también son contabilizadas por el medidor de energía activa en una instalación, por lo que su disminución también afectará directamente económicamente en el consumo de la instalación.

c) *Disminución de la Caída de Tensión*

La circulación de corriente eléctrica a través de un conductor en un circuito, produce una caída de tensión, basados en la ley de Ohm. En circuitos de corriente alterna, esta caída está en función de la corriente circulante y su desfase respecto a la tensión y de las características de resistencia y reactancia del conductor:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Donde:

ΔV : Caída de Tensión (V)

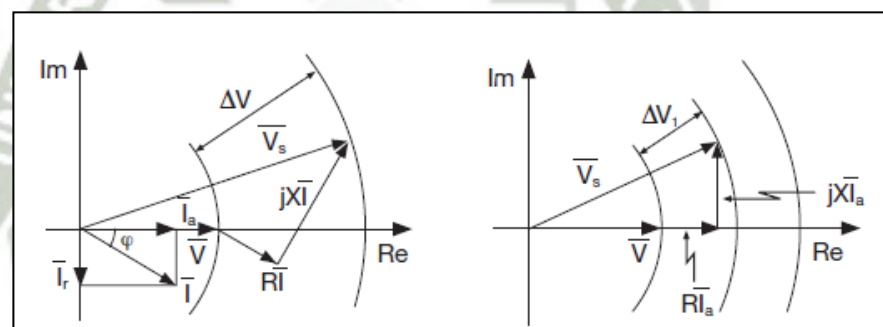
I: Corriente que atraviesa el conductor (A)

R: Resistencia de Conductor (Ω)

X: Reactancia del conductor (Ω)

A corregir el factor de potencia en una instalación, se reduce la corriente circulante por los conductores debido a que se acerca más a su componente activa, o de ser una corrección total, toda la corriente pasa a ser la componente activa. Esta diferencia se puede apreciar a través de la representación fasorial de los componentes de un circuito:

Ilustración 13
Caída de tensión con y sin desfase de tensión y corriente



Fuente: Cuaderno de Aplicaciones Técnicas N°8: corrección de factor de potencia y armónicos, ABB. Barcelona, España, 2010.

d) *Optimización de equipos y componentes eléctricos*

En una instalación eléctrica, los equipos principales son diseñados en base a la potencia aparente requerida. Dicha potencia aparente, para una misma potencia activa, será menor mientras más cercano a la unidad sea el factor de potencia, pues la potencia reactiva se reducirá y la potencia aparente será cercana a la potencia activa. Esto permitirá diseñar y seleccionar equipos, básicamente generadores y transformadores, con una menor potencia aparente,

pero que a su vez cumpla los requerimientos de potencia activa de la instalación, dando un aprovechamiento mayor a los equipos, y reduciendo los costos de implementación al ser equipos de menor potencia.

En el caso de conductores eléctricos y sistemas de protección, estos se basan en la corriente circulante por la instalación, y como vimos anteriormente, la corrección del factor de potencia reduce dicha corriente. Así, para seleccionar interruptores y conductores después de una compensación de la energía reactiva, se obtendrán elementos menores con un uso óptimo, lo cual se verá reflejado en costos.

Tabla 18
Incremento de sección en conductores en función al factor de potencia

cos ϕ	1	0,80	0,60	0,40
factor multiplicador	1	1,25	1,67	2,50

Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider Electric, Barcelona, España, 2003

Específicamente aplicado a los conductores, se puede establecer un factor que ayuda a la selección de la sección de conductores según sea el factor de potencia, tomando como referencia un diseño con el factor de potencia unitario, como se ve en la **Tabla 18**
Incremento de sección en conductores en función al factor de potencia **Tabla 18.**

e) Aumento de la Potencia Disponible

En una instalación, las cargas se consideran a partir de su potencia activa, que es la potencia útil que necesitarán para realizar sus funciones. Pero los equipos de suministro, sean generadores o transformadores, toman como

referencia para su diseño y selección la potencia aparente, pudiendo suministrar, para distintos factores de potencia, distintos valores de potencia activa.

En una instalación industrial, se suele obtener un suministro en media tensión y realizar la transformación en baja tensión para el funcionamiento de los equipos. Las cargas presentes en la instalación son las que determinarán el factor de potencia, y por lo tanto el suministro de potencia activa real requerido. Un transformador entregará distinta potencia activa, dependiendo el factor de potencia:

Tabla 19
Potencias activas de transformadores a plena carga para distintos factores de potencia

tan φ	cos φ	Potencia aparente del transformador (en kVA)											
		100	160	250	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000
0,00	1	100	160	250	315	400	500	630	800	1.000	1.250	1.600	2.000
0,20	0,98	98	157	245	309	392	490	617	784	980	1.225	1.568	1.960
0,29	0,96	96	154	240	302	384	480	605	768	960	1.200	1.536	1.920
0,36	0,94	94	150	235	296	376	470	592	752	940	1.175	1.504	1.880
0,43	0,92	92	147	230	290	368	460	580	736	920	1.150	1.472	1.840
0,48	0,90	90	144	225	284	360	450	567	720	900	1.125	1.440	1.800
0,54	0,88	88	141	220	277	352	440	554	704	880	1.100	1.408	1.760
0,59	0,86	86	138	215	271	344	430	541	688	860	1.075	1.376	1.720
0,65	0,84	84	134	210	265	336	420	529	672	840	1.050	1.344	1.680
0,70	0,82	82	131	205	258	328	410	517	656	820	1.025	1.312	1.640
0,75	0,80	80	128	200	252	320	400	504	640	800	1.000	1.280	1.600
0,80	0,78	78	125	195	246	312	390	491	624	780	975	1.248	1.560
0,86	0,76	76	122	190	239	304	380	479	608	760	950	1.216	1.520
0,91	0,74	74	118	185	233	296	370	466	592	740	925	1.184	1.480
0,96	0,72	72	115	180	227	288	360	454	576	720	900	1.152	1.440
1,02	0,70	70	112	175	220	280	350	441	560	700	875	1.120	1.400

Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider Electric, Barcelona, España, 2003

Esto significa, que al querer aumentar el suministro real de potencia activa en una instalación, contando con el mismo transformador de potencia, se puede compensar el factor de potencia, para aprovechar, la mayor cantidad de potencia del transformador como potencia activa

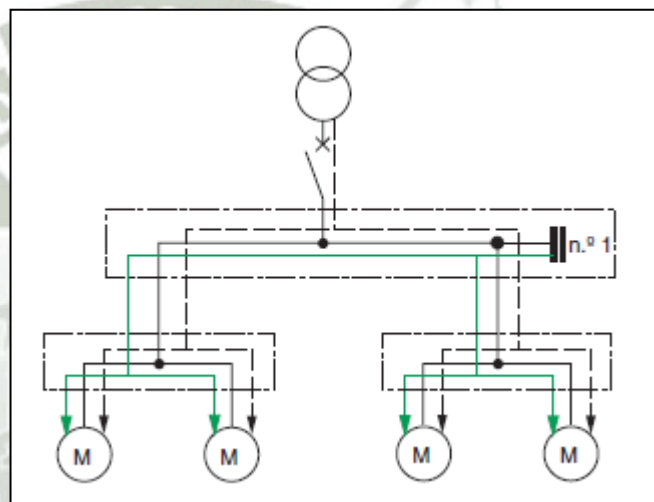
2.5.5. Tipos de Compensación de Energía Reactiva

2.5.5.1. Por La Ubicación

a) Compensación Global

Se refiere a un único sistema de compensación, ubicado en la barra o tablero que contenga todas las cargas presentes en la instalación.

Ilustración 14
Esquema de Compensación Global



Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider Electric, Barcelona, España, 2003

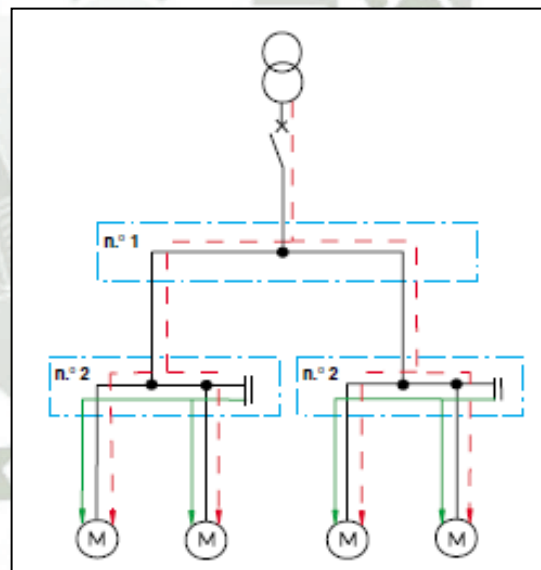
Esta solución permite optimizar los costes de los condensadores a instalar, sin embargo, al ubicarse en la barra o tablero que distribuye a todas las cargas, toda la corriente reactiva continuará circulando por la instalación. Cumple la función de acercar la potencia aparente a la potencia activa y disminuir la facturación de energía eléctrica pero las pérdidas por corriente y las caídas de tensión aguas abajo continúa.

Es recomendable para instalaciones donde la carga es estable y continua, y donde se requieran minimizar los costos de instalación. En la corrección centralizada se emplean normalmente sistemas automáticos, que permitirán acondicionar el funcionamiento de los condensadores al funcionamiento de las cargas de la instalación.

b) Compensación Grupal o Parcial

En este arreglo de compensación, los condensadores son conectados en barras de distribución que alimentan a grupos de cargas determinadas.

Ilustración 15
Esquema de Compensación Grupal o Parcial



Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider Electric,
Barcelona, España, 2003

De esta manera los conductores hasta donde se encuentran los condensadores, se ven beneficiados con una menor corriente, lo que reduce las pérdidas y la caída de tensión, sin embargo la componente

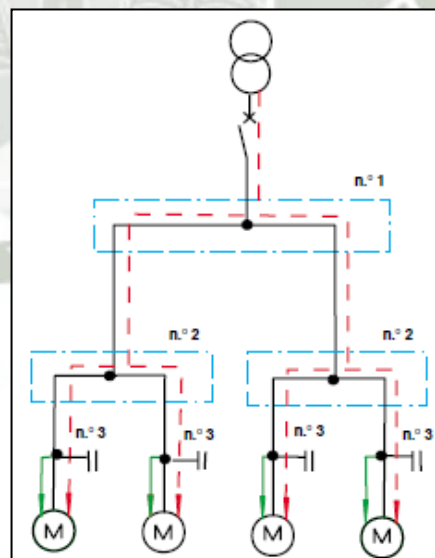
reactiva de la corriente continuara circulando entre los condensadores y los equipos. Los objetivos de reducción de consumo eléctrico y aprovechamiento de la potencia se cumplen satisfactoriamente

Este arreglo es recomendable cuando se presentan cargas importantes repartidas en distintas barras o tableros de distribución. Al igual que en arreglo anterior es recomendable utilizar sistemas automáticos de conexión y desconexión de los condensadores.

c) *Compensación Individual*

Mediante este tipo de arreglo los condensadores son conectados directamente en los terminales o bornes de una carga, siendo recomendable para cargas importantes en relación a la carga total de una instalación.

Ilustración 16
Esquema de compensación Individual

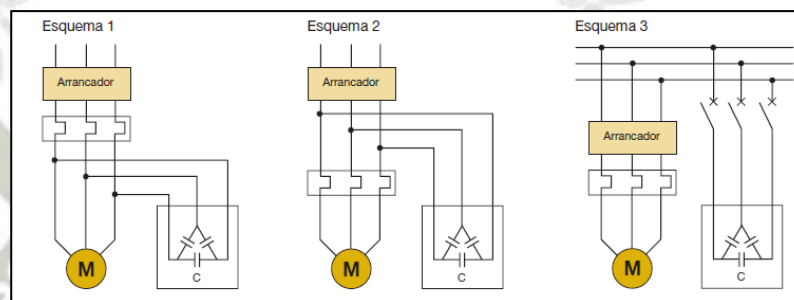


Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider
Electric, Barcelona, España, 2003

La instalación en este caso es más sencilla y económica y suele utilizarse en equipos con cargas y factores de potencia constantes y tiempos de funcionamiento prolongados, como motores y lámparas. Con este arreglo se obtienen todos los beneficios técnicos analizados, siendo su única desventaja el costo.

A su vez presenta tres variaciones de conexión con la carga:

Ilustración 17
Variaciones de compensación Individual



Fuente: Cuaderno de Aplicaciones Técnicas N°8: corrección de factor de potencia y Armónicos, ABB. Barcelona, España, 2010.

En los esquemas 1 y 2 la conexión es directa, mientras que en el esquema 3 no. Esto es como precaución para cuando se dé el corte de alimentación, no exista una corriente de autoexcitación, que sumada a la inercia de giro del motor, conviertan a éste en un generador.

2.5.5.2. Por el Funcionamiento

a) *Compensación Fija*

Consta de bancos de baterías de condensadores que suministran una potencia reactiva unitaria fija y constante. Puede ir conectado directamente en los bornes de la carga inductiva o en un embarrado

que involucre a más de un equipo a través de interruptores (manual o automático) o un contactor.

Su costo es significativamente menor, sin embargo tiene limitada aplicación práctica debido a que son pocas las cargas que presenten un consumo constante en el tiempo, y por el contrario podría inyectar energía capacitiva a la red pública algo que está prohibido.

b) Compensación Automática

En gran parte de las instalaciones eléctricas no se da un consumo constante de energía reactiva, por el contrario, es muy variado debido a los ciclos de funcionamiento de las máquinas debido a las funciones que cumplen dentro de un proceso determinado.

En estos casos se utilizan sistemas de compensación automáticos, los cuales permiten la adaptación automática de la potencia suministrada por los condensadores, en función a la potencia reactiva requerida en la instalación para ajustar el sistema a un factor de potencia predeterminado. Es decir, se consigue la adaptación de la compensación a la variación de la carga.

En este caso los bancos de condensadores son instalados de forma global o grupal para cargas con importante consumo de energía reactiva, y están formadas por escalones o subgrupos de energía reactiva. El valor instantáneo del factor de potencia es detectado por medio de un regulador, que ordena la conexión o desconexión de los escalones, ajustándose a las necesidades de compensación para acercarse lo más posible a un factor de potencia deseado. Mientras

más escalones haya y menor sea la diferencia de potencia entre ellos, mayor será la precisión del suministro de energía reactiva requerida.

2.5.6. Componentes y Funcionamiento de un Sistema Automático de Compensación de Energía Reactiva

En un sistema de compensación automático se debe tener la capacidad de adecuarse a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el factor de potencia deseado.

Para la selección y diseño de un banco de baterías de condensadores automático, se necesitan tres parámetros básicos de la instalación:

- La potencia reactiva en KVAR, que será resultado de los cálculos en función del $\cos\phi$ inicial y el deseado.
- La tensión nominal de los condensadores.
- La regulación de la batería de condensadores, parámetro está referido al escalonamiento de la batería de condensadores.

Los elementos principales necesarios para un correcto funcionamiento de un banco automático de condensadores son los siguientes:

1. El Regulador

Tiene como función medir el factor de potencia de la instalación y ordenar a los contactores la conexión o desconexión de escalones de potencia reactiva para acercarse al factor de potencia deseado. Este dispositivo se programa con dos parámetros: el $\cos\phi$ deseado y la relación C/K. La relación C/K es el parámetro que determinara la entrada o salida de escalones según la potencia reactiva en un momento dado, y se refiere a la corriente reactiva que aporta el escalón más pequeño de la batería de condensadores.

2. *Condensadores*

En si son los elementos que entregan la energía reactiva a la instalación. No todos están conectados a la vez, pues esto variará según la regulación requerida. Su conexión interna suele ser en delta.

3. *Lectura de intensidad y tensión*

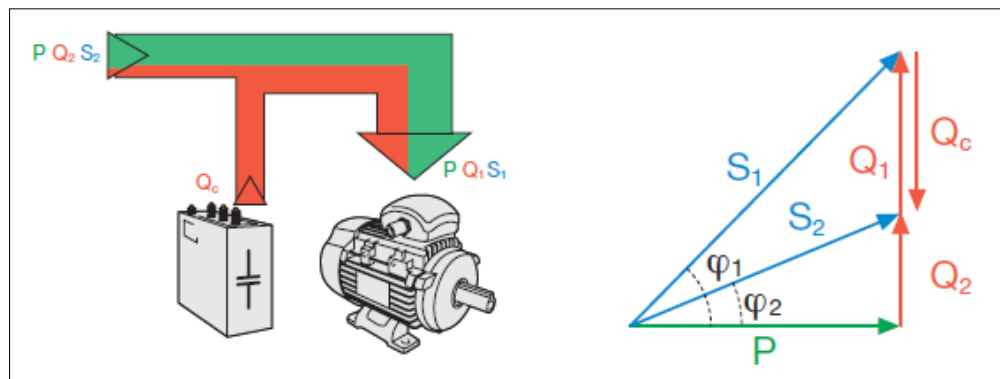
Para la intensidad, es necesario un transformador de intensidad que registre el consumo total de la instalación, mientras que para la tensión, la medición suele incorporarse en la misma batería. Ambos registros permitirán en todo momento obtener el valor del factor de potencia en el regulador.

2.5.7. **Procedimiento para Compensación**

Para realizar correctamente el diseño y selección de una batería de condensadores para compensar instalación, primero se necesita conocer con exactitud cuál es el factor de potencia existente. Para esto, en instalaciones nuevas, el factor de potencia total, será el resultante de la suma de todas las cargas presentes. En instalaciones existentes, se puede realizar un estudio del consumo eléctrico en los últimos meses, lo cual nos dará la relación entre energía activa y reactiva facturada.

Tras esto, se tiene que definir el factor de potencia el cual se quiere obtener, considerando las ventajas que esto trae. Esto nos permite realizar un análisis mediante el triángulo de potencias de la carga total de la instalación.

Ilustración 18 Análisis de corrección de factor de Potencia mediante Triangulo de Potencias



Fuente: Cuaderno de Aplicaciones Técnicas N°8: correccion de factor de potencia y armónicos, ABB. Barcelona, España, 2010.

En la **Ilustración 18** se ve como la inyección de energía reactiva para el funcionamiento de maquinas eléctricas en la instalación, que antes era suministrado por la red pública, ahora es suministrado por el banco de baterías de condensadores instalado. En el análisis de potencias se aprecia que la potencia activa se mantiene constante, pues es la carga útil de trabajo y calor de los equipos, sin embargo la potencia reactiva de entrada, es decir es la que provee la red eléctrica es menor a la que usa la carga de la instalación.

Lo que se requiere es calcular el valor Q_C , que representa la potencia del banco de condensadores en KVAR. De manera práctica para simplificación de los cálculos, se hace uso de la tangente del ángulo de potencia $tg\phi$, el cociente entre la potencia reactiva y la potencia activa. Aplicando este factor al triángulo de potencias en búsqueda de la compensación tenemos:

$$tg\phi_1 = \frac{Q_1}{P} \quad \therefore \quad tg\phi_2 = \frac{Q_2}{P}$$

Donde:

$tg\phi_1$: tangente de phi antes de compensación

$tg\phi_2$: tangente de phi después de compensación

Q_1 : Potencia Reactiva antes de compensación (KVAR)

Q_2 : Potencia Reactiva después de compensación (KVAR)

P: Potencia Activa (KW)

Al mantenerse el valor de P constante, y siendo Q_C la diferencia entre las potencias reactivas antes y después de la compensación, se obtiene:

$$Q_C = Q_1 - Q_2 \quad \therefore$$

$$Q_C = P \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$$

Donde el resultado Q_C es el valor en KVAR del banco de condensadores necesarios en función a la potencia activa P de la instalación.

La diferencia $(tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$ representa la potencia en KVAR a instalar por cada kilowatt KW instalado, y también es conocido como coeficiente 'K' para la simplificación de los cálculos. Dicho coeficiente ha sido tabulado tomando como datos base el $\cos\varphi$ inicial y el $\cos\varphi$ al que se desea llegar, siempre obteniendo como resultado un factor dado en KVAR/KW, es decir el coeficiente 'K', potencia reactiva por cada unidad de potencia activa.

En el Anexo N°2: Factor 'K' ($tg\varphi_1 - tg\varphi_2$) se muestra una tabla detallada del coeficiente 'K' tomando como partida no sólo los $\cos\varphi$ iniciales y deseados, sino también los $tg\varphi$. También se presenta la siguiente tabla:

Tabla 20
Factor 'K' (KVAR/KW)

cos ϕ inicial	cos ϕ final												
	0.80	0.85	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1
0.60	0.583	0.714	0.849	0.878	0.907	0.938	0.970	1.005	1.042	1.083	1.130	1.191	1.333
0.61	0.549	0.679	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.157	1.299
0.62	0.515	0.646	0.781	0.810	0.839	0.870	0.903	0.937	0.974	1.015	1.062	1.123	1.265
0.63	0.483	0.613	0.748	0.777	0.807	0.837	0.870	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
0.64	0.451	0.581	0.716	0.745	0.775	0.805	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.058	1.201
0.65	0.419	0.549	0.685	0.714	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.919	0.966	1.027	1.169
0.66	0.388	0.519	0.654	0.683	0.712	0.743	0.775	0.810	0.847	0.888	0.935	0.996	1.138
0.67	0.358	0.488	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.966	1.108
0.68	0.328	0.459	0.594	0.623	0.652	0.683	0.715	0.750	0.787	0.828	0.875	0.936	1.078
0.69	0.299	0.429	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846	0.907	1.049
0.70	0.270	0.400	0.536	0.565	0.594	0.625	0.657	0.692	0.729	0.770	0.817	0.878	1.020
0.71	0.242	0.372	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
0.72	0.214	0.344	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.73	0.186	0.316	0.452	0.481	0.510	0.541	0.573	0.608	0.645	0.686	0.733	0.794	0.936
0.74	0.159	0.289	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.75	0.132	0.262	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882
0.76	0.105	0.235	0.371	0.400	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.605	0.652	0.713	0.855
0.77	0.079	0.209	0.344	0.373	0.403	0.433	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.686	0.829
0.78	0.052	0.183	0.318	0.347	0.376	0.407	0.439	0.474	0.511	0.552	0.599	0.660	0.802
0.79	0.026	0.156	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.634	0.776
0.80		0.130	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.608	0.750
0.81		0.104	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.724
0.82		0.078	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495	0.556	0.698
0.83		0.052	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.530	0.672
0.84		0.026	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
0.85			0.135	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620
0.86			0.109	0.138	0.167	0.198	0.230	0.265	0.302	0.343	0.390	0.451	0.593
0.87			0.082	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567
0.88			0.055	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.89			0.028	0.057	0.086	0.117	0.149	0.184	0.221	0.262	0.309	0.370	0.512
0.90				0.029	0.058	0.089	0.121	0.156	0.193	0.234	0.281	0.342	0.484

Fuente: Cuaderno de Aplicaciones Técnicas N°8: correccion de factor de potencia y armónicos, ABB. Barcelona, España, 2010.

Para sistemas automáticos de compensación, no bastará con definir la potencia de los condensadores, sino se tendrá que definir la relación de éstos, es decir su escalonamiento. Esta selección se realiza en base al funcionamiento y características de la demanda de la carga.

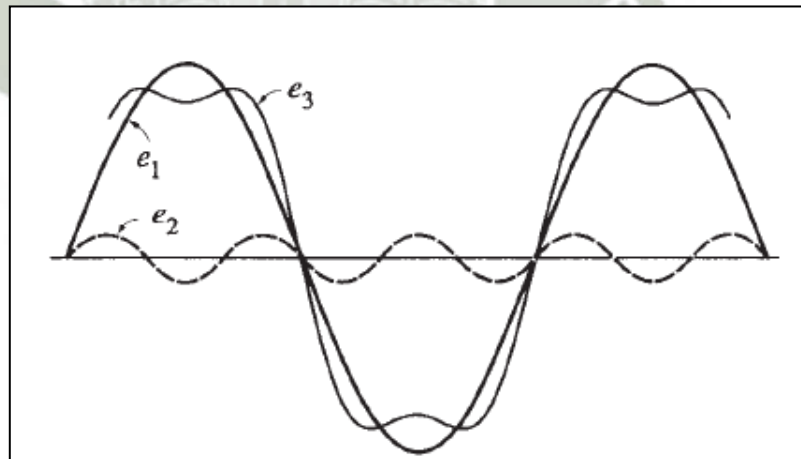
Siempre una instalación de compensación de energía reactiva, tiene que justificarse económicamente, los costos de la inversión tienen que retornar en el tiempo a través de ahorro energético y optimización del uso de las instalaciones.

2.6.FENÓMENOS ARMÓNICOS EN UNA INSTALACION ELECTRICA

Con frecuencia, los voltajes y corrientes de un circuito de potencia en CA, no son ondas seno puras. Los voltajes de línea casi siempre tienen una forma de onda satisfactoria, pero en ocasiones las corrientes aparecen muy distorsionadas. La distorsión de la onda de tensión o de la onda de corriente puede atribuirse a los armónicos que contiene. Se entiende por armónico, a cualquier voltaje o corriente cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia de línea.¹²

En un conjunto de ondas, aquella que tiene la frecuencia más baja se denomina onda fundamental, y todas las demás, que sean sus múltiplos enteros, se denominan sus armónicos. Para graficar este fenómeno, al tener una onda fundamental, y una onda de su tercer armónico, es decir que su frecuencia sea tres veces la de la onda fundamental, se obtiene una onda resultante con características propias, cuyo grado de distorsión depende de los armónicos que contiene.

Ilustración 19
Onda resultante en presencia de armónicos



Fuente: Theodore Wildi, Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia, Sexta Edición, 2007

¹² Theodore Wildi. Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia, Sexta edición, 2007

En la **Ilustración 19**, la tensión e_1 es la onda fundamental, e_2 es su tercer armónico y la onda e_3 es la resultante. La resultante dependerá de la amplitud, frecuencia y desfase entre las ondas que la conforman.

Los armónicos en un circuito o instalación no son recomendados, aunque a veces son inevitables, y son producidos por cargas no lineales como arcos eléctricos, circuitos magnéticos saturados y en circuitos de electrónica de potencia. La potencia generada por potencias resultantes de tensiones y corrientes armónicas no brindará trabajo útil.

2.6.1. Factor de Cresta y Distorsión Armónica Total (THD)

Para describir el grado de distorsión de una corriente y un voltaje, se utilizan los conceptos de Factor de Cresta y la Distorsión Armónica Total, llamada THD.

El factor de cresta de un voltaje se define como la relación del valor pico entre el valor eficaz, que como conocemos en ondas sinusoidales puras es igual a $\sqrt{2}$.

$$\text{Factor de Cresta} = \frac{\text{Voltaje Pico}}{\text{Voltaje Eficaz}}$$

La Distorsión Armónica Total de una corriente o voltaje se define como al valor eficaz de todos los armónicos (representado con el subíndice H) entre el valor eficaz del fundamental.¹³ Así para corrientes y voltajes, tenemos:

$$\text{Distorsión Armónica Total (THD)} = \frac{I_H}{I_F}$$

$$\text{Distorsión Armónica Total (THD)} = \frac{V_H}{V_F}$$

El voltaje eficaz de un voltaje distorsionado es:

$$V = \sqrt{V_F^2 + V_H^2}$$

¹³ Theodore Wildi. Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia, Sexta edición, 2007

Donde:

V: Valor eficaz de voltaje distorsionado

V_F : Valor eficaz del fundamental

V_H : Valor eficaz de todos los armónicos = $\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}$

Dichas ecuaciones también se aplican para las corrientes. En ondas puramente sinusoidales el THD será cero.

Existen normas internacionales como la IEEE-519:1992¹⁴, que establecen recomendaciones para la presencia de armónicos en instalaciones, limitando el THD a valores recomendados.

2.6.2. Generadores de Armónicos Eléctricos

En un circuito, en el que la fuente genere una onda fundamental, esté conectado a una carga no lineal, habrá la presencia de armónicos. Toda carga no lineal es aquella en la que la relación entre la tensión y corriente no es constante, estas cargas absorben corrientes con forma de onda no sinusoidal.

- Algunas de las fuentes de armónicos más comunes en sistemas de potencia e instalaciones eléctricas son:
- Saturación de transformadores
- Corrientes de energización de transformadores
- Hornos de arco eléctrico
- Lámparas fluorescente y de descarga
- Fuerzas magnéticas en máquinas rotatorias
- Fuentes reguladas por conmutación (electrónica de Potencia)
- Variadores de Frecuencia
- Convertidores de estado sólido

¹⁴ IEEE-519:1992. Recomendaciones Prácticas y Requerimientos de la IEEE para el Control de Armónicos en Sistemas Eléctricos de Potencia

Estos elementos, comunes en sistemas eléctricos, provocan señales armónicas en estado estable, por lo que no debe confundirse con fenómenos transitorios. Todos absorben, por lo tanto corrientes no sinusoidales, y cuya frecuencia es distinta a la de la red.

2.6.3. Efectos de Armónicos en una Instalación Eléctrica

2.6.3.1. Resonancia

La resonancia se presenta cuando se igualan la reactancia inductiva y la capacitiva en un circuito eléctrico. Estos valores se igualarán a una frecuencia dada, llamada frecuencia de resonancia. Este fenómeno se presenta especialmente en instalaciones en las que se cuente con bancos de condensadores para la compensación de energía reactiva. Si la frecuencia aumenta, la reactancia inductiva también aumenta, mientras que la reactancia capacitiva disminuye, así existe algún punto en el cual se igualan y provocan resonancia. Tomando como base que el circuito trabaja a una frecuencia establecida de la red o frecuencia fundamental, la frecuencia de resonancia se establece como:

$$f = f_1 \sqrt{\frac{X_C}{X_L}}$$

Donde:

X_L : Reactancia inductiva (Ω)

X_C : Reactancia capacitiva (Ω)

f: Frecuencia de Resonancia

f_1 : Frecuencia fundamental

De acuerdo a la conexión de los elementos se puede presentar resonancia serie o resonancia paralelo, siendo ésta última más común por las conexiones en instalaciones industriales. En una resonancia serie la impedancia total se anula, mientras que en una resonancia paralelo tiende a infinito. Esto significa que al presentarse una resonancia serie se producirá un efecto casi de corto circuito, mientras que en una resonancia paralelo una impedancia alta elevara los valores de tensiones y corrientes, calentando componentes, dañando equipos y accionando operación de protecciones.

2.6.3.2.Efectos en Conductores

Al incrementarse los valores de frecuencia de la corriente que transporta un conductor, dicha corriente circulará por un área efectiva menor, específicamente alejándose del centro y pegándose a la periferia, este fenómeno se denomina efecto Skin o pelicular. Al disminuir el área efectiva de circulación de la corriente, las pérdidas por efecto Joule, es decir por calentamiento, aumentarán.

2.6.3.3.Efectos en Transformadores

Los armónicos en los transformadores generan pérdidas en estos, pues están diseñados para trabajar a una frecuencia determinada. Las principales pérdidas presentes son:

- Pérdidas sin carga o de núcleo, aquellas producidas por el voltaje de excitación en el núcleo.

- Pérdidas por efecto Joule, producidas por el aumento de los valores de corriente, que generan pérdidas en forma de calor.
- Pérdidas por corrientes de Foucault o corrientes Eddy, llamadas corrientes parásitas, están en función al cuadrado de la corriente y de la frecuencia, por lo tanto muy susceptibles a los armónicos, su pérdidas también se traducen en pérdidas Joule.
- Otras pérdidas en el transformador, referidas a calentamiento de componentes del equipo eléctrico.¹⁵

2.6.3.4.Efectos en Motores

En máquinas de corriente alterna, las armónicas producen dos efectos principalmente: aumento de las pérdidas y disminución del torque generado.

Al aumentar los valores de la frecuencia, aumentan las pérdidas por efecto Joule en el estator y el rotor, y las pérdidas en el núcleo por corrientes de Foucault e histéresis.

Finalmente, dependiendo del contenido armónico del voltaje aplicado, el par promedio de operación puede verse disminuido considerablemente.

2.6.3.5.Efectos en otros Equipos

Los equipos electrónicos son especialmente sensibles a la presencia de armónicos, se ven afectados principalmente los sistemas de medición,

¹⁵A. Tejada y A. Llamas. Efecto de las Armónicas en Sistemas Eléctricos. 2013

control y protección, sistemas de telecomunicaciones y dispositivos de instrumentación.

2.6.3.6. Pérdidas Económicas

Todos los efectos mencionados previamente, involucran además pérdidas económicas, referidas principalmente a pérdidas energéticas causadas por efecto Joule en conductores y equipos.

Pero además los costos de potencia contratada serán mayores, los equipos serán sobredimensionados, se reducirá la vida útil de los equipos y dispositivos y los sistemas serán más susceptibles a fallas que traigan consigo pérdidas económicas.

2.6.4. Filtros de Armónicos

El efecto más perjudicial de los armónicos en una instalación es la generación de resonancia. Al combinar un inductor y un condensador dimensionados a una frecuencia de resonancia igual al orden del armónico de corriente que se quiere eliminar, se crea un denominado filtro de armónicos. Existen tres tipos de filtros:

2.6.4.1. Filtros Pasivos

Son circuitos simples inductancia-capacitancia LC, sintonizados al rango del armónico que se va a filtrar. Se conectan en paralelo con la carga no lineal, y absorben los armónicos, evitando que circulen por la red. Se dimensiona en función a un armónico específico que se pretende filtrar.

Al presentar un capacitor en su estructura, este filtro también sirve para corregir el factor de potencia, es recomendado para aquellas instalaciones en las que las cargas no lineales sean mayores de 200 KVA.

2.6.4.2. Filtros Activos

Un filtro activo puede filtrar al mismo tiempo varios armónicos de forma automática, su sistema está basado en electrónica de potencia y pueden ser instalados tanto en serie como en paralelo de la carga no lineal.

Filtran los armónicos en un amplio rango de frecuencias y se adaptan a cualquier tipo de cargas, sin embargo se recomiendan para instalaciones en las que las cargas no lineales no superen los 200 KVA.

2.6.4.3. Filtros Híbridos

Son la combinación en un único sistema de los filtros pasivos y activos previamente explicados. Ofrece ventajas de ambos tipos de filtrado y abarca un amplio rango de niveles de potencia y rendimiento.

2.7. APARAMENTA ELECTRICA EN BAJA TENSION

2.7.1. Sala Eléctrica

Las Salas Eléctricas se emplean para distribuir la energía eléctrica en Media y Baja Tensión, es un espacio fijo o móvil destinado al control de la energía eléctrica para su posterior utilización cumpliendo estándares de calidad y seguridad, serán localizadas tan próximas a los centros de cargas eléctricas como el plano de disposición de la planta lo permita.

El equipamiento típico considerado en la mayoría de las Salas Eléctricas es:

- MCC, Motor Control Center
- Celdas de Media Tensión
- Tableros de fuerza de Baja Tensión
- Bancos de Baterías y Rectificador-Cargador
- Tableros de Control, PLCs, Computadoras de Sistemas SCADA
- Transformadores de servicios auxiliares
- Sistema de Iluminación interior
- Sistemas de Iluminación exterior
- Sistemas de alarma y/o extinción de fuego y humo
- Canaletas, Tuberías conduit y cableado de fuerza y control
- Sistema de aire acondicionado con o sin presión positiva
- Equipos de protección personal y de maniobras

Las salas eléctricas serán completamente selladas, levemente presurizadas para impedir la entrada de contaminantes, contarán con una fuente de aire filtrada y un sistema de climatización para mantener la temperatura interior. Ellos serán localizados tan cercanos a los centros de las cargas eléctricas como lo permita la disposición de la planta; deberán estar hechas de material resistente a la combustión y no deberán emitir grandes emanaciones de humo. Las puertas que se utilizan en los accesos serán del tipo retardante al fuego (F30) y deberán abrirse hacia el exterior accionadas con una barra anti pánico.

Así mismo el diseño de las salas eléctricas debe contar con espacio necesario y suficiente para realizar trabajos de mantenimiento en ellas y letreros de “PELIGRO” indicando el nivel de tensión de los equipos energizados en su interior y en el acceso a la misma.

2.7.2. Centro de Distribución de Carga

La energía eléctrica debe ser distribuida para que viaje desde la acometida o punto de llegada de la compañía suministradora, hasta los equipos que transforman la energía eléctrica en energía útil, la distribución eléctrica se realiza a través de tableros eléctricos, estos concentran en su interior dispositivos de protección y de maniobra, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella.

Podemos precisar que un tablero eléctrico conjunto de equipos eléctricos encerrados en una envolvente o gabinete metálico que protege los equipos eléctricos interiores (Interruptores, relés, arrancadores, medidores, contactores, fuentes, transformadores, pulsadores, etc) del acceso de personas, penetración de sólidos extraños, penetración de humedad y a la vez da un recubrimiento físico del medio que rodea, en un tablero eléctrico se juntan dos conceptos distintos el equipo eléctrico y la parte metalmecánica que alberga este equipo y permite la mejor disposición de los elementos facilitando actividades de mantenimiento y maniobra.

Descripción de las partes de los tableros eléctricos:

Envolvente:

Caja o estructura metálica que rodea un conjunto de equipos eléctricos con la finalidad de proteger contra personas y agentes ambientales externos como el polvo, el agua o algún siniestro.

Caja:

Es un envolvente diseñada para un montaje adosado o empotrado; generalmente se trata de una envolvente del tipo individual aunque es posible unir varias cajas en

conjunto para formar un solo bloque. Las cajas generalmente se utilizan para la implementación de tableros eléctricos pequeños y en ambientes agresivos

Los modelos de tableros eléctricos con envoltorio de cajas son:

- Tableros de frente muerto, tienen barras principales y ramales para distribución poseen elementos eléctricos como interruptores automáticos en caja moldeada se denomina así por la ausencia de controles e instrumentos.

- Tablero de arrancadores de motores, tienen equipos eléctricos de potencia, control y medición.

Celda

División básica de un tablero eléctrico que contiene entradas y salidas de energía para poder distribuir a diferentes cargas, un tablero eléctrico puede tener una o varias celdas; las celdas se dividen en secciones, compartimientos y cubículos para cumplir propósitos específicos

La celda es otro tipo de envoltorio de estructura metálica, a modo armario con tapas, puertas, techo, etc. Las celdas deben poder brindar una resistencia mecánica y un grado de protección de acuerdo al diseño y la aplicación para la cual sea requerido

Clasificación de las celdas:

- Celdas autoportantes (Centro de potencia, Centros de fuerza, *Centro Control de Motores*) para formar conjuntos o en baja tensión

- Celdas autoportantes para uso individual en baja tensión

- Celdas de seccionamiento para media tensión

Barras

En el conductor sólido que sirve para dar una conexión común a uno a más circuitos se puede dividir como barras colectoras o principales su función es la de

alimentar a barras secundarias y/o aparatos de corte y seccionamiento de circuitos de potencia; barras de distribución su función es la de alimentar a los tramos de salida de un tablero.

En tableros eléctricos de corriente alterna se dispone de cinco barras principales (3 barras para cada una de las fases R, S, T; 1 barra para destinada para el conductor solido neutro y 1 barra de tierra)

Compartimiento

Espacio delimitado en una celda para alojar equipos eléctricos de un mismo tipo, los compartimientos se pueden subdividir en cubículos

Cubículo

División básica de un compartimiento se aplica generalmente para Centro Control de Motores CCM.

Gaveta

Es una unidad compacta que controla y distribuye la energía dentro de un CCM, tiene características modulares, facilidad para la desincorporación e incorporación y facilita la desconexión inmediata de la fuente de poder, la carga y elementos de automatización.

Cada gaveta puede estar insertada o extraída de una celda y cada gaveta ocupa un cubículo.

Equipos eléctricos

Los principales componentes dentro de un tablero eléctrico son:

- Interruptores de potencia en MT
- Interruptores automáticos de potencia en BT
- Interruptores automáticos en caja moldeada y riel Din
- Seccionadores en media tensión

- *Arrancadores de motores en baja tensión*, se dedicara un apartado a este punto más adelante por ser pieza fundamental dentro de un CCM

Clasificación de los tableros eléctricos:

a) Por su tensión

- Tablero de baja tensión : Hasta 1000 Vac y 1500 Vcc
- Tablero de media tensión : Desde 2.4 kV hasta 36 Kv

No se debe considerar mayores tensiones pues técnicamente sería posible, funcionalmente no sería correcto por los tamaños de los aparatos de corte y distancias de seguridad, para mayores tensiones se deberá realizar instalación con equipo a la intemperie.

b) Por sus características constructivas:

- Envoltente a modo de Celda Auto soportante
- Envoltente a modo de Cajas o Cofre.
- Especiales (Consolas y pupitres, tableros sinópticos, ducto de barras)

c) Por su ubicación y grado de protección:

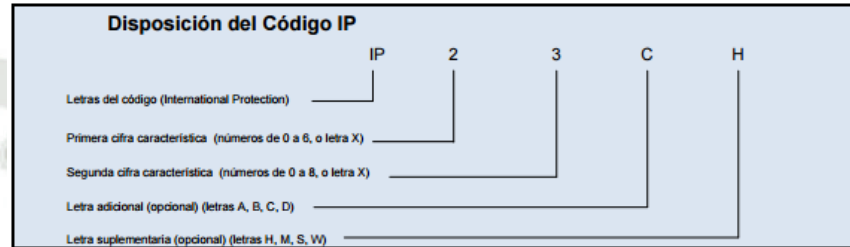
El grado de protección de un tablero eléctrico está directamente relacionado con su ubicación.

El grado de protección significa el nivel de protección por una envoltente contra el acceso de partes peligrosas como sólidos extraños y/o agua, estos grados de protección se clasifican según distintas normas, las principales IEC y NEMA.

Según IEC

La norma indica de qué manera se deben codificar los grados de protección proporcionados por las envoltentes según la siguiente figura:

Tabla 21
Disposición de código IP



Fuente: Normal IEC 60529, edición 2.1, 2001

Tabla 22
Grado de Protección IP Tableros Eléctricos

	Primer Número - Protección contra sólidos	Segundo Número - Protección contra líquidos	Tercer Número - Protección contra impactos mecánicos
0	Sin Protección	Sin Protección	Sin Protección
1	Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm	Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente	Protegido contra impactos de 0.225 joules
2	Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm	Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical	Protegido contra impactos de 0.375 joules
3	Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5mm	Protegido contra rocíos directos a hasta 60° de la vertical	Protegido contra impactos de 0.5 joules
4	Protegido contra objetos sólidos de más de 1mm	Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida	Protegido contra impactos de 2.0 joules
5	Protegido contra polvo - entrada limitada permitida	Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida	Protegido contra impactos de 6.0 joules
6	Totalmente protegido contra polvo	Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida	Protegido contra impactos de 20.0 joules
7		Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm - 1m	
8		Protegido contra largos periodos de inmersión bajo presión	

Fuente: Estándar de protección IP – NEMA, s.f

Según NEMA (National Electrical Manufacturers Association)

Los valores NEMA comúnmente utilizados son los siguientes:

***NEMA 4.** Sellado contra el agua y polvo. Los gabinetes tipo 4 están diseñados especialmente para su uso en interiores y exteriores, protegiendo el equipo contra salpicaduras de agua, filtraciones de agua, agua que caiga sobre ellos y condensación externa severa. Son resistentes al granizo pero no a prueba de granizo (hielo). Deben tener ejes para conductos para conexión sellada contra agua a la entrada de los conductos y medios de montaje externos a la cavidad para el equipo.*

***NEMA 4X.** Sellado contra agua y resistente a la corrosión. Los gabinetes tipo 4X tienen las mismas características que los tipo 4, además de ser resistentes a la corrosión.*

***NEMA 12.** Uso industrial. Un gabinete diseñado para usarse en industrias en las que se desea excluir materiales tales como polvo, pelusa, fibras y filtraciones de aceite o líquido enfriador.¹⁶*

¹⁶ Norma NEMA 250 Enclosures for Electrical Equipment (1000 Vols Maximun), 2003

Tabla 23
Grado de Protección NEMA Tableros Eléctricos

Tipo 1	Para propósitos generales
Tipo 2	A prueba de goteos
Tipo 3	Resistente al clima
Tipo 3R	Sellado contra la lluvia
Tipo 3S	Sellado contra lluvia, granizo y polvo
Tipo 5	Sellado contra polvo
Tipo 6	Sumergible
Tipo 6P	Contra entrada de agua durante sumersiones prolongadas a una profundidad limitada
Tipo 7 (A, B, C o D)*	Locales peligrosos, Clase I - Equipo cuyas interrupciones ocurren en el aire.
Tipo 8 (A, B, C o D)*	Locales peligrosos, Clase I - Aparatos sumergidos en aceite.
Tipo 9 (E, F o G)*	Locales peligrosos, Clase II
Tipo 10	U.S. Bureau of Mines - a prueba de explosiones (para minas de carbón con gases)
Tipo 11	Resistente al Acido o a gases corrosivos - sumergido en aceite
Tipo 13	A prueba de polvo

Fuente: Estándar de protección IP – NEMA, s.f

El siguiente cuadro resume un comparativo entre ambos estándares IEC y NEMA

Tabla 24
Comparativo NEMA vs IEC

NEMA/IP	IP23	IP30	IP32	IP55	IP64	IP65	IP66	IP67
1	X							
2		X						
3					X			
4							X	
4X							X	
6								X
12				X		X		
13						X		

Fuente: Estándar de protección IP – NEMA, s.f

d) Por su función y/o aplicación:

Los tableros eléctricos se pueden clasificar por la función que realizan:

- Tableros de Potencia en BT
- Tableros de Potencia en MT
- Centro de fuerza y distribución
- Centros de arrancadores y control
- Centro de control de motores
- Tableros para corrección de fdp
- Tableros de distribución secundaria
- Tableros de Alumbrado y artefactos
- Tableros sinópticos
- Consolas y pupitres de mando
- Celdas de seccionamiento en media tensión

La siguiente lista puede seguir creciendo acorde con las necesidades, y exigencias no es limitante.

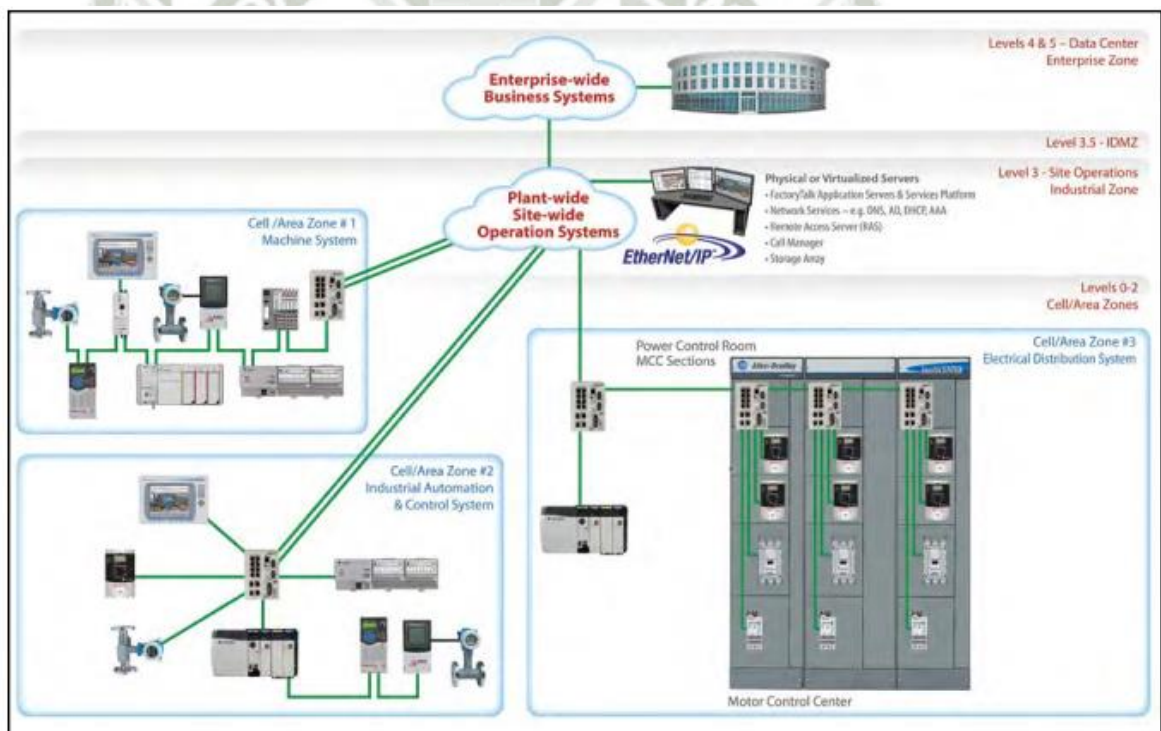
2.7.3. Centro Control de Motores [CCM]

Para empezar a desarrollar un análisis más profundo es fundamental establecer lo que es un Centro Control de Motores CCM, para lo cual podemos afirmar que un CCM es un tablero eléctrico de distribución, con la ventaja de que proporciona una adecuada estructura capaz de alojar dispositivos de interrupción, control, protección y medición con la función básica de distribuir energía eléctrica en forma controlada desde una o varias acometidas y a distintos motores eléctricos, de potencias y capacidades independientes.

Los CCM se forman por sección soldadas, y auto soportadas, unidas entre sí formando un gabinete rígido con alta resistencia mecánica y resistente a arcos eléctricos, aportando un grado de protección adicional al personal.

Los CCM permiten la conexión con centros inteligentes, permite el fácil acceso a través de una HMI Ethernet para el control de cientos de motores, a su vez permite la conexión con su sofisticado sistema de comunicación, que permite la interconexión con una variedad de redes industriales a través de direcciones IP. Todo este conjunto de beneficios hacen posible la automatización de procesos industriales de gran complejidad.

Ilustración 20
Facilidad de conexión de CCM's



Fuente: Rockwell Automation Publicación 2100-SG3B-EN-9,2015

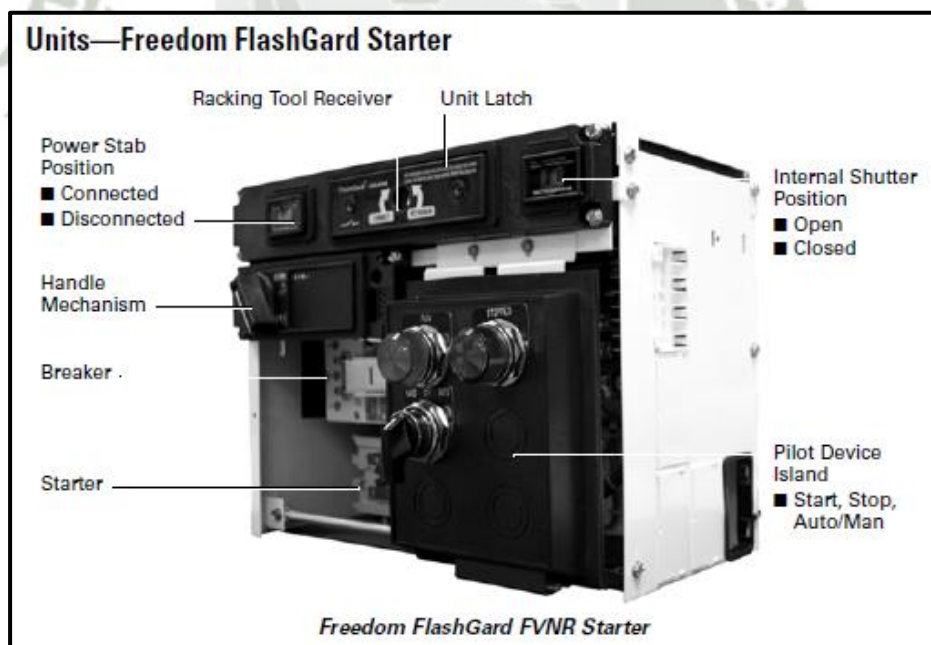
Otras ventajas palpables de los CCM's son las siguientes:

- Flexibilidad para Automático Reemplazo de Dispositivos (ADR)

- Modificaciones en red de las actividades que se ejecutan en tiempo real
- Accesibilidad a todos los parámetros de los dispositivos a través de mensajería explícita Entradas y Salidas E/S
- Recopilación de datos del proceso en tiempo real como visión de los dispositivos del CCM, recopilación de información de las VFD como corriente, información de averías

Los CCM incorporan un avanzado sistema de seguridad que permite reducir notablemente accidentes producto de descargas eléctricas generadas por cortocircuito; esto consiste en que las gavetas que alojan las unidades de arranque son resistentes al arco eléctrico, permiten al operario conectar y desconectar la energía de la gaveta con la puerta cerrada, minimizando la exposición a arcos eléctricos.

Ilustración 21
Full Voltaje Nom-reversing Starter



Fuente: EATON, Motor Control Centers – Low Voltage, 2016

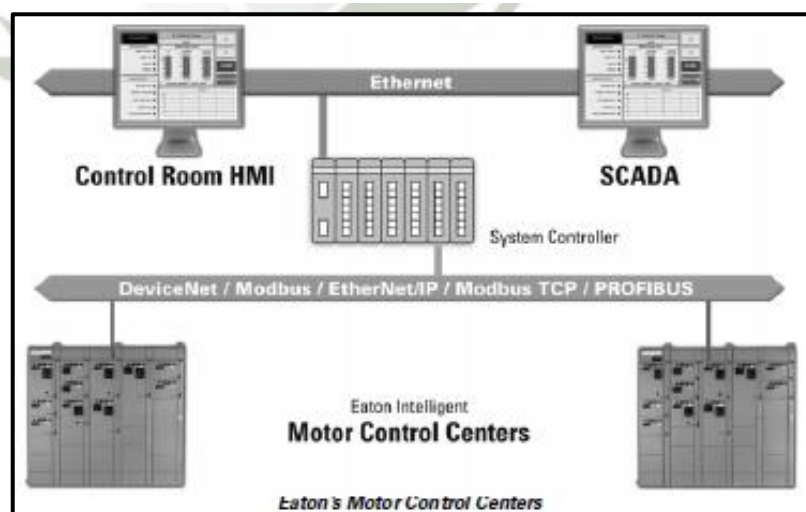
2.7.3.1. Sistemas de Comunicación de los CCM:

Los sistemas de comunicación de CCM's son de vital importancia pues de esta manera se permite la automatización de procesos; se permite la comunicación entre los arrancadores de la totalidad de motores instalados en la planta, permite el control del proceso mediante sistemas SCADA y la monitorización desde cualquier parte del mundo gracias a la accesibilidad LAN.

Todas las redes de comunicación son aceptadas y permiten el seguimiento y control de una unidad de arranque, entre las principales redes de comunicación se tiene:

- DeviceNet
- Modbus
- EtherNet/IP
- Modbus TCP
- PROFIBUS

Ilustración 22
Motor Control Comunicación Choices



Fuente: EATON, Motor Control Centers – Low Voltage, 2016

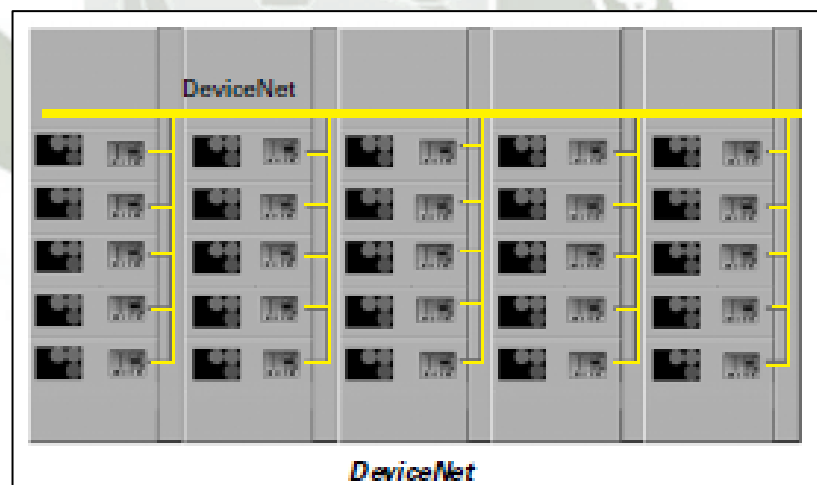
A continuación se explicara brevemente los sistemas de comunicación más utilizados industrialmente.

• DeviceNet

Es el Bus de campo estándar de la industria de comunicación, proporciona un control simplificado, diagnósticos incrementados y un cableado reducido.

Para la aplicación en CCM's utiliza un bloque de E/S o en su defecto a través de un relé de sobrecarga de estado sólido para arrancadores tipo DOL, de esta manera se permite la conexión DeviceNet. La configuración consisten en una línea troncal que recorre la parte superior del MCC y cada dispositivo se conecta a DeviceNet a través de cableado que baja verticalmente.

Ilustración 23
Comunicación de MCC DeviceNet



Fuente: EATON, Motor Control Centers – Low Voltage, 2016

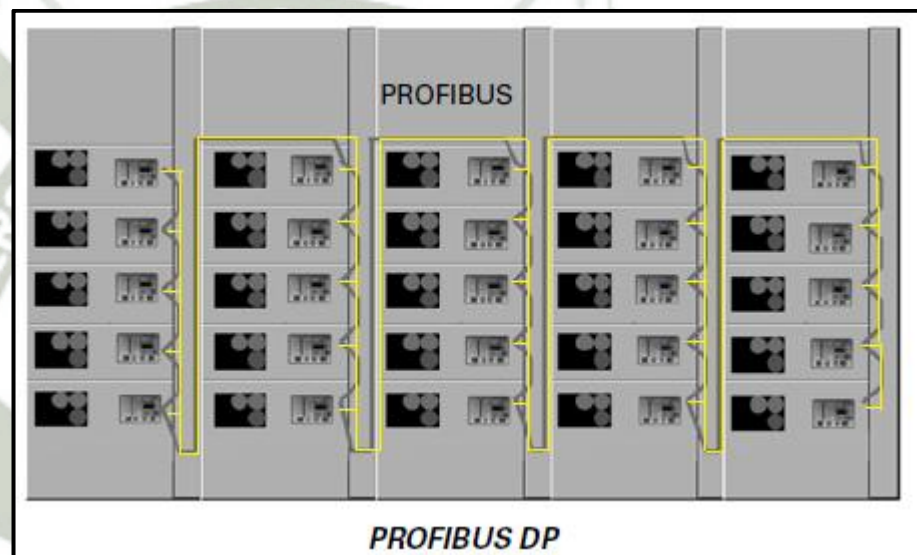
• PROFIBUS

Es un Bus de campo estándar en la industria de la comunicación, cuenta con el apoyo de los principales proveedores de PLC, proporciona

un control simplificado, diagnósticos informativos de datos de control del motor.

Para la aplicación en CCM's utiliza un bloque de E/S o en su defecto a través de un relé de sobrecarga de estado sólido para arrancadores tipo DOL, de esta manera se permite la conexión DeviceNet. La configuración PROFIBUS consisten en la unión en serie de cada dispositivo del CCM.

Ilustración 24
Comunicación de MCC PROFIBUS



Fuente: EATON, Motor Control Centers – Low Voltage, 2016

• ETHERNET

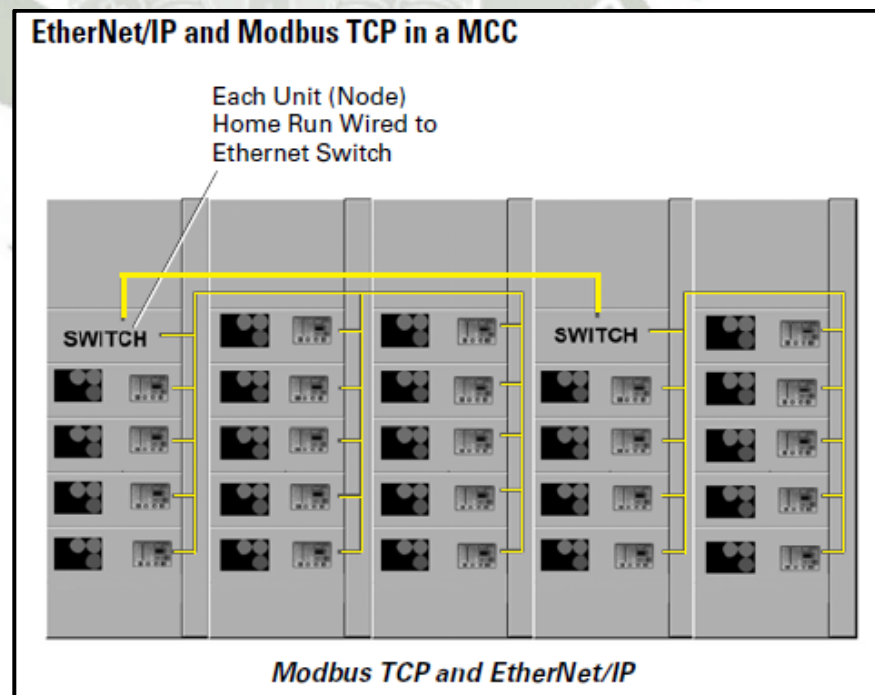
Ethernet ofrece dos buses de campo por excelencia se trata de Ethernet / IP y Modbus TCP, ambos estas soportados por los principales proveedores de PLC's y ofrecen reducción de cableado, un buen diagnóstico de los datos de motores y un beneficio adicional que consiste en que se puede conectar directamente a una PC y monitorear remotamente al CCM.

Actualmente se logra la comunicación en Modbus TCP y Ethernet / IP al mismo tiempo, esto quiere decir que la versión Modbus TCP permite la implementación de este protocolo sobre redes Ethernet IP, y como consecuencia aumenta el grado de conectividad lo que conlleva a una mayor flexibilidad de control y monitorización

Cuando se aplica la comunicación EtherNet a los CCM se requiere la instalación de Switch, de modo que todos los equipos como arrancadores, medidores, etc se conecten a estos Switch, cuando se establece una comunicación combinada entre Ethernet / IP y Modbus TCP se requiere la instalación de dos Switch

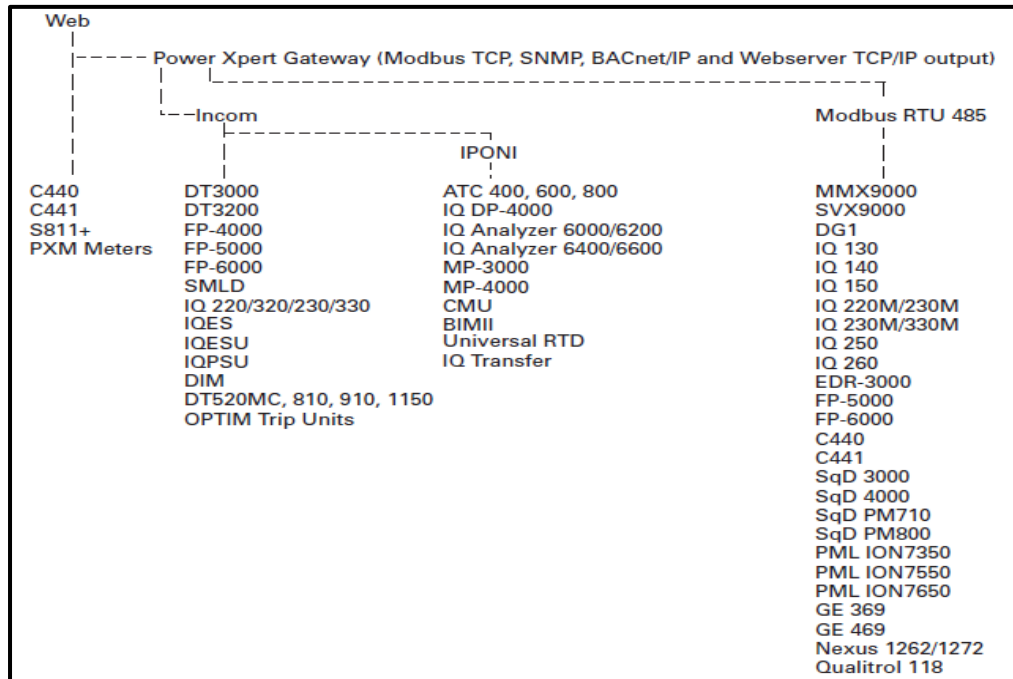
- Switch unmanaged (no administrado), para Modbus TCP
- Switch managed (administrado), para Ethernet / IP

Ilustración 25
Comunicación de MCC Ethernet IP/ Modbus TCP



Fuente: EATON, Motor Control Centers – Low Voltage, 2016

Tabla 25
MCC Configuración - Web Enabled



Fuente: EATON, Motor Control Centers – Low Voltage, 2016

2.7.3.2. Clasificación de los CCM:

a) Según su construcción

- Un frente, las gavetas se encuentran ubicadas en un solo frente; se tiene acceso a las partes activas desde el frente pero las barras y el cableado
- Dos frentes (Back to back), gavetas se encuentran ubicadas en dos frentes; las partes activas tiene acceso desde ambos frentes, para llegar a las barras y el cableado se debe desmontar los tabique desde cualquiera de los frentes.

b) Según su ejecución

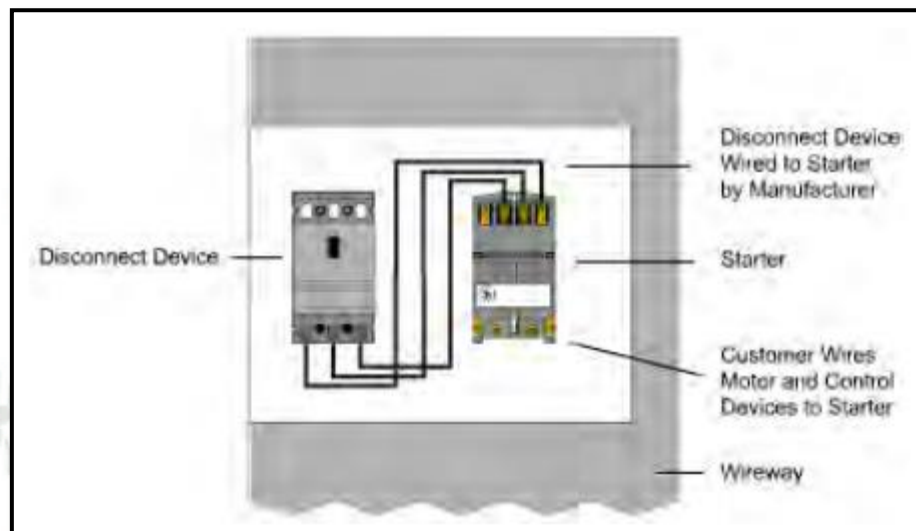
- Extraíble, las gavetas son totalmente extraíbles se puede alcanzar las posiciones insertada, extraída y prueba es decir circuito de control activado y circuito de potencia desacoplado, facilita el cableado e inspección, cuando se produce una falla pueden ser fácilmente reemplazadas por gavetas similares reduciendo tiempos de mantenimiento y parada,
- Enchufable, las gavetas enchufables se caracterizan por permitir las posiciones insertada y extraída, el circuito de fuerza se desconecta automáticamente al extraer la gaveta, pero el circuito de control deberá desconectarse manualmente
- Fijo, las gavetas se encuentran integradas de forma fija a la estructura del CCM, por lo que su desconexión tanto en circuitos de fuerza como de control deberá darse de manera manual.

c) Según su clase y tipo de cableado

- Clase I “Unidades Independientes”, cada gaveta posee un cableado individual y no incluye interconexión entre las diferentes gavetas ni enclavamientos con sistemas de control externos al CCM; se considera solo un cableado del tipo C
- Clase II “Unidades Internonectadas”, cada gaveta posee un cableado individual así como interconexiones entre ellas y enclavamientos con control exterior
- Tipo A, solo se suministra en CCM de “Clase I”, consiste en que se tiene que conectar directamente a terminales de dispositivos

internos de la unidad, no existen bornes terminales ni para carga ni para control.

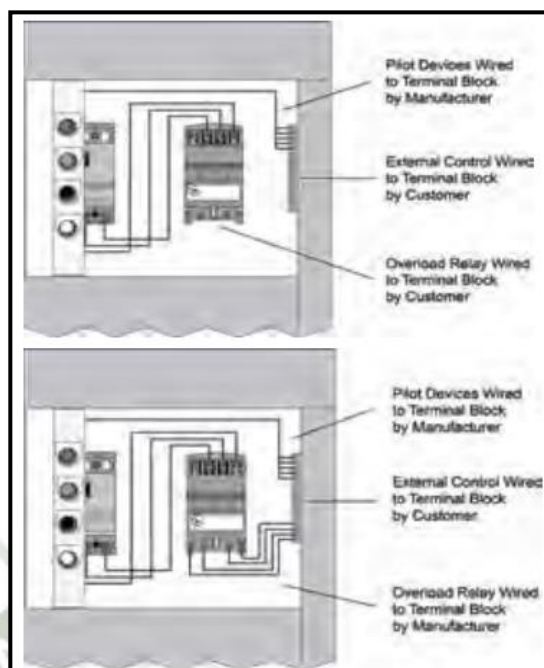
Ilustración 26
Cableado Tipo A



Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

- Tipo B, se establece para unidades de control de motores combinadas fuerza y control de tamaño superior a NEMA 3

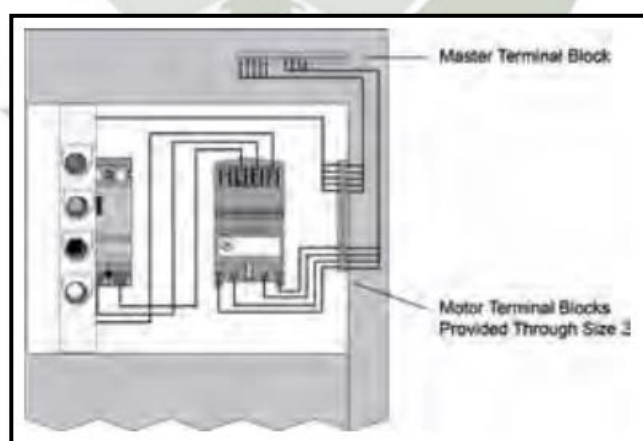
Ilustración 27
Cableado Tipo B



Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guia de uso del CCM, 2016

- Tipo C, debe conectarse directamente a ls bloques de terminales principales, contiene unidades de control o grupos de control

Ilustración 28
Cableado Tipo C



Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guia de uso del CCM, 2016

d) Según su grado de protección a condiciones ambientales

Los CCM se pueden considerar para operación “outdoor” o “indoor”, se modificaran los niveles de protección mínimos requeridos según sea necesario, para ello se presenta la siguiente tabla indicativa de niveles mínimos de protección ambientales:

Tabla 26
Selección de protección del Tablero de control CCM

Provides a Degree of Protection Against the Following Environmental Conditions	For Outdoor Use									
	Enclosure Type Number ¹									
	3	3R	3S	3X	3RX	3SX	4	4X	6	6P
Incidental contact with the enclosed equipment	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rain, snow, and sleet	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sleet ²	—	—	X	—	—	X	—	—	—	—
Windblown dust	X	—	X	X	—	X	X	X	X	X
Hosedown	—	—	—	—	—	—	X	X	X	X
Corrosive agents	—	—	—	X	X	X	—	X	—	X
Temporary submersion	—	—	—	—	—	—	—	—	X	X
Prolonged submersion	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X

Provides a Degree of Protection Against the Following Environmental Conditions	For Indoor Use									
	Enclosure Type Number ¹									
	1	2	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Incidental contact with the enclosed equipment	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Falling dirt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Falling liquids and light splashing	—	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Circulating dust, lint, fibers, and flyings	—	—	X	X	—	X	X	X	X	X
Settling airborne dust, lint, fibers, and flyings	—	—	X	X	X	X	X	X	X	X
Hosedown and splashing water	—	—	X	X	—	X	X	—	—	—
Oil and coolant seepage	—	—	—	—	—	—	—	X	X	X
Oil or coolant spraying and splashing	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X
Corrosive agents	—	—	—	X	—	—	X	—	—	—
Temporary submersion	—	—	—	—	—	X	X	—	—	—
Prolonged submersion	—	—	—	—	—	—	X	—	—	—

Fuente: NEC, National Electrical Code, 2005.

2.7.3.3. Disipación Térmica de los CCM

Los CCM son generalmente para uso interior, es importante considerar condiciones climatológicas especiales para que el rendimiento de estos

equipos pueda ser óptimo, para ello se presenta las siguientes tablas de disipación de calor:

Tabla 27
Arrancadores de motor combinados

Tamaño	i_{max} [A]	Disipación de potencia máxima (3 polos) [W]				
		Contactor	Interruptor	Sobrecarga	CPT	Total
0	18	6	12	6	17	41
1	27	18	15	6	17	58
2	50	28	21	6	17	72
3	95	52	24	6	29	111
4	185	55	60	6	29	150
5	300	84	93	6	17	200
6	500	190	174	6	17	387

Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

Tabla 28
Interruptores Automáticos

i_{max} [A]	Disipación en vatios (3 polos)
3	5
15	8
30	11
60	20
100	36
200	60
400	130
800	192
1200	259
1600	461
2000	720

Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

Tabla 29
Transformadores de Iluminación

KVA	Disipación en vatios
6	300
9	400
10	542
15	658
20	761
25	761
30	995
37.5	1135
45	1276

Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

Tabla 30
Arrancadores suaves de tensión reducida

	Familia	$i_{m\acute{a}x}$	Disipación (W)
3RW30	1X	17	4
	2X	34	19
	3X	63	15
	4X	98	21
3RW40	2X	29	19
	3X	63	15
	4X	98	21
	5X	145	75
3RW44	7X	385	165
	2X	82	55
	3X	145	95
	4X	385	232
	5X	850	270
	6X	1078	630

Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

Tabla 31
Variadores de Velocidad

$i_{m\acute{a}x}$ [A]	Disipación de potencia máxima (3 polos) [W]		
	Horizontal (sección 20")		Vertical (sección 72")
	Aluminio	Cobre	Cobre
300			57
600	90	54	115
800	107	64	240
1200	120	72	
1600		85	
2000		66	
2500		104	

Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

2.7.3.4. Selección de Barras

La capacidad de carga de las barras del CCM se determinara básicamente por la temperatura máxima que será admitida en operación continua; los principales factores en los cuales repercute una temperatura excesiva en las barras son los siguientes:

- La oxidación de la superficie de las barras ocasiona un aumento en la temperatura de operación.
- Afecta la rigidez mecánica de los materiales
- Debilitamiento de los aisladores, transmisión de calor inadmisibles a los instrumentos eléctricos conectados (arrancadores, interruptores, medidores, etc.)
- Principales efectos de la corriente alterna en barras de cobre
 - Efecto pelicular

El flujo magnético generado por la CA interactúa con el conductor generando fuerza electromagnética que reduce la corriente del conductor, esta fuerza varía en magnitud y fase a través de la sección del conductor siendo más grande en el centro y más pequeña al exterior, por lo tanto la corriente tiende a acumularse en la superficie del conductor y en los bordes de las pletinas o barras produciendo efecto pelicular provocando pérdidas en la conducción de la corriente eléctrica

- Efecto de proximidad

Cuando los conductores se encuentran uno a lado del otro se genera una distorsión de la densidad de corriente debido a los campos magnéticos de otros conductores, este efecto se hace más visible y puede generar mayores problemas cuando se mezclan cables de instrumentación con cables eléctricos.

Este efecto tiende a neutralizarse con el efecto pelicular, produciendo una mejor distribución de la corriente a lo largo del conductor

• Efectos del Cortocircuito en barras de cobre

Es necesario que las barras diseñadas puedan soportar las condiciones de cortocircuito, para ello los juegos de barras principales y secundarias deben soportar los efectos del cortocircuito durante 1 seg. Cuando se produce un cortocircuito se asume que el calor es totalmente absorbido por la barra sin posibilidad de disipación por convección o conducción, por ello dependerá totalmente del material y la masa de la barra.

Para poder determinar el tiempo admisible de una barra en estado de cortocircuito aplicaremos la siguiente expresión:

$$t = 0.51 \frac{A^2}{I} \sqrt{1 + (0.0076x\theta - 1)}$$

Donde:

T	Tiempo máximo de CC	[s]
A	Sección del conductor	[mm ²]
I	Intensidad de CC	[kA]
θ	Aumento de la temp. Conductor sobre tem. Ambiente de 40°C	[k]

- Selección de barras de tierra

Es necesario establecer el diseño del embarrado de tierra para las contingencias de cortocircuito, estas tomaran el tiempo de duración según las protecciones, para ello basándonos en la norma europea EN 60439-1:1990 *Método para calcular la sección de conductores de protección bajo el aspecto de las solicitaciones térmicas causadas por corrientes de corta duración* tenemos:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

Donde:

S_p Sección del conductor [mm²]

I Valor de corriente de defecto [A]

K Constante de la naturaleza del conductor

Tabla 32
Conductores de protección no incorporados a los cables y desnudos en contacto con cables

	Naturaleza del aislante del material conductor y el revestimiento de los cables		
	PVC	PRC, EPR y conductores desnudos	Caucho butílico
Temperatura final	160°C	250°C	220°C
Material del conductor	K		
cobre	143	176	166
aluminio	95	116	110
acero	52	64	60

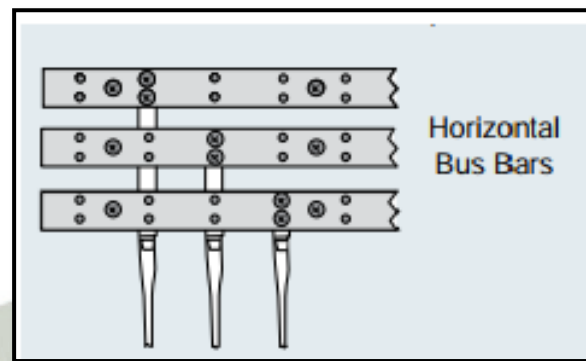
Fuente: Diseño y especificación de un CCM, Jason Quijada, 2006

- Disposición de barras al interior de CCM

- Barra Horizontal

La barra horizontal tiene un diseño situado a lo largo de la parte superior del CCM y nunca detrás del espacio para la unidad para mejorar actividades de mantenimiento

Ilustración 29 Barra Horizontal



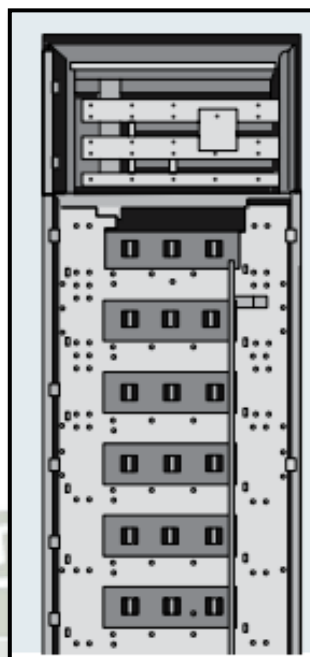
Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

Barra Vertical

Las barras verticales se puede disponer en dos diseños:

- a) Aislada, es exclusivamente para CCM de un frente, tiene una rango de 42 a 65 KA, estas barras colectoras no llevan encapsulado entre fases

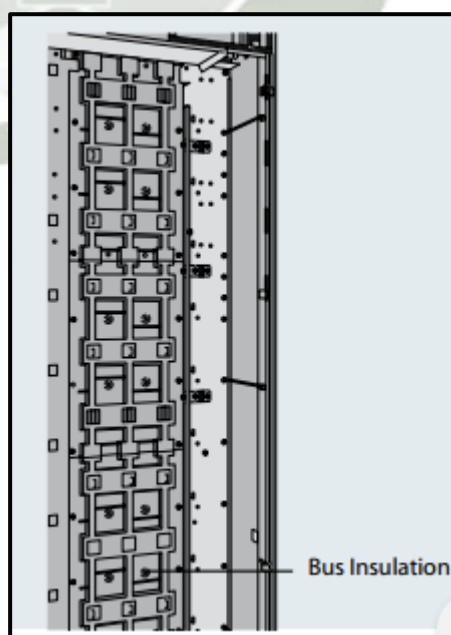
Ilustración 30
Barra vertical Aislada



Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

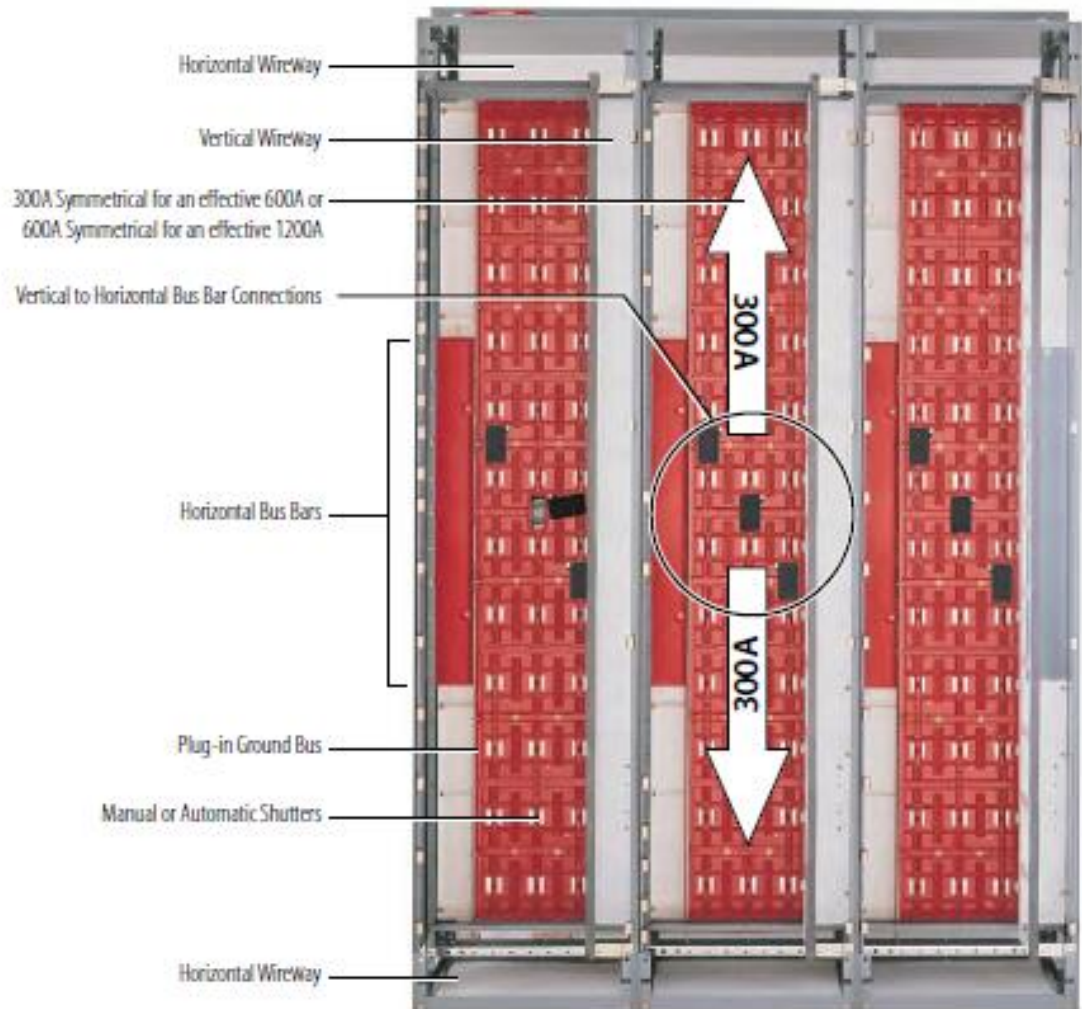
- b) Aislada y encapsulada, este diseño impide la propagación de arcos internos, se puede dar aplicación de un frente como de dos frentes.

Ilustración 31
Barra vertical aislada y encapsulada



Fuente: Siemens Industry, Catalogo y guía de uso del CCM, 2016

Ilustración 32
Estructura CCM



Fuente: Rockwell Automation Publicación 2100-SG3B-EN-9,2015

2.8. MOTORES POLIFASICOS DE INDUCCION

En las siguientes líneas se detallaran al concepto de los motores trifásicos debido al impacto que tienen sobre nuestro estudio en particular.

El motor trifásico asíncrono es el motor más usado en el mundo de las instalaciones industriales y en grandes edificios. Simple en términos de diseño y manejo, flexible en

diversos campos de aplicación y con un funcionamiento económico. Es la solución más favorable cuando hablamos de relación calidad-precio. Lo que caracteriza al motor trifásico es el alto consumo de intensidad cuando lo alimentamos con carga a través de un arranque directo. Cuando aplicamos tensión directa lo que obtenemos es una sobre intensidad que puede causar caídas de tensión de red y problemas en los sistemas mecánicos. Desde la invención del motor trifásico – ya hace más de 100 años (1889) – se han desarrollado diferentes conceptos y soluciones para la puesta en marcha, que tienen por objetivo eliminar efectos secundarios desagradables. Sin embargo, para que estos conceptos y soluciones cumplan el deseo de un rendimiento óptimo satisfactorio en la puesta en marcha, dependerá de la aplicación y, finalmente, de los aspectos económicos.

17

El motor trifásico es una máquina eléctrica giratoria o rotativa, su función es la de convertir energía eléctrica trifásica en energía mecánica o de movimiento.

Su principio de funcionamiento se basa en la generación de campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator que son originados por la corriente eléctrica, la cual circula a través de los arrollamientos del motor originando un campo magnético giratorio a consecuencia de las fases R, S y T. Este campo magnético rotativo induce corriente en el rotor y que es directamente proporcional al campo giratorio del estator originando un par motor que pondrá en movimiento al rotor.

El rotor jamás podrá ir a la misma velocidad del campo magnético giratorio, debido a que el campo magnético varía según la onda sinusoidal de la corriente y al cesar el empuje el rotor se retrasa dando origen a lo que se llama comúnmente como deslizamiento por esta razón recibe el nombre de asíncrono. Cabe mencionar que si el rotor tiene la misma

¹⁷ Informe Técnico: IT-EE09(11/11) Arranque y control de motores trifásicos asíncronos

velocidad de giro del campo magnético se denominara síncrono pero para condiciones de este estudio no se aplicara este tipo de motores únicamente los del tipo asíncrono.

Los principales componentes de un motor de inducción son el estator y el rotor; el estator en el miembro externo (estacionario) se forma por un conjunto de láminas delgadas y ranuradas dentro de una carcasa, las ranuras se devanan en forma de bobinas y se conectan para formar un devanado trifásico. Para el caso del rotor se compone de láminas delgadas y ranuradas que se fijan a un eje por presión, se tiene dos tipos jaula de ardilla y devanado.

Generalmente se utiliza el rotor jaula de ardilla cuando se requiere un par de arranque reducido, para motores de mayores capacidades el devanado de jaula de ardilla se forma insertando barras conductoras pesadas en las ranuras y soldándolas a los anillos terminales.

El tipo de rotor devanado se utiliza cuando se requiere un par de arranque alto sin embargo un motor de inducción con rotor devanado es más costoso y tiene una eficiencia más baja que un motor de inducción de jaula de ardilla.

2.8.1. Principio de Operación

Cuando se tiene el devanado de un motor de inducción trifásico conectado a una fuente de alimentación trifásica balanceada produce un campo magnético giratorio. La velocidad síncrona del campo giratorio es:

$$N_s = \frac{120f}{P}$$

Donde f representa la frecuencia de la corriente en el devanado y P el número de polos, la velocidad viene dada en revoluciones por minuto (rpm)

La misma ecuación en radianes por segundo viene dada por la siguiente forma:

$$N_s = \frac{4\pi f}{P}$$

El campo rotatorio induce una fuerza electromotriz (fem) en el devanado del rotor, esta fem da origen a una corriente inducida en las bobinas del rotor, y esta corriente produce un campo magnético en el rotor; la interacción de ambos campos magnéticos produce el torque electromagnético que hace girar al rotor, este par desarrollado se denomina par de arranque. Para que el rotor pueda girar el par de arranque deberá ser superior al par de la carga.

La diferencia de velocidades [Nr] entre la velocidad del rotor con cierta carga y el campo rotatorio viene dada con la siguiente expresión:

$$N_r = N_s - N_m$$

De esta manera es como se da origen a la denominada velocidad de deslizamiento (s) que no es más que la velocidad con la que el rotor se desliza hacia atrás con el objetivo de generar un par.

$$S = \frac{N_s - N_m}{N_s}$$

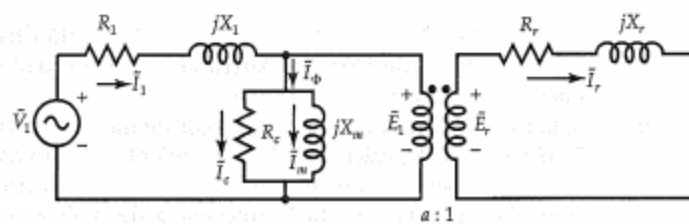
2.8.2. Circuito Equivalente de Motores Trifásicos de Inducción

Al momento de excitar a un motor de inducción trifásico por medio de energía eléctrica las corrientes deben de ser de igual magnitud y tener un desfase de 120° eléctricos, esta relación debería ser la misma en el rotor por tratarse de una transferencia a través de medios inductivos.

En el caso de la frecuencia de la fuerza electromotriz fem inducida en el rotor será proporcional está a el deslizamiento que presente, es así que como los devanados del estator y del rotor se encuentran unidos inductivamente se podrá asemejar al circuito de un transformador trifásico con devanado secundario giratorio

Ilustración 33 Circuito equivalente por fase de un motor de inducción trifásico equilibrado.

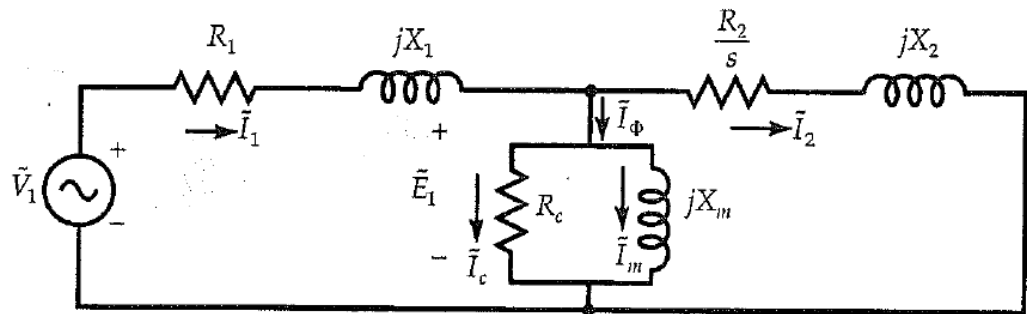
- \vec{V}_1 = voltaje aplicado por fase
- R_1 = resistencia por fase del devanado del estator
- L_1 = inductancia de dispersión por fase del devanado del estator
- $X_1 = 2\pi fL_1$ = reactancia de dispersión por fase del devanado del estator
- R_r = resistencia por fase del devanado del rotor
- L_b = reactancia de dispersión por fase del devanado del rotor
- $X_b = 2\pi fL_b$ = reactancia de dispersión por fase del devanado del rotor, en condición de rotor fijo ($s = 1$)
- $X_r = 2\pi s fL_b = sX_b$ = reactancia de dispersión por fase del devanado del rotor, con deslizamiento s .
- X_m = reactancia de magnetización por fase
- R_c = resistencia equivalente de la pérdida en el núcleo por fase
- N_1 = vueltas reales por fase del devanado del estator
- N_2 = vueltas reales por fase del devanado del rotor
- k_{w1} = factor de devanado para el devanado del estator
- k_{w2} = factor de devanado para el devanado del rotor
- Φ_m = amplitud del flujo por fase
- $\vec{E}_1 = 4.44fN_1k_{w1}\Phi_m$ = fem inducida por fase en el devanado del estator
- $\vec{E}_b = 4.44fN_2k_{w2}\Phi_m$ = fem inducida por fase en el devanado del rotor en condición de rotor fijo ($s = 1$)
- $\vec{E}_r = s\vec{E}_b$ = fem inducida por fase en el devanado del rotor, con deslizamiento s
- \vec{I}_r = corriente por fase en el devanado del rotor
- \vec{I}_1 = corriente por fase alimentada por la fuente
- $\vec{I}_\Phi = \vec{I}_c + \vec{I}_m$ = corriente de excitación por fase
- \vec{I}_c = corriente por fase de la pérdida en el núcleo
- \vec{I}_m = corriente de magnetización por fase



Fuente: Maquinas eléctricas y transformadores, Guru, Bhag S, tercera edición

En la siguiente ilustración se muestra la simplificación del circuito de un motor trifásico en términos de resistencia de carga, es reconocido como el circuito equivalente exacto de un motor de inducción trifásico equilibrado por fase y servirá de referencia para las premisas que se mostraran más adelante.

Ilustración 34
Circuito equivalente para mostrar resistencias del rotor y de la carga.



Fuente: Maquinas eléctricas y transformadores, Guru, Bhag S, tercera edición

De la **Ilustración 34** se puede concluir las siguientes premisas:

- a) Potencia desarrollada por el motor:

$$P_d = P_{ag} - P_{rcl}$$

Potencia entregada por el sistema P_{ag} :

$$P_{ag} = \frac{3I_2^2 R_2}{s}$$

Pérdida de potencia en el circuito del rotor:

$$P_{rcl} = 3I_2^2 R_2 = sP_{ag}$$

- b) Torque desarrollado por el motor:

$$T_d = \frac{P_{ag}}{\omega_s} = \frac{3I_2^2 R_2}{s\omega_s}$$

Considerando un deslizamiento inferior al 10% que generalmente se da, la resistencia del rotor es considerablemente mayor que su reactancia podemos abreviar y obtener una igualdad en relación a la tensión de ingreso del motor.

$$T_d = \frac{3V_1^2 s}{\omega_s R_2}$$

De la premisa anterior se puede llegar a algunas conclusiones importantes referentes a la manera como se comporta el torque, la intensidad de corriente y el voltaje al momento en el que se arranca un motor, se puede decir que:

- El torque desarrollado por un motor de inducción trifásico es directamente proporcional al cuadrado de la corriente eléctrica que circula en el rotor.
- El torque desarrollado por un motor de inducción trifásico es directamente proporcional a la resistencia equivalente del rotor
- Cuando el deslizamiento es inferior al 10%, la tensión aplicada al motor y la resistencia del rotor se mantienen constantes el par de arranque es directamente proporcional al deslizamiento.
- Cuando el deslizamiento es inferior al 10% el par puede ajustarse variando la resistencia del rotor.
- Cuando el deslizamiento es inferior al 10 % el par del motor es directamente proporcional al cuadrado del voltaje.

c) Corriente del rotor

La corriente del motor se puede definir mediante la siguiente expresión cuando la resistencia del rotor es considerablemente mayor que su reactancia:

$$I_2 = \frac{V_1 s}{R_2}$$

d) Eficiencia del motor

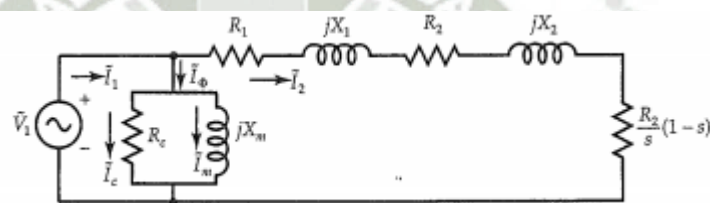
La eficiencia del motor viene dada por la relación entre P_{ag} y P_d , para condiciones ideales se puede dar con la siguiente expresión:

$$n = \frac{Pd}{Pag} = 1 - s$$

2.8.3. Arranque de Motores de Inducción Trifásica

El arranque de los motores de inducción requiere mayor atención debido a que es la base para la implementación de un CCM, lo que se requiere es poder controlar el arranque de motores de diferentes características mediante métodos modernos agrupados dentro de una envoltura metálica, para ello es fundamental conocer el comportamiento de los motores de inducción cuando son arrancados

Ilustración 35
Circuito equivalente aproximado por fase motor de inducción



Fuente: Maquinas eléctricas y transformadores, Guru, Bhag S, tercera edición

En el momento del arranque la velocidad del rotor es igual a cero al permanecer estático y el deslizamiento es igual a uno al no existir movimiento de dichas acotaciones podemos llegar a la siguiente conclusión:

$$I_2 = \frac{V_1}{R_e + jX_e}$$

Las expresiones de R_e y jX_e provienen de los equivalentes de las resistencias y reactancias anteriores.

El valor del par de arranque corresponde a la siguiente expresión:

$$T_{ds} = \frac{3V_1^2 R_2}{\omega_s (R_e^2 + X_e^2)}$$

La corriente de arranque puede llegar a valores de 400 – 800% por el motivo de que la resistencia R_2 (*rotor*) es muy pequeña al momento del arranque; esta

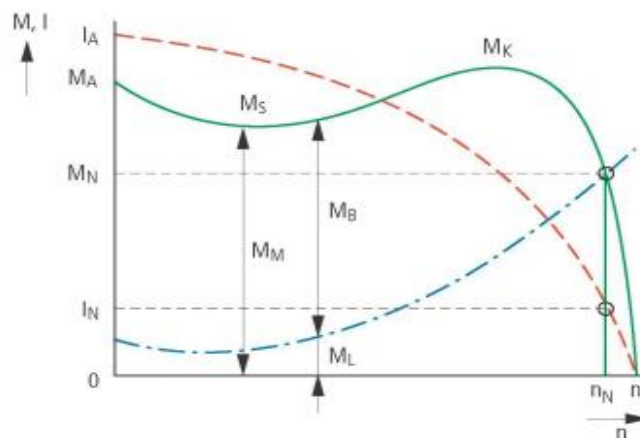
corriente tan grande ocasiona caídas de tensión en la línea ocasionado imperfecciones en la operación de demás cargas alimentadas con la misma fuente de energía.

De la ecuación anterior se pueda resolver lo siguiente:

- La corriente puede reducirse al considerar un voltaje bajo, sin embargo este bajo voltaje accionaria una reducción del torque de arranque, es decir se puede considerar voltajes bajos solo cuando se tiene torque bajos.
- La corrientes puede reducirse si se incrementa la resistencia del motor, sin embargo un aumento en la resistencia ocasionaría un incremento del par de arranque.

A continuación se describirán las características de los 4 tipos de arranque más importantes, así como los que serán aplicados para intereses de nuestro estudio.

Ilustración 36 Curvas Características de un motor de inducción trifásico



Curva característica del arranque de un motor trifásico asincrono.

- I_A = Intensidad de arranque.
- I_N = Intensidad nominal en el punto de trabajo
- M_A = Par de arranque
- M_S = Par de aceleración ($M_S > M_A$)
- M_K = Máximo valor del par
- M_L = Par de la carga
- M_M = Par del motor (punto de trabajo)
- M_N = Par nominal de la carga
- n = Velocidad (valor actual)
- n_N = Velocidad nominal en el punto de trabajo
- n_S = Velocidad de sincronización
($n_S - n_N$ = Velocidad de deslizamiento)

Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

2.8.3.1. Arranque Directo

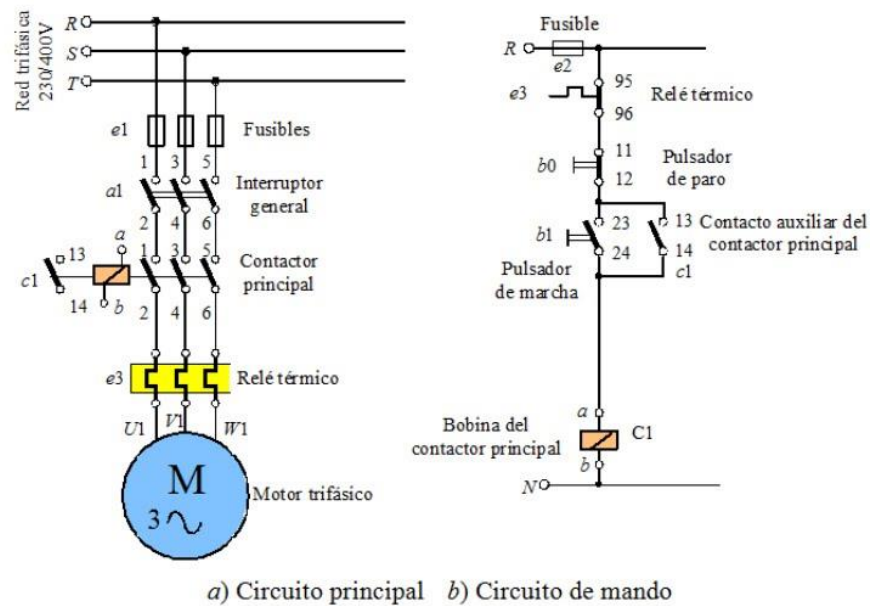
Es el método más sencillo para arrancar un motor de inducción trifásico, se trata de conectar directamente los devanados del estator a la red eléctrica en un proceso de conmutación simple.

Una consecuencia de este método es la obtención de altas corrientes de arranque que podrían causar dificultades en la red como caída de tensión en caso se haya tenido un mal dimensionamiento de los cables alimentadores, generalmente este tipo de arranque se utiliza en motores de baja potencia donde la corriente de arranque no debería de exceder de 60 A, para una tensión de 400V y un arranque de 8 veces la intensidad nominal, es decir un motor con una intensidad de 7.5 A o motores de 4 KW.

Los arranques directos tienen consecuencias generando estrés en los devanados del motor que se hacen visibles en una disminución de la vida de los devanados del motor y por consiguiente la vida útil de los motores.

Cuando se aplica este método de arranque es necesario considerar la instalación de relés térmicos para evitar fallas graves en el rotor como el estator.

Ilustración 37
Esquema común Arranque directo

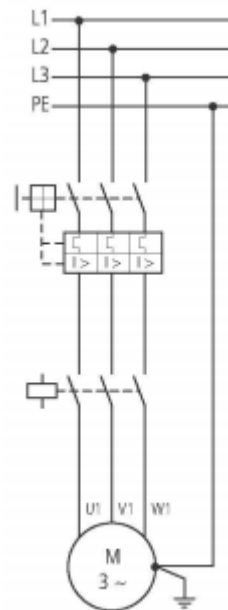


Fuente: Teoría básica de máquinas asíncronas. S.f

En la actualidad con la finalidad de agrupar y reducir espacios se desarrolla componentes conocidos como guarda motores los cuales ofrecen protección contra sobrecargas, cortocircuitos, protección contra fallas de fase, desbalances de fase y protección contra defectos de aislamiento; de esta manera un solo componente ofrece la misma protección que disgregar los componentes independientemente.

Como aplicaciones comerciales se tienen los modelos Schneider LUCA 05BL y los modelos Eaton MSC.

Ilustración 38 Esquema de Arranque directo mediante guarda motores



Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

2.8.3.2. Arranque Estrella - Triangulo

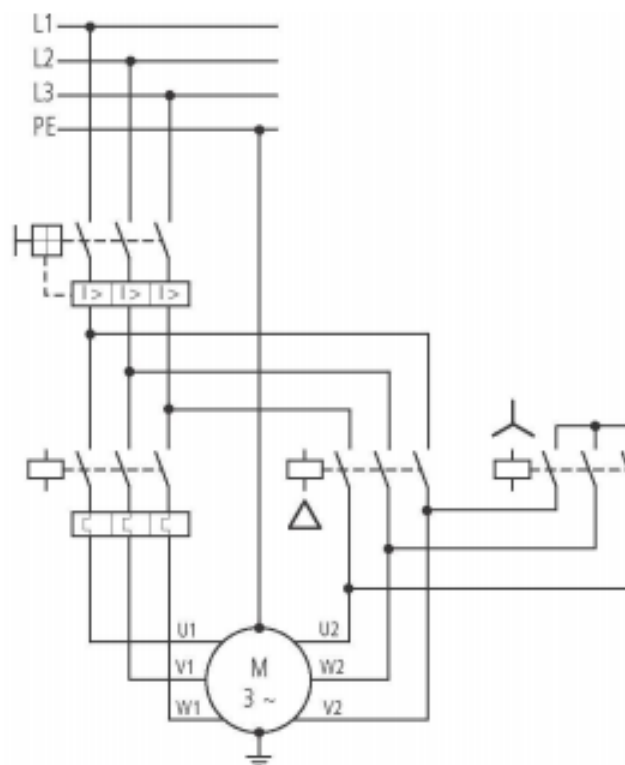
Mediante el arranque estrella – triangulo se realiza una transición entre los devanados, conectando los 6 terminales de los devanados del estator a la red eléctrica mediante una conmutación manual o automática.

En una conexión en triangulo el voltaje del devanado deberá ser igual a la tensión de fase del sistema trifásico, en una conexión en estrella la tensión de red se reduce a la tensión de fase, el par de arranque y la corriente se reducen a 1/3 de los valores de la conexión en triangulo, mediante este método se puede obtener valores de 2 a 2.5 In en el arranque, sin embargo debido a la reducción del par de arranque solo es adecuado para motores con una carga baja o una par de carga que aumenta conforme a la velocidad.

En el transitorio del cambio de estrella a triángulo la corriente cae a cero y la velocidad del motor dependerá de la carga, cuando se completa la transición a triángulo se presenta un aumento significativo en la corriente y la tensión aplicada a los devanados, esto provocara caídas de tensión más débiles que las originadas en un arranque directo estos arranques es recomendable que se utilicen conjuntamente con frenos mecánicos para generar una amortiguación en el sistema.

Se debe utilizar relés temporizadores para poder controlar el tiempo de transición debido a que un cambio demasiado rápido podría originar un corto circuito, se debe tener especial cuidado en las secuencia de fases debido a que una mala conexión podría generar altas corrientes en el arranque e inversión de marcha.

Ilustración 39
Arranque estrella - triángulo



Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

Cuando se arranca con la configuración en estrella, el contactor de estrella puentea los terminales U2, V2 y W2, a continuación se aplica tensión de la red a los terminales U1, V1 y W1, después del tiempo necesario el temporizador desconecta la configuración en estrella y se configura la conexión en triángulo.

2.8.3.3. Arranque *Soft Starter* (Suave)

Los tipos de arranque vistos previamente son métodos prácticos para llevar a cabo el arranque de un motor sin embargo no son la mejor solución debido a que en el primer caso generan corrientes eléctricas muy elevadas y en el segundo caso un cambio brusco en el par del motor que genera estrés.

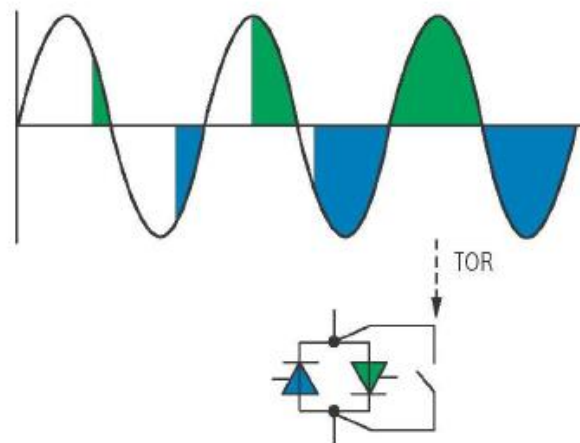
Por medio de los arrancadores suaves o comúnmente conocidos como soft starter presentar una solución a los problemas vistos antes; los soft starter permiten un incremento continuo y lineal del par, permitiendo la posibilidad de una reducción selectiva de la corriente de arranque, la tensión del motor se incrementa gradualmente a partir de una tensión inicial y un tiempo hasta alcanzar su valor nominal a plena carga.

Como se pudo analizar previamente con el voltaje se puede controlar el par del motor teniendo esta una relación cuadrática sobre el par, la fuerza de aceleración se ajusta a través del voltaje aplicado al motor.

Este tipo de arranque permite no solo un cuidado en la vida útil de motores si no un ahorro particular de energía para suprimir picos de corriente.

Los arrancadores soft starter aplican tiristores en cada una de las fases (2 por fase) para la onda positiva y negativa, de esta manera modifican la tensión del motor controlando el Angulo en media onda sinusoidal, hasta así poder llegar a la tensión nominal como se muestra.

Ilustración 40
Control del Angulo de fase y contacto de Bypass



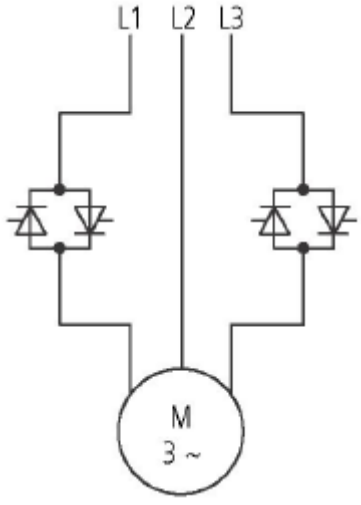
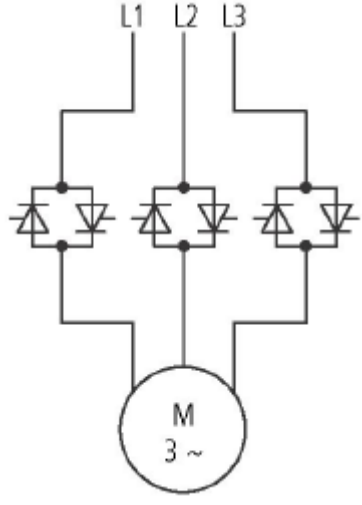
Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

A medida que la tensión crece linealmente los tiristores están controlados y si tiene la onda sinusoidal completa, los tiristores solo permanecen activos durante la rampa de aceleración o durante la rampa de desaceleración y estos se Bypasean a través de contactos de Bypass durante la operación continua.

Tipos de arrancadores soft starter:

Se presenta una diferenciación entre la cantidad de fases controladas y son aplicables según la aplicación y potencia del motor a continuación se presenta una tabla comparativa entre ambos tipos

Tabla 33
Características de arrancadores suaves

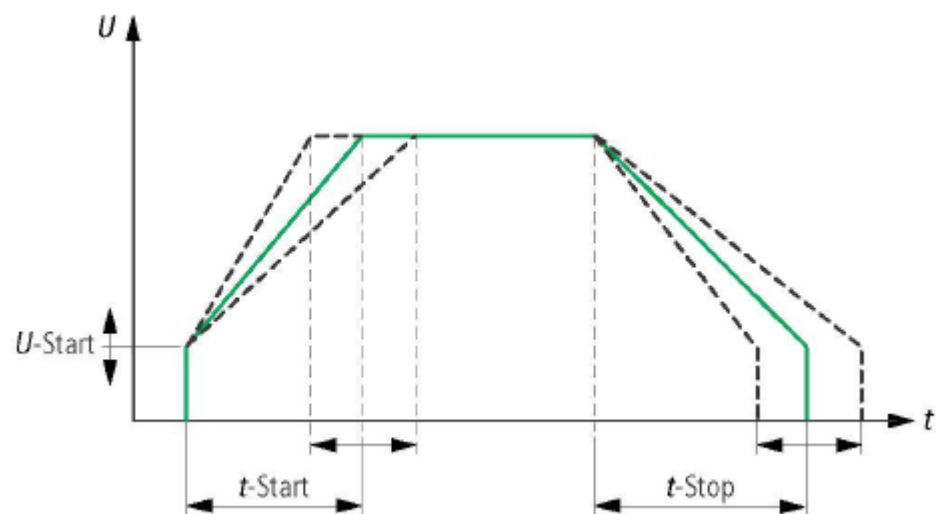
	
<ul style="list-style-type: none"> • Dos fases controladas • Fácil manejo con 3 valores de ajuste (t_{srat}, U_{start}, t_{stop}) • Controlado por tiempo, tensión se comporta de manera lineal • Generalmente Bypass interno • Precio económico para alternativa al arranque estrella triángulo • Configuración solo en línea • Motores pequeños a medianos hasta 250 KW 	<ul style="list-style-type: none"> • Tres fases controladas • Aplicaciones exigentes • Programable • Circuitos de control y lazo cerrado • Limitación de corriente (I_{2t}) y funciones de protección de motor • Comunicación (interface de bus) • Configuración en línea e “in-delta” • Motores a partir de 7.5 KW

Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

El tiempo de aceleración de la unidad será resultado de la configuración de la tensión de arranque U_{star} y el tiempo de rampa T_{star} , hasta llegar a la tensión nominal U_{ln} . La tensión determinara el par de arranque del

motor, analizando una alta tensión de arranque y un tiempo corto en rampa correspondería a un arranque directo, para tener un buen control del arranque del motor se deberá configurar de acuerdo a las condiciones propias del motor y de la carga.

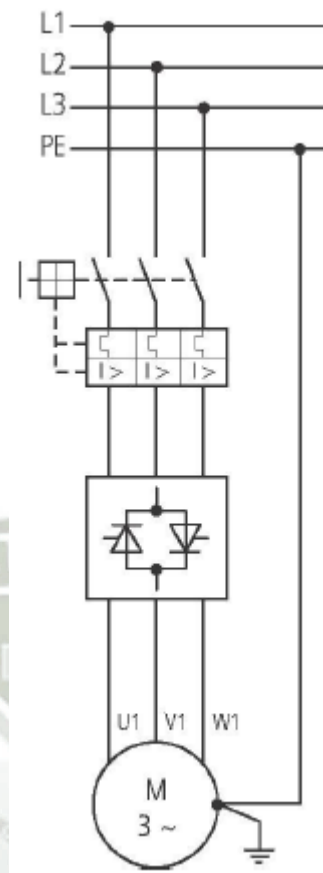
Ilustración 41
Curva de tensión en un arranque soft starter



Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

El tiempo de rampa determinará el cambio en la tensión, los instantes en los que crecerá, se determinará la corriente máxima para adaptar a la unidad (motor + carga), analizando lo anterior obtenemos que altas cargas serán relacionadas con tiempos largos pero se deberá tener especial cuidado con no recalentar los tiristores; en caso no se pueda superar un nivel de corriente se utiliza limitadores de intensidad.

Ilustración 42
Arrancador soft starter configuración "en línea"

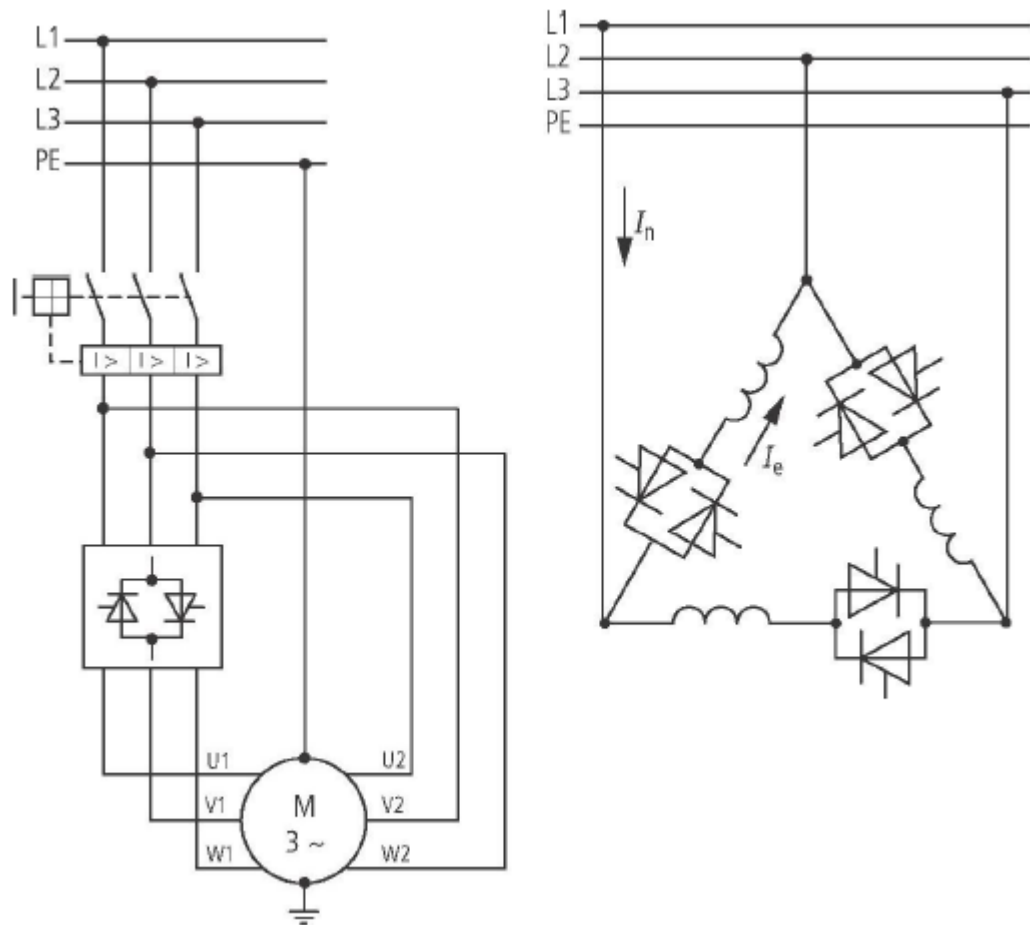


Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

El tiempo de parad se puede seleccionar independientemente del tiempo de arranque debiendo ser este más largo dependiendo de la carga y tiene aplicaciones importantes a nivel industrial para evitar condiciones mecánicas producida por cambios bruscos como golpes de ariete, menor desgaste en cadenas de transmisión, etc.

Los arrancadores suaves que poseen tiristores en sus tres fases permiten una configuración denominada “in – delta”. En este tipo de configuración los bobinados del motor se conectan individualmente en serie con los tiristores en triangulo, asemejando un arranque estrella triangulo pero mediante el control del voltaje, es una aplicación interesante para altas potencias.

Ilustración 43
Alimentación de motor, arrancador suave configuración "in-delta"



Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

2.8.3.4. Arranadores Variadores de Velocidad [VFD]

Cuando se habla de métodos de arranque de motores el variador de frecuencia es por excelencia la mejor solución para proporcionar un arranque continuo y sin cambios escalonados en el proceso de llegada a los parámetros nominales, evita los picos de corriente descartando caídas de tensión en la red eléctrica y repentinas cargas en las partes mecánicas de la maquina evitando el estrés de estas.

Tiene las condiciones de un arrancador soft starter proporcionando un arranque suave y el convertidor de frecuencia que permite el control de la

velocidad del motor que como se vio en el análisis previo se mostró que estaba en directa proporcionalidad con la frecuencia.

Gracias a la aplicación de la frecuencia se puede controlar en un amplio rango las tensiones del motor por ejemplo se puede tener 4V a 0.5 Hz o 400V a 50 Hz, es el método ideal para lograr el control del arranque de motores sin embargo es una solución más costosa a corto plazo, pues no solo se requiere realizar un gasto en el equipo sino que también implica un gasto adicional en la instalación por ejemplo en cableado blindado y filtros; visto desde una inversión a largo plazo se observan los beneficios reflejados en arranque suave de motores que evita el estrés de los mismos, control de la corriente de arranque evitando caídas de tensión en la red eléctrica que pudieran afectar el correcto funcionamiento de otras máquinas eléctricas, eficiencia energética, optimización de procesos todos los anteriores se ven reflejados en un gran beneficio económico.

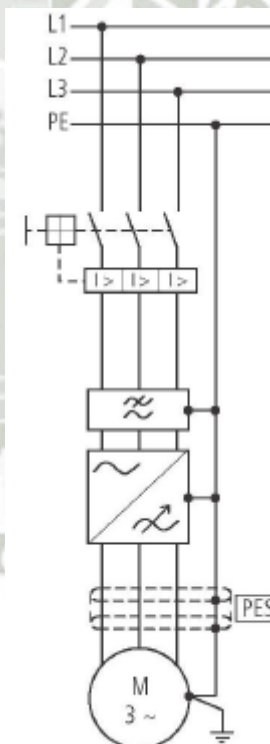
Operativamente los variadores de frecuencia ofrecen una estabilidad en cargas fluctuantes y de alta velocidad, posea al igual que los arrancadores soft starter protección electrónica del motor (I²T), y no requiere la implementación de relés adicionales de sobrecarga viéndose reflejado en una operatividad funcional de los equipos con altos factores de confiabilidad y disponibilidad.

El principio de operación de estos dispositivos se da datos fijos como son el voltaje y la frecuencia que entrega la red eléctrica sobre estos valores transforma en un voltaje continuo mediante un rectificador de onda mas filtro y luego lo devuelve como voltaje alterno trifásico de magnitud y frecuencia variable a la carga a través de in inversor, la onda

resultante de este tratamiento electrónico no es una senoide perfecta, por esta razón es necesario llevar a cabo un estudio de armónicos para limitar estas condiciones.

La potencia reactiva necesaria para la excitación de motores será proveída por condensadores del circuito intermedio; a relación de frecuencia y voltaje es configurada según se requiera la aplicación siendo la más común la relación líneas por las características que posee de producir un torque constante en todo el rango de velocidades o una relación cuadrática que disminuye a medida que baja la velocidad.

Ilustración 44
Alimentación de motor arrancador variador de frecuencia.



Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

Ilustración 45
Características circuito VFD

<ul style="list-style-type: none"> • Rectificador con alimentación trifásica o monofásica • Filtro de interferencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito intermedio DC • Condesadores del circuito intermedio para suavizar a tensión del rectificador y proporcional la potencia reactiva necesaria para el funcionamiento del motor. • Control de la corriente del variados de frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor con IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) • Conmutación de tensión continua con modulación por ancho de pulso sinusoidal ponderado

Fuente: Informe Técnico: IT-EE09(11/11) A

CAPÍTULO III: REQUERIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.1. RESUMEN DEL CAPITULO

En el presente capítulo, se expondrán las características principales de la instalación, que afecten en la elaboración del proyecto. Se mencionarán todas las necesidades de funcionamiento que sean cubiertas a través de la electricidad.

3.2.CONDICIONES AMBIETALES Y UBICACIÓN

El presente proyecto corresponde al Proyecto “Nueva Planta para alimento de mascotas - Molitalia”, ubicado en Av. Chosica 96, Cajamarquilla distrito de Huachipa, provincia de Lima.

Ilustración 46
Ubicación Proyecto



Fuente: Google Earth

Todos los equipos deberán ser diseñados para un servicio pesado operando continuamente 24 horas al día, 7 días a la semana, los 365 días del año, bajo las condiciones ambientales:

- Ubicación: Lima, Huachipa
- Altura: 441m.s.n.m
- Temperatura Máxima: 30°C
- Temperatura Mínima: 8°C

Los equipos instalados en cuartos eléctricos pueden estar sujetos a un rango general de temperatura desde 5 °C a 35 °C. Todos los cuartos con equipos eléctricos interiores deberán ser áreas limpias, filtradas y presurizadas para prevenir el ingreso de contaminantes. Para minimizar el trabajo de terreno, los diseños propuestos deben ser diseños modulares, con equipos instalados, pre-ensamblados y probados en fábrica, en edificios prefabricados previos al despacho.

3.3.SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA

3.3.1. Voltaje de Distribución de la Planta

Los niveles de voltajes utilizados para distribución primaria y servicio serán los indicados a continuación:

Tensión, 380 VAC

Frecuencia, 60 Hz

Arreglo de 03 Conductores, neutro sólidamente aterrado.

Circuitos de Protección y Medición, 220V, 1 Fase.

3.3.2. Sistema de Generación de Emergencia

Se requerirá generadores de emergencia, estos deberá alimentas en 380 / 220 VAC a las áreas críticas que serán señaladas según el flujo del proceso lo requiera. Se deberá realizar la alimentación por medio de un Tablero de Transferencia automática ubicado en la Sub Estación que alimentara a las cargas esenciales.

3.3.2.1. Criterios Para Selección Del Sistema De Emergencia De La Planta

- **Circuito no esencial**

Permite el corte durante cualquier momento y por un periodo de tiempo indefinido, el corte de suministro eléctrico no tiene repercusión a nivel de seguridad ni a nivel productivo.

- **Interrupción larga permitida**

Permite un tiempo de interrupción mayor a 3 minutos

- **Interrupción corta permitida**

Permite un tiempo de interrupción menor a 3 minutos

- **Circuito esencial**

No permite la interrupción del suministro eléctrico, la pérdida del fluido eléctrico viene relacionado con: consecuencias importantes, pérdida de producción, deterioro de instalación, perdida de información de orden confidencial, peligro mortal para ocupantes

Según los parámetros establecidos se puede establecer condiciones de criticidad a tomar en cuenta para determinar la importancia de un circuito:

- Sin criticidad, la carga puede desconectarse en cualquier momento.
- Baja Criticidad, la interrupción del fluido eléctrico causa un fastidio temporal, pero no se tiene un impacto económico inmediato

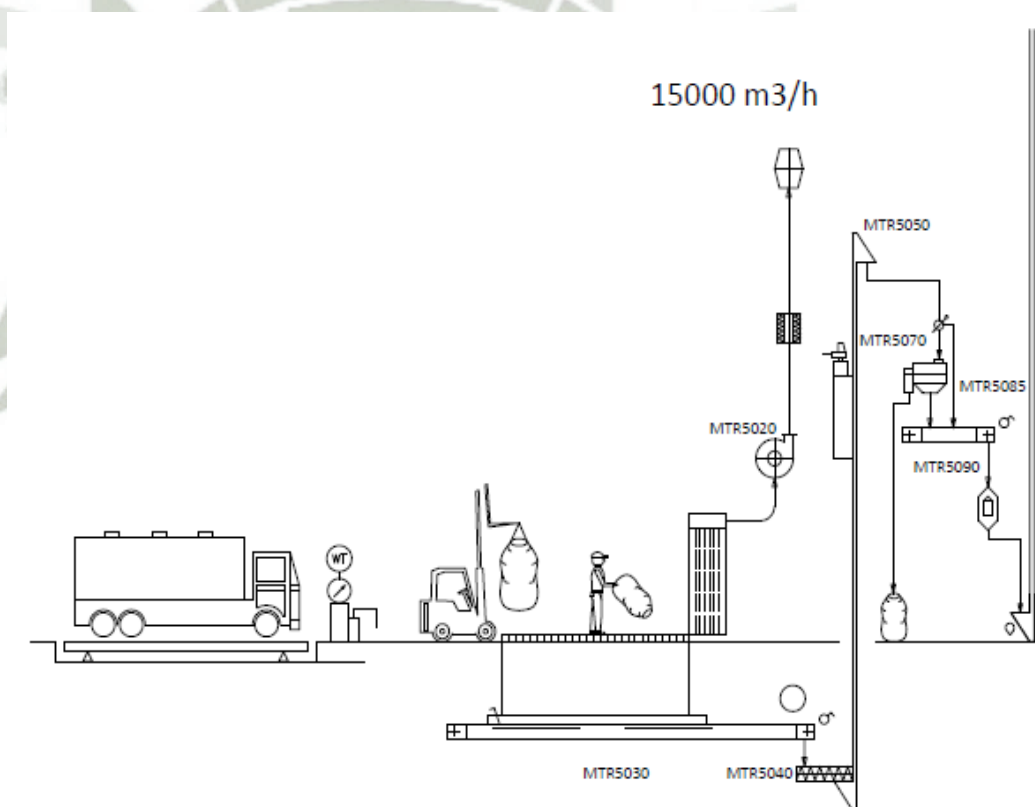
- Media Criticidad, la interrupción del fluido eléctrico ocasiona una parara de producción, si la interrupción continua puede traer efectos negativos económicos.

- Alta Criticidad, la interrupción del fluido eléctrico ocasiona un daño mortal y/o pérdidas económicas inaceptables.

3.4.PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA INSTALACIÓN

- Intake

Ilustración 47
Flow Sheet Intake



Fuente: Molitalia; Flujo de Proceso, Planta para alimento de mascotas.

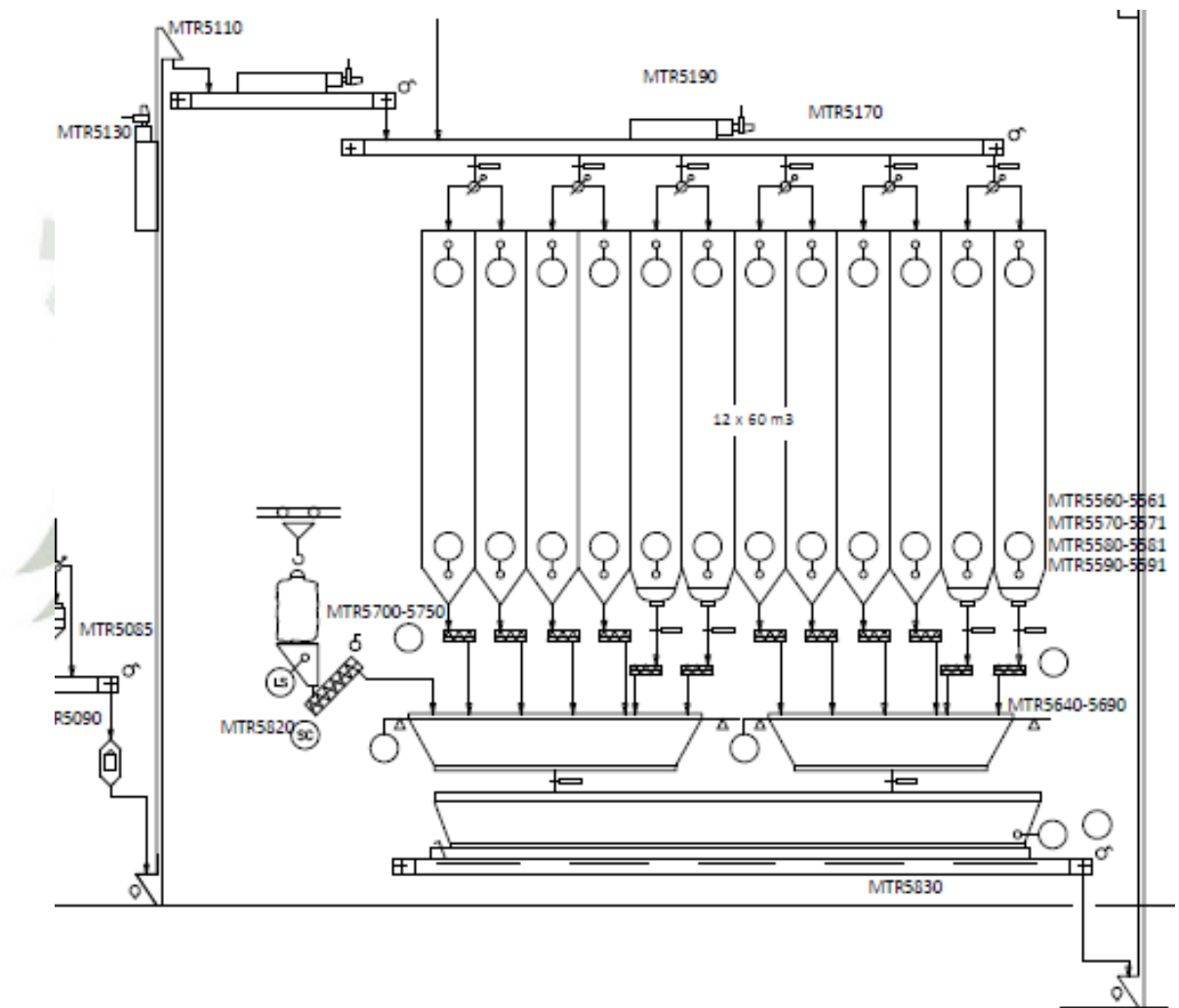
Es el inicio de proceso productivo, consiste en las siguientes actividades:

- Descarga de la materia prima

- Proceso de filtrado de impurezas para posterior etapa de almacenamiento y dosificación

- **Dosing Silos**

Ilustración 48
Flow Sheet Dosing Silos



Fuente: Molitalia; Flujo de Proceso, Planta para alimento de mascotas.

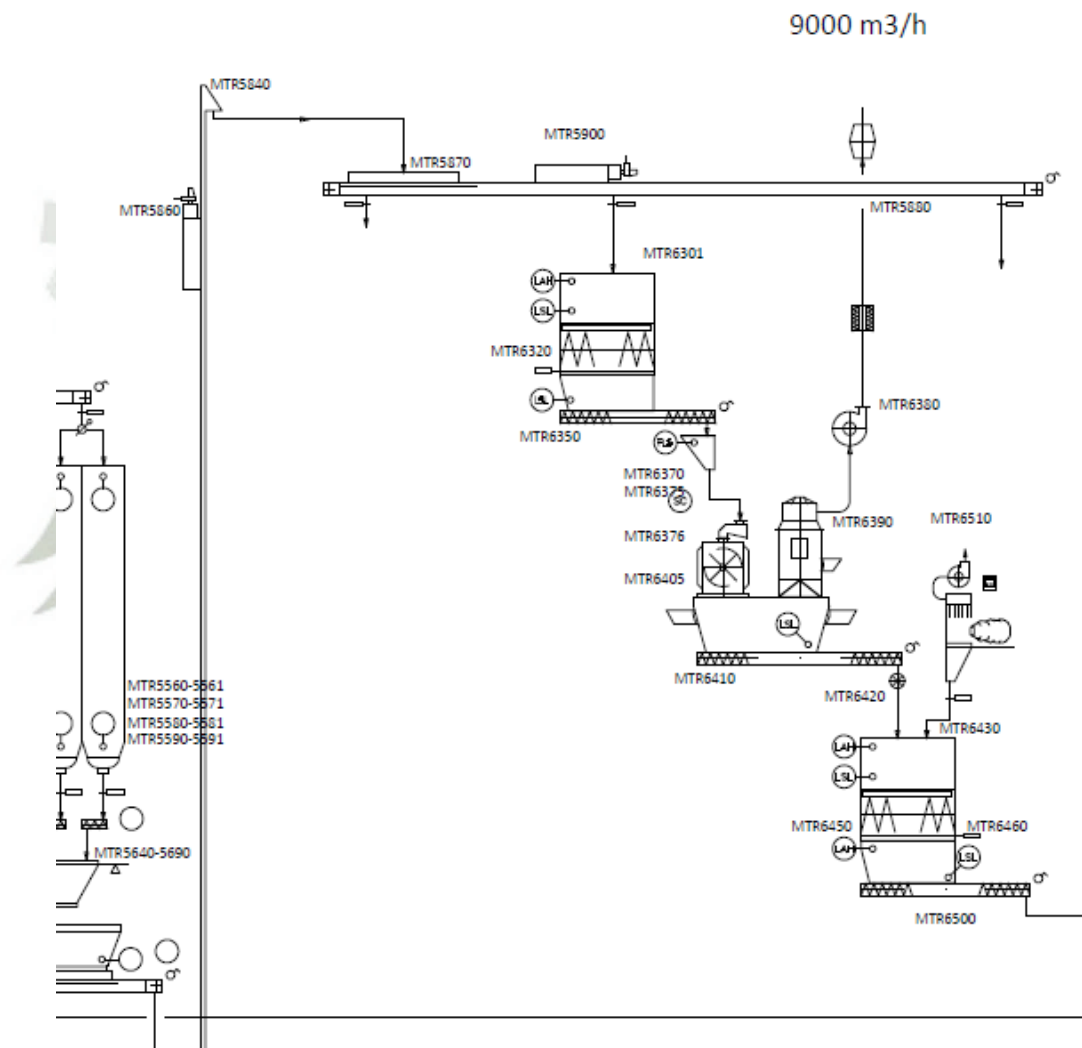
Es la 2da etapa de producción, consiste en las siguientes actividades:

- Distribución de la materia prima a silos contenedores según tipo de MP.

- Dosificación de materia prima a tolvas de pesaje
- Transporte de materia prima a molienda.

- **Milling and Mixing Area**

Ilustración 49
Flow Sheet MIXing Area



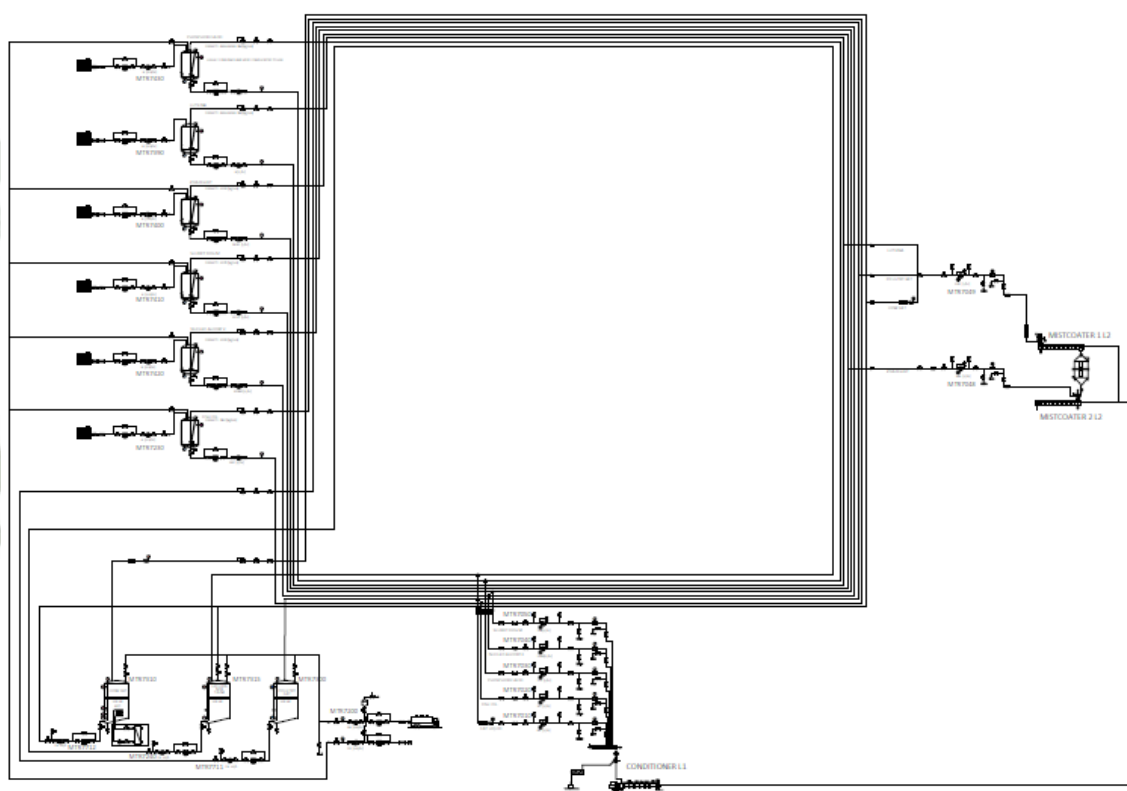
Fuente: Molitalia; Flujo de Proceso, Planta para alimento de mascotas.

Es la 3ra etapa de producción, consiste en las siguientes actividades:

- Pre Mezclado de materia prima

- Molienda de mezclado
 - Homogenización de molienda
 - Transporte de molienda a Extrusión
- **Liquid Intake, Storage and Distribution.**

Ilustración 50
Flow Sheet Liquids Intake, Storage and Distribution



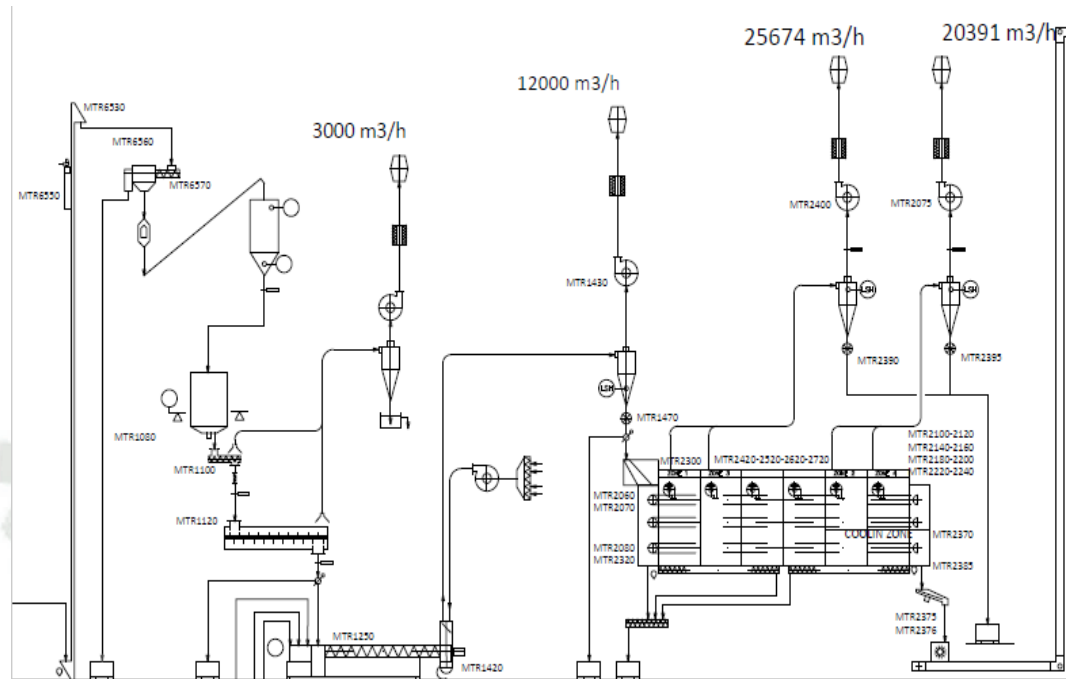
Fuente: Molitalia; Flujo de Proceso, Planta para alimento de mascotas.

Es una etapa externa al ciclo del proceso, pero de fundamental importancia en el proceso de elaboración de comida para mascotas

- Adición de Líquidos (proteínas, grasas, saborizantes, etc.) a las etapas de Extrusión y Coater

- Extrusión and Drying

Ilustración 51
Flow Sheet Extrusion and Drying



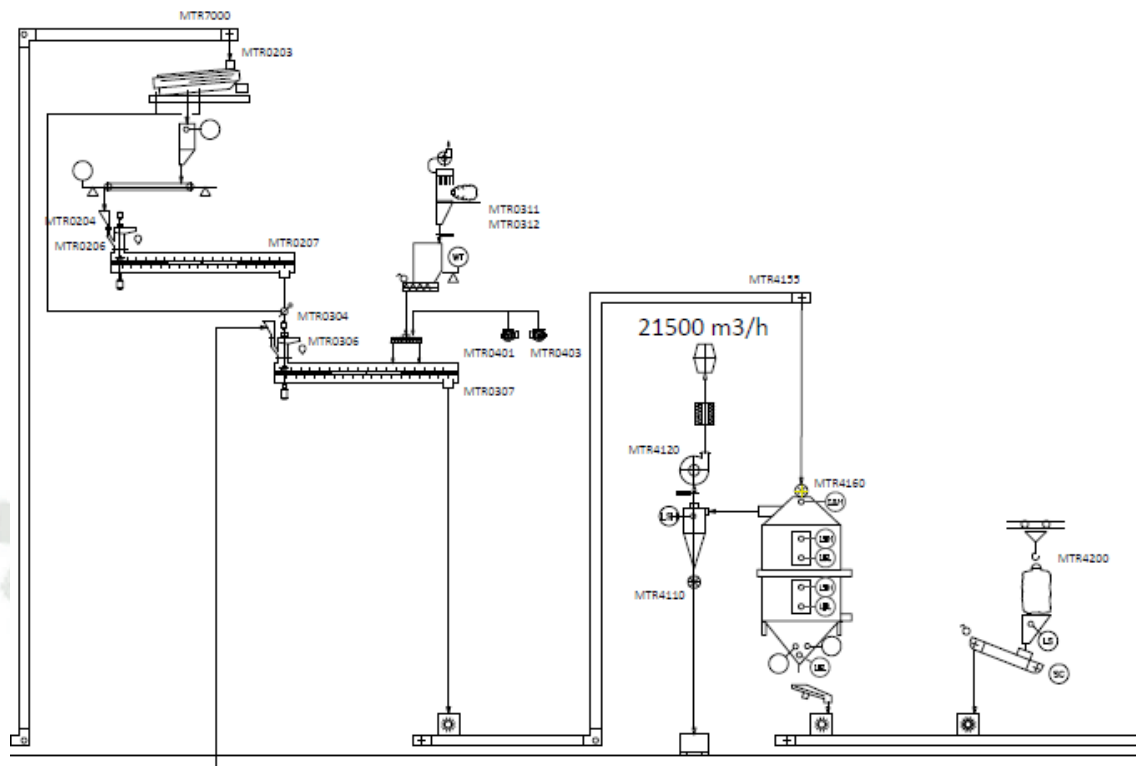
Fuente: Molitalia; Flujo de Proceso, Planta para alimento de mascotas.

Es la 4ta etapa de producción, consiste en las siguientes actividades:

- Pesaje de producto de molienda en tolvas con balanzas de carga
- Extrusión del producto e inyección de líquidos provenientes de Sala de Líquidos
- Transporte del extruido a secadora
- Secado de producto para envase

- Coating and Cooling

Ilustración 52:
Flow Sheet Coating and Cooling



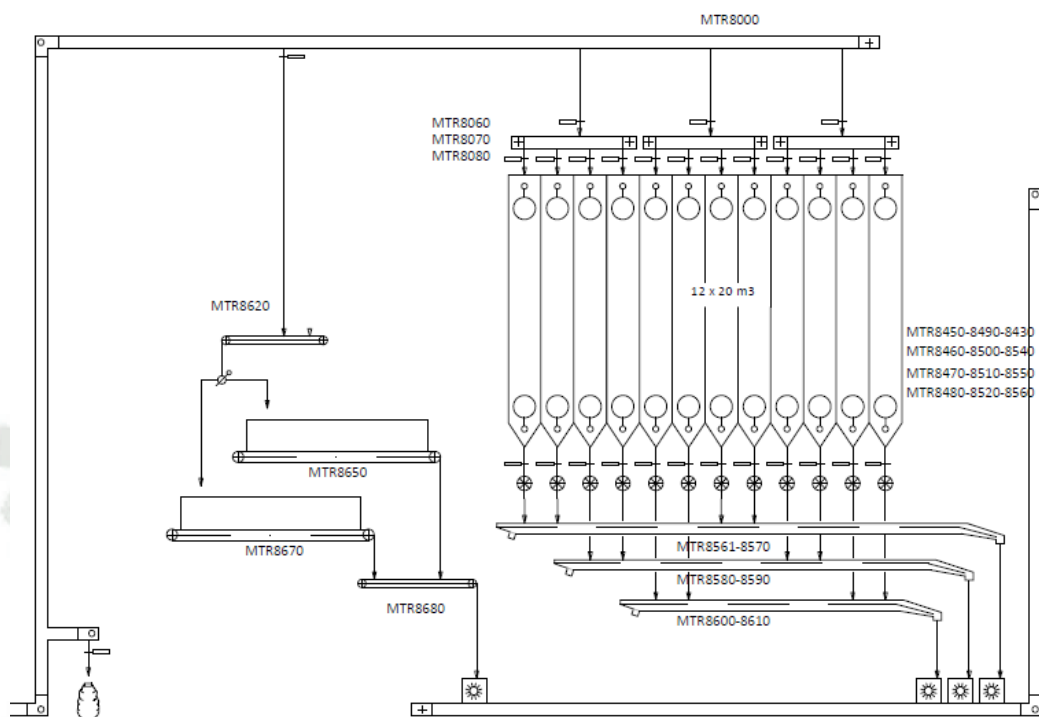
Fuente: Molitalia; Flujo de Proceso, Planta para alimento de mascotas.

Es la 5ta etapa de producción, consiste en las siguientes actividades:

- Adición de líquidos en producto de secado “Pelets Blandos”
- Pesaje de productos en tolva
- Enfriado de producto para posterior paso a almacenamiento de producto terminado (pelets blandos y galletas)

- **Finish product silos**

Ilustración 53
Flow Sheet Finish product silos



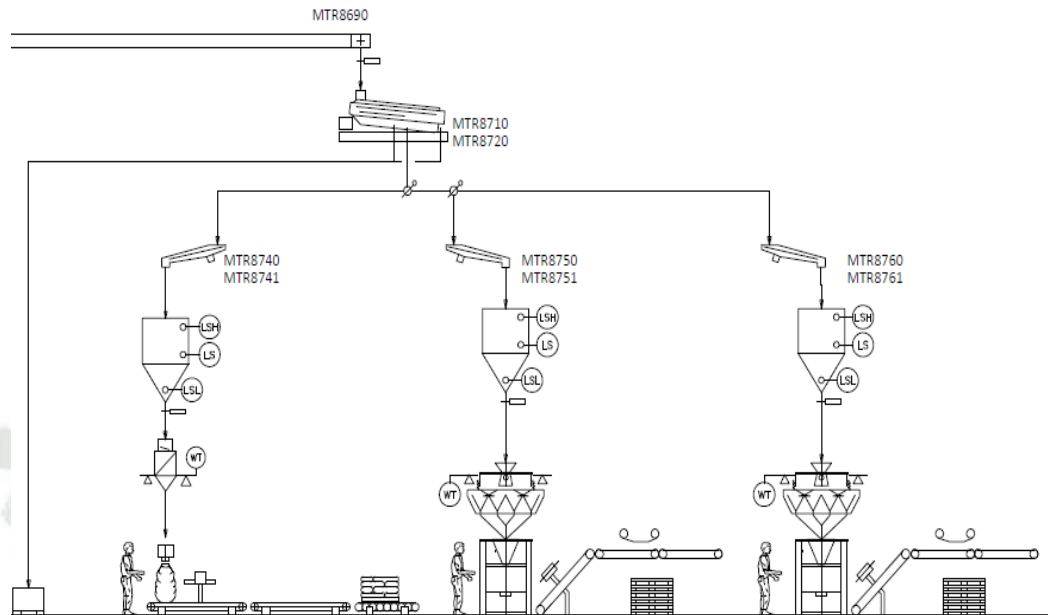
Fuente: Molitalia; Flujo de Proceso, Planta para alimento de mascotas.

Es la 6ta etapa de producción, consiste en las siguientes actividades:

- Transporte de “Pelets Blandos” a silos horizontales
- Transporte de “Galletas” a silos Verticales
- Almacenamiento de la comida para mascota
- Transporte a embazado

- **Bagging OFF**

Ilustración 54:
Flow Sheet Bagging OFF



Fuente: Molitalia; Flujo de Proceso, Planta para alimento de mascotas.

Es la última etapa de producción, consiste en las siguientes actividades:

- Vibración de producto en cámara vibradora
- Embace de producto para distribución

El proceso completo se encuentra en el Plano: Diagrama de Proceso de la fábrica

3.5.DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS ELÉCTRICAS

Es consumo eléctrico total de la planta, incluirá todas las cargas dentro de la instalación.

Es decir se incluyen tanto las cargas de edificios administrativos como de naves y almacenes de uso industrial. Se han establecido como cargas instaladas las siguientes:

Tabla 34
Potencia Instalada Total

CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA [KW]
GARITA	14.81
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	79.54
PLANTA PROCESOS	126.70
ENVASADO	98.59
ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS	57.66
EDIFICIO AUXILIAR	65.31
ALMACEN DE INSUMOS	77.62
SE Y CIRCUITOS TABLEROS	6.53
BOMBAS DE AGUA	44.46
CALDERO - COMPRESOR	101.40
BOMBAS DESAGUE	23.57
SISTEMA ACI	7.41
LINEA DE PRODUCCION 1	1358.44
TOTAL	2052.94

Fuente: Elaboración Propia con Información de Molitalia S.A.
Proyecto planta de alimento para Mascotas, Cajamarquilla

Esta carga total será alimentada por el suministro eléctrico contratado. La carga principal es la Línea de Producción 1, la cual será el objeto de estudio principal del presente proyecto. Sus cargas están distribuidas por zonas como muestra la **Tabla 35**, y contienen gran cantidad de máquinas eléctricas asíncronas, de diversas potencias y características, las cuales están detalladas en el Anexo N°4: Listado de Motores por MCC, y entre las cuales se consideran dos cargas especiales (CE) por su gran potencia. La Línea de Producción será de funcionamiento constante durante todos los días del año, salvo fallas

grandes imprevistas y reparaciones mayores programadas. Todos los demás circuitos presentan un comportamiento variable.

Tabla 35
Potencia Instalada de Línea de Producción

TAG	DATOS DE LAS CARGAS	
	DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]
MCC	INTAKE AND DOSING	192.20
MCC	MILLING AND MIXING	197.80
CE	HAMMERMILL	280.00
MCC	EXTRUDER	80.50
CE	EXTRUSOR	280.00
MCC	DRYER	179.18
MCC	LIQUIDS AND COATER	92.36
MCC	FINISH LINE	56.40
TOTALES		1358.44

Fuente: Elaboración Propia con Información de Molitalia S.A.
Proyecto planta de alimento para Mascotas, Cajamarquilla

Según los factores de potencia individuales de los equipos, se definirá un factor de potencia total de la carga más importante la Línea de Producción 1, para los demás circuitos se tiene un factor de potencia y su comportamiento definido por la empresa.

3.6.REQUERIMIENTOS DE ARRANQUE SEGÚN DESEMPEÑO

Como se estudió previamente CAPITULO 2, es fundamental determinar el tipo de arranque de los motores de inducción, con la finalidad de poder optimizar consumos de energía y tener un mejor control del motor en estado estable. Para ello se determinara el tipo de arrancador de motor basándose principalmente en dos criterios:

1. Potencia del motor
2. Fluctuaciones en la carga del motor.

Para el siguiente estudio se clasificaran los tipos de arranque en 03 grupos distintos, dentro de los cuales se definirán los arrancadores para todos los motores de la Fábrica.

- Arrancadores Directos [Direct On Line - DOL]
- Arrancadores Suaves [Soft Starter - SOFT]
- Arrancadores Variadores de Velocidad [Variable Frequency Drive- VFD]

En el anexo N°4: Listado de Motores por MCC se presenta la relación de motores separados en las distintas áreas del proceso y determinando el tipo de arranque requerido



CAPÍTULO IV: INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1.RESUMEN DEL CAPÍTULO

En el presente capítulo se realizará el cálculo justificativo, que permitirá cumplir con los objetivos planteados y darle una solución al problema identificado. Todos los cálculos sirven para el diseño y selección de componentes y para obtener los resultados de beneficios técnicos en el consumo y en la producción.

4.2.DISEÑO DE INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

4.2.1. Suministro Eléctrico

Para determinar el suministro eléctrico requerido, es necesario determinar todas las cargas que estarán presentes en la instalación. Para esto se realiza un estudio de máxima demanda de las cargas, el cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 36
Cuadro de Máxima Demanda de la instalación

CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA [KW]	MAXIMA DEMANDA [KW]
GARITA	14.81	11.11
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	79.54	71.58
PLANTA PROCESOS	126.70	114.03
ENVASADO	92.79	83.51
ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS	57.66	51.90
EDIFICIO AUXILIAR	62.01	55.81
ALMACEN DE INSUMOS	77.62	69.86
SE Y CIRCUITOS TABLEROS	6.53	5.88
BOMBAS DE AGUA	44.46	44.46
CALDERO - COMPRESOR	101.40	91.26
BOMBAS DESAGUE	23.57	23.57
SISTEMA ACI	7.41	6.67
LINEA DE PRODUCCION 1 (*)	1358.44	1018.83
TOTAL	2052.94	1648.46

Fuente: Elaboración Propia con Información de Molitalia S.A. Proyecto planta de alimento para Mascotas, Cajamarquilla

Los datos presentados en la **Tabla 36** han sido brindados por la empresa Molitalia, a excepción de la Línea de Producción 1, cuyos valores mostrados han sido resultado de un estudio desarrollado más adelante, siendo este circuito, el objeto principal de estudio del presente proyecto.

Se tiene una carga instalada superior a 2000 KW, proyectándose un suministro eléctrico en media tensión. Esto involucrará el diseño de una subestación eléctrica a cargo del usuario para transformar la media tensión a baja tensión para su uso final dentro de sus instalaciones. Se verifica en la que el concesionario eléctrico de la zona tiene una línea de 22.9 KV frente a la instalación, tomando esta línea como punto de suministro.

Ilustración 55 **Línea de alimentación en Media Tensión**



Fuente: Osinergmin. Mapa Nacional de Media Tension
<http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/Paginas/mapaMT/index.html>

Con la información presentada se proyecta un suministro eléctrico en media tensión (22.9 KV) desde una línea eléctrica frente a la instalación. Para dicho fin se ha de diseñar una subestación eléctrica con una capacidad instalada 2052.94 KW y

una máxima demanda de 1648.46 KW constituida por un transformador de 2500 KVA, 22.9/0.4-0.23 KV, 60 Hz.

Se definiría con la empresa concesionaria del servicio eléctrico en la zona un punto de diseño como punto de partida para el suministro eléctrico, el cual estará en su línea aérea de media tensión, y desde el cual se diseñara el alimentador principal enterrado para la subestación eléctrica del usuario, proyectada a una distancia de 0.05 Km.

Ilustración 56 **Punto de Diseño para Suministro eléctrico**



Fuente: Google Maps

Para la línea de 22,9 KV, la compañía eléctrica especifica un valor de potencia de cortocircuito de 250 MVA.

4.2.2. Cálculos Justificativos en Media Tensión

Bases del Cálculo

Caída de tensión permisible en la red.....	5% (VN)
Tensión nominal.....	22.9 KV
Potencia de Cortocircuito (Scc).....	250 MVA
Potencia Máxima de Diseño de la subestación (Sn).....	2500 KVA
Máxima Demanda.....	1648.46 KW
Factor de potencia:....	0.86
Tiempo de actuación acción de la protección.....	0.02 seg.
Frecuencia en:.....	60 HZ
Longitud de línea.....	0.05 km

1. Cálculo de la Corriente Nominal

Para el sistema primario de alimentación en media tensión con los parámetros de cálculo definidos, calculamos la intensidad de corriente primaria con la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

Donde:

I_n : Intensidad nominal primaria [A]

S: Potencia de Diseño del Transformador [KVA]

V_n : Voltaje nominal de servicio [KV]

Reemplazando:

$$I_n = \frac{2500}{\sqrt{3} \cdot 22.9} = 63.03 A$$

Para dicha corriente se aplican los siguientes factores de corrección recomendados por el fabricante de cables en base a la norma IEC 60287¹⁸ para conductores enterrados:

- Factor de corrección por profundidad de enterrado: 0.97 para 100cm
- Factor de corrección para conductores en ductos de longitud superior a 15 metros: 0.8
- Factor de corrección por proximidad de cables enterrados (*considerar en caso de posible ampliación y nuevo suministro): 0.89 para distancia más alejada
- Factor de corrección para temperatura: 1.04 para 20°C (temp. Promedio)
- Factor equivalente:

$$F. Corr. = 0.97 \cdot 0.8 \cdot 0.89 \cdot 1.04 = 0.7183$$

Corrigiendo en el valor de la intensidad nominal:

$$I_{corregida} = \frac{I_n}{F. Corr.} = \frac{63.03}{0.7183} = 87.75A$$

Se determina a partir de la corriente de diseño un conductor N2XSY 18/30KV con sección nominal 50mm² y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), con una corriente máxima de diseño de 235 A, superior a nuestra corriente calculada. Se define entonces el conductor 3-1x50mm², 18-30KV, XLPE para el suministro en media tensión.

¹⁸ Ceper Cables, Catálogo de Información técnica: Cables de Media Tensión. 2016

2. Cálculo de la Corriente de Corto Circuito

Con las bases del cálculo definidas, calculamos la intensidad de corriente trifásica para el lado de media tensión con la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

Donde:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito primaria [KA]

S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red [MVA]

V_n : Voltaje nominal de servicio [KV]

Reemplazando:

$$I_{cc} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 22.9} = 6.3019 \text{ KA}$$

Para verificar que nuestro conductor de diseño cumple el parámetro de cortocircuito, es necesario calcular la corriente de cortocircuito para el conductor con la siguiente expresión en base a la IEC 60949¹⁹ :

$$I_{cc}(cond) = \frac{S \cdot k}{\sqrt{t}} \cdot 10^{-3}$$

Donde:

$I_{cc}(cond)$: Intensidad de cortocircuito en el conductor [KA]

S: Sección del conductor [mm²]

t: Duración de corto circuito, tiempo actuación protección en red [seg]

k: Coeficiente de calentamiento de conductor para CC, para aislamiento XLPE k=143(Cu), k=92(Al), para aislamiento PVC k=115(Cu), k=75(Al)

Reemplazando:

¹⁹ Ceper Cables, Catálogo de Información técnica: Cables de Media Tensión. 2016

$$I_{cc}(cond) = \frac{50 \cdot 143}{\sqrt{0.02}} \cdot 10^{-3} = 50.56 \text{ KA}$$

Se realiza la comparación de la intensidad de corto circuito calculado con la del conductor:

$$6.3019 \text{ KA} < 50.56 \text{ KA}$$

La corriente de cortocircuito para el conductor es significativamente mayor a la calculada para el suministro, por lo tanto no hay problema con el conductor seleccionado.

3. Cálculo de la Caída de Tensión

Para suministros de media tensión la caída de tensión suele ser significativa para grandes distancias. De todas maneras es necesario realizar la comprobación a través de la siguiente expresión:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I_n \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \cdot L$$

Donde:

ΔV : Caída de Tensión [V]

I_n : Intensidad de Corriente nominal [A]

R: Resistencia del conductor [Ω /km]

X: Reactancia del conductor [Ω /km]

L: longitud del conductor [km]

Para nuestro conductor seleccionado:

R: 0.494 Ω /km X: 0.246 Ω /km

Reemplazando los valores en la ecuación:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot 87.75 \cdot (0.494 \cdot 0.86 + 0.246 \cdot 0.51) \cdot 0.05$$

$$\Delta V = 4.18 \text{ V}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V_n} \cdot 100\% = \frac{4.18}{22900} \cdot 100\% = 0.0183\%$$

Como se puede comprobar, para el suministro en media tensión proyectado la caída de tensión es mínima y no excede los límites permisibles.

4.2.3. Diseño de Subestación Eléctrica MT/BT

Dadas las características de la instalación, se va a plantear una subestación eléctrica para el cliente del tipo interior con acometida subterránea. Los componentes partes del estudio para el diseño de la subestación serán la aparamenta en Media tensión y el transformador de potencia MT/BT. Los cuadros y componentes en baja tensión no forman parte del presente estudio.

La acometida para la subestación será a partir del punto de suministro de la concesionaria a 22,9 KV, trifásico, 60HZ, mediante cable de energía 3-1x50mm² N2XSY enterrado a 1.0m de profundidad.

1. *Aparamenta Media Tensión*

La aparamenta o equipo de media tensión incluye seccionadores, seccionadores de puesta a tierra, interruptores-seccionadores (disyuntores) y según el diseño interruptores automáticos y fusibles. Estos elementos protegen la instalación ante intensidades de corto circuito y sobretensiones. En la actualidad es común encontrar dichos elementos agrupados en celdas bajo envolvente mecánica, donde están agrupados de manera que permitan un correcto funcionamiento ante las fallas. Antes esto para su selección se debe tener en cuenta los siguientes parámetros²⁰:

²⁰ En base a: Schneider Electric; Centros de Transformación MT/BT. Noviembre 2000

- Tensión asignada.....24 KV
- Nivel de Aislamiento asignado
 - A frecuencia industrial.....50 KV
 - A impulso tipo rayo (valor de cresta).....125 KV
- Frecuencia asignada.....60 HZ
- Intensidad asignada en servicio continuo.....630 A
- Intensidad admisible de corta duración.....25 KA
- Intensidad admisible para valor de cresta.....50 KA

Se debe precisar además que los seccionadores deben ser bajo carga en SF6 para la extinción del arco eléctrico.

Para la subestación eléctrica se planteará el diseño de las siguientes celdas que bajo los parámetros descritos previamente contendrán la aparamenta en media tensión:

- Celda de llegada: con remonte para embarrado horizontal superior y transformador de tensión para medición.
- Celda de medición y protección: con equipo multifunción de medición de energía y relés de protección. Con transformadores de intensidad para medición y protección.
- Celda de protección de transformador: previa subida con remonte con relés de protección para transformador de potencia.

El diagrama unifilar con las celdas descritas se encuentran en el Plano:
Diagrama unifilar de Subestación Eléctrica.

2. Transformador de Potencia MT/BT

Con los parámetros de la instalación el transformador de potencia será de 2500 KVA, siendo este un valor normalizado y con tensiones en el primario de 22.9 KV y en el secundario de 380/220 V, o los valores normalizados 400/230 V.

Es necesario definir el tipo constructivo del transformador. Se recomienda un transformador bañado en aceite sobre un transformador seco por su menor costo, menores pérdidas de vacío, mayor resistencia a sobretensiones y menor nivel de ruido. Se proyecta entonces un transformador bañado aceite mineral con los siguientes parámetros de selección:

- Potencia nominal 2500 KVA
- Frecuencia nominal 60 HZ
- Tensión nominal primaria 22900 V
- Tensión nominal secundaria
 - Entre fase 400-380 V
 - Fase-neutro 230-220 V
- Grupo de Conexión Dyn5
- Tensión de Cortocircuito 6.75%
- Acceso a Neutro Secundario
- Esquema de conexión a tierra TN-S
- Altitud de servicio hasta 1000m.s.n.m

Para transformadores en aceite es necesario además contar con protecciones de temperatura y el relé Buchholz para el depósito conservador de aceite. Además es necesario incluir como parte de la obra civil un tanque

sumidero de contingencia que pueda almacenar la totalidad del aceite contenido en el transformador en caso de derrame.

El arreglo físico de la Subestación Eléctrica se encuentra en el Plano: Arreglo de Subestación Eléctrica y Sala de Baja Tensión.

Un análisis detallado del diseño de la subestación deberá incluir cálculos de esfuerzos mecánicos, de puesta a tierra, pararrayos y de la ventilación de la subestación.

4.3.DISEÑO DE INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN

4.3.1. Cantidad de MCC de la Instalación

La cantidad de MCC requeridos será determinada basándose principalmente en 2 parámetros:

- Agrupamiento de motores dispuestos en una etapa específica del proceso

Para ello recopilamos las distintas áreas del proceso:

- Intake
- Dosing Silos
- Milling
- Mixing
- Liquid Intake, Store and Distribution
- Extrusion
- Drying
- Coating
- Finish Product Silos
- Bagging Off

Ver Anexo N°3: Listado de Motores

- Cantidad de motores de las distintas áreas y potencia nominal requerida.

Ver Anexo N°4: Listado de Motores por MCC

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores podemos definir el número de MCC como viene a continuación:

- MCC – Intake and Dosing 38 Motores
- MCC – Milling and Mixing 19 Motores
- MCC – Extruder 15 Motores
- MCC – Dryer 29 Motores
- MCC – Liquids and Coater 32 Motores
- MCC – Finish Line 35 Motores

Teniendo un número total de 06 Centro Control de Motores MCC, que no incluyen motores de gran potencia considerados como cargas especiales.

4.3.2. **Calculo Justificativo de Máxima Demanda**

Para la determinación de Máxima Demanda y Potencia Instalada se tomaran en consideración los parámetros establecidos en la sección 050 del Código Nacional de Electricidad Utilización Perú y la Normativa Internacional IEC.

Las cargas individuales no operan necesariamente conforme a su potencia nominal máxima ni funcionan simultáneamente al mismo tiempo, para poder determinar la máxima demanda real de una instalación es necesario poder reflejar los valores de simultaneidad y utilización en la potencia activa máxima y la potencia máxima aparente.

- Factor de simultaneidad [fs]

El factor de simultaneidad deberá ser aplicado a un grupo de cargas, estos factores obedecen a la experiencia así como el conocimiento detallado del flujo del proceso y es individual para una aplicación.

Para consideraciones de nuestro estudio consideraremos un Factor de Simultaneidad [Fs] de 1, se considera este valor tomando en cuenta que se trata de un proceso productivo en serie de operación continua por lo tanto sería riesgoso considerar un valor menor.

- Factor de utilización [fu]

Es común que consumo de potencia de una carga sea menor que su potencia nominal, esta condición hace necesaria la aplicación de factor de utilización o demanda, este es un factor que se aplica directamente a la carga de manera individual y al igual que el factor de simultaneidad obedece a la experiencia y el conocimiento del flujo de un proceso.

Para consideraciones de nuestro estudio consideraremos un Factor de Utilización [Fu] de 0.75, se considera este valor tomando en cuenta las recomendaciones de Schneider Electric y las fluctuaciones en la carga posibles del proceso

En resumen para determinar la Máxima Demanda se aplicara la siguiente fórmula:

$$MD = PI * Fs * Fu$$

Donde:

MD : Máxima Demanda [Kw]

PI : Potencia Instalada [Kw]

Fs : Factor de Simultaneidad

Fu : Factor de Utilización

Los resultados se exponen en el Anexo N°5: Máxima Demanda Línea de producción 1.

4.3.3. Cálculo Justificativo de Flujo de Carga y Corto Circuito

En una instalación eléctrica es de suma importancia poder determinar los valores de la corriente de cortocircuito trifásico [I_{cc}], en distintos estratégicos de la instalación, de esta manera se podrá utilizar estos valores para poder seleccionar equipamiento de la instalación eléctrica como cables, dispositivos de protección entre otros.

A continuación se desarrollarán los parámetros requeridos para determinar el comportamiento de la corriente eléctrica trifásica en distintos puntos estratégicos de la instalación de baja tensión.

- **Corriente de cortocircuito en los terminales secundarios del transformador de potencia.**

Para determinar la corriente de cortocircuito en los terminales secundarios del transformador se aplicará la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{I_n \times 100}{U_{cc}}$$

Donde:

I_{cc}	:	Intensidad de cortocircuito trifásico	[A]
I_n	:	Intensidad nominal trifásica	[A]
U_{cc}	:	Tensión de cortocircuito del transformador	[%]

Tabla 37
Tensión de Cortocircuito del Transformador de Potencia

Intensidad del transformador en kVA	U_{cc} en %	
	Tensión secundaria en circuito abierto	
	410 V	237 V
50 a 630	4	4
800	4,5	5
1.000	5	5,5
1.250	5,5	6
1.600	6	6,5
2.000	6,5	7
2.500	7	7,5
3.150	7	7,5

Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider Electric, Barcelona, España, 2003

Tabla 38
Valores de resistencia, reactancia e impedancia para transformadores con bobinado 20 KV

Tensión	$U = 237 V$				$U = 410 V$				
	Potencia nom. del transformador	$U_{cc}\%$	R_{tr} (m Ω)	X_{tr} (m Ω)	Z_{tr} (m Ω)	$U_{cc}\%$	R_{tr} (m Ω)	X_{tr} (m Ω)	Z_{tr} (m Ω)
100		4	11,79	19,13	22,47	4	35,3	57,23	67,24
160		4	5,15	13,06	14,04	4	15,63	39,02	42,03
250		4	2,92	8,5	8,99	4	8,93	25,37	26,90
315		4	2,21	6,78	7,13	4	6,81	20,22	21,34
400		4	1,614	5,38	5,62	4	5,03	16,04	16,81
500		4	1,235	4,32	4,49	4	3,90	12,87	13,45
630		4	0,92	3,45	3,57	4	2,95	10,25	10,67
800		4,5	0,895	3,03	3,16	4,5	2,88	9	9,45
1.000		5,5	0,68	3,01	3,09	5	2,24	8,10	8,405
1.250						5,5	1,813	7,16	7,39
1.600						6	1,389	6,14	6,30
2.000						6,5	1,124	5,34	5,46

Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider Electric, Barcelona, España, 2003

- **Corriente de cortocircuito trifásico en la red de baja tensión**

Para determinar la corriente de cortocircuito en los terminales secundarios del transformador se aplicara la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} Z_t}$$

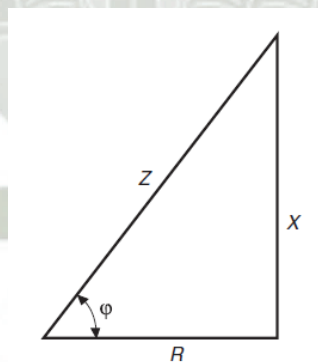
Donde:

I_{cc}	:	Intensidad de cortocircuito trifásico	[A]
Z_t	:	Impedancia total por fase aguas arriba	[A]
U	:	Tensión de la red	[V]

Es decir calcular la corriente de cortocircuito trifásica en un punto de la instalación de baja tensión se resumirá a determinar la impedancia total aguas arriba de donde se produjo el defecto; como es de conocimiento la impedancia se compone en dos partes la parte resistiva [R] y la parte inductiva [X], la reactancias influirán principalmente cuando se trate de grandes calibres mayores por lo generar a 50 mm².

La impedancia al igual que la potencia se puede descomponer en un triángulo de impedancias como se ilustra a continuación:

Ilustración 57
Diagrama de impedancias



Fuente: Propia

Para determinar la resistencia y reactancia de los componentes eléctricos de la instalación, se procederá realizando la suma aritmética de los elementos resistivos e inductivos con la finalidad de obtener la suma total aguas arriba

del punto determinado de falla, a continuación se aplicara la siguiente expresión:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Donde:

Z_t	:	Impedancia total aguas arriba	[A]
R_t	:	Resistencia total aguas arriba	[A]
X_t	:	Reactancia total aguas arriba	[V]

- **Valores característicos de impedancia según dispositivo eléctrico**

Se tomara las recomendaciones de Schneider Electric, continuación se exponen los valores de impedancias según dispositivo eléctricos:

- Interruptores automáticos

En circuitos de BT, se debe tener en cuenta la impedancia de los interruptores automáticos aguas arriba de donde se encuentra el defecto. El valor de reactancia que se suele tomar es $0,15 \text{ m}\Omega$ por interruptor automático, mientras que se ignora la resistencia.²¹

- Barras conductoras

La resistencia de las barras conductoras suele ser despreciable, por lo que la impedancia es reactiva casi por completo, y alcanza una longitud aproximada de $0,15 \text{ m}\Omega/\text{metros}(2)$ para las barras conductoras de BT²²

- Conductores del circuito

Para determinar la resistencia se utiliza la siguiente expresión:

$$R_c = \rho \frac{L}{S}$$

²¹ Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, cuarta edición, 2010

²² Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, cuarta edición, 2010

Donde:

ρ : Resistividad del material conductor [m Ω . mm²]

L : Longitud del conductor [m]

S : Seccion del conductor [mm²]

Para determinar la reactancia se utiliza la siguiente expresión:

$$X_c = 0.08 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2 L$$

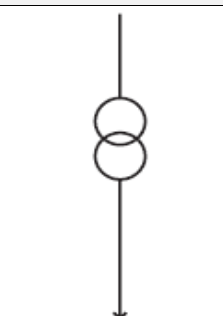






Donde:

L : Longitud del conductor [m]

Para desarrollar los valores de cortocircuito se determinaran posibles lugares de falla críticos, de esta manera se podrá desarrollar un eficiente cálculo de corriente de cortocircuito según se describe en el Anexo N°6: Cortocircuito de la instalación de BT.

A continuación se presenta el resumen de Intensidades de cortocircuito en puntos estratégicos de la instalación:

Tabla 39
Intensidades de Cortocircuito en puntos de la instalación de BT

INSTALACION DE BAJA TENSION	R (m Ω)	X (m Ω)	RT (m Ω)	XT (m Ω)	I _{cc}
 Suministro MT 22.9 KV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
 Transformador BT 22.9 KV / 380 V Sn=2500 kVA	1.124	5.34	1.124	5.34	40.2
 Cables Unipolares Alimentacion TG1	0.27	1.6	1.394	6.94	30.99
 Barras Conductoras TG1	0.23	0.3	1.624	7.24	29.57
 Cables Unipolares Alimentacion TD-Sala Electrica L1	0.47	1.6	2.094	8.84	24.15
 Barras Conductoras TD-L1	0.23	0.3	2.324	9.14	23.26
 Cables Multipolares Circuitos finales	32.14	4	34.464	13.14	5.95

Fuente: Propia

4.3.4. Cálculo de Corriente de Arranque de Motores

El arranque de los motores de inducción requiere mayor atención debido a que es la base para la implementación de un CCM, lo que se requiere es poder controlar el arranque de motores de diferentes características mediante métodos modernos agrupados dentro de una envolvente metálica, para de esta manera poder tener control de sus características rotacionales así como sus características eléctricas para poder garantizar disponibilidad y confiabilidad en condiciones normales de funcionamiento.

Para intereses de nuestro estudio los arranques de los diferentes motores se dividirán en tres grupos, dependiendo de sus características funcionales y características eléctricas:

- Arranque directo de motores
- Arranque VFD
- Arranque Soft Starter

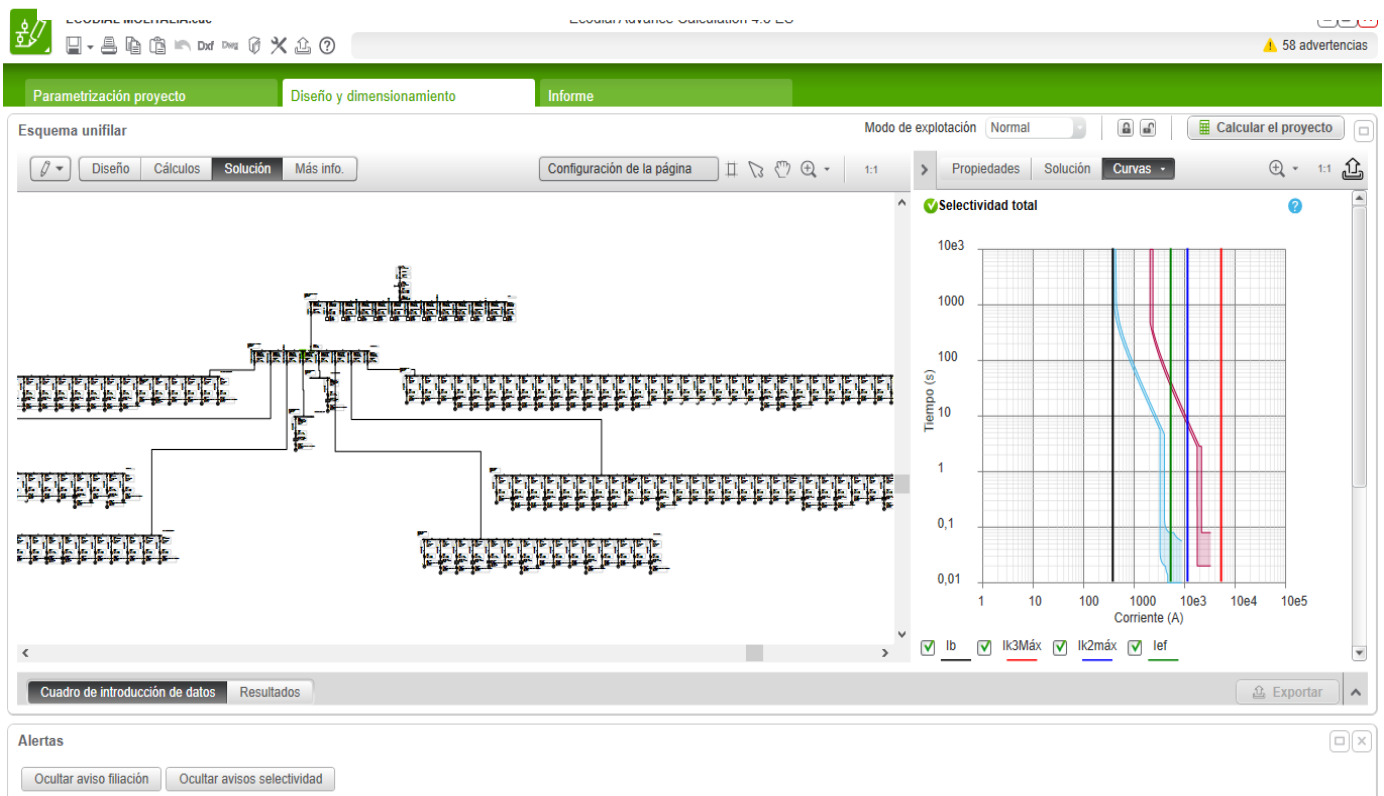
El objetivo de este capítulo es poder evaluar la intensidad de corriente eléctrica en el arranque, según sea el tipo de arrancador dispuesto para cada motor, para de esta manera poder efectuar una comparación entre los arranques directos y los arranques mediante métodos electrónicos como son los VFD y SOFT STARTER.

Para ello se ha dispuesto evaluar las condiciones de arranque mediante el SOFTWARE MY ECODIAL L 3.4 este es un Software de la línea de productos Schneider Electric desarrollado para el cálculo de los parámetros eléctricos en redes de distribución en Baja Tensión, mediante este Software se puede evaluar las características eléctricas de los distintos motores sujetas a condiciones de arranque,

facilitando así datos importantes como corrientes de arranque, cortocircuitos, corriente en operación nominal, caída de tensión, caída de tensión en arranque, etc.

Para definir dichos parámetros se ha desarrollado la simulación de toda la aparatación eléctrica, la cual se encuentra disponible en el Anexo N°7: Software ECODIAL

Ilustración 58
Diagrama Unifilar de la Instalación en Software ECODIAL



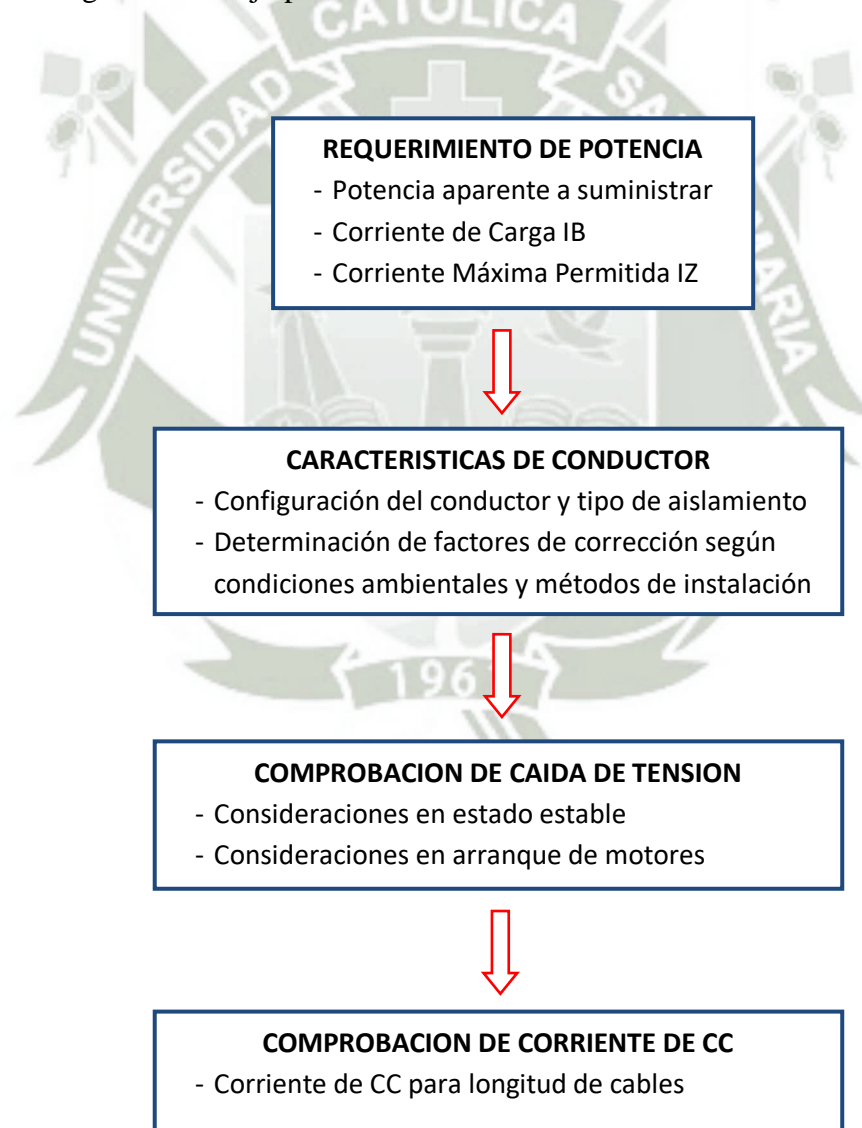
Fuente: Elaboracion Propia

4.3.5. Calculo Justificativo de Cables de Fuerza desde MCC a Carga

En este capítulo se estudiarán los requisitos para realizar un adecuado dimensionamiento de conductores de baja tensión, considerando los circuitos de alimentación a carga, circuitos intermedios y circuitos de suministro para ellos se tomarán distintos parámetros:

- Los conductores deberán soportar la corriente en estado de plana carga de manera permanente.
- Los conductores deberán soportar sobre intensidades normales de corta duración
- Los conductores no deberán provocar caídas de tensión que perjudique el rendimiento de motores
- Los conductores deberán garantizar la protección ante cualquier contacto directo.

Diagrama de Flujo para Selección de Calibre de conductores:




- **Requerimientos de Potencia**

- Potencia Aparente a Suministrar:

La potencia aparente [S] a suministrar en la línea de producción la podemos obtener del Anexo N°5: Máxima Demanda:

**Tabla 40:
Cuadro resumen Máxima Demanda**

 CUADRO DE MAXIMA DEMANDA LINEA 1 DE PRODUCCION										
ITEM	ARMARIO	DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA			POTENCIA DE MAXIMA DEMANDA				
			POTENCIA INSTALADA [KW]	POTENCIA APARENTE INSTALADA [KVA]	INTENSIDAD DE CARGA [A]	MAXIMA DEMANDA [KW]	POTENCIA APARENTE INSTALADA [KVA]	INTENSIDAD DE CARGA [A]	FACTOR DE SIMULTANEIDAD [Fs]	MAXIMA DEMANDA TOTAL [MD T]
1	MCC	INTAKE AND DOSING	192.20	233.11	354.1754867	144.15	174.83	265.631615	1	144.15
2	MCC	MILLING AND MIXING	197.80	239.90	364.4948557	148.35	179.93	273.3711418		148.35
2.1	CE	HAMMERMILL	280.00	339.60	515.968451	210.00	254.70	386.9763382		210
3	MCC	EXTRUDER	80.50	97.63	148.3409297	60.38	73.23	111.2556972		60.375
3.1	CE	EXTRUSOR	280.00	339.60	515.968451	210.00	254.70	386.9763382		210
4	MCC	DRYER	179.18	217.32	330.1829537	134.39	162.99	247.6372153		134.385
5	MCC	LIQUIDS AND COATER	92.36	112.02	170.195879	69.27	84.01	127.6469093		69.27
6	MCC	FINISH LINE	56.40	68.41	103.930788	42.30	51.30	77.94809099		42.3
TOTALES			1358.44	1647.59	2503.26	1018.83	1235.69	1877.44		1018.83

Fuente: Elaboracion Propia

Se puede determinar una potencia aparente [S] de 1235.69 KVA

- Corriente de Carga :

Corresponderá a la corriente requerida para cada motor, se podrá determinar mediante la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{P_n}{C V \cos(\theta)}$$

Donde:

I_n : Intensidad Nominal [A]

P_n : Potencia Nominal [W]

C :	Constante	
	Sistema monofásico	C=1
	Sistema Trifásico	C= $\sqrt{3}$
Cos \emptyset :	Factor de potencia	

NOTA:

Potencia del motor nominal Cos $\emptyset = 0.85$, considerando que la instalación contara con motores nuevos a excepción de la etapa de envasado donde se dispondrá de motores existentes pero en buen estado.

Para determinar la corriente de carga en los circuitos aguas arriba aplicara la siguiente expresión:

$$IB = \Sigma IB \times Fu \times Fs$$

Donde:

IB :	Intensidad de carga alimentadores	[A]
Fu :	Factor de utilización	
C :	Factor de Simultaneidad	

- Corriente Máxima Permitida :

Corresponderá a la corriente requerida para cada motor, se podrá determinar mediante la siguiente expresión:

$$Iz^2t = K^2S^2$$

Donde:

Iz^2 :	Intensidad Máxima permitida	[A]
t :	Tiempo máximo permitido	[5s]
K^2 :	Valor constante de aislamiento	

S^2 : Sección del conductor [mm²]

- **Características del Conductor**

- Configuración y tipo de Aislamiento :

La temperatura a la que se encuentra es variable dependiendo de las fluctuaciones de carga así como sobrecorrientes de corta duración, para ello el calor generado permanecerá en el conductor, con lo cual la temperatura del conductor se verá afectada.

Las constantes del conductor vienen dadas por la siguiente tabla dependiendo del tipo de aislamiento

Tabla 41:
Valores de la Constante K^2

Aislamiento	Conductor de cobre (Cu)	Conductor de aluminio (Al)
PVC	13.225	5.776
XLPE	20.449	8.836

Fuente: Manual Teórico Práctico Schneider Electric, Barcelona, España, 2003

- Factores de corrección :

Un buen dimensionamiento del conductor es fundamental en la buena operación de máquinas eléctricas para ello es necesario considerar diversos factores de corrección.

$$I'B = \frac{IB}{k1 * k2 * k3 * k4 * k5}$$

Donde:

$I'B$: Intensidad de diseño corregida [A]

K : Factores de corrección aplicables

Los factores de corrección se describen en el capítulo 2.4.2.1:

- K1: Factor de corrección por Instalación Aérea del conductor
- K2: Factor de corrección por Instalación Terrestre del conductor
- K3: Factor de corrección por Resistividad del Terreno
- K4: Factor de corrección por Intensidades Armónicas
- K5: Factor de corrección por Agrupamiento de conductores

- Comprobación de Caída de Tensión

Cuando se suministra corriente a una carga a través de un conductor este experimenta una caída de tensión y a su vez una disipación de energía en forma de calor.

El cálculo de caída de tensión se determinara a partir de las siguientes expresiones:

Tabla 42:
Caída de tension

Circuito	Caída de tensión (ΔU)	
	en voltios	en %
Monofásico: fase/fase	$\Delta U = 2I_b (R \cos \varphi + X \sin \varphi)L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$
Monofásico: fase/neutro	$\Delta U = 2I_b (R \cos \varphi + X \sin \varphi)L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$
Trifásico equilibrado: trifásico (con o sin neutro)	$\Delta U = \sqrt{3}I_b (R \cos \varphi + X \sin \varphi)L$	$\frac{100 \Delta U}{U_n}$

Fuente: Guía de diseño de Instalaciones eléctricas, Schneider Electric, 2010

Donde:

U_n : Tensión de fase-fase [V]

V_n : Tensión de fase-neutro [V]

R : Resistencia del conductor [Ω/Km]

I_b : Intensidad nominal [A]

$\cos\phi$: Factor de potencia

Para determinar la Resistencia del conductor COBRE, se empleara la siguiente expresión:

Para el cobre

$$R = \frac{22.5\Omega \text{ mm}^2/\text{km}}{S (\text{mm}^2)}$$

Donde:

R: Resistencia del conductor [Ω/Km]

S: Sección del conductor [mm^2]

Los valores máximos permitidos de caída de tensión serán lo siguientes:

- Desde alimentadores a punto de utilización más alejado 5%
- Desde circuitos derivador a punto de utilización 3%
- Condiciones Nominales Motor, según IEC 5%
- Condiciones Arranque Motor 15%

- Comprobación de Corriente de Corto Circuito

Se deberá determinar la longitud máxima permitida de conductor para una determinada Intensidad de Corriente, para lo cual se presenta la siguiente expresión:

$$0.8U = I_{cc} Z_d$$

Donde:

U : Suponiendo una tensión del 80% [V]

I_{cc} : Corriente de CC [A]

Z_d : Impedancia de defecto [Ω]

Se ignorara la reactancia de conductores a partir de 170 mm², por lo tanto la resistencia la podemos determinar de la siguiente expresión:

$$L_{max} = \frac{0.8 U S}{2\rho I_b}$$

Donde:

ρ : Resistividad del cobre en condición de CC [$W \text{ mm}^2/m$]

I_b : Corriente de carga calculada [A]

L : Longitud de conductor [m]

La resistividad del cobre en condiciones de C.C podemos determinarla por el tiempo medio en el que el conductor se expone a un CC.

Por lo tanto obtenemos $1.25 \times 0.018 = 0.023$ [$W \text{ mm}^2/m$]

El resumen de resultados se presenta en el Anexo N°8: Cédula de Cables.

4.3.6. Diseño de Centro Control de Motores CCM

La finalidad de un CCM es realizar el agrupamiento de componentes en un solo envolvente, esto tienes grandes ventajas económicas y funcionales.

Permite la centralización de las disciplinas eléctrica e instrumentación facilitando la automatización de procesos, reduce los espacios necesarios de salas eléctricas, reduce las cantidades de cableado y mejora las condiciones para el mantenimiento

En este capítulo de nuestro estudio se determinaran las dimensiones y espaciamentos requeridos de los CCM.

Para ello se tomara en cuenta las consideraciones indicadas en el apartado 2.7.3

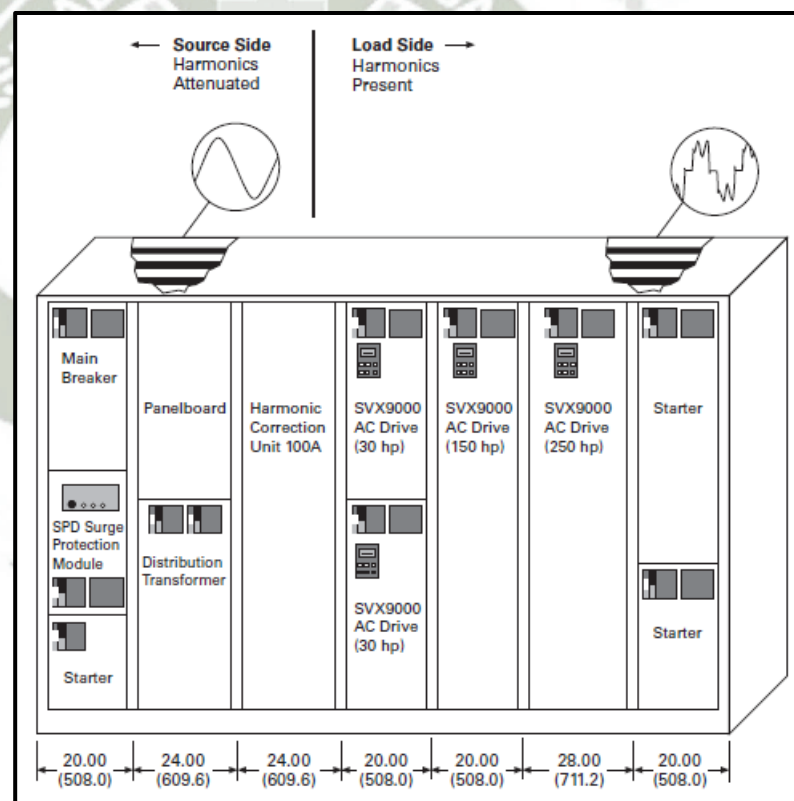
Centro Control de Motores [CCM] de este estudio y las consideraciones

recomendadas por The Association of Electrical Equipment and Medical Imaging Manufacturers NEMA.

- **Arreglo Típico de un CCM**

A continuación se presenta un diseño típico de CCM, donde se incluye corrección de armónicos en el mismo envoltente, esto en caso sea requerido por la cantidad y capacidad de los variadores de frecuencia, así mismo se presentan las dimensiones típicas requeridas según el tipo de componente presente en el CCM

Ilustración 59
Dimensiones típicas de un CCM



Fuente: EATON, Motor Control Centers – Low Voltage, 2016

- **Tamaño de compartimientos**

Los compartimientos de los CCM están normados por The Association of Electrical Equipment and Medical Imaging Manufacturers NEMA, se

definen a su vez por “Space Factors”, es decir factores de espaciamento, los cuales son definidos por las siguientes características de la carga:

- Amperaje de la carga [A]
- Potencia de la carga [HP] [KW]
- Tensión [V]

Estas características mencionadas serán definidas como “NEMA SIZE”, y su valor dependerá de la capacidad de potencia, amperaje y tensión de la carga.

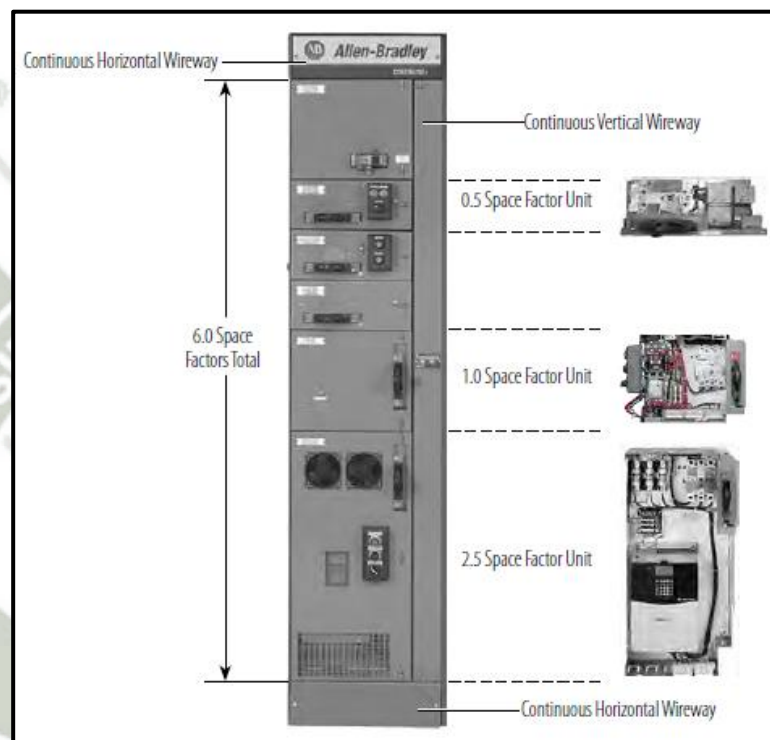
Tabla 43
NEMA Size, Space Factor para Arranadores No-Reversibles con posibilidad de Switch o Interruptor de desconexión

NEMA Size	Horsepower				Bulletin 2112			Bulletin 2113	
	208V	240V	380...415V	480/600V	Fuse Clip		Space Factor ⁽¹⁾	Circuit Breaker Frame	Space Factor ⁽¹⁾
					Rating (A)	Class			
1	0.125...5	0.125...5	0.125...10	0.125...10	30	CC, J, HRCII-C	0.5	G8P, H8P, G6C3, H6C3, H0C3, HTSH3, J1SH3, J1SC3	0.5
1	0.125...7.5	0.125...7.5	0.125...10	0.125...10	30	CC, J, R, H, HRCII-C,	1.0	G8P, H8P, G6C3, H6C3, H0C3, HTSH3, J1SH3, J1SC3	1.0
					60	J, R, H, HRCII-C			
DUAL 1	0.125...7.5	0.125...7.5	0.125...10	0.125...10	—	—	—	G8P, H8P, G6C3, H6C3, H0C3, HTSH3, J1SH3, J1SC3	1.5
2	10	10...15	15...25	15...25	30	J, R, H, HRCII-C	1.0	G8P, H8P, G6C3, H6C3, H0C3, HTSH3, J1SC3	1.0
					60	J, R, H, HRCII-C			
					100	J, HRCII-C			
DUAL 2	10	10...15	15...25	15...25	—	—	—	G8P, H8P, G6C3, H6C3, H0C3, HTSH3, J1SC3	1.5
3	15...25	20...30	30...50	30...50	60	J	2.0	G8P, H8P, G6C3, H6F3, H0F3, J1SF3	1.5 ⁽¹⁾
					100	J			
				—	60	R, H, HRCII-C	2.5	2.0 ⁽¹⁾	
					100	R, H, HRCII-C			
4	30...40	40...50	60...75	60...100	100	J, HRCII-C	2.5	J8P, J6F3, J0F3, K0H3, K6H3, K1SH3, K8P	2.0 ⁽¹⁾
					200	J, HRCII-C			
					400	J			
5	50...75	60...100	100...150	125...200	100, 200	R, H, R, H	3.0	K8P, K6H3, K0H3, K1SH3, J6F3, J0F3	3.5
					200	J			
					400	J			
					600	J			
6	100...150	125...200	200...300	250...400	200	R, H, HRCII-C	4.0	M8P, M6H3, M0H3, K6H3, K0H3, K1SH3, K8P	6.0 25"W
					400	R, H, HRCII-C			
					800	L			
6	100...150	125...200	200...300	250...400	400, 600, 800	R, H, J, R, HRCII-C, L	6.0 25"W	6.0 25"W	

Fuente: Rockwell Automation Publicación 2100-SG3B-EN-9,2015

El Space Factor mínimo se definirá como 0.5 SP y su dimensión será de 165.1 mm o 6.5”, por otra parte el espaciamiento máximo corresponderá a 6.0 SP, es importante indicar que para cada “NEMA SIZE” corresponderá un “SPACE FACTOR”.

Ilustración 60
Space Factor MCC, Espaciamiento de cubículos según potencia de arrancadores



Fuente: Rockwell Automation Publicación 2100-SG3B-EN-9,2015

En el Anexo N°9: Dimensionamiento de Cubículos por MCC se definirán los tamaños de cada MCC según sus solicitudes

En el Plano: Diseño de MCC se presentaran gráficamente las dimensiones correspondientes para cada MCC.

4.3.7. Diagramas Unifilares de la Instalación

Ver Plano: Diagramas Unifilares de la Instalación

4.3.8. Diagrama de Recorrido de Cables y Bandejas

Ver Plano: Diagramas de Recorrido de Bandejas

4.3.9. Diagrama de Arreglo de Sala Eléctrica

Ver Plano: Arreglo de Sala Eléctrica

4.4. COMPENSACION DE ENERGÍA REACTIVA

4.4.1. Metodología de Cálculo

Para el estudio de corrección de factor potencia de la instalación, que nos permitirá la compensación de la energía reactiva a niveles más que aceptables se procederá siguiendo los siguientes aspectos:

- Se calculará el factor de potencia real de la instalación, en base a las cargas presentes, ponderando las potencias de los equipos, para obtener un factor de potencia promedio más exacto.
- Se determinará un factor de potencia global deseado, en base a beneficios técnicos y económicos. Al final del estudio y por medio del método de compensación elegido, la instalación contará con este factor de potencia.
- Se determinará la potencia necesaria de los condensadores para obtener el factor de potencia deseado, de igual modo se determinará el sistema de compensación a utilizarse.
- Se evaluarán los resultados obtenidos en un nivel técnico, para poder realizar, en el capítulo posterior, una evaluación económica.

4.4.2. Determinación de Factor de Potencia de Instalación

Tal como se explicó en el capítulo 2 del presente estudio, la premisa básica de un estudio de compensación de energía reactiva, es conocer el factor de potencia existente en la instalación y definir el factor de potencia al cual se desea llegar.

Si bien para estudios de máxima demanda y selección de conductores, se suele asumir el factor de potencia en valores típicos según el tipo de instalación, para el estudio de la compensación de energía reactiva, es necesario conocer con exactitud cuál es el factor de potencia de la instalación. Al existir una gran cantidad de cargas, cada una con distinta potencia y $\cos\phi$, se debe promediar el factor de potencia global, en base a la cantidad y potencia unitaria de cada carga, de la siguiente manera:

$$\cos\phi_{prom} = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i * \cos\phi_i)}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Donde:

$\cos\phi_{prom}$: factor de potencia promedio

P_i : Potencia Nominal individual [KW]

$\cos\phi_i$: factor de potencia individual

Mediante esta ecuación se obtendrá un factor de potencia real, pues se pondera la potencia de los equipos. Así, equipos con mayor potencia, tendrán mayor influencia en el factor de potencia global de la instalación.

Para la línea de producción de la instalación, objeto principal de estudio del presente proyecto, se obtuvo un factor de potencia promedio por cada circuito, distribuidos en 6 centros de control de motores más dos cargas especiales, el cual

se muestra en el Anexo N°10: Cálculo de Factor de Potencia Promedio de la Instalación por MCC, y que da como resultado el siguiente cuadro:

Tabla 44
Factor de Potencia Promedio de Línea de Producción 1

LÍNEA DE PRODUCCIÓN 1					
ITEM	TAG	DATOS DE LAS CARGAS			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	P[KW]*F.P.
1	MCC	INTAKE AND DOSING	192.20	0.8591	165.12
2	MCC	MILLING AND MIXING	197.80	0.8423	166.61
2.1	CE	HAMMERMILL	280.00	0.9000	252.00
3	MCC	EXTRUDER	80.50	0.8464	68.14
3.1	CE	EXTRUSOR	280.00	0.9000	252.00
4	MCC	DRYER	179.18	0.8492	152.15
5	MCC	LIQUIDS AND COATER	92.36	0.8391	77.50
6	MCC	FINISH LINE	56.40	0.8450	47.66
TOTALES			1358.44		1181.19
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.8695

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, para la Línea de Producción 1, se tiene un factor de potencia promedio de 0,8695. Para toda la instalación se tiene que aumentar al resultado obtenido, las cargas y los factores de potencia de los demás circuitos, tales como edificios administrativos, auxiliares, almacenes, entre otros, cuya información ha sido proporcionada y se presenta en el cuadro siguiente:

Tabla 45
Factor de Potencia Promedio de la Instalación

PLANTA					
ITEM	TABLERO	DATOS DE LAS CARGAS			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	TD-GA	GARITA	14.81	0.85	12.59
2	TD-AD	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	79.54	0.85	67.61
3	TD-PR	PLANTA PROCESOS	126.70	0.85	107.70
4	TD-EN	ENVASADO	92.79	0.80	74.23
5	TD-PT	ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS	57.66	0.85	49.01
6	TD-EA	EDIFICIO AUXILIAR	62.01	0.85	52.71
7	TD-IN	ALMACEN DE INSUMOS	77.62	0.85	65.98
8	TD-SG1	SE Y CIRCUITOS TABLEROS	6.53	0.85	5.55
9	TF-B1	BOMBAS DE AGUA	44.46	0.85	37.79
10	TD-SG2	CALDERO - COMPRESOR	101.40	0.85	86.19
11	TF-B2	BOMBAS DESAGUE	23.57	0.85	20.03
12	TF-ACI	SISTEMA ACI	7.41	0.85	6.30
13	TD-MCC1	LINEA DE PRODUCCION 1 (*)	1358.44	0.8695	1181.19
TOTALES			2052.94		1766.87
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW]*F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.8607

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene como resultado 0.8607 como factor de potencia promedio real de la instalación, valor cercano al obtenido en la línea de producción 1, lo que es reflejo de la gran potencia de dicha línea en comparación de los otros circuitos de la instalación. Este resultado, más real y preciso de acuerdo a las cargas reales presentes, será el utilizado como el factor de potencia existente en la instalación para los cálculos posteriores.

4.4.3. Determinación de la Carga a Compensar

El punto de partida para determinar la carga a compensar es establecer el factor de potencia deseado. La premisa básica para establecer dicho objetivo es el tener la menor facturación posible por consumo de energía reactiva, lo cual viene regulado por la norma de Osinergmin “*Opciones tarifarias y las Condiciones de Aplicación de las Tarifas al Usuario Final*” en su artículo 17°. -Facturación de energía reactiva, la cual va dirigida a usuarios regulados, pero sirve también de referencia para usuarios libres en lo referido a consumo por energía reactiva. Se establece que mientras la energía reactiva inductiva no supere el 30% de la energía total activa mensual, no existirá una facturación por dicho consumo. Dicho de otra manera, esta relación nos dará un límite para el factor de potencia para que la instalación no sufra facturación por energía reactiva, de la siguiente manera:

$$ER_{fact} = ER_{tot} - 0.3EA_{tot}$$

Donde:

- ER_{fact} : Energía Reactiva Facturada
 ER_{tot} : Energía Reactiva total consumida
 EA_{tot} : Energía Activa total

Por lo tanto si queremos eliminar esta facturación:

$$ER_{tot} \leq 0.3EA_{tot} \quad \therefore \quad \frac{ER_{tot}}{EA_{tot}} = 0.3$$

Aplicando triangulo de potencias el ángulo de potencia estaría dado por:

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{ER_{tot}}{EA_{tot}} \right) = \tan^{-1}(0.3) = 16.6992^\circ$$

Y el factor de potencia mínimo requerido para evitar facturación de energía reactiva:

$$\cos \varphi = \cos(16.6992^\circ) = 0.9578$$

Se tiene entonces que el $\cos\varphi$ deseado debe ser mayor o igual a 0.9578 para evitar facturaciones por energía reactiva. Este $\cos\varphi$ es el que debe ser medido por la compañía eléctrica como resultado total de la instalación. Para aprovechar además las ventajas técnicas de la corrección del factor de potencia se establecerá un valor mayor con el cual se trabajará a partir de adelante.

$$\cos \varphi_{deseado} = 0.97$$

Una vez que ya se tiene el factor de potencia inicial de la instalación, y se estableció el factor de potencia deseado, se puede determinar la carga total reactiva a compensar de la siguiente manera:

$$Q_c = P \cdot (\operatorname{tg}\varphi_{inicial} - \operatorname{tg}\varphi_{deseado})$$

Donde la potencia P es la potencia activa de la instalación. Para este valor se debe tener un cuidado especial, pues una instalación en la realidad no trabajará en algún punto con el 100% de su carga instalada. Por lo tanto si se considera la potencia activa instalada como la carga P de la ecuación anterior, se podría caer en un sobredimensionamiento de los condensadores. Para instalaciones existentes lo recomendado es realizar mediciones periódicas y obtener un valor de potencia activa promedio pues ese valor será el que más se ajuste.

Un valor del consumo promedio de potencia activa es el valor recomendado para el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para el presente estudio, siendo una

instalación proyectada tomaremos como referencia de potencia Activa la Máxima Demanda Calculada, siempre recordando que aun estando en operación la instalación el consumo promedio de potencia activa será menor al de la máxima demanda.

El valor de la máxima demanda calculado previamente es de 1648.46 KW el cual será 'P' en la ecuación vista previamente, y el valor $(\text{tg}\phi_1 - \text{tg}\phi_2)$ también llamado factor 'K' viene dado del Anexo N°2: Factor 'K' $(\text{tg}\phi_1 - \text{tg}\phi_2)$ cruzando el $\cos\phi_{\text{inicial}}$ y el $\cos\phi_{\text{deseado}}$ con valores 0.86 y 0.97, respectivamente lo cual nos da un factor 'K' de 0.343 KVAR/KW. Aplicando en la ecuación anterior:

$$Q_c = 1648.46KW \cdot (0.343KVAR/KW)$$

$$Q_c = 565.42 KVAR$$

Para lograr el factor de potencia deseado, se tendrán que compensar en total 565.42 KVAR. Para esto se tendrán que analizar alternativas, pues se podrá realizar la compensación en distintos puntos o más de uno a la vez con distintas configuraciones, los cual nos dará un comparación de resultados, para elegir el más beneficioso.

4.4.4. Planteamiento de los Sistemas de Compensación

Para poder determinar de una manera más eficiente los métodos de compensación a aplicarse, es necesario conocer el comportamiento de las cargas, y conocer aquellas que más influyen en el factor de potencia global de la instalación. Así entonces tenemos de manera resumida las cargas más importantes de la instalación en la siguiente tabla:

Tabla 46
Ponderación de Cargas presentes

	DESCRIPCIÓN DE LA CARGA	POTENCIA ACTIVA (KW)	% EN RELACIÓN A POTENCIA TOTAL
1	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	694.50	33.83%
2	LÍNEA DE PRODUCCION 1	1358.44	66.17%
2.1	MCC - INTAKE AND DOSING	192.20	9.36%
2.2	MCC - MILLING AND MIXING	197.80	9.63%
2.3	CE - HAMMERMILL	280.00	13.64%
2.4	MCC - EXTRUDER	80.50	3.92%
2.5	CE - EXTRUSOR	280.00	13.64%
2.6	MCC - DRYER	179.18	8.73%
2.7	MCC - LIQUIDS AND COATER	92.36	4.50%
2.8	MCC - FINISH LINE	56.40	2.75%
	TOTAL	2052.94	

Fuente: Elaboración Propia

Las cargas totales de la instalación han sido divididas básicamente en dos grupos: la Línea de Producción 1 y las Instalaciones complementarias. La Línea de Producción 1 abarca dos cargas especiales y los 6 circuitos correspondientes a los 6 MCC's que han sido estudiados previamente y cómo podemos ver en su conjunto suman dos tercios de la carga total de la instalación, además las cargas especiales mencionadas son de 280 KW y representan cada una un 13.64 % de la carga total de la instalación lo cual se debe tener en cuenta pues son cargas importantes que merecen atención especial.

En el conjunto de instalaciones complementarias están consideradas las cargas correspondientes a edificios, almacenes, plantas auxiliares, sistemas de bombas, etc. Los cuales han sido agrupados debido a que tienen un comportamiento distinto a la línea de Producción 1, pues son cargas menos continuas, cuyo consumo variará

por ejemplo debido a turnos de trabajo como cargas típicas. Estas cargas representan un 33.83% de la total de la instalación.

Bajo las premisas expuestas previamente tomamos como planteamientos básicos lo siguiente:

- Dos cargas especiales de 280KW cada una, que presentan un comportamiento estable y continuo, dadas sus características contarán con compensación individual fija.
- Para las demás cargas, de las cuales un grupo es de comportamiento estable, continuo, y de alto consumo (línea de Producción 1) y el otro es variable y menor, se planteará un sistema automático de compensación basándose en una premisa: si con una compensación en el embarrado de la Línea de Producción 1, se puede lograr el objetivo del $\cos\phi$ deseado en toda la instalación, entonces bastará con esta solución, caso contrario, el sistema automático de compensación se encontrará en el embarrado principal de toda la instalación.

4.4.4.1. Compensación Individual Fija de Cargas Especiales

Como se vio previamente dos motores de 280 KW cada uno, correspondientes a Hammermill y Extrusor, son las cargas especiales de la instalación, ambos son motores asíncronos trifásicos de corriente alterna y de sus datos técnicos se recoge la siguiente información:

Tabla 47
Datos de Cargas Especiales

CARGAS ESPECIALES							
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR					
		DESCRIPCION	POTENCIA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	TENSIÓN NOMINAL (V)	FRECUENCIA (HZ)	RPM
1	MTR6405	Hammernill	280	0.9	380	60	3,600
2	MTR1250	Extrusor	280	0.9	380	60	1,800

Fuente: Elaboración Propia con información técnica de Molitalia S.A.

El consumo de energía reactiva en los motores asíncronos es influenciado por la potencia, número de polos, velocidad frecuencia y tensión de los mismos, siendo estos los parámetros que se deben tomar en cuenta para realizar la compensación.

Al realizar una compensación en motores asíncronos se debe tener cuidado con provocar la autoexcitación de estos al cortarse el suministro eléctrico mediante la corriente de los condensadores. Esto debe evitarse de todas maneras, pues de lo contrario la máquina se comportará como un generador asíncrono. Existen dos formas de evitar la autoexcitación de los motores asíncronos:

- Limitar la potencia de los condensadores, de tal manera que la intensidad reactiva suministrada sea inferior a la necesaria para provocarla, haciendo que el valor de la intensidad de los condensadores sea inferior al valor de la intensidad en vacío del motor. Este método nos dará un límite en la compensación, limitando a su vez los mayores beneficios.
- Utilizar contactores que realicen la conexión y desconexión de los condensadores en sintonía con la alimentación principal de

energía al motor. Este método, si bien es más caro, no nos limita en cuanto a los valores que se deseen compensar.

Otra consideración general para la compensación de motores asíncronos es tomar en cuenta si cuentan con un sistema de arranque. En estos casos, debido al comportamiento cambiante de la carga durante el arranque, es necesaria la conexión de condensadores mediante contactores.

Nuestros motores mencionados cuentan con sistema de arranque mediante VFD, por lo tanto es necesario que se utilicen contactores para la conexión de los condensadores una vez el motor se encuentre en régimen estable. Esto a la vez nos permitirá definir sin limitación el valor que se desea compensar. Se puede proyectar una corrección del factor de potencia a la unidad y así eliminar toda carga reactiva, sin embargo ante fluctuaciones de la carga se corre el riesgo de inyectar energía reactiva a la red lo cual no es recomendable. Como un valor recomendado se considera un $\cos\phi$ objetivo de 0.98, el cual utilizaremos.

Por lo tanto para ambos motores, de misma potencia, aplicando la fórmula:

$$Q_C = P \cdot (tg\phi_{inicial} - tg\phi_{deseado})$$

Donde la potencia P es la potencia activa total de la instalación 280KW, y el valor $(tg\phi_1 - tg\phi_2)$ también llamado factor K viene dado del anexo N°2: Factor 'K' $(tg\phi_1 - tg\phi_2)$ cruzando el $\cos\phi_{inicial}$ y el $\cos\phi_{deseado}$ con valores 0.90 y 0.98, respectivamente lo cual nos da un factor 'K' de 0.281 KVAR/KW. Aplicando en la ecuación anterior:

$$Q_c = 280KW \cdot (0.281KVAR/KW)$$

$$Q_c = 78.68 \text{ KVAR}$$

Así, para cada motor mencionado, se requerirá un banco de condensadores trifásico que proporcione 78.68 KVAR, el cual deberá tener como sistema de conexión contactores sincronizados con alimentación al motor y a comportamiento de arrancador.

4.4.4.2. Determinación de la Carga y Ubicación de la Compensación Automática

El factor de potencia de las cargas especiales, pasó de 0.9 a 0.98, esto afectará en primera instancia al factor de potencia de la Línea de Producción 1 como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 48
Factor de Potencia Promedio de Línea de Producción 1 con cargas especiales compensadas

LÍNEA DE PRODUCCIÓN 1					
ITEM	TAG	DATOS DE LAS CARGAS			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	P[KW]*F.P.
1	MCC	INTAKE AND DOSING	192.20	0.8591	165.12
2	MCC	MILLING AND MIXING	197.80	0.8423	166.61
2.1	CE	HAMMERMILL	280.00	0.9800	274.40
3	MCC	EXTRUDER	80.50	0.8464	68.14
3.1	CE	EXTRUSOR	280.00	0.9800	274.40
4	MCC	DRYER	179.18	0.8492	152.15
5	MCC	LIQUIDS AND COATER	92.36	0.8391	77.50
6	MCC	FINISH LINE	56.40	0.8450	47.66
TOTALES			1358.44		1225.99
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.9025

Fuente: Elaboración Propia

Así, el nuevo factor de potencia promedio de la Línea de Producción 1 es de 0.9025. Esto a su vez afectará al factor de potencia promedio global de la instalación como se ve en el siguiente cuadro:

Tabla 49
Factor de Potencia Promedio de la instalación con cargas especiales compensadas

PLANTA					
ITEM	TABLERO	DATOS DE LAS CARGAS			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	TD-GA	GARITA	14.81	0.85	12.59
2	TD-AD	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	79.54	0.85	67.61
3	TD-PR	PLANTA PROCESOS	126.70	0.85	107.70
4	TD-EN	ENVASADO	92.79	0.80	74.23
5	TD-PT	ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS	57.66	0.85	49.01
6	TD-EA	EDIFICIO AUXILIAR	62.01	0.85	52.71
7	TD-IN	ALMACEN DE INSUMOS	77.62	0.85	65.98
8	TD-SG1	SE Y CIRCUITOS TABLEROS	6.53	0.85	5.55
9	TF-B1	BOMBAS DE AGUA	44.46	0.85	37.79
10	TD-SG2	CALDERO - COMPRESOR	101.40	0.85	86.19
11	TF-B2	BOMBAS DESAGUE	23.57	0.85	20.03
12	TF-ACI	SISTEMA ACI	7.41	0.85	6.30
13	TD-MCC1	LÍNEA DE PRODUCCION 1 (*)	1358.44	0.9025	1225.99
TOTALES			2052.94		1811.67
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW]*F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.8825

Fuente: Elaboración Propia

El nuevo factor de potencia global de la instalación es 0.8825, superior al original de 0.8607, debido a que las cargas especiales ahora cuentan con un factor de potencia corregido.

Lo que se desea es corregir el factor de potencia de toda la instalación al valor de 0.97. Al analizar la posibilidad de corregir el factor de potencia en la línea de Producción 1, lo cual sería más económico que en el embarrado

principal de toda la instalación, ni si quiera en el teórico caso de corregir su factor de potencia al valor de la unidad, se logra que el factor de potencia de la instalación alcance el objetivo planteado de 0.97 como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 50
Factor de Potencia requerido en Línea de Producción 1 para lograr objetivo

PLANTA					
ITEM	TABLERO	DATOS DE LAS CARGAS			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	TD-GA	GARITA	14.81	0.85	12.59
2	TD-AD	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	79.54	0.85	67.61
3	TD-PR	PLANTA PROCESOS	126.70	0.85	107.70
4	TD-EN	ENVASADO	92.79	0.80	74.23
5	TD-PT	ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS	57.66	0.85	49.01
6	TD-EA	EDIFICIO AUXILIAR	62.01	0.85	52.71
7	TD-IN	ALMACEN DE INSUMOS	77.62	0.85	65.98
8	TD-SG1	SE Y CIRCUITOS TABLEROS	6.53	0.85	5.55
9	TF-B1	BOMBAS DE AGUA	44.46	0.85	37.79
10	TD-SG2	CALDERO - COMPRESOR	101.40	0.85	86.19
11	TF-B2	BOMBAS DESAGUE	23.57	0.85	20.03
12	TF-ACI	SISTEMA ACI	7.41	0.85	6.30
13	TD-MCC1	LÍNEA DE PRODUCCION 1 (*)	1358.44	1.00	1358.44
TOTALES			2052.94		1944.13
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.9470

Fuente: Elaboración Propia

La **Tabla 50** nos señala que ni en el hipotético caso de una compensación total de la energía reactiva en la Línea de Producción 1, el valor del factor de potencia de la instalación alcanza el objetivo de 0,97, quedándose en 0.9470. Por lo tanto se tendrá que diseñar un sistema de Compensación automática aguas arriba en el embarrado principal de la instalación.

Para realizar el cálculo se debe tener atención en la potencia activa que se tomará como referencia, como se mencionó previamente, si se considera la carga total instalada, se caería en un sobredimensionamiento de los condensadores, pues una instalación nunca llega a operar al 100% de su carga instalada. Es por esto que para el presente estudio la potencia activa se considera la potencia de máxima demanda.

Con lo mencionado previamente se cuenta con las siguientes bases para el cálculo:

Tensión nominal.....	380 V
Potencia Activa Total(Máxima Demanda)	1648.46 KW
$\text{COS}\varphi_{\text{inicial}}$	0.8825
$\text{COS}\varphi_{\text{deseado}}$	0.97
Frecuencia.....	60 HZ

Para el cálculo de la carga a compensar utilizamos la expresión:

$$Q_C = P \cdot (tg\varphi_{\text{inicial}} - tg\varphi_{\text{deseado}})$$

La cual ya vimos previamente, y se utiliza el anexo N°2: Factor 'K' para definir el valor $(tg\varphi_1 - tg\varphi_2)$. Sin embargo para hacer el cálculo más exacto, calcularemos los valores de $tg\varphi$, de la siguiente manera:

$$tg\varphi = tg(\cos^{-1} \varphi)$$

Por lo tanto tenemos:

$$tg\varphi_{\text{inicial}} = tg(\cos^{-1} 0.8825) = 0.5330$$

$$tg\varphi_{\text{deseado}} = tg(\cos^{-1} 0.97) = 0.2506$$

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$Q_c = 1648.46 \cdot (0.5330 - 0.2506)$$

$$Q_c = 465.48 \text{ KVAR}$$

Por lo tanto se tendrá un banco automático de condensadores de un valor cercano a 465.48 KVAR ubicado en el embarrado principal de la instalación, en paralelo con los circuitos alimentadores y en una tensión trifásica de 380V.

El valor calculado sirve como referencia inicial para el proceso de diseño y selección de componentes, pudiendo este variar según criterios de diseño o valores comerciales de los componentes. Del mismo modo como parte del diseño del banco automático se definirá su composición en pasos o escalones, la cantidad y potencia de los mismos.

4.4.5. Diseño y Selección de Componentes

4.4.5.1. Compensación Fija de Cargas Especiales

Se resumen los parámetros básicos para la compensación fija de las cargas especiales en el siguiente cuadro:

Tabla 51
Parámetros para compensación fija de cargas especiales

CARGAS ESPECIALES							
DATOS DEL MOTOR						COMPENSACIÓN	
DESCRIPCION	POTENCIA [KW]	FACTOR DE POTENCIA ORIGINAL	TENSIÓN NOMINAL (V)	FRECUENCIA (HZ)	TIPO DE ARRANQUE	POTENCIA DEL CONDENSADOR (KVAR)	FACTOR DE POTENCIA FINAL
Hammermill	280	0.90	380	60	VFD	78.75	0.98
Extrusor	280	0.90	380	60	VFD	78.75	0.98

Fuente: Elaboración Propia

De los cuales sacaremos los siguientes requerimientos básicos para la selección de los componentes necesarios:

- Condensador fijo que proporcione 78.75 KVAR o valor cercano, con tensión nominal 380 V y 60 HZ.
- Con interruptor principal y contactores de conexión para evitar autoexcitación de motores y operación en vacío o baja carga.

Se define como la potencia proporcionada por el condensador 75 KVAR, al ser un valor comercial. Así, la corriente nominal del condensador está dada por:

$$I_n = \frac{Q_c}{\sqrt{3} * V_n}$$

Donde:

Qc: Potencia de condensador (VAR)

In: Corriente nominal de condensador (A)

Vn: Voltaje nominal (V)

Reemplazando con nuestros valores:

$$I_n = \frac{75 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 113.95 \text{ A}$$

Para las protecciones, considerando sobretensiones y posibles efectos de armónicos se da un valor de seguridad de 30%, adicional a un 10 % adicional dado por el fabricante:

$$I_p = 1.3 \cdot 1.1 \cdot I_n = 1.43 I_n$$

$$I_p = 1.43 \cdot 113.95 = 162.95 \text{ A}$$

Se selecciona banco de condensadores trifásico fijo WEG BCW 75,0/3.6 de 75 KVAR tensión de servicio 380 V, un interruptor automático

Schneider NSX250F y contactor de maniobra de condensadores ABB UA 110-30-00 RA. Todos estos componentes para cada motor considerado como carga especial. Se presenta el resumen a continuación

Tabla 52
Componentes Seleccionados Para Compensación Fija De Cargas Especiales

CARGAS ESPECIALES								
COMPENSACIÓN								
DESCRIPCION	POTENCIA [KW]	POTENCIA DEL CONDENSADOR (KVAR)	TENSIÓN NOMINAL (V)	In (A)	Ip (A)	CONDENSADOR	INTERRUPTOR	CONTACTORES
Hammermill	280	75.00	380	113.95	162.95	WEG BCW 75,0/3.6	Schneider NSX250F	ABB UA 110-30-00 RA
Extrusor	280	75.00	380	113.95	162.95	WEG BCW 75,0/3.6	Schneider NSX250F	ABB UA 110-30-00 RA

Fuente: Elaboración Propia

El banco de condensadores elegido incluye en sus protecciones internas fusibles. La sección del conductor requerido será de 70mm².

Los datos técnicos de los componentes elegidos se encuentran en el Anexo N°11: Componentes de compensación fija de Cargas Especiales.

4.4.5.2. Banco Automático de Condensadores

Para el diseño y selección de un banco de condensadores automático se requieren tres parámetros básicos:

- Potencia reactiva del banco de Condensadores
- Tensión nominal de Condensadores
- Regulación de la batería automática de condensadores

Los valores de potencia y tensión nominal ya se encuentran definidos para el sistema, por lo que se requiere definir la regulación adecuada. Esto significa definir el número y potencia de los escalones que tendrá el banco,

para que el factor de potencia deseado pueda ajustarse a los requerimientos instantáneos de la carga.

El primer paso será definir el escalón base, es decir el escalón mínimo. Para esto tomaremos una carga que varía durante el tiempo y que sea baja. De esta manera nos aseguraremos que se cubran requerimientos de potencia con una sensibilidad adecuada.

Para el edificio administrativo, cuyo funcionamiento tiene horarios definidos tenemos:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$
$$S = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{71.58}{0.85} = 84.22 \text{ KVA} \quad ;$$
$$Q = \sqrt{84.22^2 - 71.58^2} = 44.36 \text{ KVAR}$$

Se tiene un consumo máximo, sólo en el edificio administrativo de 44.36KVAR, de esta manera definiremos nuestro escalón base en 40KVAR, que es valor comercial más cercano.

La carga total del banco de condensadores será reajustada a valores comerciales que además permitan una regulación más eficiente. Así la potencia de nuestro banco será de 480 KVAR, y tomando como escalón de base 40 KVAR. Para determinar una correcta regulación nos guiaremos de valores comerciales, siendo lo más normal un número de escalones entre 4 y 12, los cuales además se pueden programar sin ningún problema en los reguladores modernos. Para nuestro caso, por cuestiones técnicas y siendo mayor parte de la instalación una gran carga industrial tomaremos 5 escalones con la siguiente configuración 1:2:3:3:3, lo que significa un banco de condensadores de configuración trifásica con un escalón que

proporcione 40 KVAR, un segundo escalón que proporcione 80 KVAR y los tres escalones restantes que proporcionen 120 KVAR cada uno, dando el total previamente establecido sin ningún problema.

El escalonamiento o regulación escogida se ajusta con las cargas presentes, pues como se ven la tabla siguiente, los escalones presentes se ajustan a las cargas máximas de reactiva presentes en cada circuito.

Tabla 53
Consumo Máximo de Reactiva por cada Circuito

DATOS DE LAS CARGAS			
DESCRIPCION	MAXIMA DEMANDA MD [KW]	POTENCIA APARENTE [KVA]	POTENCIA REACTIVA [KVAR]
GARITA	11.11	13.07	6.89
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	71.58	84.22	44.36
PLANTA PROCESOS	114.03	134.16	70.67
ENVASADO	83.51	104.39	62.64
ALMACEN PRODUCTOS TERMINADOS	51.90	61.06	32.16
EDIFICIO AUXILIAR	55.81	65.66	34.59
ALMACEN DE INSUMOS	69.86	82.19	43.30
SE Y CIRCUITOS TABLEROS	5.88	6.91	3.64
BOMBAS DE AGUA	44.46	52.31	27.55
CALDERO - COMPRESOR	91.26	107.36	56.56
BOMBAS DESAGUE	23.57	27.73	14.61
SISTEMA ACI	6.67	7.84	4.13
LINEA DE PRODUCCION 1 (*)	1,018.83	1,128.90	486.21

Fuente: Elaboración Propia

Usando las fórmulas de corriente nominal y de las protecciones de los condensadores tenemos el cuadro resumen para cada escalón:

Tabla 54
Corrientes por escalón del banco Automático

BANCO AUTOMÁTICO				
ESCALÓN	POTENCIA DEL ESCALÓN (KVAR)	TENSIÓN NOMINAL (V)	In (A)	Ip (A)
1	40.00	380	60.77	86.91
2	80.00	380	121.55	173.81
3	120.00	380	182.32	260.72
4	120.00	380	182.32	260.72
5	120.00	380	182.32	260.72

Fuente: Elaboración Propia

Para el banco total tendremos:

$$I_n = \frac{480 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 729.28 \text{ A}$$

$$I_p = 1.43 I_n = 1042.88 \text{ A}$$

Como vimos en el capítulo 2, el regulador es parte esencial de un sistema automático de compensación de reactiva pues es quien dará las órdenes a los condensadores para conectarse o desconectarse según la carga instantánea de la instalación. Son instrumentos electrónicos que se configuran con el factor de potencia deseado y un factor de sensibilidad llamado C/K, el cual se determina de la siguiente manera:

$$C/K = \frac{Q_1}{\sqrt{3} \cdot V \cdot R_{TI}}$$

Donde:

C/K: sensibilidad para entrada o salida de escalones

Q₁: Potencia Reactiva de Escalón base (VAR)

V: Voltaje nominal (V)

R_{TI}: Relación de transformación de transformador de corriente

Hay que señalar que los reguladores reciben la señal de corriente principal de la instalación para poder medir el factor de potencia instantáneo, para esto se utiliza un transformador de corriente recomendado con secundario a 5 Amperios (configuración X/5). Para nuestro caso según las corrientes de la instalación utilizaremos un transformador de corriente de 4000/5 A. entonces tenemos:

$$C/K = \frac{40 \cdot 10^3}{\frac{\sqrt{3} \cdot 380}{4000/5}} = 0.0760$$

Este valor se configura en los reguladores para un correcto funcionamiento, sin embargo equipos modernos realizan su cálculo automáticamente. Los bancos automáticos modernos incluyen un una misma aparamenta los condensadores, el regulador y los componentes de protección, tanto individual como global. Se ha elegido un equipo de estas características:

Tabla 55
Banco Automático de Compensación elegido

BANCO AUTOMÁTICO							
POTENCIA (KVAR)	TENSIÓN NOMINAL (V)	I _n (A)	I _p (A)	EQUIPO ELEGIDO	INTERRUPTOR GENERAL	INTERRUPTOR POR ESCALON	CONTACTORES
480.00	380	729.28	1,042.88	Schneider VarSet STD-NS 480	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia

Se considera un banco automático Schneider VarSet STD-NS 480 de configuración 1x40, 1x80, 3x120, con regulador, interruptor de cabecera, interruptores por escalón y contactores de maniobra. Los datos técnicos del equipo mencionado se encuentran en el Anexo N°12: Banco Automático de Compensación seleccionado.

El arreglo final de la conexión del banco automático se encuentra en el Plano: Conexión de Banco de Condensadores.

Para la medición de la intensidad en la cabecera de la instalación se selecciona el transformador de intensidad Schneider METSECT5DC400 de 4000/5 A, cuya información técnica se encuentra en el Anexo N°13: Transformador de Intensidad seleccionado.

4.4.6. Comparación y Evaluación Técnica de Resultados

Al conocer los valores reales que tendrán los sistemas de compensación elegidos, se puede realizar una comparación real de las características de la instalación con y sin la corrección del factor de potencia.

Así para las dos cargas especiales analizadas, en las cuales la potencia final de los condensadores fijos instalados fue de 75 KVAR se presentan los siguientes resultados:

Tabla 56
Comparativa antes y después de Compensación Fija en Cargas Especiales

CARGAS ESPECIALES								
TAG	DATOS DEL MOTOR			SIN COMPENSACION		CON COMPENSACION		
	DESCRIPCION	POTENCIA ACTIVA [KW]	TENSIÓN NOMINAL [V]	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA REACTIVA DE LA RED [KVAR]	POTENCIA DE CAPACITOR [KVAR]	POTENCIA REACTIVA DE LA RED [KVAR]	FACTOR DE POTENCIA
MTR6405	Hammermill	280	380	0.90	135.61	75	60.61	0.9774
MTR1250	Extrusor	280	380	0.90	135.61	75	60.61	0.9774

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la Tabla 56 las cargas fijas Hammermill y Extrusor han sido conectadas con un condensador fijo de 75 KVAR cada una, de esta manera aguas arriba estos motores son vistos por la red como una carga con un $\cos\phi$ de 0.9774 y por lo tanto, trabajando a plena carga el suministro de reactiva de parte de la red pasará de 135.61 KVAR a 60.61 KVAR. Estas cargas pertenecen al circuito Línea

de Producción 1, por lo tanto dicho circuito pasará de tener un $\cos\phi$ de 0.8695 a uno de 0.9014 sólo considerando la compensación fija en las cargas especiales.

Para toda la instalación, tomando como referencia de potencia activa la máxima demanda, se han comparado las características de la instalación antes de toda compensación, considerando sólo la compensación de las cargas especiales y considerando también el banco automático de compensación global. Se presentan los resultados en la siguiente tabla:

Tabla 57
Comparativa antes y después de Compensación para toda la Instalación

RESUMEN DE LA INSTALACIÓN								
DATOS DE LA INSTALACIÓN		SIN COMPENSACION		CON COMPENSACION EN CARGAS ESPECIALES		CON BANCO AUTOMÁTICO		
MAXIMA DEMANDA [KW]	TENSIÓN NOMINAL [V]	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA REACTIVA DE LA RED [KVAR]	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA REACTIVA DE LA RED [KVAR]	POTENCIA DEL BANCO [KVAR]	POTENCIA REACTIVA DE LA RED [KVAR]	FACTOR DE POTENCIA
1,648.46	380	0.8607	975.08	0.8818	881.67	480	401.67	0.9716

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que para toda la instalación, sin ningún sistema de compensación instalado se tiene un factor de potencia de 0.8607 lo que significa que para una máxima de manda de 1648.46 KW se requerirían 975.08 KVAR de la red. Si se considera la compensación fija en las cargas especiales el factor de potencia global de la instalación pasa a ser de 0.8818 y finalmente al instalar un banco automático de condensadores de 480 KVAR el factor de potencia global de la instalación pasa a ser de 0.9716, así para una máxima demanda de 1648.46 KW sólo se tomaría de la red 401.67 KVAR.

Al obtener un factor de potencia de la instalación de 0.9716 se supera el factor de potencia deseado de 0.97 por lo cual el resultado es satisfactorio.

Con los parámetros eléctricos ya establecidos completamente, tanto antes como después de la compensación y contando con las características de los conductores

seleccionados en el estudio, se pueden determinar una serie de beneficios técnicos en la instalación tales como disminución de pérdidas en los conductores, disminución de la caída de tensión y el aumento de la potencia disponible. Se presenta un breve análisis de estos beneficios a continuación.

4.4.6.1. Disminución de la Corriente y las Pérdidas en los Conductores

Al trabajar con un factor de potencia corregido, mientras más cercano se este valor a la unidad, la corriente total que circule por los conductores disminuirá, pues su componente reactiva será menor. De esta manera al comparar las corrientes circulantes en los conductores que alimenten cargas corregidas se verá una disminución. Esto representa una optimización en el uso de equipos y conductores pues serán sometidos a un, si bien ligero, menor esfuerzo eléctrico por la intensidad de corriente circulante. Al mismo tiempo se tiene que tener cuidado en los valores asignado para las protecciones

Del mismo modo, como se mencionó en el capítulo 2 uno de los beneficios que trae consigo la corrección del factor de potencia en una instalación es la disminución de las pérdidas por efecto Joule en los conductores eléctricos. Esta disminución de pérdidas de potencia en el conductor viene dada en porcentaje por la relación:

$$\Delta P_p = 1 - \left(\frac{\cos\varphi_{inicial}}{\cos\varphi_{corregido}} \right)^2$$

Los conductores que se verán beneficiados serán aquellos cuya carga a la que alimentan haya sido objeto de una corrección del factor de potencia.

Se presenta en la siguiente tabla una comparación de las corrientes con y sin compensación a través de los conductores involucrados en las cargas

individuales con compensación fija, así como el porcentaje de disminución de pérdidas en los conductores por efecto Joule:

Tabla 58
Disminución de Corrientes y pérdidas debido a compensación fija en cargas individuales

DESCRIPCION	KW	f.d.p Promedio Inicial	f.d.p Promedio corregido	CORRIENTE DE CARGA REAL INICIAL [IBt]	CORRIENTE DE CARGA REAL COMPENSADO [IBt]	DISMINUCION DE PERDIDAS EN CONDUCTORES [%]
TG1 - TD_Sala Electrica L1	1018.83	0.8695	0.9014	2513.33	2424.39	6.95%
TD_Sala Electrica L1 - Hammermil	210.00	0.90	0.9774	500.49	460.86	15.21%
TD_Sala Electrica L1 - Extrusor	210.00	0.90	0.9774	500.49	460.86	15.21%
Hammermill	280.00	0.90	0.9774	623.32	573.96	15.21%
Extrusor	280.00	0.90	0.9774	623.32	573.96	15.21%

Fuente: Elaboración Propia

Se observa como los valores de corriente al compensar las cargas disminuyen y así mismo se presenta una disminución de pérdidas en los conductores por efecto Joule que varía de 6.95% a 15.21% según los conductores alimentadores o de fuerza. Ambos parámetros representan una optimización en el uso de conductores.

Para el caso del banco automático de condensadores, al estar ubicado en el embarrado principal, la corriente que se verá disminuida será la que alimenta dicho embarrado principal representado por un tablero general desde el transformador de potencia, se presenta la comparación el siguiente cuadro:

Tabla 59
Disminución de Corriente y pérdidas debido a compensación global con Banco Automático

DESCRIPCION	KW	f.d.p Promedio Inicial	f.d.p Promedio corregido	CORRIENTE DE CARGA REAL INICIAL [IBt]	CORRIENTE DE CARGA REAL COMPENSADO [IBt]	DISMINUCION DE PERDIDAS EN CONDUCTORES [%]
Transformador 22.9/0.4 - Tablero General 1 [TG1]	1648.46	0.8607	0.9716	4108.13	3639.22	21.53%

Fuente: Elaboración Propia

Se observa la disminución de la corriente principal de alimentación al tablero general así como una disminución de las pérdidas por efecto Joule en dichos conductores de un 21.53%.

4.4.6.2. Disminución de la Caída de Tensión

Al disminuir la componente reactiva de la corriente, la corriente total circulante disminuye y por lo tanto la caída de tensión también disminuye, tal como se presentó en el capítulo 2. Al igual que con las pérdidas descritas previamente, esto solo afecta a los circuitos que alimentan cargas compensadas y se presenta una comparación de la caída de tensión en la siguiente tabla:

Tabla 60

Disminución de caída de Tensión al corregir factor de Potencia

DESCRIPCION	f.d.p Promedio Inicial	f.d.p Promedio corregido	CAIDA DE TENSION NOMINAL INICIAL [ΔV_n]	CAIDA DE TENSION NOMINAL CON COMPENSACIÓN [ΔV_n]	CAIDA DE TENSION NOMINAL INICIAL [%]	CAIDA DE TENSION NOMINAL CON COMPENSACIÓN [%]
Transformador 22.9/0.4 - Tablero General 1 [TG1]	0.8607	0.9716	7.44	4.03	1.96	1.06
TG1 - TD_Sala Electrica L1	0.8695	0.9014	4.86	4.33	1.28	1.14
TD_Sala Electrica L1 - Hammermil	0.90	0.9774	9.35	7.01	2.46	1.84
TD_Sala Electrica L1 - Extrusor	0.90	0.9774	9.35	7.01	2.46	1.84
Hammermill	0.90	0.9774	7.74	6.28	2.04	1.65
Extrusor	0.90	0.9774	8.84	7.17	2.33	1.89

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar, al aumentar el factor de potencia la caída de tensión disminuye, en primer término para el circuito alimentador principal del transformador hacia el tablero general; y en segundo término en todos los circuitos que alimentan las cargas individuales Hammermill y Extrusor, incluido el alimentador principal hacia la Línea de Producción 1 y sus tableros correspondientes.

Esta disminución en la caída de tensión también representa una optimización en el consumo y en el uso de los componentes y conductores involucrados.

4.4.6.3. Aumento de la Potencia Disponible

El transformador que alimenta a la instalación tendrá una mayor potencia activa disponible, mientras mayor sea el factor de potencia, pues la componente activa se acercará más a la potencia total aparente.

Utilizando las fórmulas del triángulo de potencia, y tomando como la potencia activa de la instalación la potencia total activa instalada tenemos:

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{2052.94}{0.8607} = 2385.20 \text{ KVA}$$

$$reserva = 1 - \frac{S}{S_{Trafo}} = 1 - \frac{2385.20}{2500} = 4.59\%$$

En donde, sin compensación con un factor de potencia de 0.8607 la carga de la instalación alcanza los 2385.20 KVA, contando con un transformador de 2500KVA se alcanza una reserva del mismo de 4.59%. lo cual limita futuras ampliaciones y de hacerlo se corre el riesgo de una sobrecarga en el transformador.

Al corregir el factor de potencia de la instalación al valor de 0.9716 tenemos:

$$S = \frac{2052.94}{0.9716} = 2112.95 \text{ KVA}$$

$$reserva = 1 - \frac{S}{S_{Trafo}} = 1 - \frac{2112.95}{2500} = 15.48\%$$

Con el factor de potencia corregido se obtiene un mayor margen de Potencia Disponible en el transformador, llegando a una reserva de 15.48% disponible para futuras ampliaciones o adición de cargas. Además si se consideran los valores de máxima demanda como potencia activa, el margen de reserva aumenta aún más.

4.5. ESTUDIO DE LOS ARMÓNICOS EN LA INSTALACIÓN

Los efectos que pueden traer consigo la presencia de armónicos en la instalación pueden amplificarse si se toma en cuenta la instalación de los condensadores estudiados previamente, pues a una frecuencia determinada se puede presentar la resonancia.

Para esto es necesario estudiar los efectos que tendrán, en la red principal de la instalación, las cargas no lineales presentes para no llegar a la resonancia y tampoco sobrepasar los límites recomendados por normas internacionales para armónicos, y de ser necesario mitigar dichos fenómenos mediante un sistema apropiado.

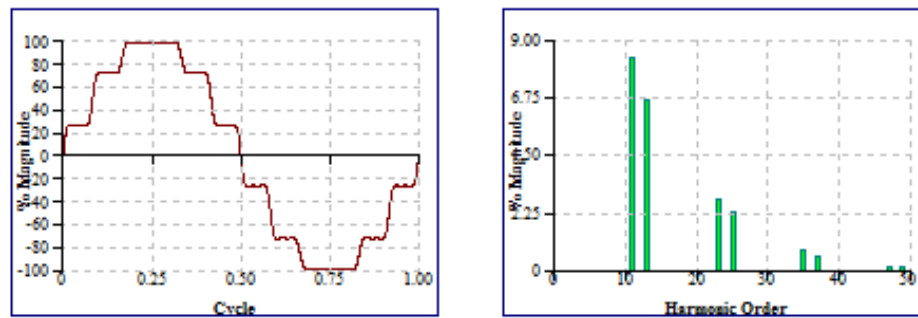
Como vimos en el capítulo 2 existen determinados equipos que son generadores de armónicos de distinto orden entre ellos los variadores de frecuencia para arranque de motores. La gran presencia de dichos dispositivos de arranque dentro de la instalación proyectada hace necesario que el análisis de cargas no lineales presentes se centre en ellos.

4.5.1. Resumen de Cargas no Lineales en la Instalación

Como mencionamos previamente el análisis de las cargas no lineales presentes se centrará en los variadores de velocidad presentes, al ser muchos y en muchos casos sirviendo para el arranque de motores de una potencia considerable.

El comportamiento de los VFD varía de acuerdo a al número de pulsos que formen su onda, así mientras más pulsos tengas más se acercara a una forma sinusoidal pura. En la instalación estudiada se han considerado variadores de frecuencia de 12 pulsos.

Ilustración 61
Forma de Onda y Espectro de VFD's de 12 pulsos



Fuente: IEEE Std 519-1992

Una ventaja de los variadores de 12 pulsos es que no generan armónicas de 3°, 5° o 7° orden, que son consideradas las más perjudiciales, esto será vital para el análisis posterior de los armónicos en la instalación. Su principal orden de armónicos es el 11°.

Del Anexo N°4: Lista de Motores por MCC se extraen todos los motores que cuentan con VFD para su arranque además de las dos cargas especiales que también cuentan con VFD, y se presenta un resumen de las cargas totales alimentadas con variador de frecuencia:

Tabla 61
Cargas no lineales con VFD por MCC

ITEM	ARMARIO	DESCRIPCION	POTENCIA DE CARGAS ALIMENTADAS POR VFD (KW)
1	MCC	INTAKE AND DOSING	74.00
2	MCC	MILLING AND MIXING	39.00
2.1	CE	HAMMERMILL	280.00
3	MCC	EXTRUDER	35.90
3.1	CE	EXTRUSOR	280.00
4	MCC	DRYER	49.34
5	MCC	LIQUIDS AND COATER	87.55
6	MCC	FINISH LINE	35.20
TOTALES			880.99

Fuente: Elaboración Propia

Las cargas detalladas en la Tabla 61 serán la principal fuente de armónicos dentro de la instalación.

4.5.2. Análisis de la Instalación

Para el presente análisis de armónicos se utilizará el software ETAP 12.6.0, utilizado para análisis de sistemas de Potencia, igualmente se tomarán como referencia las normativas IEC y ANSI para el cálculo en dicho software y la norma IEEE 519-1992 para los límites de armónicos en la instalación:

Tabla 62
Límites de distorsión armónica de Voltaje

Voltaje nominal en el PCC, V_n (KV)	Voltaje de distorsión armónica individual (%)	Voltaje de distorsión armónica total THDVn (%)
$V_n \leq 69$	3.0	5.0
$69 \leq V_n \leq 161$	1.5	2.5
$V_n > 69$	1.0	1.5

Fuente: Norma IEEE 519-1992

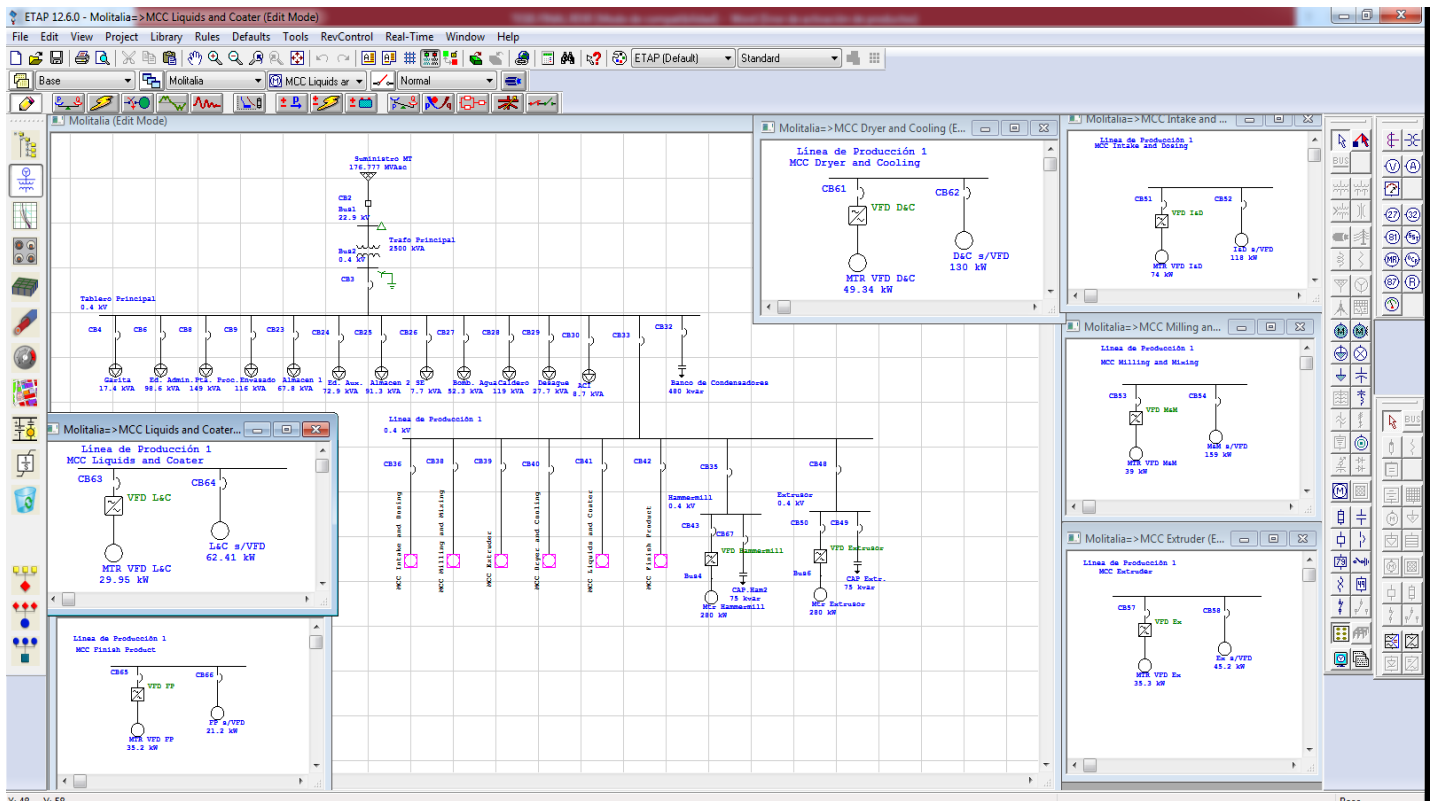
Los valores en **Tabla 62** son para los puntos comunes de conexión y en nuestra instalación son todos para $V_n \leq 69$ KV, la biblioteca del software mencionado ya incluye los valores límites predeterminados para elaborar los cálculos correspondientes.

Es importante el presente análisis en esta instalación por dos factores: la presencia proyectada de condensadores, lo cual presenta un riesgo elevado de fenómeno de resonancia; y el exceso de los valores recomendados debido a la presencia de equipos generadores de armónicos como los variadores de frecuencia.

El software utilizado presenta una librería completa de componentes y equipos eléctricos necesarios para el análisis, lo cual nos permite esquematizar

el diagrama unifilar de la instalación en base al presentado previamente y considerando las cargas significativas con VFD además de los condensadores proyectados:

Ilustración 62 Diagrama Unifilar de la Instalación en Software ETAP



Fuente: Elaboración Propia

Con la elaboración del sistema, consignando datos correctos a los equipos y cargas presentes, el programa nos permite hacer un análisis de armónicos mediante un estudio del flujo de carga iterativo.

Se analizará la instalación con los condensadores fuera de operación y luego conectados, viendo las diferencias, los valores límites y además al estar conectados el efecto de una posible resonancia. Los análisis principales se realizarán en el tablero principal, la línea de producción 1, en las barras de alimentación a las dos

cargas especiales y en los condensadores instalados tanto banco automático como fijos.

4.5.3. Presentación de los Resultados

4.5.3.1. Sin presencia de Condensadores

Se desconectan tanto el banco de condensadores de automático como los condensadores fijos de las cargas especiales y se hace correr el análisis. Se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 63
Distorsión de Tensión sin Condensadores

Barra		Distorsión de Tensión					
ID	kV	Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF	TIHD %
Bus1	22.900	100.00	100.00	100.40	0.18	7.78	0.00
Bus2	0.400	97.44	97.46	101.90	2.01	90.68	0.00
Extrusor	0.400	97.44	97.46	101.90	2.01	90.68	0.00
Hammermill	0.400	97.44	97.46	101.90	2.01	90.68	0.00
Línea de Producción 1	0.400	97.44	97.46	101.90	2.01	90.68	0.00
Tablero Principal	0.400	97.44	97.46	101.90	2.01	90.68	0.00

* Indica THD (Distorsión Total de Armónicos) Excede el Límite.

Indica IHD (Distorsión Individual de Armónicos) Excede el Límite.

Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

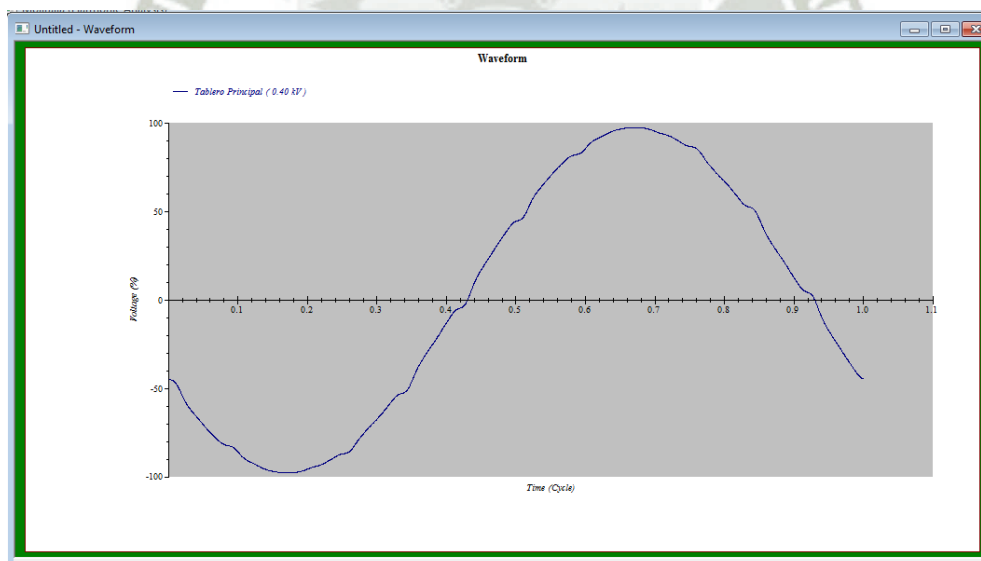
Tabla 64
Distorsión de Corriente sin Condensadores

Barra		Distorsión de Corriente						
ID Barra Origen	ID Barra Destino	Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp
Bus1	Bus2	45.96	45.97	48.17	2.64	82.86	3809.07	3809.07
Bus2	Bus1	2630.96	2631.88	2757.69	2.64	82.86	218069.10	218069.10
	Tablero Principal	2630.96	2631.88	2757.69	2.64	82.86	218069.10	218069.10
Extrusor	Línea de Producción 1	253.20	254.73	307.21	11.00	375.61	95677.12	95677.12
Hammermill	Línea de Producción 1	253.20	254.73	307.21	11.00	375.61	95677.12	95677.12
Línea de Producción 1	Tablero Principal	1834.57	1835.33	1937.95	2.88	100.36	184189.60	184189.60
	Hammermill	253.20	254.73	307.21	11.00	375.61	95677.12	95677.12
	Extrusor	253.20	254.73	307.21	11.00	375.61	95677.12	95677.12
Tablero Principal	Bus2	2630.96	2631.88	2757.69	2.64	82.86	218069.10	218069.10
	Línea de Producción 1	1834.57	1835.33	1937.95	2.88	100.36	184189.60	184189.60

Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

Para el tablero principal de la instalación se tiene la siguiente forma de onda:

Ilustración 63
Onda de Forma Tablero Principal sin Condensadores



Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

Los resultados obtenidos demuestran que los valores límite exigidos por las normas no son alcanzados, sin embargo, de considerarse posibles otras cargas como fluorescentes o equipos en otros circuitos esta condición podría variar.

4.5.3.2. Con presencia de Condensadores

Se hace correr el análisis ahora con los condensadores tanto automático como fijos conectados. Para este caso, que será el caso final se obtiene el Anexo N°14: Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación, de los cuales se obtienen los principales resultados:

Tabla 65
Distorsión de Tensión con Condensadores

Barra		Distorsión de Tensión					
ID	kV	Fund.	RMS	ASUM	THD	TIF	TIHD
		%	%	%	%		%
Bus1	22.900	100.00	100.00	100.19	0.12	3.26	0.00
Bus2	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00
Extrusor	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00
Hammermill	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00
Línea de Producción 1	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00
Tablero Principal	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00

Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

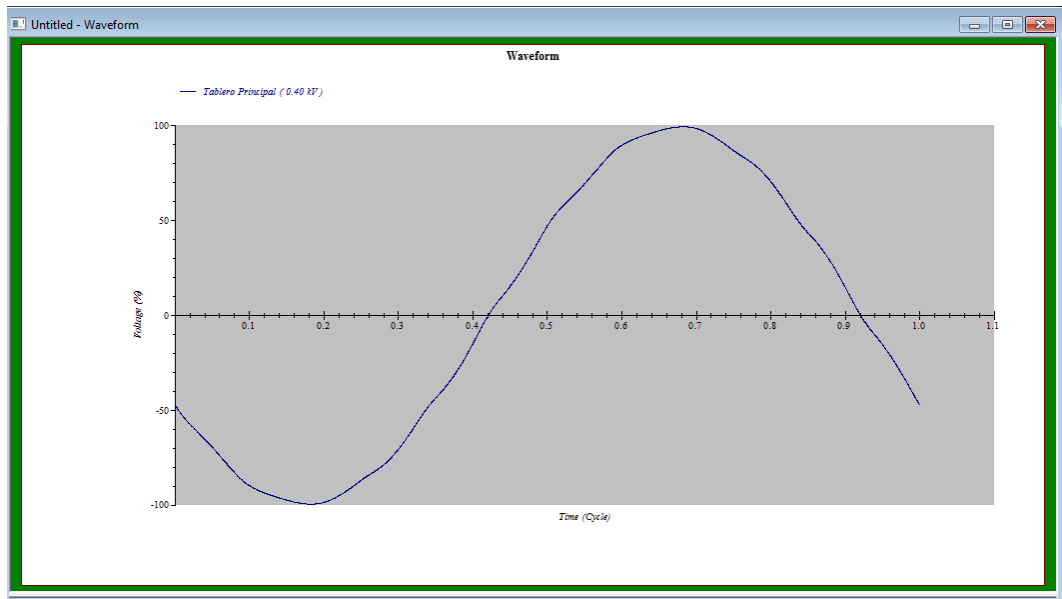
Tabla 66
Distorsión de Corriente con Condensadores

Barra		Distorsión de Corriente						
ID Barra Origen	ID Barra Destino	Fund.	RMS	ASUM	THD	TIF	IT	ITB
		Amp	Amp	Amp	%		Amp	Amp
Bus1	Bus2	41.26	41.27	42.61	2.43	59.05	2437.05	2437.05
Bus2	Bus1	2361.98	2362.68	2439.28	2.43	59.05	139521.30	139521.30
	Tablero Principal	2361.98	2362.68	2439.28	2.43	59.05	139521.30	139521.30
Extrusor	Línea de Producción 1	271.00	271.33	298.82	4.93	201.03	54545.20	54545.20
Hammermill	Línea de Producción 1	271.00	271.33	298.82	4.93	201.03	54545.20	54545.20
Línea de Producción 1	Tablero Principal	1736.64	1737.02	1810.17	2.11	78.11	135686.50	135686.50
	Hammermill	271.00	271.33	298.82	4.93	201.03	54545.20	54545.20
	Extrusor	271.00	271.33	298.82	4.93	201.03	54545.20	54545.20
Tablero Principal	Bus2	2361.98	2362.68	2439.28	2.43	59.05	139521.30	139521.30
	Línea de Producción 1	1736.64	1737.02	1810.17	2.11	78.11	135686.50	135686.50

Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

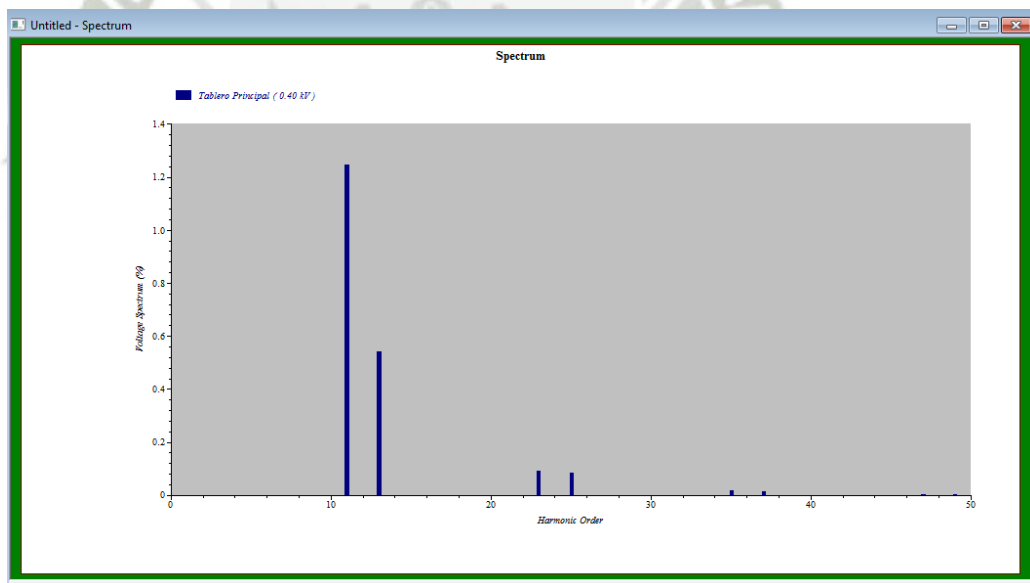
La forma de onda y el espectro de armónicos para el tablero principal se muestran a continuación:

Ilustración 64 Onda de Forma Tablero Principal con Condensadores



Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

Ilustración 65 Espectro de Armónicos Tablero Principal con Condensadores



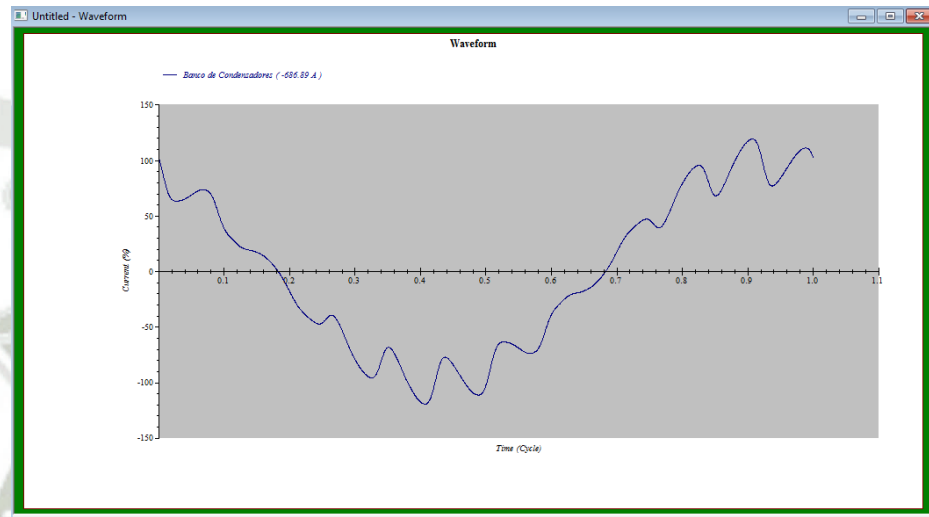
Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

Se observa una forma de onda más limpia que cuando los condensadores no estaban conectados, lo que representa que éstos actúan como un filtro para las cargas generadoras de armónicas. Igualmente se ve en el espectro la presencia de armónicos a partir del 11° orden, esto debido a que sólo se

consideraron fuentes de armónicos a partir de ese orden como con los VFD de 12 pulsos.

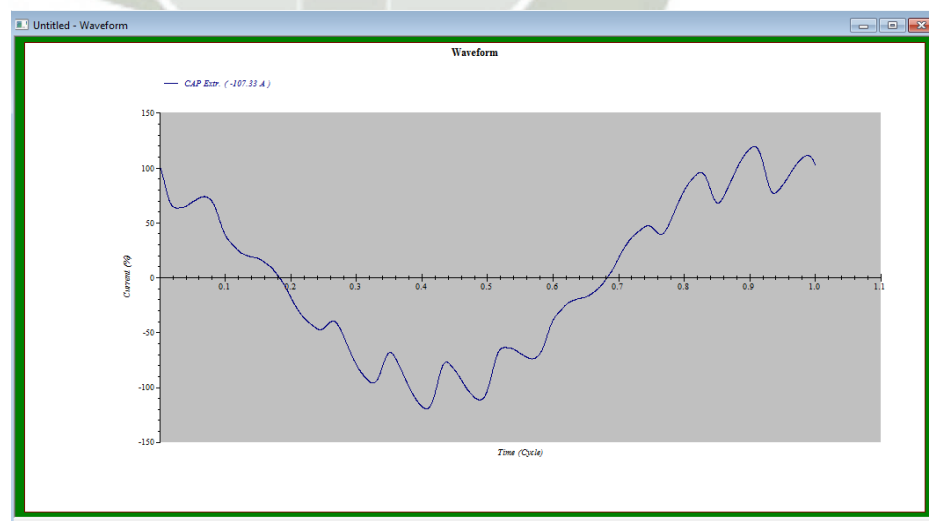
Para el banco de condensadores automático y los condensadores fijos se tienen las siguientes formas de Onda:

Ilustración 66
Forma de Onda Banco Automático de Condensadores en Operación



Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

Ilustración 67
Forma de Onda Condensadores fijos en Operación



Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

La forma de onda tanto del banco automático como de los condensadores fijos es la más distorsionada, debido a que realiza también la función de un filtro, absorbiendo los armónicos generados por los otros equipos, y manteniendo la red más limpia.

Los límites establecidos por las normas no han sido superados, por lo cual no habrá mayores problemas y efectos de los armónicos en la instalación, además se suma el funcionamiento de los condensadores como filtros de armónicos en la instalación. Sin embargo siempre hay que tener la consideración que de aumentar los generadores de armónicos, el análisis debe ser realizado nuevamente y en caso se superen los límites admisibles, instalar una reactancia en serie con los condensadores, para mejorar su comportamiento como filtro.

4.5.3.3. Precaución de la Resonancia

Con la presencia de frecuencias armónicas en la instalación y al mismo tiempo de condensadores, se puede llegar a la situación que se dé la frecuencia de resonancia para dichos condensadores, llevando la impedancia a valores de cero o infinito pudiendo provocar cortos circuitos o sobrecargas en la instalación.

Para evaluar esta situación analizamos de manera básica el orden de armónicos que generara resonancia mediante la siguiente fórmula:

$$n = \sqrt{\frac{S_{cc}}{Qc}}$$

Donde:

n: orden de armónico para resonancia en los condensadores

Sc: Potencia de corto circuito para la red (KVA)

Qc: potencia de Condensadores (KVAR)

Para el transformador en de la instalación con tensión de corto circuito 6.75% y potencia nominal 2500 KVA:

$$S_{cc} = \frac{2500}{0.0675} = 37037.04 \text{ KVA}$$

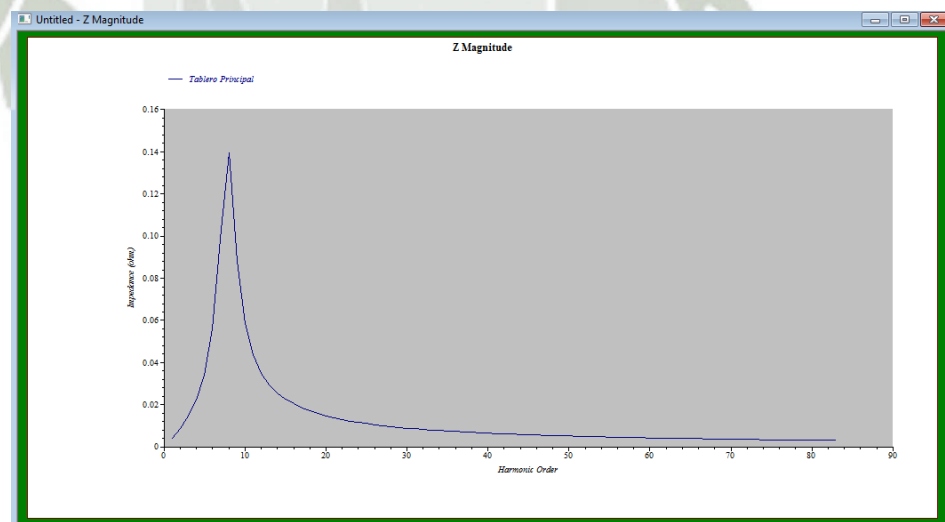
Reemplazando:

$$n = \sqrt{\frac{37037.04}{480}} = 8.78$$

Lo cual nos da un orden de la frecuencia de resonancia aproximado de del 8avo al 9no, o entre 480 y 540 Hz.

Esto también se ve en el análisis realizado en el software ETAP:

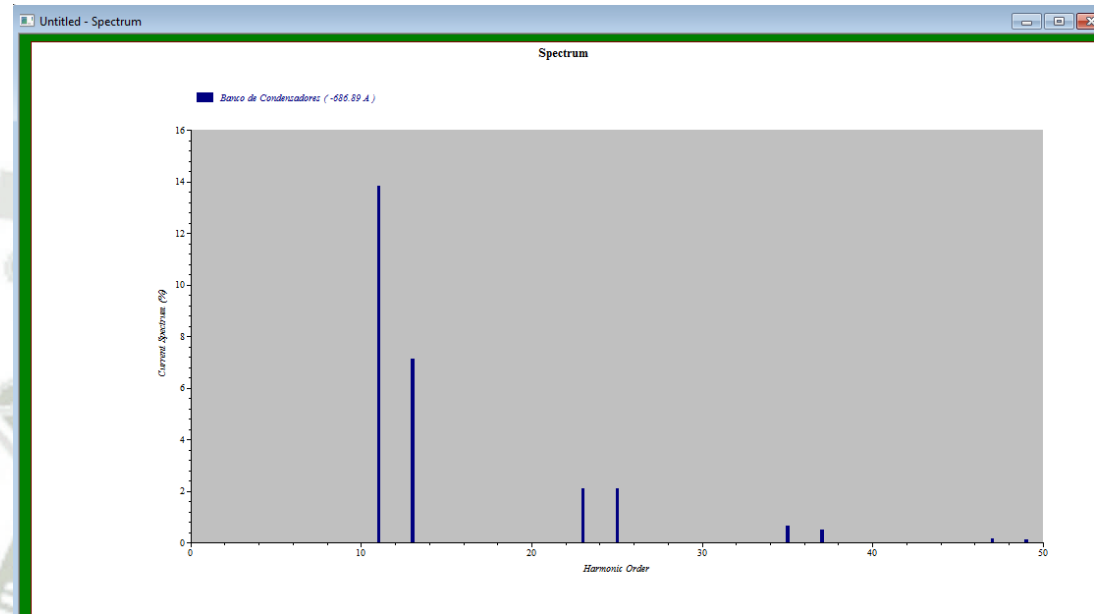
Ilustración 68 Impedancia en Tablero Principal en función a los armónicos



Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

Los que nos quiere decir que de presentarse la frecuencia de resonancia en los condensadores, el fenómeno estará presente. Para esto analizamos el espectro de frecuencias armónicas en los condensadores:

Ilustración 69 Espectro de Armónicos en Condensadores



Fuente: Resultados de análisis de Armónicos mediante software ETAP, elaboración Propia

Como se puede ver, debido a las cargas no lineales presentes, existe presencia de armónicos desde el 11avo orden, con lo cual no se presentara la resonancia, a menos que se verifiquen mayores cargas no lineales y de distintas características.

La presencia de armónicos, aunque no exista resonancia, y como vimos previamente debido a una forma de orden discontinua en los condensadores, puede provocar sobretensiones, para esto se recomienda hacer trabajar a los condensadores a una tensión superior, mediante la conexión en serie de una reactancia en serie. Se siguen las siguientes recomendaciones:

Tabla 67
Recomendaciones para instalación de Condensadores en presencia de Armónicos

Tabla para la elección del proceso de cálculo de una batería para un circuito con armónicos		
Condensadores alimentados en: BT por un transformador (regla general en función de su potencia)		
$\Sigma R = \frac{S_{cc}}{120}$	$\frac{S_{cc}}{120} \leq \Sigma R \leq \frac{S_{cc}}{70}$	$\Sigma R = \frac{S_{cc}}{70}$
Condensadores estándar	Condensadores clase "H" (tensión sobredimensionada en un 10%)	Baterías de condensadores SAH (tensión sobredimensionada en un 10% + inductancia antiarmónicos)
Suma de potencias creadoras de armónicos ΣR		

Fuente: Manual teórico Pactico Schneider Electric, Barcelona, España. 2010

La potencia de corto circuito para el transformador, con una tensión de corto circuito de 6.75%:

$$\frac{2500 \text{ KVA}}{0.065} = 37037.04 \text{ KVA}$$

La suma de potencias generadores de armónicos tomando en cuenta los variadores de frecuencia instalados: 1024.40 KVA

Entonces aplicando los criterios de la tabla anterior:

$$\frac{37037.04 \text{ KVA}}{120} = 308.64 < 1024.40 \text{ KVA}$$

$$\frac{37037.04 \text{ KVA}}{70} = 529.10 < 1024.40 \text{ KVA}$$

La potencia generadora de armónicos supera la relación recomendada, por lo tanto se utilizara una reactancia de protección, lo que hace dicha reactancia es desplazar la frecuencia de resonancia fuera del espectro, evitando así problemas posibles de resonancia y sobretensiones

CAPÍTULO V: ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

5.1.RESUMEN DEL CAPÍTULO

El presente capítulo desarrolla, a través de los resultados obtenidos en el capítulo IV, un análisis detallado de los beneficios económicos que se obtendrán tras implementar los estudios técnicos analizados, plasmando las ventajas técnicas en ventajas económicas en el consumo y la producción.

5.2.CONSIDERACIONES INICIALES

La instalación objeto del presente estudio, dentro del marco de La Ley de Concesiones Eléctricas, Título I, Artículo 2; seleccionó una calificación como usuario libre al estar dentro de los valores de potencia establecidos por la ley.

Al ser cliente libre, el usuario determina de manera directa con el suministrador las modalidades y precios de facturación eléctrica. Para los precios a determinarse se usa la referencia dada por el Osinergmin a través de los precios en barra de referencia correspondiente a la zona y al concesionario.

Los precios de barra para potencia y energía son establecidos por Osinergmin para cada año en el mes de Mayo, con redondeos mensuales. Dichos precios servirán de referencia para el contrato entre el usuario y el concesionario, pudiendo variar en porcentajes determinados de los precios en barra, según el contrato que se llegue entre el usuario y el suministrador. Para la instalación correspondiente al presente estudio la barra de referencia correspondiente es la de Santa Rosa o barra Lima, cuyos precios de referencia fijados a Mayo del 2017 son los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 68
Precios de Referencia en Barra Mayo 2017

	TENSIÓN kV	PPMo S/kW-mes	PEMPo ctm. S/kW.h	PEMFO ctm. S/kW.h
Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) - Res. Barra (Cuadro 1)				
Zorritos	220	20,15	15,19	13,75
Talara	220	20,15	15,07	13,66
Piura Oeste	220	20,15	15,13	13,73
Chiclayo Oeste	220	20,15	15,02	13,66
Carhuaquero	220	20,15	14,79	13,44
Carhuaquero	138	20,15	14,79	13,44
Cutervo	138	20,15	14,84	13,47
Jaen	138	20,15	14,89	13,49
Guadalupe	220	20,15	14,99	13,65
Guadalupe	60	20,15	15,02	13,67
Cajamarca	220	20,15	14,8	13,44
Trujillo Norte	220	20,15	14,92	13,63
Chimbote 1	220	20,15	14,84	13,59
Chimbote 1	138	20,15	14,87	13,58
Paramonga Nueva	220	20,15	14,69	13,44
Paramonga Nueva	138	20,15	14,67	13,43
Paramonga Existente	138	20,15	14,6	13,38
Huacho	220	20,15	14,67	13,54
Zapallal	220	20,15	14,74	13,75
Ventanilla	220	20,15	14,76	13,83
Lima	220	20,15	14,71	13,85
Cantera	220	20,15	14,62	13,59
Chilca	220	20,15	14,51	13,56
Independencia	220	20,15	14,68	13,59
Ica	220	20,15	14,74	13,64

Fuente: Osinergmin, 2017

Los precios finales entre el usuario y la empresa suministradora podrán variar de precios en barra. En la plataforma web de usuarios libres de Osinergmin, de acceso público, se encuentran los precios finales acordados para cada suministro de usuarios libres. Para la nueva instalación de Molitalia, objeto de estudio del presente proyecto se tienen los siguientes precios finales:

Ilustración 70
Precios Finales para facturación de energía Eléctrica en la Instalación

•	<i>Cargo fijo (CF):</i> $CF = 3.81 \text{ S./mes} + \text{IGV}$
•	<i>Precio por energía activa en horas punta (EAHP):</i> $EAHP = 0.1296 \text{ S./kW.h} + \text{IGV}$
•	<i>Precio por energía activa en horas fuera de punta (EAFP):</i> $EAFP = 0.1231 \text{ S./kW.h} + \text{IGV}$
•	<i>Precio por potencia de generación (PG):</i> $PG = 44.16 \text{ S./kW/mes} + \text{IGV}$
•	<i>Precio por potencia de distribución (PD):</i> $PD = 10.19 \text{ S./kW/mes} + \text{IGV}$
•	<i>Precio por energía reactiva (ER):</i> $ER = 0.0415 \text{ S./kvar.h} + \text{IGV}$

Fuente: Sistema de Usuarios Libres Osinergmin <http://srvgart07.osinerg.gob.pe/SICLI/>

Para la facturación de energía reactiva se utilizara el mismo criterio que se utiliza para clientes regulados, es decir, se facturará el excedente del 30% respecto a la energía activa. Además se ve que se considera facturación por Energía activa en horas punta y en horas fuera de punta y cargos de potencia por generación y distribución.

Para el análisis económico planteado a continuación se tomarán como referencia los precios de la **Ilustración 70**, así como la base de consumos será la brindada por el sistema de usuarios Libres de Osinermin, con una proyección a un año.

5.3.EVALUACION ECONOMICA DE COMPENSACION DE ENERGÍA REACTIVA

5.3.1. Consumo y Facturación

Del portal de Usuarios libres de Osinermin se recoge la siguiente tabla que muestra en consumo de energía activa de la instalación en sus primeros cinco meses de operación a plena carga:

Tabla 69
Consumo de Energía Activa de Instalación (primeros 5 meses)

Fecha	Consumo de Energía Activa (MW.h)		Total
	Hora Punta	Hora fuera de punta	
201707	43.94	186.99	230.93
201706	44.19	178.12	222.31
201705	42.62	179.56	222.18
201704	39.04	159.10	198.14
201703	30.59	137.97	168.57

Fuente: Sistema de Usuarios Libres Osinermin <http://srvgart07.osinerg.gob.pe/SICLI/>

Se observa que en los últimos tres meses se alcanzó un consumo más constante de energía al estar la instalación completa, se tomará el promedio de dichos valores como punto de partida para una proyección de un año, que nos muestre los consumos de energía reactiva sin compensación, es decir conservando el factor de potencia inicial de la planta de 0.8607.

Tabla 70
Facturación de Energía Reactiva sin Compensación

Mes	Consumo de Energía Activa [MW.h]	Consumo de Energía Reactiva [MVAR.h]	Energía Reactiva a facturar [MVAR.h]	Facturación de Energía Reactiva [S/.]
1	222.18	131.42	64.77	3171.67
2	222.31	131.50	64.81	3173.53
3	230.93	136.60	67.32	3296.58
4	225.14	133.17	65.63	3213.93
5	225.14	133.17	65.63	3213.93
6	225.88	133.61	65.85	3224.49
7	226.77	134.14	66.11	3237.23
8	225.73	133.52	65.80	3222.39
9	225.88	133.61	65.85	3224.51
10	226.07	133.72	65.90	3227.16
11	226.11	133.75	65.91	3227.82
12	225.95	133.65	65.87	3225.47
TOTAL ANUAL				38658.70

Fuente: Elaboración Propia

La energía reactiva que se va a facturar es aquella que exceda el 30% de la energía activa, y dicho valor se multiplica por el costo unitario de KVAR.h, lo que nos da una facturación anual de S/. 38658.70. Dicho monto al corregir el factor de potencia será eliminado, pasando a convertirse en un ahorro.

5.3.2. Inversión

Se extraen los precios de los componentes seleccionados en el capítulo 4, y se presenta el siguiente resumen de la inversión necesaria para la instalación de los sistemas elegidos:

Tabla 71
Resumen de la Inversión necesaria

item	Descripción	Precio unitario	Ctd	Precio venta	Subtotales
1	Sistemas de compensación fija				\$2,459.90
1.1	Condensador Fijo	\$524.44	2	\$1,048.89	
1.2	Interruptor Automático 250A	\$355.51	2	\$711.01	
1.3	Contactores de mando	\$350.00	2	\$700.00	
2	Sistemas de compensación Automática				\$11,973.52
2.1	Banco de Condensadores Automático	\$11,815.00	1	\$11,815.00	
2.2	Transformador de Intensidad	\$158.52	1	\$158.52	
3	Instalación y Montaje				\$2,000.00
SUBTOTAL					\$16,433.42
IGV					\$2,958.02
TOTAL					\$19,391.44

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene una inversión total necesaria de \$19,391.44 para la implementación de los sistemas de compensación de energía reactiva proyectados en el estudio.

5.3.3. Indicadores de Rentabilidad

Para definir la rentabilidad económica del proyecto se necesitan ciertos indicadores que serán expuestos a continuación:

5.3.3.1. Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto es un indicador de rentabilidad que nos permite traer al presente el valor de flujos de caja futuros que son originados por una inversión. Viene dado por la expresión:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

I_0 : Inversión Inicial

F_t : Flujo de dinero en periodo t

n: número de periodos de tiempo

k: tasa de descuento (%)

Un VAN positivo nos indica que el proyecto es rentable en la cantidad de periodos establecidos

5.3.3.2. *Tasa Interna de Retorno (TIR)*

La tasa interna de retorno es la tasa de interés o de rentabilidad que genera una inversión, por lo tanto no indica en un porcentaje las ganancias o pérdidas que se tendrán producto de la inversión inicial. Para su cálculo se iguala el valor del VAN a cero y la tasa de descuento pasa a ser el TIR:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Si el TIR resultante es mayor a la tasa de descuento considerada el proyecto dará la rentabilidad mínima requerida.

5.3.3.3. *Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)*

Es el tiempo en el cual la inversión inicial se recuperará por medio de los beneficios económicos que esta trae consigo en los periodos sucesivos. Para un cálculo sencillo se obtiene como la relación entre la inversión y los ingresos en un mismo periodo. De requerir un cálculo más detallado se actualizan los valores de flujos de cajas y se traen al presente. Sirve como un valor de referencia, pues los más determinantes para escoger o rechazar un proyecto son el VAN y el TIR, pero al mismo tiempo mientras menor sea su valor, resultará más atractivo. También es llamado Payback.

5.3.3.4. Resultados

Para el cálculo de los indicadores previamente expuestos consideraremos todos los flujos de dinero en dólares (\$), así como periodos anuales con un tiempo de vida útil para el análisis de 10 años y una tasa de descuento de 12%, común para proyectos de inversión. Los ahorros obtenidos anualmente por la facturación eléctrica serán los beneficios económicos en cada periodo y la inversión inicial es el costo total de la instalación previamente calculado.

Tabla 72
Indicadores de Rentabilidad

periodo (años)	Inversión	Ahorro
0	-\$19,391.44	
1		\$11,961.23
2		\$11,961.23
3		\$11,961.23
4		\$11,961.23
5		\$11,961.23
6		\$11,961.23
7		\$11,961.23
8		\$11,961.23
9		\$11,961.23
10		\$11,961.23
	VAN	\$43,028.75
	TIR	61%
	PRI (años)	1.62

Fuente: Elaboración Propia

Los valores del VAN (positivo) y del TIR (mayor a la tasa de descuento), nos aseguran que la rentabilidad del proyecto está asegurada, con un tiempo de retorno de la inversión estimado de 1.62 años.

Los cálculos de rentabilidad presentados solo incluyen los beneficios económicos directos mediante la facturación de energía reactiva, sin embargo otros beneficios de la compensación de energía reactiva también traerán beneficios económicos indirectos, como son los relacionados a una

optimización en el uso de los componentes eléctricos, y menores consumos de energía activa debido a menores pérdidas en los conductores y menores caídas de tensión.

5.4.IMPACTO ECONOMICO EN LA PRODUCCION

Los motores eléctricos son los más grandes consumidores de energía eléctrica en la industria, se puede decir sin temor a equivocarse que entre el 60 y 70% del consumo energético de una planta industrial corresponde a motores eléctricos. Al desarrollar métodos de eficiencia energética se podrá optimizar el consumo de energía para de esta manera poder conseguir reducción de los costos de consumo eléctrico.

Para poder llegar a la excelencia energética y desde nuestro análisis es necesario considerar cuatro escenarios que se describen a continuación:

- Eficiencia de motores
- Arranque de motores
- Operación de motores en estado estable
- Mantenimiento de MCC's

Para intereses de nuestro estudio es de vital importancia poder optimizar principalmente el arranque de motores por ser un valor crítico de consumo energético y que tiene directa relación con el mantenimiento y vida útil de motores, por otro lado como es de conocimiento los motores no siempre funcionan a plena carga es por ello adecuarse a la operación fluctuante de la carga significara un ahorro energético principalmente en motores de alta potencia, por último los costos relacionados al mantenimiento de motores y arrancadores se verán afectados según sea la frecuencia de estos y garantizaran la disponibilidad y confiabilidad del proceso; la eficiencia de motores no será un factor fundamental pues al tratarse de una planta nueva se considerara motores de alta eficiencia.

A continuación se presentara un comparativo de ahorro energético entre lo que sería el arranque directo de motores y el arranque de motores utilizando métodos electrónicos, así mismo se indicaran y desarrollaran las principales ventajas que ofrecen los MCC vistos desde el punto de vista del mantenimiento de motores y arrancadores.

5.4.1. Eficiencia Energética e Impacto Económico en el Arranque de Motores.

Para poder evaluar el impacto económico que involucra una adecuada regulación de la corriente en el arranque de motores se comparan distintos escenarios; el primero de ellos buscara evaluar los impactos económico – energético de realizar un arranque mediante métodos tradicionales (arranque directo), en segunda instancia se determinaran los impactos económico – energéticos que involucra realizar un arranque mediante los métodos dispuestos previamente (métodos electrónicos), determinando las características de los arrancadores mediante hojas técnicas de los arrancadores de la línea Schneider Electric por ser una marca líder en el sector eléctrico y de reconocimiento mundial.

A continuación se presentaran distintas características eléctricas de los distintos tipos de arranque, para nuestro estudio se consideraran los arranques estudiados previamente y que se describen a continuación:

- Arranque Directo DOL
- Arranque Suave SOFT STARTER
- Arranque Variable VDF

El arranque Estrella – Triangulo no será considerado debido a que por los requerimientos es bastante probable que los motores en su mayoría arranquen con carga, siendo perjudicial incluso aún más que los arranques directos, es por ello que no serán considerados.

Tabla 73
Características de los distintos métodos de arranque

	Directo	Estrella Triángulo	"Part winding"	Resistencias	Autotransformador	Motor anillos	"Soft starter"	Convertidor frecuencia
Motor	Estándar	Estándar	6 devanados	Estándar	Estándar	Específico	Estándar	Estándar
Coste	+	++	++	+++	+++	+++	+++	++++
Corriente arranque motor	5 a 10 In	2 a 3 In	2 In	Aprox. 4.5 In	1.7 a 4 In	Aprox. 2 In	4 a 5 In	In
Caida de tensión	Alta	Alta en el cambio de conexión	Baja	Baja	Baja; precaución al conectar en directo	Baja	Baja	Baja
Harmónicos de tensión y corriente	Alto	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Bajo	Alto	Alto
Factor de potencia	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado	Bajo	Alto
Número de arranq. disponibles	Restringido	2-3 veces más que directo	3-4 veces más que directo	3-4 veces más que directo	3-4 veces más que directo	2-3 veces más que directo	Limitado	Elevado
Par disponible	Aprox. 2.5 Cn	0.2 a 0.5 Cn	2 Cn	Cn	Aprox. 0.5 Cn	Aprox. 2 Cn	Aprox. 0.5 Cn	1.5 to 2 Cn
Solicit. térmica	Muy alta	Alta	Moderada	Alta	Moderada	Moderada	Moderada	Baja
Solicitación mecánica	Muy alta	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Baja	Moderada	Baja
Tipo de carga recomendado	Cualq.	Sin carga	Par creciente	Bombas y vent.	Bombas y vent.	Cualq.	Bombas y vent.	Cualq.
Carga gran inercia	Si*	No	No	No	No	Si	No	Si

* Este sistema de arranque requiere que el motor esté específicamente dimensionado.

Fuente: Arranque y protección de motores CA, Schneider Electric,

Para efectos del análisis se desarrolla en el Anexo N° 15, Análisis Económico del Arranque de Motores

A continuación se presenta el costeo resumen que significa el arranque de motores e impacto económico que refleja realizar una modulación de la corriente de arranque motores de inducción trifásicos:

Tabla 74
Análisis Económico en el Arranque de Motores

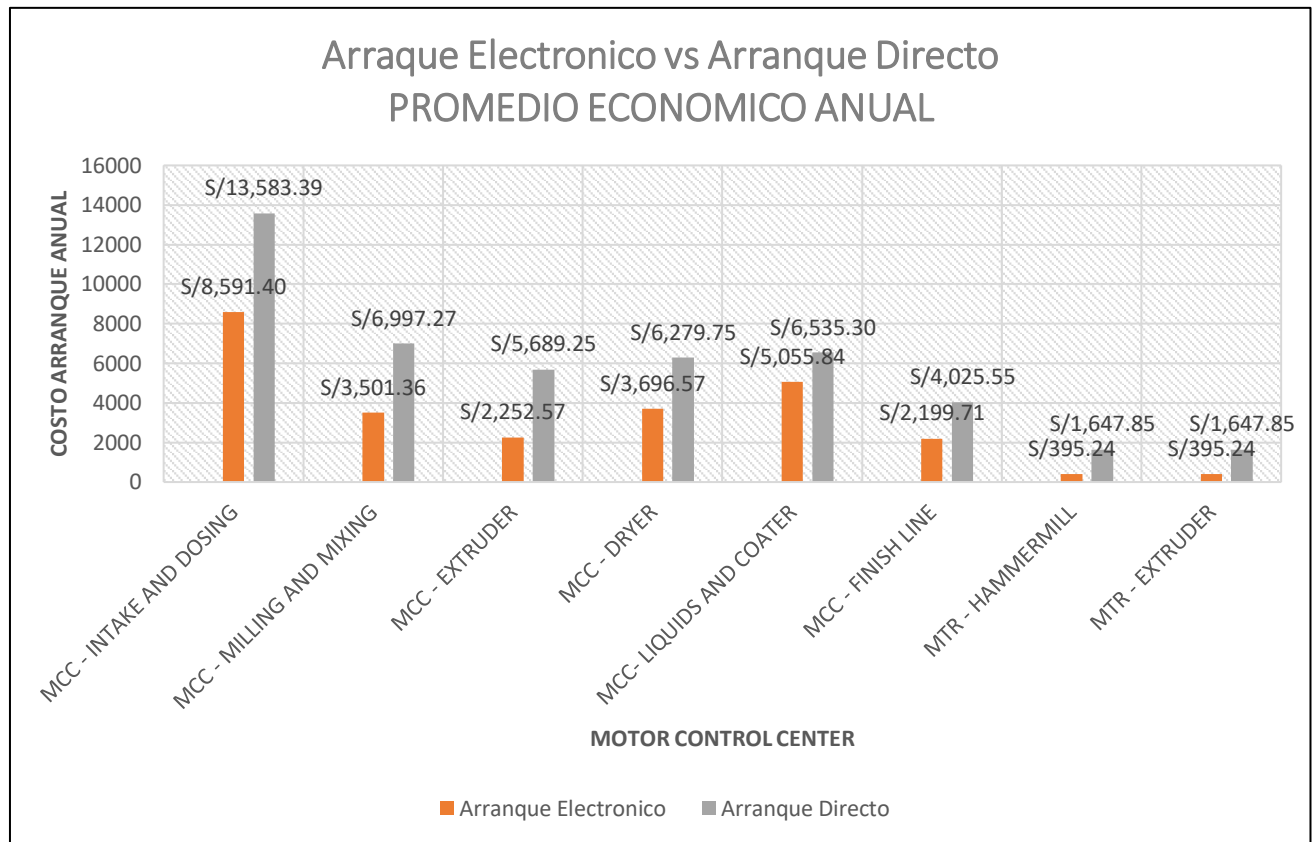
ANÁLISIS ECONOMICO EN EL ARRANQUE DE MOTORES													
ANÁLISIS COSTO DE ARRANQUE DE MOTORES	f.d.p Promedio	COSTO \$/ kWh	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Electronicos [la]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Directos [la]	POTENCIA EN ARRANQUE Arrancadores Electronicos [KW]	POTENCIA EN ARRANQUE Arrancadores Directos [KW]	COSTO DE ARRANQUE Arrancadores Electronicos [30 s]	COSTO DE ARRANQUE Arrancadores Directos [30 s]	Arranques por día Promedio	COSTO ARRANQUE DIA Arrancadores electronico	COSTO ARRANQUE DIA Arrancadores Directos	COSTO ARRANQUE AÑO Arrancadores Electronicos	COSTO ARRANQUE AÑO Arrancadores Directos
MCC - INTAKE AND DOSING	0.86	\$0.1231	1721	2721	973	1539	\$/0.99	\$/1.57	24	\$/23.86	\$/37.73	\$/8,591.40	\$/13,583.39
MCC - MILLING AND MIXING	0.84	\$0.1231	1431	2859	793	1585	\$/0.81	\$/1.62	12	\$/9.73	\$/19.44	\$/3,501.36	\$/6,997.27
MCC - EXTRUDER	0.85	\$0.1231	458	1157	255	644	\$/0.26	\$/0.66	24	\$/6.26	\$/15.80	\$/2,252.57	\$/5,689.25
MCC - DRYER	0.85	\$0.1231	1498	2546	837	1423	\$/0.86	\$/1.45	12	\$/10.27	\$/17.44	\$/3,696.57	\$/6,279.75
MCC - LIQUIDS AND COATER	0.84	\$0.1231	1037	1340	573	740	\$/0.59	\$/0.76	24	\$/14.04	\$/18.15	\$/5,055.84	\$/6,535.30
MCC - FINISH LINE	0.85	\$0.1231	448	820	249	456	\$/0.25	\$/0.47	24	\$/6.11	\$/11.18	\$/2,199.71	\$/4,025.55
MTR - HAMMERMILL	0.90	\$0.1231	907	3781	537	2240	\$/0.55	\$/2.29	2	\$/1.10	\$/4.58	\$/395.24	\$/1,647.85
MTR - EXTRUDER	0.90	\$0.1231	907	3781	537	2240	\$/0.55	\$/2.29	2	\$/1.10	\$/4.58	\$/395.24	\$/1,647.85
Total \$/.										\$/72.47	\$/128.91	\$/26,087.93	\$/46,406.20

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente análisis económico obedece a datos estadístico – reales del número de arranques promedio por día de los distintos motores pertenecientes a cada MCC, tomando como consigna el flujo del proceso requerido y la experiencia que otorgo el montaje y startup de la planta en estudio.

El impacto económico del arranque de motores por métodos electrónicos vs el arranque por medios tradicionales (arranque directo), obedece al siguiente gráfico:

Grafico 1
Análisis Económico, Arranque Electrónico Vs Arranque Directo de Motores



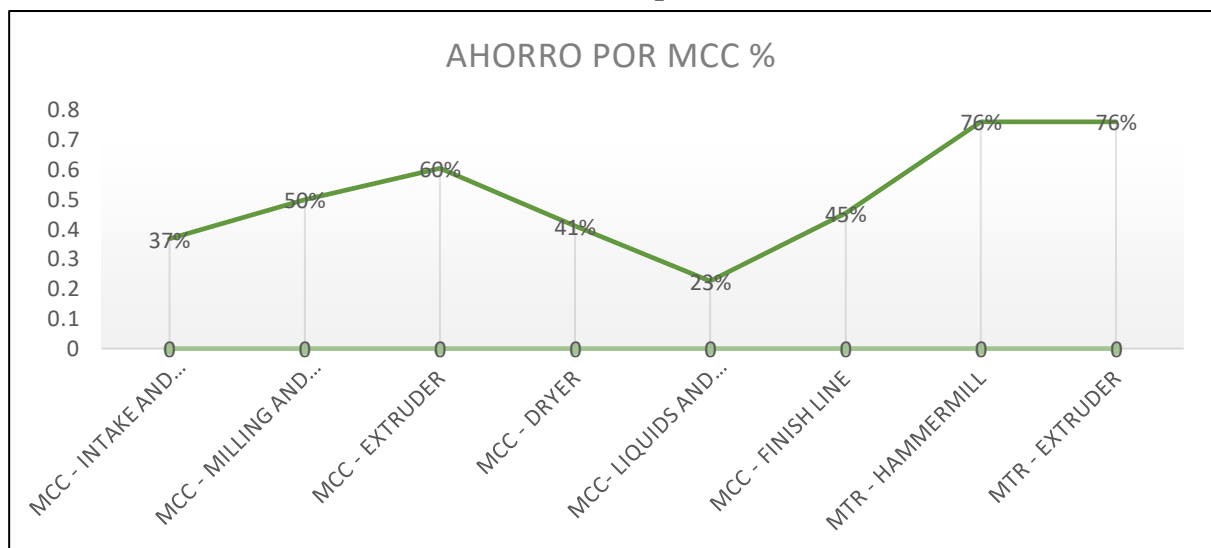
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar gráficamente, el arranque de motores mediante métodos electrónicos donde se puede regular la corriente y velocidad del motor genera un impacto favorable económico, que se ve reflejado en un ahorro del 44% con respecto a los arranque convencionales directos esta cifra se puede traducir en un ahorro de S/. 20,318.26 anuales, sin contar los amplios beneficios para conservación de la vida útil de motores e instalaciones de aparata eléctrica.

El ahorro económico es directamente proporcional a la cantidad y a la potencia de los equipos arrancadores de los distintos motores designados, es importante poder evaluar e identificar que motores deberán tener un método de arranque electrónico según los requerimientos de su carga y la potencia requerida para su accionamiento, mediando el siguiente grafico se puede apreciar el ahorro

porcentual de cada MCC y cargas especiales con respecto a métodos tradicionales de arranque, se puede observar que el MCC que más beneficios tiene es el MCC Extruder y el que menos beneficios tiene es el MCC Liquids, por otra parte las carga especiales presentan un gran beneficio, siendo ambas las de mejor aprovechamiento.

Grafico 2
% de Ahorro por MCC

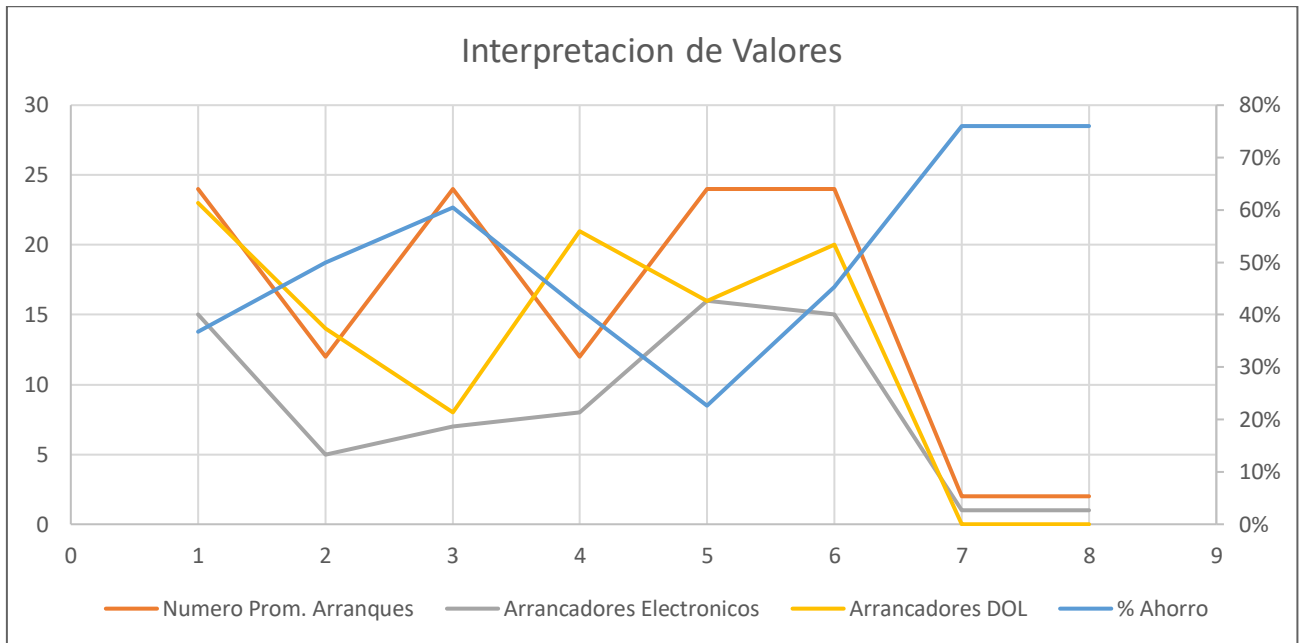


Fuente: Elaboración Propia

Para poder identificar las virtudes y desventajas de los distintos arrancadores es necesario poder realizar un análisis sobre el grafico 3, donde se puede evaluar 4 parámetros importantes que son el porcentaje de ahorro con respecto a los arrancadores convencionales, el número de arranque por día de operación, la cantidad de arrancadores electrónicos y la cantidad de arrancadores director por MCC; para este caso evaluaremos la condición más favorable y la más adversa, como es visible el caso más favorable es el MCC Extruder, donde se está llegando a un ahorro del 60% con respecto a arrancadores DOL, en este MCC también se presenta el promedio mayor de arranques por día y el número de arrancadores electrónicos es prácticamente el mismo que el número de arrancadores directos; por otra parte se tiene el caso más desfavorable que es el del MCC Liquids and

Coater, donde se llega a un ahorro del 23% con respecto a arrancadores DOL, en este MCC también se presenta el promedio mayor de arranques por día y el número de arrancadores electrónicos es el mismo que el de arrancadores DOL.

Grafico 3
Interpretación de Resultados



Fuente: Elaboración Propia

Donde:

- 1 – MCC Intake and Dosing
- 2 – MCC Milling and Mixing
- 3 – MCC Extruder
- 4 – MCC Dryer
- 5 – MCC Liquids and Coater
- 6 – MCC Finish Line
- 7 – MTR Hammermill
- 8 – MTR Extrusor

5.4.2. Eficiencia Energética e Impacto Económico Funcionamiento De Motores en Estado Estable

Como es de conocimiento la carga en un motor no siempre es la misma, generalmente se presentan fluctuaciones o variaciones dependiendo de los requerimientos de producción, el funcionamiento de un motor siempre debería


tener un desempeño de acuerdo a la carga requerida, de esta manera se evita desperdicios de energía y se mejora la vida útil del motor.

Gracias a los VFD podemos ajustar el desempeño de un motor dependiendo de la carga a la cual está expuesta.

A continuación se presenta un resumen de los posibles costos por consumo según las variaciones en la carga:



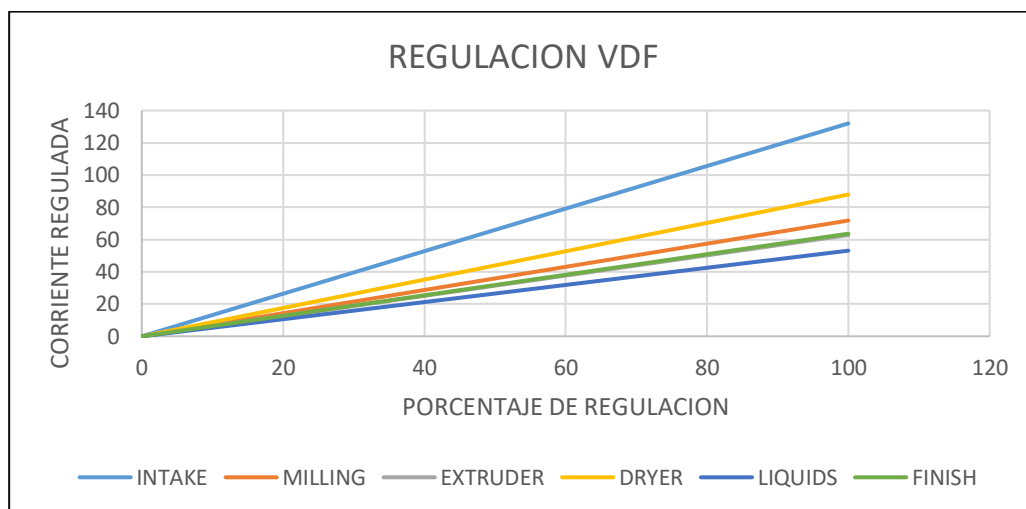
Tabla 75
Análisis Económico en la Operación de Motores con fluctuaciones en la carga

 ANALISIS ECONOMICO EN LA OPERACIÓN DE MOTORES																	
ANALISIS COSTO DESEMPEÑO DE MOTORES	Arrancadores DOL [A]	Arrancadores SOFT [A]	Arrancadores VFD [A]	Total Corriente NO REGULABLE [A]	Total Corriente REGULABLE [A]	Regulacion al 90% [A]	Regulacion al 80% [A]	Regulacion al 70% [A]	Regulacion al 60% [A]	Regulacion al 50% [A]	COSTO OPERACIÓN A PLENA CARGA Dia [\$/]	COSTO OPERACIÓN AI 90% Dia [\$/]	COSTO OPERACIÓN AI 80% Dia [\$/]	COSTO OPERACIÓN AI 70% Dia [\$/]	COSTO OPERACIÓN AI 60% Dia [\$/]	COSTO OPERACIÓN AI 50% Dia [\$/]	
MCC - INTAKE AND DOSING	157	51	132	208	132	119	106	92	79	66	S/568.25	S/546.19	S/524.14	S/502.08	S/480.02	S/457.97	
MCC - MILLING AND MIXING	72	213	72	286	72	65	57	50	43	36	S/585.45	S/573.68	S/561.92	S/550.15	S/538.39	S/526.63	
MCC - EXTRUDER	14	68	63	82	63	57	50	44	38	31	S/238.00	S/227.67	S/217.33	S/206.99	S/196.66	S/186.32	
MCC - DRYER	124	106	88	230	88	79	70	62	53	44	S/525.41	S/510.90	S/496.38	S/481.86	S/467.34	S/452.82	
MCC - LIQUIDS AND COATER	114	0	53	114	53	48	43	37	32	27	S/273.40	S/264.73	S/256.06	S/247.39	S/238.72	S/230.05	
MCC - FINISH LINE	39	0	64	39	64	57	51	45	38	32	S/168.40	S/157.95	S/147.49	S/137.03	S/126.57	S/116.11	
MTR - HAMMERMILL	0	0	473	0	473	425	378	331	284	236	S/827.22	S/744.50	S/661.78	S/579.06	S/496.33	S/413.61	
MTR - EXTRUDER	0	0	473	0	473	425	378	331	284	236	S/827.22	S/744.50	S/661.78	S/579.06	S/496.33	S/413.61	
											S/. / DIA	S/4,013.36	S/3,770.12	S/3,526.87	S/3,283.62	S/3,040.37	S/2,797.12
											S/. / AÑO	S/1,444,811.12	S/1,357,241.88	S/1,269,672.64	S/1,182,103.40	S/1,094,534.15	S/1,006,964.91

Fuente: Elaboración Propia

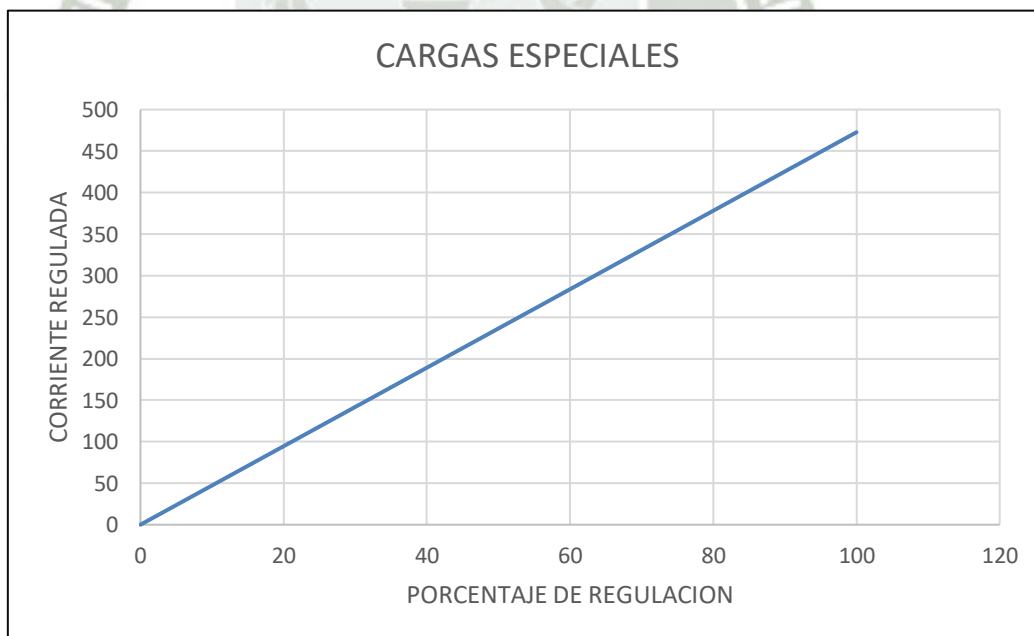
A continuación se presenta la regulación posible por cada MCC y cargas especiales:

Grafico 4
Regulación posible por MCC



Fuente: Elaboración Propia

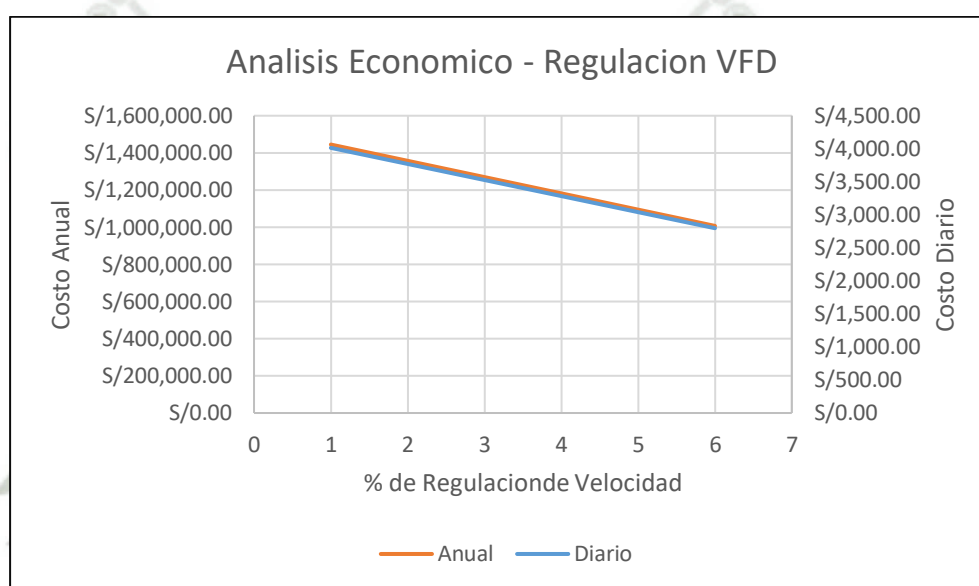
Grafico 5
Regulación posible Cargas Especiales



Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta gráficamente el impacto económico que se tendría en cada posible escenario regulado, como se observa las ventajas son evidentes se tiene un considerable ahorro económico y de la misma manera se preservan mejor las cualidades del motor, evitando mantenimiento correctivo antes de tiempo y alargando la vida útil del motor.

Grafico 6
Análisis Económico de la regulación de Velocidad mediante Arrancadores VFD



Fuente: Elaboración Propia

5.4.3. Mantenimiento de Centro Control de Motores

Los Centro Control de Motores agrupan en su interior la combinación perfecta de fuerza y control, esta combinación permite desarrollar sistemas complejos de automatización reduciendo errores humanos y permitiendo la excelencia en la continuidad de producción.

La finalidad del mantenimiento en plantas industriales es permitir la continuidad de operaciones sin tiempos de parada no programados, un motor eléctrico en estado

de falla podría significar la paralización de una línea de producción es por ello de la importancia de un adecuado sistema de mantenimiento

Los MCC permiten desarrollar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, es justamente el mantenimiento correctivo el que implica los mayores costos en reparación y en repercusión pues generan paralizaciones imprevistas en la producción, es por ello que es de gran importancia que las actividades de mantenimiento correctivo se den con mucha celeridad.

Los MCC permiten el rápido reemplazo de arrancadores, gracias a su tecnología de cubículos extraíbles, dichos cubículos contienen arrancadores, esto evita paralizaciones indeseadas en la producción

- **Beneficios de los MCC mantenimiento correctivo no planificado**

El mantenimiento correctivo no planificado o de emergencia tiene repercusiones económicas, productivas, humanas y ambientales.

- Los MCC permiten el rápido reemplazo de arrancadores permitiendo garantizar la continuidad de operaciones cuando ocurran fallas en sistemas electrónicos donde no es posible prever fallas.

- Los MCC facilitan la identificación de motores que trabajan con eficiencias menores a sus nominales gracias a su sistema de escaneo continuo de parametrización, esto evita fallas repentinas en motores antiguos

- **Beneficios de los MCC mantenimiento correctivo planificado**

El mantenimiento correctivo planificado permite la prevención de actividades propias del mantenimiento de equipos y componentes

facilitando la preparación del personal para enfrentar esta situación, tiene repercusiones productivas y económicas.

- Los MCC permiten la identificación de motores que trabajan con eficiencias menores a las nominales gracias a su sistema de escaneo continuo de parametrización, de esta manera se puede evaluar deficiencias en motores para distender tiempo para sus correcciones

- Los arrancadores electrónicos dispuestos en los cubículos de un MCC permite la regulación de la corriente de arranque y de operación mejorando las condiciones de funcionamiento evitando envejecimiento prematuro de los componentes de motores y vida útil del motor

- **Beneficios del mantenimiento preventivo**

Los beneficios del mantenimiento preventivo son ampliamente visibles estos impactan positivamente en la disponibilidad y confiabilidad del proceso, algunas de sus ventajas radican en la prevención de averías reduciendo periodos de tiempo muerto improductivo por reparaciones, así mismo alarga la vida de útil de componentes, el costo de realizar mantenimiento preventivo es menor a realizar mantenimiento correctivo.

Las causas de falla que puede prevenir un adecuado mantenimiento preventivo en un MCC son las siguientes:

- Falsos contactos y conexiones inadecuadas

Un adecuado mantenimiento preventivo evita los falsos contactos y conexiones inadecuadas que podrían significar defectos de falla a tierra o pérdidas de fase.

- Acumulación de polvo

Si bien es cierto los MCC tiene protección NEMA que garantiza la hermeticidad del gabinete es necesario desarrollar chequeos de prevención de polvo en arrancadores que podrían generas defecto de falla a tierra

- Identificación de elementos corrosivos

Los conductores pueden presentar corrosión, esta corrosión degrada el aislamiento propio de conductores ocasionando fallas por cortocircuito, es importante desarrollar chequeos para prevenir esta situación generando pruebas de megado y VLF para determinar la humedad del cable.

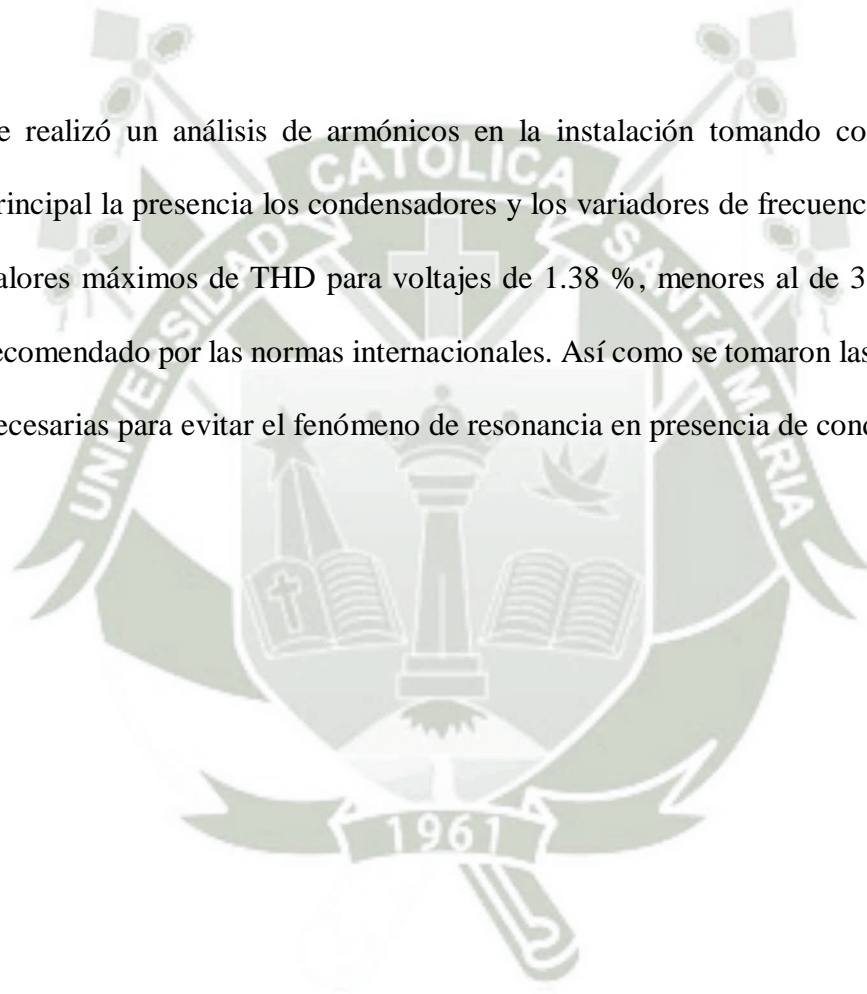


CONCLUSIONES

1. Se realizó satisfactoriamente el diseño de los Centro Control de Motores MCC cumpliendo los estándares de la norma NEMA Motor Control Center ICS 18-2001 (R2007), se comprobó que el CCM – Extruder tiene el mejor porcentaje de aprovechamiento siendo este del 60% y el CCM – Liquids and Coater tiene el mayor aprovechamiento siendo este del 23% indicando que entre mayores sean las potencias de los motores se tiene un mejor aprovechamiento, adicionalmente se pudo demostrar que los CCM no solo son aplicables a la industria minera como erróneamente se cree, son aplicables a cualquier tipo de industria competitiva con elevadas metas de producción y con un elevado número de motores.
2. Se obtienen satisfactoriamente beneficios económicos por la instalación del sistema de compensación de Energía Reactiva mediante el ahorro anual de una posible facturación de \$11,961.23. Los indicadores de Rentabilidad para una inversión de los sistemas contemplados muestran resultados óptimos.
3. Como resultado de la compensación de Energía Reactiva se logran satisfactoriamente beneficios técnicos como la disminución de pérdidas en los conductores hasta de 21.53%; disminución de la caída de Tensión de 1.96% a 1.06% en el alimentador principal y hasta de 2.46% a 1.84% en alimentadores de cargas; y un aumento de la potencia disponible de 4.59% a 15.48%.
4. La implementación de arrancadores electrónicos como Soft Starter y Variadores de Velocidad VFD permiten reducir los costos que se producen en el arranque de

motores eléctricos, se obtuvo un ahorro del 44% con respecto arrancadores directos traducidos en un ahorro aproximado del S/.20,318.26 anuales; reduciendo no solo el consumo de energía eléctrica por arranque si no también conservando la vida útil de motores y sus componentes, así mismo se comprobó que la implantación de VFD permite optimizar lo operación de motores que trabajan a potencias menores que su plena carga permitiendo la regulación de la velocidad según requerimiento de la carga.

5. Se realizó un análisis de armónicos en la instalación tomando como referencia principal la presencia los condensadores y los variadores de frecuencia, lográndose valores máximos de THD para voltajes de 1.38 %, menores al de 3.00% máximo recomendado por las normas internacionales. Así como se tomaron las precauciones necesarias para evitar el fenómeno de resonancia en presencia de condensadores.



RECOMENDACIONES

1. Con la puesta en operación de la instalación se recomienda realizar un estudio del consumo de energía reactiva mediante mediciones y compararlo con el realizado mediante balance de las cargas y su factor de potencia, de esta manera verificar los parámetros obtenidos y plantear mejoras si así se requiere.
2. Se recomienda la implementación de un Centro Control de Motores, al ser esta una industria diseñada para funcionar de forma automática y las 24 horas del día es recomendable contar un alto grado de confiabilidad de esta manera podemos garantizar una continuidad en la producción y evitar fallas no planificadas.
3. Es necesario desarrollar un adecuado análisis para determinar la cantidad de arrancadores electrónicos basándose principalmente en la potencia requerida del motor, como se pudo demostrar los arrancadores electrónicos sacan un mayor provecho con potencias mayores, cuando se tiene potencias menores es recomendable analizar la cantidad de arranques promedio que se tendrá, de esta manera se podrá determinar objetivamente el tipo de arranque que se ajuste mejor a los requerimientos.
4. Los estudios de armónicos en las instalaciones, dependiendo de las cargas y la red propias de cada sistema eléctrico, es un proceso que por sí mismo podría ameritar un estudio exhaustivo y detallado, analizado netamente la presencia de dicho fenómeno en cada componente y sus efectos. El análisis realizado fue en función a la presencia de los condensadores, y una interacción detallada entre ambos

fenómenos también podría ser objeto de una investigación minuciosa y netamente vinculada a dichos fenómenos.



BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Anuario Estadístico de Electricidad 2016*.
2. Osinergmin. (2016). *La industria de la Electricidad en el Perú, 25 años de aportes al crecimiento económico del país*.
3. Ministerio de Energía y Minas, D. G. (2015). *Anuario Ejecutivo de Electricidad 2014*.
4. CNE UTILIZACION. (2006). CODIGO NACIONAL ELECTRICO. 50-102.
5. Commission, I. E. (1993). *IEC 60071-1*.
6. IEC 60439. (2004-04). Low voltage switchgear and controlgear assemblies. En I. Standard.
7. IEC 60529. (s.f.). *IEC 60529*.
8. NEMA ICS 18-2001: Motor Control Centre
9. IEEE. (1992). *IEEE 519-1992 Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems*.
10. Schneider Electric. (2000). *Centros de Transformación MT/BT*.
11. Electricidad, M. d. (2011). *Código Nacional de Electricidad: Suministro*
12. Leonidas Sayas Poma, O. (2015). *Corrección del Factor de Potencia*.
13. Guru, B. S. (s.f.). Maquinas electricas y transformadores. En B. S. Guru, *Maquinas electricas y transformadores* (pág. 514).
14. Mora, J. F. (2012). *Circuitos Eléctricos*. Madrid, España.
15. Wildi, T. (2007). *Máquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia*. Pearson Education.
16. ABB. (010). *Cuaderno de aplicaciones Técnicas N°8: Correccion de factor de Potencia y Armónicos*. Barcelona.
17. RTR Energía. (s.f.). *Compensación de Energía Reactiva*. Madrid, España.
18. Schneider Electric. (2003). *Manual Teórico Practico de Instalaciones Eléctricas*. Barcelona, España.
19. Sistemas Trifasicos. (s.f.). *Tensiones en sistemas trifasicos equilibrados*. Obtenido de http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3020/html/13_tensiones_en_sistemas_trifsicos_equilibrados.html
20. Automation, R. (2015). *Motor Control Centers*.
21. NEC, N. E. (2005). *National Electrical Code*. 10 Edition.

22. NFPA 70 . (2008). 547.4.
23. EATON. (2016). *Motor Control Centers - Low Voltaje*.
24. EATON IT -EE09. (s.f.). *Informe Tecnico: IT-EE09(11/11) Arranque y control de motores trifasicos asincronos*. Moeller Series.
25. Estandar de Proteccion, I. (s.f.). *Estandar de Proteccion IP y NEMA*. Obtenido de https://tec-mex.com.mx/promos/bit/bit0902_ip.htm
26. Casares, F. (11 de 2011). Obtenido de http://www.trifasica.net/pdf/TEMA_8._SISTEMAS_TRIFASICOS.pdf
27. Marquez, J. J. (2006). *DISEÑO Y ESPECIFICACION DE UN CENTRO CONTROL DE MOTORES PARA SISTEMA DE EXTRACTORES*.
28. Scheneider Electric. (2010). *Guia de diseño de instalaciones electricas*.
29. SIEMENS. (2016). *CATALOGO Y GUIA DE USO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES TIASTAR. Innovaciones revolucionarias*.
30. Teoria basica de maquinas asincronas . (s.f.). <https://sites.google.com/site/teoriaarranquesmotores/>. Obtenido de Teoria de arranque de motores.
31. Alexis Tejada, A. L. (2013). *Efecto de las Armónicas en los Sistemas Eléctricos*.
32. CEPER Cables. (s.f.). *Catálogo de Información técnica: Media Tensión*.

ANEXOS Y PLANOS



Sistema Eléctrico Interconectado Nacional



SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO NACIONAL

Actualizado: Diciembre 2016
SUB DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN



ANEXO N° 2
Factor 'K' ($tg\phi_{inicial} - tg\phi_{deseado}$)

Antes de compensar	Potencia del condensador (en kVAr) a instalar por kW de carga, para compensar el cos de origen hasta un valor deseado													
	tg	0,75	0,59	0,48	0,46	0,43	0,40	0,36	0,33	0,29	0,25	0,20	0,14	
	cos	0,80	0,86	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1
2,29	0,40	1,557	1,691	1,805	1,832	1,861	1,895	1,924	1,959	1,998	2,037	2,085	2,146	2,288
2,22	0,41	1,474	1,625	1,742	1,769	1,798	1,831	1,840	1,896	1,935	1,973	2,021	2,082	2,225
2,16	0,42	1,413	1,561	1,681	1,709	1,738	1,771	1,800	1,836	1,874	1,913	1,961	2,022	2,164
2,10	0,43	1,356	1,499	1,624	1,651	1,680	1,713	1,742	1,778	1,816	1,855	1,903	1,964	2,107
2,04	0,44	1,290	1,441	1,558	1,585	1,614	1,647	1,677	1,712	1,751	1,790	1,837	1,899	2,041
1,98	0,45	1,230	1,384	1,501	1,532	1,561	1,592	1,628	1,659	1,695	1,737	1,784	1,846	1,988
1,93	0,46	1,179	1,330	1,446	1,473	1,502	1,533	1,567	1,600	1,636	1,677	1,725	1,786	1,929
1,88	0,47	1,130	1,278	1,397	1,425	1,454	1,485	1,519	1,532	1,588	1,629	1,677	1,758	1,881
1,83	0,48	1,076	1,228	1,297	1,370	1,400	1,430	1,464	1,497	1,534	1,575	1,623	1,684	1,826
1,78	0,49	1,030	1,179	1,248	1,326	1,355	1,386	1,420	1,453	1,489	1,530	1,578	1,639	1,782
1,73	0,50	0,982	1,232	1,202	1,276	1,303	1,337	1,369	1,403	1,441	1,481	1,529	1,590	1,732
1,69	0,51	0,936	1,087	1,160	1,230	1,257	1,291	1,323	1,357	1,395	1,435	1,483	1,544	1,686
1,64	0,52	0,894	1,043	1,116	1,188	1,215	1,249	1,281	1,315	1,353	1,393	1,441	1,502	1,644
1,60	0,53	0,850	1,000	1,075	1,144	1,171	1,205	1,237	1,271	1,309	1,349	1,397	1,458	1,600
1,56	0,54	0,809	0,959	1,035	1,103	1,130	1,164	1,196	1,230	1,268	1,308	1,356	1,417	1,559
1,52	0,55	0,769	0,918	0,996	1,063	1,090	1,124	1,156	1,190	1,228	1,268	1,316	1,377	1,519
1,48	0,56	0,730	0,879	0,958	1,024	1,051	1,085	1,117	1,151	1,189	1,229	1,277	1,338	1,480
1,44	0,57	0,692	0,841	0,921	0,986	1,013	1,047	1,079	1,113	1,151	1,191	1,239	1,300	1,442
1,40	0,58	0,665	0,805	0,884	0,949	0,976	1,010	1,042	1,076	1,114	1,154	1,202	1,263	1,405
1,37	0,59	0,618	0,768	0,849	0,912	0,939	0,973	1,005	1,039	1,077	1,117	1,165	1,226	1,368
1,33	0,60	0,584	0,733	0,815	0,878	0,905	0,939	0,971	1,005	1,043	1,083	1,131	1,192	1,334
1,30	0,61	0,549	0,699	0,781	0,843	0,870	0,904	0,936	0,970	1,008	1,048	1,096	1,157	1,299
1,27	0,62	0,515	0,665	0,749	0,809	0,836	0,870	0,902	0,936	0,974	1,014	1,062	1,123	1,265
1,23	0,63	0,483	0,633	0,716	0,777	0,804	0,838	0,870	0,904	0,942	0,982	1,030	1,091	1,233
1,20	0,64	0,450	0,601	0,685	0,744	0,771	0,805	0,837	0,871	0,909	0,949	0,997	1,058	1,200
1,17	0,65	0,419	0,569	0,654	0,713	0,740	0,774	0,806	0,840	0,878	0,918	0,966	1,007	1,169
1,14	0,66	0,388	0,538	0,624	0,682	0,709	0,743	0,775	0,809	0,847	0,887	0,935	0,996	1,138
1,11	0,67	0,358	0,508	0,595	0,652	0,679	0,713	0,745	0,779	0,817	0,857	0,905	0,966	1,108
1,08	0,68	0,329	0,478	0,565	0,623	0,650	0,684	0,716	0,750	0,788	0,828	0,876	0,937	1,079
1,05	0,69	0,299	0,449	0,536	0,593	0,620	0,654	0,686	0,720	0,758	0,798	0,840	0,907	1,049
1,02	0,70	0,270	0,420	0,508	0,564	0,591	0,625	0,657	0,691	0,729	0,769	0,811	0,878	1,020
0,99	0,71	0,242	0,392	0,479	0,536	0,563	0,597	0,629	0,663	0,701	0,741	0,783	0,850	0,992
0,96	0,72	0,213	0,364	0,452	0,507	0,534	0,568	0,600	0,634	0,672	0,712	0,754	0,821	0,963
0,94	0,73	0,186	0,336	0,425	0,480	0,507	0,541	0,573	0,607	0,645	0,685	0,727	0,794	0,936
0,91	0,74	0,159	0,309	0,398	0,453	0,480	0,514	0,546	0,580	0,618	0,658	0,700	0,767	0,909
0,88	0,75	0,132	0,282	0,371	0,426	0,453	0,487	0,519	0,553	0,591	0,631	0,673	0,740	0,882
0,86	0,76	0,105	0,255	0,345	0,399	0,426	0,460	0,492	0,526	0,564	0,604	0,652	0,713	0,855
0,83	0,77	0,079	0,229	0,319	0,373	0,400	0,434	0,466	0,500	0,538	0,578	0,620	0,687	0,829
0,80	0,78	0,053	0,202	0,292	0,347	0,374	0,408	0,440	0,474	0,512	0,552	0,594	0,661	0,803
0,78	0,79	0,026	0,176	0,266	0,320	0,347	0,381	0,413	0,447	0,485	0,525	0,567	0,634	0,776
0,75	0,80		0,150	0,240	0,294	0,321	0,355	0,387	0,421	0,459	0,499	0,541	0,608	0,750
0,72	0,81		0,124	0,214	0,268	0,295	0,329	0,361	0,395	0,433	0,473	0,515	0,582	0,724
0,70	0,82		0,090	0,188	0,242	0,269	0,303	0,335	0,369	0,407	0,447	0,489	0,556	0,698
0,67	0,83		0,072	0,162	0,216	0,243	0,277	0,309	0,343	0,381	0,421	0,463	0,530	0,672
0,65	0,84		0,046	0,136	0,190	0,217	0,251	0,283	0,317	0,355	0,395	0,437	0,504	0,645
0,62	0,85		0,020	0,109	0,164	0,191	0,225	0,257	0,291	0,329	0,369	0,417	0,478	0,620
0,59	0,86			0,083	0,140	0,167	0,198	0,230	0,264	0,301	0,343	0,390	0,450	0,593
0,57	0,87			0,054	0,114	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,317	0,364	0,424	0,567
0,54	0,88			0,028	0,085	0,112	0,143	0,175	0,209	0,246	0,288	0,335	0,395	0,538
0,51	0,89				0,059	0,086	0,117	0,149	0,183	0,230	0,262	0,309	0,369	0,512
0,48	0,90				0,031	0,058	0,089	0,121	0,155	0,192	0,234	0,281	0,341	0,484



LISTA DE MOTORES

INTAKE AND DOSING MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 38		
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR5020	Fan for intake	DOL	11.00
2	MTR5030	Intake Chain conveyor	VFD	4.00
3	MTR5040	Intake Push-in screw	DOL	7.50
4	MTR5050	Intake Bucket elevator	DOL	15.00
5	MTR5070	Intake elevator Spot filter	DOL	1.10
6	MTR5085	Intake Rotary pre-cleaner	DOL	0.55
7	MTR5090	Intake pre-cleaner Screw conveyor	DOL	3.00
8	MTR5110	Intake to Dosing Bucket elevator	DOL	18.50
9	MTR5130	Intake to Dosing elevator filter	DOL	1.10
10	MTR5170	Intake to Dosing Chain conveyor'	DOL	4.50
11	MTR5190	Ingredient Transfer Chain conveyor Spot Filter	DOL	1.50
12	MTR5820	Dosing bulk bag screw conveyor	VFD	4.00
13	MTR5560	Dosing Silo 5 Bin activator 1	DOL	0.70
14	MTR5561	Dosing Silo 5 Bin activator 2	DOL	0.70
15	MTR5570	Dosing Silo 6 Bin activator 1	DOL	0.70
16	MTR5571	Dosing Silo 6 Bin activator 2	DOL	0.70
17	MTR5580	Dosing Silo 11 Bin activator 1	DOL	0.70
18	MTR5581	Dosing Silo 11 Bin activator 2	DOL	0.70
19	MTR5590	Dosing Silo 12 Bin activator 1	DOL	0.70
20	MTR5591	Dosing Silo 12 Bin activator 2	DOL	0.70
21	MTR5640	Dosing Silo 1 Screw conveyor	VFD	5.50
22	MTR5650	Dosing Silo 2 Screw conveyor	VFD	5.50
23	MTR5660	Dosing Silo 3 Screw conveyor	VFD	5.50
24	MTR5670	Dosing Silo 4 Screw conveyor	VFD	5.50
25	MTR5680	Dosing Silo 5 Screw conveyor	VFD	5.50
26	MTR5690	Dosing Silo 6 Screw conveyor	VFD	5.50
27	MTR5700	Dosing Silo 7 Screw conveyor	VFD	5.50
28	MTR5710	Dosing Silo 8 Screw conveyor	VFD	5.50
29	MTR5720	Dosing Silo 9 Screw conveyor	VFD	5.50
30	MTR5730	Dosing Silo 10 Screw conveyor	VFD	5.50
31	MTR5740	Dosing Silo 11 Screw conveyor	VFD	5.50
32	MTR5750	Dosing Silo 12 Screw conveyor	VFD	5.50
33	MTR5830	Dosing to Mixers Chain Conveyor	DOL	7.50
34	MTR5840	Dosing to mixers Bucket elevator	SOFT	30.00
35	MTR5860	Dosing to mixers Elevator Spot filter	DOL	1.10
36	MTR5870	Dosing to mixers Chain conveyor 2	DOL	4.00
37	MTR5880	Dosing to mixers Chain conveyor 3	DOL	5.50
38	MTR5900	Dosing to mixers Chain conveyor Spot filter	DOL	0.75



LISTA DE MOTORES

MILLING AND MIXING MOTORS NUMERO TOTAL DE MOTORS 19

AREA

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR6301	Homogenizer Filter Fan	DOL	1.50
2	MTR6320	Homogenizador motor	SOFT	45.00
3	MTR6350	Homogenizer Discharge screw	DOL	3.00
4	MTR6370	Mill Feeder 1	DOL	0.75
5	MTR6375	Mill Feeder 2	DOL	0.75
6	MTR6376	Mill Pocket Feeder	VFD	3.00
7	MTR6390	Mill Filter Motor	DOL	1.10
8	MTR6380	Miller Radial Fan	VFD	36.00
9	MTR6410	Mill Surge Bin Discharge screw conveyor	DOL	2.20
10	MTR6420	Mill Surge Bin Airlock	DOL	2.20
11	MTR6430	Mixer Filter Fan	DOL	1.50
12	MTR6450	Mixer Main Drive 1	SOFT	37.00
13	MTR6460	Mixer Main Drive 2	SOFT	37.00
14	MTR6500	Mixer Discharge screw	DOL	3.00
15	MTR6510	Mixer Hand Add Fan	DOL	2.20
16	MTR6530	Mixer to extruder Bucket elevator	DOL	5.50
17	MTR6550	Spot filter on elevator	DOL	1.10
18	MTR6560	Mixer Rotary Pre-cleaner	DOL	7.50
19	MTR6570	Mixer Rotary Pre-cleaner Chain Conveyor	DOL	7.50

CARGAS ESPECIALES

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR6405	Hammermill	VFD	280.00





LISTA DE MOTORES

EXTRUDER MOTORS AREA NUMERO TOTAL DE MOTORS 15

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR1080	Live bin (Loss in weight)	DOL	3.7
2	MTR1100	Feeder screw	VFD	2.2
3	MTR1120	Extruder Preconditioner Motor	VFD	22.4
4	MTR1420	Knife	VFD	7.5
5	MTR1430	Extruder to Dryer Transfer Negative Fan	SOFT	37
6	MTR1470	Cyclone Airlock	DOL	1.5
7	MTR1130	Extruder Water Booster Pump	VFD	2.2
8	MTR0200	Dye 1 Premix Tank Agitator	DOL	0.4
9	MTR0280	Dye 1 Tank Transfer Pump	DOL	0.4
10	MTR0210	Dye 1 Supply Tank Agitator	DOL	0.4
11	MTR0305	Dye 1 Metering Pump	VFD	0.8
12	MTR0220	Dye 2 Premix Tank Agitator	DOL	0.4
13	MTR0310	Dye 2 Tank Transfer Pump	DOL	0.4
14	MTR0230	Dye 2 Supply Tank Agitator	DOL	0.4
15	MTR0365	Dye 2 Metering Pump	VFD	0.8

CARGAS ESPECIALES

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR1250	Extrusor	VFD	280





LISTA DE MOTORES

DRYER MOTORS NUMERO TOTAL DE MOTORS 29

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR2060	Dryer spreader Motor	VFD	0.60
2	MTR2070	Dryer Spreader Cooling fan motor starter	DOL	1.00
3	MTR2300	Dryer Top bed run command	VFD	0.60
4	MTR2370	Dryer Bottom bed run command	VFD	0.60
5	MTR2385	Dryer Middle bed run command	VFD	0.60
6	MTR2100	Dryer circulation fan 1 run command	DOL	7.50
7	MTR2120	Dryer circulation fan 2 run command	DOL	7.50
8	MTR2140	Dryer circulation fan 3 run command	DOL	7.50
9	MTR2160	Dryer circulation fan 4 run command	DOL	7.50
10	MTR2180	Dryer circulation fan 5 run command	DOL	7.50
11	MTR2200	Dryer circulation fan 6 run command	DOL	7.50
12	MTR2220	Dryer circulation fan 7 run command	DOL	7.50
13	MTR2240	Dryer circulation fan 8 run command	DOL	7.50
14	MTR2400	Dryer exhaust fan motor starter	SOFT	37.00
15	MTR2390	Dryer exhaust cyclone airlock motor starter	DOL	0.60
16	MTR2075	Dryer cooling Fan	SOFT	22.40
17	MTR2395	Dryer cooling cyclone airlock motor starter	DOL	0.60
18	MTR2080	Dryer fines auger 1 motor starter	DOL	0.40
19	MTR2320	Dryer fines auger 2 motor starter	DOL	0.40
20	MTR2420	Dryer combustion blower 1 motor starter	DOL	0.60
21	MTR2520	Dryer combustion blower 2 motor starter	DOL	0.60
22	MTR2620	Dryer combustion blower 3 motor starter	DOL	0.60
23	MTR2720	Dryer combustion blower 4 motor starter	DOL	0.60
24	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 1	DOL	0.3
25	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 2	DOL	0.3
26	MTR4200	Hoist for bag discharge system	VFD	2.2
27	MTR4160	Vertical Cooler Cyclone Inlet Airlock	DOL	2.2
28	MTR4120	Vertical Cooler Fan	VFD	44.7
29	MTR4110	Vertical Coole Cyclone airlock	DOL	2.2

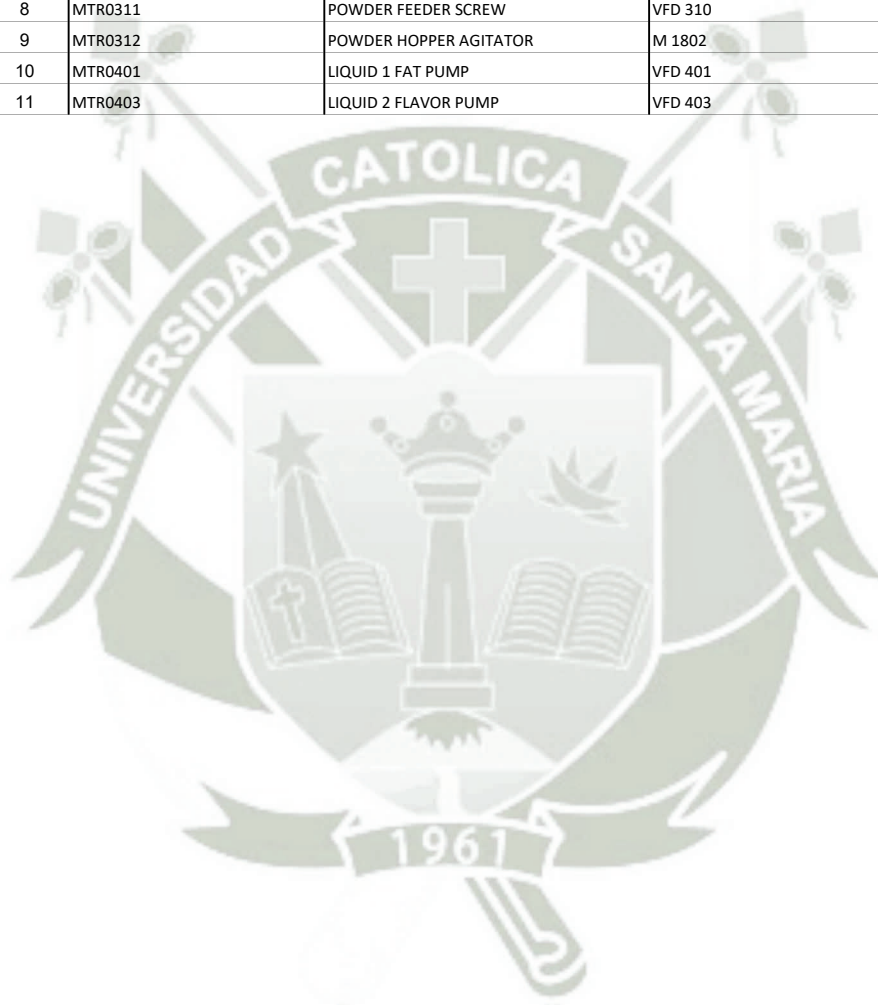




LISTA DE MOTORES

COATER MOTORS NUMERO TOTAL DE MOTORS 11
AREA

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR0203	INFEED ROTARY FEEDER	VFD 202	1.11
2	MTR0204	MIST COATER 1 DRY DISK	M 1723	0.74
3	MTR0206	MIST COATER 1 LIQUID DISKS	M 1724	1.48
4	MTR0207	MIST COATER 1 MIXING SCREWS	VFD 207	2.22
5	MTR0304	MIST COATER 2 DRY DISK	M 1732	0.74
6	MTR0306	MIST COATER 2 LIQUID DISKS	M 1733	1.48
7	MTR0307	MIST COATER 2 MIXING SCREWS	VFD 307	2.22
8	MTR0311	POWDER FEEDER SCREW	VFD 310	1.11
9	MTR0312	POWDER HOPPER AGITATOR	M 1802	0.37
10	MTR0401	LIQUID 1 FAT PUMP	VFD 401	5.55
11	MTR0403	LIQUID 2 FLAVOR PUMP	VFD 403	5.55

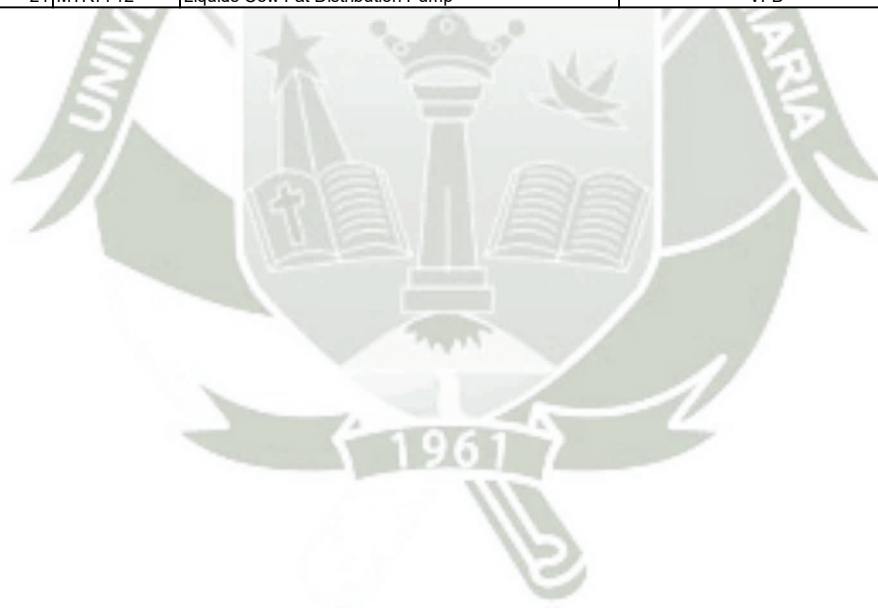




LISTA DE MOTORES

LIQUID INTAKE, STORAGE AND DISTRIBUTION MOTORS NUMERO TOTAL DE MOTORS 21
AREA

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR7000	Dry Product Infeed Bucket Elevator	DOL	3.00
2	MTR7010	Preconditioner Fat Liquid Metering Pump	VFD	0.37
3	MTR7020	Preconditioner Fish Oil Metering Pump	VFD	0.37
4	MTR7030	Preconditioner Phosphoric Acid Metering Pump	VFD	0.37
5	MTR7040	Preconditioner Nucleo Metering Pump	VFD	0.37
6	MTR7048	Coater Zoa Digest Metering Pump	VFD	0.37
7	MTR7049	Coater Liquid Metering Pump	VFD	0.37
8	MTR7050	Preconditioner Slurry Metering Pump	VFD	0.37
9	MTR7200	Liquid Truck Unload pump	DOL	15.00
10	MTR7230	Liquid Fish Oil Container Transfer Pump	DOL	5.50
11	MTR7240	Liquid Mixings Tank 1 Distribution Pump	VFD	2.20
12	MTR7300	Liquids Poultry Fat Tank Agitator	DOL	2.20
13	MTR7310	Liquids Cow Fat Tank Agitator	DOL	2.20
14	MTR7315	Liquid Mixings Tank 1 Agitator	DOL	2.20
15	MTR7390	Liquid Luteina Container Transfer Pump	DOL	5.50
16	MTR7400	Liquid Zoa Container Transfer Pump	DOL	5.50
17	MTR7410	Liquid Slurry Container Transfer Pump	DOL	5.50
18	MTR7420	Liquid Nucleo Container Transfer Pump	DOL	5.50
19	MTR7430	Liquid Phosphoric Acid Container Transfer Pump	DOL	5.50
20	MTR7711	Liquids Poultry Fat Distribution Pump	VFD	3.70
21	MTR7712	Liquids Cow Fat Distribution Pump	VFD	3.70





LISTA DE MOTORES

PACKING MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS		
AREA		35		
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR8060	Finished Product Bins 1-4 above FP silos	DOL	1.0
2	MTR8070	Finished Product Bins 5-8 above FP silos	DOL	1.0
3	MTR8080	Finished Product Bins 9-12 above FP silos	DOL	1.0
4	MTR8450	Finished Product Bin1	VFD	0.6
5	MTR8460	Finished Product Bin2	VFD	0.6
6	MTR8470	Finished Product Bin3	VFD	0.6
7	MTR8480	Finished Product Bin4	VFD	0.6
8	MTR8490	Finished Product Bin5	VFD	0.6
9	MTR8500	Finished Product Bin6	VFD	0.6
10	MTR8510	Finished Product Bin7	VFD	0.6
11	MTR8520	Finished Product Bin8	VFD	0.6
12	MTR8530	Finished Product Bin9	VFD	0.6
13	MTR8540	Finished Product Bin10	VFD	0.6
14	MTR8550	Finished Product Bin11	VFD	0.6
15	MTR8560	Finished Product Bin12	VFD	0.6
16	MTR8561	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2
17	MTR8570	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2
18	MTR8580	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2
19	MTR8590	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2
20	MTR8600	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2
21	MTR8610	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2
22	MTR8620	Finished Product Bins Bypass Conveyor	DOL	1.1
23	MTR8650	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor	VFD	9.2
24	MTR8670	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 2	VFD	18.3
25	MTR8680	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 3	VFD	1.1
26	MTR8710	Packaging Sifter 1	DOL	0.9
27	MTR8720	Packaging Sifter 2	DOL	0.9
28	MTR8740	Packaging Line 1	DOL	0.5
29	MTR8741	Packaging Line 1	DOL	0.5
30	MTR8750	Packaging Line 2	DOL	0.5
31	MTR8751	Packaging Line 2	DOL	0.5
32	MTR8760	Packaging Line 3	DOL	0.5
33	MTR8761	Packaging Line 3	DOL	0.5
34	MTR8000	Finished Product Bins Bucket Elevator	DOL	3.0
35	MTR8690	Packaging Infeed Buckter Elevator	DOL	2.2

INTAKE AND DOSING MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS		
AREA		38		
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR5020	Fan for intake	DOL	11.00
2	MTR5030	Intake Chain conveyer	VFD	4.00
3	MTR5040	Intake Push-in screw	DOL	7.50
4	MTR5050	Intake Bucket elevator	DOL	15.00
5	MTR5070	Intake elevator Spot filter	DOL	1.10
6	MTR5085	Intake Rotary pre-cleaner	DOL	0.55
7	MTR5090	Intake pre-cleaner Screw conveyer	DOL	3.00
8	MTR5110	Intake to Dosing Bucket elevator	DOL	18.50
9	MTR5130	Intake to Dosing elevator filter	DOL	1.10
10	MTR5170	Intake to Dosing Chain conveyer'	DOL	4.50
11	MTR5190	Ingredient Transfer Chain conveyer Spot Filter	DOL	1.50
12	MTR5820	Dosing bulk bag screw conveyer	VFD	4.00
13	MTR5560	Dosing Silo 5 Bin activator 1	DOL	0.70
14	MTR5561	Dosing Silo 5 Bin activator 2	DOL	0.70
15	MTR5570	Dosing Silo 6 Bin activator 1	DOL	0.70
16	MTR5571	Dosing Silo 6 Bin activator 2	DOL	0.70
17	MTR5580	Dosing Silo 11 Bin activator 1	DOL	0.70
18	MTR5581	Dosing Silo 11 Bin activator 2	DOL	0.70
19	MTR5590	Dosing Silo 12 Bin activator 1	DOL	0.70
20	MTR5591	Dosing Silo 12 Bin activator 2	DOL	0.70
21	MTR5640	Dosing Silo 1 Screw conveyer	VFD	5.50
22	MTR5650	Dosing Silo 2 Screw conveyer	VFD	5.50
23	MTR5660	Dosing Silo 3 Screw conveyer	VFD	5.50
24	MTR5670	Dosing Silo 4 Screw conveyer	VFD	5.50
25	MTR5680	Dosing Silo 5 Screw conveyer	VFD	5.50
26	MTR5690	Dosing Silo 6 Screw conveyer	VFD	5.50
27	MTR5700	Dosing Silo 7 Screw conveyer	VFD	5.50
28	MTR5710	Dosing Silo 8 Screw conveyer	VFD	5.50
29	MTR5720	Dosing Silo 9 Screw conveyer	VFD	5.50
30	MTR5730	Dosing Silo 10 Screw conveyer	VFD	5.50
31	MTR5740	Dosing Silo 11 Screw conveyer	VFD	5.50
32	MTR5750	Dosing Silo 12 Screw conveyer	VFD	5.50
33	MTR5830	Dosing to Mixers Chain Conveyer	DOL	7.50
34	MTR5840	Dosing to mixers Bucket elevator	SOFT	30.00
35	MTR5860	Dosing to mixers Elevator Spot filter	DOL	1.10
36	MTR5870	Dosing to mixers Chain conveyer 2	DOL	4.00
37	MTR5880	Dosing to mixers Chain conveyer 3	DOL	5.50
38	MTR5900	Dosing to mixers Chain conveyer Spot filter	DOL	0.75
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				192.20



LISTA DE MOTORES POR MCC

MILLING AND MIXING MOTORS NUMERO TOTAL DE MOTORS 19

AREA		DATOS DEL MOTOR		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR6301	Homogenizer Filter Fan	DOL	1.50
2	MTR6320	Homogenizador motor	SOFT	45.00
3	MTR6350	Homogenizer Discharge screw	DOL	3.00
4	MTR6370	Mill Feeder 1	DOL	0.75
5	MTR6375	Mill Feeder 2	DOL	0.75
6	MTR6376	Mill Pocket Feeder	VFD	3.00
7	MTR6390	Mill Filter Motor	DOL	1.10
8	MTR6380	Miller Radial Fan	VFD	36.00
9	MTR6410	Mill Surge Bin Discharge screw conveyor	DOL	2.20
10	MTR6420	Mill Surge Bin Airlock	DOL	2.20
11	MTR6430	Mixer Filter Fan	DOL	1.50
12	MTR6450	Mixer Main Drive 1	SOFT	37.00
13	MTR6460	Mixer Main Drive 2	SOFT	37.00
14	MTR6500	Mixer Discharge screw	DOL	3.00
15	MTR6510	Mixer Hand Add Fan	DOL	2.20
16	MTR6530	Mixer to extruder Bucket elevator	DOL	5.50
17	MTR6550	Spot filter on elevator	DOL	1.10
18	MTR6560	Mixer Rotary Pre-cleaner	DOL	7.50
19	MTR6570	Mixer Rotary Pre-cleaner Chain Conveyor	DOL	7.50
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				197.80

CARGAS ESPECIALES

		DATOS DEL MOTOR		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
9	MTR6405	Hammermill	VFD	280.00





LISTA DE MOTORES POR MCC

EXTRUDER MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS		
		15		
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR1080	Live bin (Loss in weight)	DOL	3.7
2	MTR1100	Feeder screw	VFD	2.2
3	MTR1120	Extruder Preconditioner Motor	VFD	22.4
4	MTR1420	Knife	VFD	7.5
5	MTR1430	Extruder to Dryer Transfer Negative Fan	SOFT	37
6	MTR1470	Cyclone Airlock	DOL	1.5
7	MTR1130	Extruder Water Booster Pump	VFD	2.2
8	MTR0200	Dye 1 Premix Tank Agitator	DOL	0.4
9	MTR0280	Dye 1 Tank Transfer Pump	DOL	0.4
10	MTR0210	Dye 1 Supply Tank Agitator	DOL	0.4
11	MTR0305	Dye 1 Metering Pump	VFD	0.8
12	MTR0220	Dye 2 Premix Tank Agitator	DOL	0.4
13	MTR0310	Dye 2 Tank Transfer Pump	DOL	0.4
14	MTR0230	Dye 2 Supply Tank Agitator	DOL	0.4
15	MTR0365	Dye 2 Metering Pump	VFD	0.8
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				80.50

CARGAS ESPECIALES		DATOS DEL MOTOR		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
8	MTR1250	Extrusor	VFD	280





LISTA DE MOTORES POR MCC

DRYER MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS		
AREA		29		
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR2060	Dryer spreader Motor	VFD	0.60
2	MTR2070	Dryer Spreader Cooling fan motor starter	DOL	1.00
3	MTR2300	Dryer Top bed run command	VFD	0.60
4	MTR2370	Dryer Bottom bed run command	VFD	0.60
5	MTR2385	Dryer Middle bed run command	VFD	0.60
6	MTR2100	Dryer circulation fan 1 run command	DOL	7.50
7	MTR2120	Dryer circulation fan 2 run command	DOL	7.50
8	MTR2140	Dryer circulation fan 3 run command	DOL	7.50
9	MTR2160	Dryer circulation fan 4 run command	DOL	7.50
10	MTR2180	Dryer circulation fan 5 run command	DOL	7.50
11	MTR2200	Dryer circulation fan 6 run command	DOL	7.50
12	MTR2220	Dryer circulation fan 7 run command	DOL	7.50
13	MTR2240	Dryer circulation fan 8 run command	DOL	7.50
14	MTR2400	Dryer exhaust fan motor starter	SOFT	37.00
15	MTR2390	Dryer exhaust cyclone airlock motor starter	DOL	0.60
16	MTR2075	Dryer cooling Fan	SOFT	22.40
17	MTR2395	Dryer cooling cyclone airlock motor starter	DOL	0.60
18	MTR2080	Dryer fines auger 1 motor starter	DOL	0.40
19	MTR2320	Dryer fines auger 2 motor starter	DOL	0.40
20	MTR2420	Dryer combustion blower 1 motor starter	DOL	0.60
21	MTR2520	Dryer combustion blower 2 motor starter	DOL	0.60
22	MTR2620	Dryer combustion blower 3 motor starter	DOL	0.60
23	MTR2720	Dryer combustion blower 4 motor starter	DOL	0.60
24	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 1	DOL	0.3
25	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 2	DOL	0.3
26	MTR4200	Hoist for bag discharge system	VFD	2.2
27	MTR4160	Vertical Cooler Cyclone Inlet Airlock	DOL	2.2
28	MTR4120	Vertical Cooler Fan	VFD	44.7
29	MTR4110	Vertical Coole Cyclone airlock	DOL	2.2
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				179.18



LISTA DE MOTORES POR MCC

LIQUID INTAKE AND COATER		NUMERO TOTAL DE MOTORS		
AREA		DATOS DEL MOTOR		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR7000	Dry Product Infeed Bucket Elevator	DOL	3.00
2	MTR7010	Preconditioner Fat Liquid Metering Pump	VFD	0.37
3	MTR7020	Preconditioner Fish Oil Metering Pump	VFD	0.37
4	MTR7030	Preconditioner Phosphoric Acid Metering Pump	VFD	0.37
5	MTR7040	Preconditioner Nucleo Metering Pump	VFD	0.37
6	MTR7048	Coater Zoa Digest Metering Pump	VFD	0.37
7	MTR7049	Coater Liquid Metering Pump	VFD	0.37
8	MTR7050	Preconditioner Slurry Metering Pump	VFD	0.37
9	MTR7200	Liquid Truck Unload pump	DOL	15.00
10	MTR7230	Liquid Fish Oil Container Transfer Pump	DOL	5.50
11	MTR7240	Liquid Mixings Tank 1 Distribution Pump	VFD	2.20
12	MTR7300	Liquids Poultry Fat Tank Agitator	DOL	2.20
13	MTR7310	Liquids Cow Fat Tank Agitator	DOL	2.20
14	MTR7315	Liquid Mixings Tank 1 Agitator	DOL	2.20
15	MTR7390	Liquid Luteina Container Transfer Pump	DOL	5.50
16	MTR7400	Liquid Zoa Container Transfer Pump	DOL	5.50
17	MTR7410	Liquid Slurry Container Transfer Pump	DOL	5.50
18	MTR7420	Liquid Nucleo Container Transfer Pump	DOL	5.50
19	MTR7430	Liquid Phosphoric Acid Container Transfer Pump	DOL	5.50
40	MTR7711	Liquids Poultry Fat Distribution Pump	VFD	3.70
21	MTR7712	Liquids Cow Fat Distribution Pump	VFD	3.70
22	MTR0203	Infeed Rotary Feeder	VFD	1.11
23	MTR0204	Mist Coater 1 dry disk	DOL	0.74
24	MTR0206	Mist Coater 1 liquid disks	DOL	1.48
25	MTR0207	Mist Coater 1 mixing screws	VFD	2.22
26	MTR0304	Mist Coater 2 dry disk	DOL	0.74
27	MTR0306	Mist Coater 2 liquid disks	DOL	1.48
28	MTR0307	Mist Coater 2 mixing screws	VFD	2.22
29	MTR0311	Powder Feeder Screw	VFD	1.11
30	MTR0312	Powder Hopper Agitator	DOL	0.37
31	MTR0401	Liquid 1 fat pump	VFD	5.55
32	MTR0403	Liquid 2 flavor pump	VFD	5.55
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				92.36



LISTA DE MOTORES POR MCC

PACKING MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS		
AREA		35		
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW
1	MTR8060	Finished Product Bins 1-4 above FP silos	DOL	1.0
2	MTR8070	Finished Product Bins 5-8 above FP silos	DOL	1.0
3	MTR8080	Finished Product Bins 9-12 above FP silos	DOL	1.0
4	MTR8450	Finished Product Bin1	VFD	0.6
5	MTR8460	Finished Product Bin2	VFD	0.6
6	MTR8470	Finished Product Bin3	VFD	0.6
7	MTR8480	Finished Product Bin4	VFD	0.6
8	MTR8490	Finished Product Bin5	VFD	0.6
9	MTR8500	Finished Product Bin6	VFD	0.6
10	MTR8510	Finished Product Bin7	VFD	0.6
11	MTR8520	Finished Product Bin8	VFD	0.6
12	MTR8530	Finished Product Bin9	VFD	0.6
13	MTR8540	Finished Product Bin10	VFD	0.6
14	MTR8550	Finished Product Bin11	VFD	0.6
15	MTR8560	Finished Product Bin12	VFD	0.6
16	MTR8561	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2
17	MTR8570	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2
18	MTR8580	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2
19	MTR8590	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2
20	MTR8600	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2
21	MTR8610	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2
22	MTR8620	Finished Product Bins Bypass Conveyor	DOL	1.1
23	MTR8650	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor	VFD	9.2
24	MTR8670	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 2	VFD	18.3
25	MTR8680	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 3	VFD	1.1
26	MTR8710	Packaging Sifter 1	DOL	0.9
27	MTR8720	Packaging Sifter 2	DOL	0.9
28	MTR8740	Packaging Line 1	DOL	0.5
29	MTR8741	Packaging Line 1	DOL	0.5
30	MTR8750	Packaging Line 2	DOL	0.5
31	MTR8751	Packaging Line 2	DOL	0.5
32	MTR8760	Packaging Line 3	DOL	0.5
33	MTR8761	Packaging Line 3	DOL	0.5
34	MTR8000	Finished Product Bins Bucket Elevator	DOL	3.0
35	MTR8690	Packaging Infeed Buckter Elevator	DOL	2.2
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				56.40



CUADRO DE MAXIMA DEMANDA
LINEA 1 DE PRODUCCION

ITEM	ARMARIO	DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA			POTENCIA DE MAXIMA DEMANDA				
			POTENCIA INSTALADA [KW]	POTENCIA APARENTE INSTALADA [KVA]	INTENSIDAD DE CARGA [A]	MAXIMA DEMANDA [KW]	POTENCIA APARENTE INSTALADA [KVA]	INTENSIDAD DE CARGA [A]	FACTOR DE SIMULTANEIDAD [Fs]	MAXIMA DEMANDA TOTAL [MD T]
1	MCC	INTAKE AND DOSING	192.20	233.11	354.1754867	144.15	174.83	265.631615	1	144.15
2	MCC	MILLING AND MIXING	197.80	239.90	364.4948557	148.35	179.93	273.3711418		148.35
2.1	CE	HAMMERMILL	280.00	339.60	515.968451	210.00	254.70	386.9763382		210
3	MCC	EXTRUDER	80.50	97.63	148.3409297	60.38	73.23	111.2556972		60.375
3.1	CE	EXTRUSOR	280.00	339.60	515.968451	210.00	254.70	386.9763382		210
4	MCC	DRYER	179.18	217.32	330.1829537	134.39	162.99	247.6372153		134.385
5	MCC	LIQUIDS AND COATER	92.36	112.02	170.195879	69.27	84.01	127.6469093	69.27	
6	MCC	FINISH LINE	56.40	68.41	103.930788	42.30	51.30	77.94809099	42.3	
TOTALES			1358.44	1647.59	2503.26	1018.83	1235.69	1877.44		1018.83



CUADRO DE MAXIMA DEMANDA
MCC - INTAKE AND DOSING

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		MAXIMA DEMANDA			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE UTILIZACION [Fu]	MAXIMA DEMANDA [MD]	FACTOR DE SIMULTANEIDAD [Fs]	MAXIMA DEMANDA TOTAL [MD T]
1	MTR5020	Fan for intake	11.00	0.75	8.25	1	8.25
2	MTR5030	Intake Chain conveyor	4.00	0.75	3		3
3	MTR5040	Intake Push-in screw	7.50	0.75	5.625		5.625
4	MTR5050	Intake Bucket elevator	15.00	0.75	11.25		11.25
5	MTR5070	Intake elevator Spot filter	1.10	0.75	0.825		0.825
6	MTR5085	Intake Rotary pre-cleaner	0.55	0.75	0.4125		0.4125
7	MTR5090	Intake pre-cleaner Screw conveyor	3.00	0.75	2.25		2.25
8	MTR5110	Intake to Dosing Bucket elevator	18.50	0.75	13.875		13.875
9	MTR5130	Intake to Dosing elevator filter	1.10	0.75	0.825		0.825
10	MTR5170	Intake to Dosing Chain conveyor'	4.50	0.75	3.375		3.375
11	MTR5190	Ingredient Transfer Chain conveyor Spot Filter	1.50	0.75	1.125		1.125
12	MTR5820	Dosing bulk bag screw conveyor	4.00	0.75	3		3
13	MTR5560	Dosing Silo 5 Bin activator 1	0.70	0.75	0.525		0.525
14	MTR5561	Dosing Silo 5 Bin activator 2	0.70	0.75	0.525		0.525
15	MTR5570	Dosing Silo 6 Bin activator 1	0.70	0.75	0.525		0.525
16	MTR5571	Dosing Silo 6 Bin activator 2	0.70	0.75	0.525		0.525
17	MTR5580	Dosing Silo 11 Bin activator 1	0.70	0.75	0.525		0.525
18	MTR5581	Dosing Silo 11 Bin activator 2	0.70	0.75	0.525		0.525
19	MTR5590	Dosing Silo 12 Bin activator 1	0.70	0.75	0.525		0.525
20	MTR5591	Dosing Silo 12 Bin activator 2	0.70	0.75	0.525		0.525
21	MTR5640	Dosing Silo 1 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
22	MTR5650	Dosing Silo 2 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
23	MTR5660	Dosing Silo 3 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
24	MTR5670	Dosing Silo 4 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
25	MTR5680	Dosing Silo 5 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
26	MTR5690	Dosing Silo 6 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
27	MTR5700	Dosing Silo 7 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
28	MTR5710	Dosing Silo 8 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
29	MTR5720	Dosing Silo 9 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
30	MTR5730	Dosing Silo 10 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
31	MTR5740	Dosing Silo 11 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
32	MTR5750	Dosing Silo 12 Screw conveyor	5.50	0.75	4.125		4.125
33	MTR5830	Dosing to Mixers Chain Conveyor	7.50	0.75	5.625		5.625
34	MTR5840	Dosing to mixers Bucket elevator	30.00	0.75	22.5		22.5
35	MTR5860	Dosing to mixers Elevator Spot filter	1.10	0.75	0.825		0.825
36	MTR5870	Dosing to mixers Chain conveyor 2	4.00	0.75	3		3
37	MTR5880	Dosing to mixers Chain conveyor 3	5.50	0.75	4.125		4.125
38	MTR5900	Dosing to mixers Chain conveyor Spot filter	0.75	0.75	0.5625		0.5625
TOTALES			192.20				144.15



CUADRO DE MAXIMA DEMANDA
MCC - INTAKE AND DOSING

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		MAXIMA DEMANDA			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE UTILIZACION [Fu]	MAXIMA DEMANDA [MD]	FACTOR DE SIMULTANEIDAD [Fs]	MAXIMA DEMANDA TOTAL [MD T]
1	MTR6301	Homogenizer Filter Fan	1.50	0.75	1.125	1	1.125
2	MTR6320	Homogenizador motor	45.00	0.75	33.75		33.75
3	MTR6350	Homogenizer Discharge screw	3.00	0.75	2.25		2.25
4	MTR6370	Mill Feeder 1	0.75	0.75	0.5625		0.5625
5	MTR6375	Mill Feeder 2	0.75	0.75	0.5625		0.5625
6	MTR6376	Mill Pocket Feeder	3.00	0.75	2.25		2.25
7	MTR6390	Mill Filter Motor	1.10	0.75	0.825		0.825
8	MTR6380	Miller Radial Fan	36.00	0.75	27		27
9	MTR6410	Mill Surge Bin Discharge screw conveyor	2.20	0.75	1.65		1.65
10	MTR6420	Mill Surge Bin Airlock	2.20	0.75	1.65		1.65
11	MTR6430	Mixer Filter Fan	1.50	0.75	1.125		1.125
12	MTR6450	Mixer Main Drive 1	37.00	0.75	27.75		27.75
13	MTR6460	Mixer Main Drive 2	37.00	0.75	27.75		27.75
14	MTR6500	Mixer Discharge screw	3.00	0.75	2.25		2.25
15	MTR6510	Mixer Hand Add Fan	2.20	0.75	1.65		1.65
16	MTR6530	Mixer to extruder Bucket elevator	5.50	0.75	4.125		4.125
17	MTR6550	Spot filter on elevator	1.10	0.75	0.825		0.825
18	MTR6560	Mixer Rotary Pre-cleaner	7.50	0.75	5.625		5.625
19	MTR6570	Mixer Rotary Pre-cleaner Chain Conveyor	7.50	0.75	5.625		5.625
TOTALES			197.80				148.35

MAXIMA DEMANDA / CARGAS ESPECIALES

1	MTR6405	Hammermill	280.00	0.75	210	1	210
TOTALES			280.00				210.00





**CUADRO DE MAXIMA DEMANDA
MCC - INTAKE AND DOSING**

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		MAXIMA DEMANDA			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE UTILIZACION [Fu]	MAXIMA DEMANDA [MD]	FACTOR DE SIMULTANEIDAD [Fs]	MAXIMA DEMANDA TOTAL [MD T]
1	MTR1080	Live bin (Loss in weight)	3.7	0.75	2.775	1	2.775
2	MTR1100	Feeder screw	2.2	0.75	1.65		1.65
3	MTR1120	Extruder Preconditioner Motor	22.4	0.75	16.8		16.8
4	MTR1420	Knife	7.5	0.75	5.625		5.625
5	MTR1430	Extruder to Dryer Transfer Negative Fan	37	0.75	27.75		27.75
6	MTR1470	Cyclone Airlock	1.5	0.75	1.125		1.125
7	MTR1130	Extruder Water Booster Pump	2.2	0.75	1.65		1.65
8	MTR0200	Dye 1 Premix Tank Agitator	0.4	0.75	0.3		0.3
9	MTR0280	Dye 1 Tank Transfer Pump	0.4	0.75	0.3		0.3
10	MTR0210	Dye 1 Supply Tank Agitator	0.4	0.75	0.3		0.3
11	MTR0305	Dye 1 Metering Pump	0.8	0.75	0.6		0.6
12	MTR0220	Dye 2 Premix Tank Agitator	0.4	0.75	0.3		0.3
13	MTR0310	Dye 2 Tank Transfer Pump	0.4	0.75	0.3		0.3
14	MTR0230	Dye 2 Supply Tank Agitator	0.4	0.75	0.3		0.3
15	MTR0365	Dye 2 Metering Pump	0.8	0.75	0.6		0.6
TOTALES			80.50				60.38

MAXIMA DEMANDA / CARGAS ESPECIALES

1	MTR1250	Extrusor	280	0.75	210	1	210
TOTALES			280.00				210.00





CUADRO DE MAXIMA DEMANDA
MCC - INTAKE AND DOSING

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		MAXIMA DEMANDA			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE UTILIZACION [Fu]	MAXIMA DEMANDA [MD]	FACTOR DE SIMULTANEIDAD [Fs]	MAXIMA DEMANDA TOTAL [MD T]
1	MTR2060	Dryer spreader Motor	0.60	0.75	0.45	1	0.45
2	MTR2070	Dryer Spreader Cooling fan motor starter	1.00	0.75	0.75		0.75
3	MTR2300	Dryer Top bed run command	0.60	0.75	0.45		0.45
4	MTR2370	Dryer Bottom bed run command	0.60	0.75	0.45		0.45
5	MTR2385	Dryer Middle bed run command	0.60	0.75	0.45		0.45
6	MTR2100	Dryer circulation fan 1 run command	7.50	0.75	5.625		5.625
7	MTR2120	Dryer circulation fan 2 run command	7.50	0.75	5.625		5.625
8	MTR2140	Dryer circulation fan 3 run command	7.50	0.75	5.625		5.625
9	MTR2160	Dryer circulation fan 4 run command	7.50	0.75	5.625		5.625
10	MTR2180	Dryer circulation fan 5 run command	7.50	0.75	5.625		5.625
11	MTR2200	Dryer circulation fan 6 run command	7.50	0.75	5.625		5.625
12	MTR2220	Dryer circulation fan 7 run command	7.50	0.75	5.625		5.625
13	MTR2240	Dryer circulation fan 8 run command	7.50	0.75	5.625		5.625
14	MTR2400	Dryer exhaust fan motor starter	37.00	0.75	27.75		27.75
15	MTR2390	Dryer exhaust cyclone airlock motor starter	0.60	0.75	0.45		0.45
16	MTR2075	Dryer cooling Fan	22.40	0.75	16.8		16.8
17	MTR2395	Dryer cooling cyclone airlock motor starter	0.60	0.75	0.45		0.45
18	MTR2080	Dryer fines auger 1 motor starter	0.40	0.75	0.3		0.3
19	MTR2320	Dryer fines auger 2 motor starter	0.40	0.75	0.3		0.3
20	MTR2420	Dryer combustion blower 1 motor starter	0.60	0.75	0.45		0.45
21	MTR2520	Dryer combustion blower 2 motor starter	0.60	0.75	0.45		0.45
22	MTR2620	Dryer combustion blower 3 motor starter	0.60	0.75	0.45		0.45
23	MTR2720	Dryer combustion blower 4 motor starter	0.60	0.75	0.45		0.45
24	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 1	0.3	0.75	0.225		0.225
25	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 2	0.3	0.75	0.225		0.225
26	MTR4200	Hoist for bag discharge system	2.2	0.75	1.65		1.65
27	MTR4160	Vertical Cooler Cyclone Inlet Airlock	2.2	0.75	1.68		1.68
28	MTR4120	Vertical Cooler Fan	44.7	0.75	33.555		33.555
29	MTR4110	Vertical Coole Cyclone airlock	2.2	0.75	1.65		1.65
TOTALES			179.18				134.39





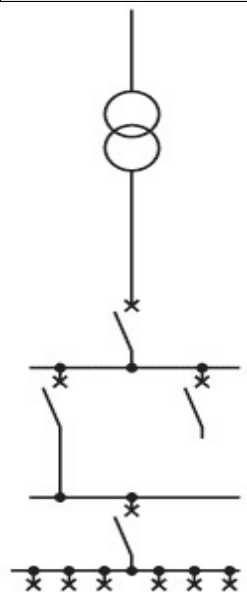
CUADRO DE MAXIMA DEMANDA
MCC - INTAKE AND DOSING

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		MAXIMA DEMANDA			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE UTILIZACION [Fu]	MAXIMA DEMANDA [MD]	FACTOR DE SIMULTANEIDAD [Fs]	MAXIMA DEMANDA TOTAL [MD T]
1	MTR7000	Dry Product Infeed Bucket Elevator	3.00	0.75	2.25	1	2.25
2	MTR7010	Preconditioner Fat Liquid Metering Pump	0.37	0.75	0.2775		0.2775
3	MTR7020	Preconditioner Fish Oil Metering Pump	0.37	0.75	0.2775		0.2775
4	MTR7030	Preconditioner Phosphoric Acid Metering Pump	0.37	0.75	0.2775		0.2775
5	MTR7040	Preconditioner Nucleo Metering Pump	0.37	0.75	0.2775		0.2775
6	MTR7048	Coater Zoa Digest Metering Pump	0.37	0.75	0.2775		0.2775
7	MTR7049	Coater Liquid Metering Pump	0.37	0.75	0.2775		0.2775
8	MTR7050	Preconditioner Slurry Metering Pump	0.37	0.75	0.2775		0.2775
9	MTR7200	Liquid Truck Unload pump	15.00	0.75	11.25		11.25
10	MTR7230	Liquid Fish Oil Container Transfer Pump	5.50	0.75	4.125		4.125
11	MTR7240	Liquid Mixings Tank 1 Distribution Pump	2.20	0.75	1.65		1.65
12	MTR7300	Liquids Poultry Fat Tank Agitator	2.20	0.75	1.65		1.65
13	MTR7310	Liquids Cow Fat Tank Agitator	2.20	0.75	1.65		1.65
14	MTR7315	Liquid Mixings Tank 1 Agitator	2.20	0.75	1.65		1.65
15	MTR7390	Liquid Luteina Container Transfer Pump	5.50	0.75	4.125		4.125
16	MTR7400	Liquid Zoa Container Transfer Pump	5.50	0.75	4.125		4.125
17	MTR7410	Liquid Slurry Container Transfer Pump	5.50	0.75	4.125		4.125
18	MTR7420	Liquid Nucleo Container Transfer Pump	5.50	0.75	4.125		4.125
19	MTR7430	Liquid Phosphoric Acid Container Transfer Pump	5.50	0.75	4.125		4.125
20	MTR7711	Liquids Poultry Fat Distribution Pump	3.70	0.75	2.775		2.775
21	MTR7712	Liquids Cow Fat Distribution Pump	3.70	0.75	2.775		2.775
22	MTR0203	Infeed Rotary Feeder	1.11	0.75	0.8325		0.8325
23	MTR0204	Mist Coater 1 dry disk	0.74	0.75	0.555		0.555
24	MTR0206	Mist Coater 1 liquid disks	1.48	0.75	1.11		1.11
25	MTR0207	Mist Coater 1 mixing screws	2.22	0.75	1.665		1.665
26	MTR0304	Mist Coater 2 dry disk	0.74	0.75	0.555		0.555
27	MTR0306	Mist Coater 2 liquid disks	1.48	0.75	1.11		1.11
28	MTR0307	Mist Coater 2 mixing screws	2.22	0.75	1.665		1.665
29	MTR0311	Powder Feeder Screw	1.11	0.75	0.8325		0.8325
30	MTR0312	Powder Hopper Agitator	0.37	0.75	0.2775		0.2775
31	MTR0401	Liquid 1 fat pump	5.55	0.75	4.1625		4.1625
32	MTR0403	Liquid 2 flavor pump	5.55	0.75	4.1625		4.1625
TOTALES			92.36				69.27

1961

CUADRO DE MAXIMA DEMANDA MCC - INTAKE AND DOSING							
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		MAXIMA DEMANDA			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE UTILIZACION [Fu]	MAXIMA DEMANDA [MD]	FACTOR DE SIMULTANEIDAD [Fs]	MAXIMA DEMANDA TOTAL [MD T]
1	MTR8060	Finished Product Bins 1-4 above FP silos	1.0	0.75	0.75		0.75
2	MTR8070	Finished Product Bins 5-8 above FP silos	1.0	0.75	0.75		0.75
3	MTR8080	Finished Product Bins 9-12 above FP silos	1.0	0.75	0.75		0.75
4	MTR8450	Finished Product Bin1	0.6	0.75	0.4125		0.4125
5	MTR8460	Finished Product Bin2	0.6	0.75	0.4125		0.4125
6	MTR8470	Finished Product Bin3	0.6	0.75	0.4125		0.4125
7	MTR8480	Finished Product Bin4	0.6	0.75	0.4125		0.4125
8	MTR8490	Finished Product Bin5	0.6	0.75	0.4125		0.4125
9	MTR8500	Finished Product Bin6	0.6	0.75	0.4125		0.4125
10	MTR8510	Finished Product Bin7	0.6	0.75	0.4125		0.4125
11	MTR8520	Finished Product Bin8	0.6	0.75	0.4125		0.4125
12	MTR8530	Finished Product Bin9	0.6	0.75	0.4125		0.4125
13	MTR8540	Finished Product Bin10	0.6	0.75	0.4125		0.4125
14	MTR8550	Finished Product Bin11	0.6	0.75	0.4125		0.4125
15	MTR8560	Finished Product Bin12	0.6	0.75	0.4125		0.4125
16	MTR8561	Finished Product Bins 1,2,7,8	1.2	0.75	0.9		0.9
17	MTR8570	Finished Product Bins 1,2,7,8	1.2	0.75	0.9		0.9
18	MTR8580	Finished Product Bins 3,4,9,10	1.2	0.75	0.9	1	0.9
19	MTR8590	Finished Product Bins 3,4,9,10	1.2	0.75	0.9		0.9
20	MTR8600	Finished Product Bins 5,6,11,12	1.2	0.75	0.9		0.9
21	MTR8610	Finished Product Bins 5,6,11,12	1.2	0.75	0.9		0.9
22	MTR8620	Finished Product Bins Bypass Conveyor	1.1	0.75	0.825		0.825
23	MTR8650	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor	9.2	0.75	6.9		6.9
24	MTR8670	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 2	18.3	0.75	13.725		13.725
25	MTR8680	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 3	1.1	0.75	0.825		0.825
26	MTR8710	Packaging Sifter 1	0.9	0.75	0.6375		0.6375
27	MTR8720	Packaging Sifter 2	0.9	0.75	0.6375		0.6375
28	MTR8740	Packaging Line 1	0.5	0.75	0.375		0.375
29	MTR8741	Packaging Line 1	0.5	0.75	0.375		0.375
30	MTR8750	Packaging Line 2	0.5	0.75	0.375		0.375
31	MTR8751	Packaging Line 2	0.5	0.75	0.375		0.375
32	MTR8760	Packaging Line 3	0.5	0.75	0.375		0.375
33	MTR8761	Packaging Line 3	0.5	0.75	0.375		0.375
34	MTR8000	Finished Product Bins Bucket Elevator	3.0	0.75	2.25		2.25
35	MTR8690	Packaging Infeed Buckter Elevator	2.2	0.75	1.65		1.65
TOTALES			56.40				42.30



INSTALACION DE BAJA TENSION		R (mΩ)	X (mΩ)	RT (mΩ)	XT (mΩ)	I _{cc}
	Suministro MT 22.9 KV	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Transformador BT 22.9 KV / 380 V S _n =2500 kVA	1.124	5.34	1.124	5.34	40.2
	Cables Unipolares Alimentacion TG1	0.27	1.6	1.394	6.94	30.99
	Barras Conductoras TG1	0.23	0.3	1.624	7.24	29.57
	Cables Unipolares Alimentacion TD-Sala Electrica L1	0.47	1.6	2.094	8.84	24.15
	Barras Conductoras TD-L1	0.23	0.3	2.324	9.14	23.26
	Cables Multipolares Circuitos finales	32.14	4	34.464	13.14	5.95



CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO																
ALIMENTADORES																
ITEM	TAG	DATOS DE LA CARGA				DATOS DE IMPEDANCIA										CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO [KA]
		DESCRIPCION	LONGITUD [ML]	TPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL	INTERRUPTORES		CONDUCTOR		BARRAS		IMPEDANCIA TOTAL			
						R(mΩ)	Xm(Ω)	R(mΩ)	Xm(Ω)	R(mΩ)	Xm(Ω)	R(mΩ)	Xm(Ω)	R(mΩ)	Xm(Ω)	
1	TG1	Transformador 22.9/0.4 - Tablero General 1 (TG1)	20	XLPE	3C+T	7x240	N/A	0.45	0.27	1.6	0.23	0.3	0.49	2.35	91.37	
2	TD-GA	TG1 - TD_Garita	90	XLPE	3C+T	35	N/A	0.45	57.86	7.2	0.23	0.3	58.08	7.95	3.74	
3	TD-AD	TG1 - TD_Edificio Administrativo	40	XLPE	3C+T	35	N/A	0.45	25.71	3.2	0.23	0.3	25.94	3.95	8.36	
4	TD-PR	TG1 - TD_Planta de Procesos	120	XLPE	3C+T	150	N/A	0.45	18.00	9.6	0.23	0.3	18.23	10.35	10.47	
5	TD-EN	TG1 - TD_Envasado	100	XLPE	3C+T	95	N/A	0.45	23.68	8	0.23	0.3	23.91	8.75	8.62	
6	TD-PT	TG1 - TD_Almacen de Producto Terminado	100	XLPE	3C+T	50	N/A	0.45	45.00	8	0.23	0.3	45.23	8.75	4.76	
7	TD-EA	TG1 - TD_Edificio Auxiliar	140	XLPE	3C+T	95	N/A	0.45	33.16	11.2	0.23	0.3	33.38	11.95	6.19	
8	TD-IN	TG1 - TD_Almacen de Insumos	240	XLPE	3C+T	240	N/A	0.45	22.50	19.2	0.23	0.3	22.73	19.95	7.26	
9	TD-SG1	TG1 - TD_SE y Circuitos de tableros	20	XLPE	3C+T	35	N/A	0.45	12.86	1.6	0.23	0.3	13.08	2.35	16.51	
10	TF-B1	TG1 - TF_Bombas de Agua	40	XLPE	3C+T	35	N/A	0.45	25.71	3.2	0.23	0.3	25.94	3.95	8.36	
11	TD-SG2	TG1 - TD_Caldero - Compresor	260	XLPE	3C+T	2x240	N/A	0.45	12.19	20.8	0.23	0.3	12.41	21.55	8.82	
12	TF-B2	TG1 - TF_Bombas de Desague	85	XLPE	3C+T	35	N/A	0.45	54.64	6.8	0.23	0.3	54.87	7.55	3.96	
13	TF-AC1	TG1 - TF_Sistema AC1	40	XLPE	3C+T	35	N/A	0.45	25.71	3.2	0.23	0.3	25.94	3.95	8.36	
17	TD-L1	TG1 - TD_Sala Electrica L1	20	XLPE	3C+T	4x240	N/A	0.45	0.47	1.6	0.23	0.3	0.69	2.35	89.54	
18	MCC Intake	TD_Sala Electrica L1 - MCC Intake and Dosing	150	XLPE	3C+T	2x150	N/A	0.45	11.25	12	0.23	0.3	11.48	12.75	12.79	
19	MCC Milling	TD_Sala Electrica L1 - MCC Milling and Mixing	150	XLPE	3C+T	2x150	N/A	0.45	11.25	12	0.23	0.3	11.48	12.75	12.79	
20	MCC Extrude	TD_Sala Electrica L1 - MCC Extruder	170	XLPE	3C+T	120	N/A	0.45	31.88	13.6	0.23	0.3	32.10	14.35	6.24	
21	MCC Dryer	TD_Sala Electrica L1 - MCC Dryer	170	XLPE	3C+T	2x150	N/A	0.45	12.75	13.6	0.23	0.3	12.98	14.35	11.34	
22	MCC Liquids	TD_Sala Electrica L1 - MCC Liquids and Coater	170	XLPE	3C+T	120	N/A	0.45	31.88	13.6	0.23	0.3	32.10	14.35	6.24	
23	MCC Finish	TD_Sala Electrica L1 - MCC Finish Line	170	XLPE	3C+T	120	N/A	0.45	31.88	13.6	0.23	0.3	32.10	14.35	6.24	
24	Hammermil	TD_Sala Electrica L1 - Hammermil	140	XLPE	3C+T	2x240	N/A	0.45	6.56	11.2	0.23	0.3	6.79	11.95	15.96	
25	Extrusor	TD_Sala Electrica L1 - Extrusor	140	XLPE	3C+T	2x240	N/A	0.45	6.56	11.2	0.23	0.3	6.79	11.95	15.96	



CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO																		
INTAKE AND DOSING MOTORS AREA																		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	DATOS DEL MOTOR				DATOS DE IMPEDANCIA											CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO [KA]
			LONGITUD [M]	TPO DE ASLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL	INTERRUPTORES		CONDUCTOR		BARRAS		IMPEDANCIA TOTAL					
						R[mΩ]	X[mΩ]	R[mΩ]	X[mΩ]	R[mΩ]	X[mΩ]	R[mΩ]	X[mΩ]	R[mΩ]	X[mΩ]			
1	MTR5020	Fan for intake	70	XLPE	3C+T	6	N/A	0.45	262.50	5.6	0.23	0.3	262.73	6.35	0.83			
2	MTR5030	Intake Chain conveyor	75	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	421.88	6	0.23	0.3	422.10	6.75	0.52			
3	MTR5040	Intake Push-in screw	75	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	421.88	6	0.23	0.3	422.10	6.75	0.52			
4	MTR5050	Intake Bucket elevator	65	XLPE	3C+T	10	N/A	0.45	146.25	5.2	0.23	0.3	146.48	5.95	1.50			
5	MTR5070	TG1 - TD - Emvasado	65	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	365.63	5.2	0.23	0.3	365.85	5.95	0.60			
6	MTR5085	Intake Rotary pre-cleaner	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56			
7	MTR5090	Intake pre-cleaner Screw conveyor	75	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	421.88	6	0.23	0.3	422.10	6.75	0.52			
8	MTR5110	Intake to Dosing Bucket elevator	73	XLPE	3C+T	16	N/A	0.45	102.66	5.84	0.23	0.3	102.88	6.59	2.13			
9	MTR5130	Intake to Dosing elevator filter	80	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	450.00	6.4	0.23	0.3	450.23	7.15	0.49			
10	MTR5170	Intake to Dosing Chain conveyor	85	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	478.13	6.8	0.23	0.3	478.35	7.55	0.46			
11	MTR5190	Ingredient Transfer Chain conveyor Spot Filter	85	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	478.13	6.8	0.23	0.3	478.35	7.55	0.46			
12	MTR5820	Dosing bulk bag screw conveyor	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56			
13	MTR5560	Dosing Silo 5 Bin activator 1	72	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	405.00	5.76	0.23	0.3	405.23	6.51	0.54			
14	MTR5561	Dosing Silo 5 Bin activator 2	72	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	405.00	5.76	0.23	0.3	405.23	6.51	0.54			
15	MTR5570	Dosing Silo 6 Bin activator 1	72	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	405.00	5.76	0.23	0.3	405.23	6.51	0.54			
16	MTR5571	Dosing Silo 6 Bin activator 2	72	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	405.00	5.76	0.23	0.3	405.23	6.51	0.54			
17	MTR5580	Dosing Silo 11 Bin activator 1	65	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	365.63	5.2	0.23	0.3	365.85	5.95	0.60			
18	MTR5581	Dosing Silo 11 Bin activator 2	65	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	365.63	5.2	0.23	0.3	365.85	5.95	0.60			
19	MTR5590	Dosing Silo 12 Bin activator 1	65	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	365.63	5.2	0.23	0.3	365.85	5.95	0.60			
20	MTR5591	Dosing Silo 12 Bin activator 2	65	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	365.63	5.2	0.23	0.3	365.85	5.95	0.60			
21	MTR5640	Dosing Silo 1 Screw conveyor	85	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	478.13	6.8	0.23	0.3	478.35	7.55	0.46			
22	MTR5650	Dosing Silo 2 Screw conveyor	85	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	478.13	6.8	0.23	0.3	478.35	7.55	0.46			
23	MTR5660	Dosing Silo 3 Screw conveyor	82	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	461.25	6.56	0.23	0.3	461.48	7.31	0.48			
24	MTR5670	Dosing Silo 4 Screw conveyor	82	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	461.25	6.56	0.23	0.3	461.48	7.31	0.48			
25	MTR5680	Dosing Silo 5 Screw conveyor	88	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	495.00	7.04	0.23	0.3	495.23	7.79	0.44			
26	MTR5690	Dosing Silo 6 Screw conveyor	88	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	495.00	7.04	0.23	0.3	495.23	7.79	0.44			
27	MTR5700	Dosing Silo 7 Screw conveyor	73	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	410.63	5.84	0.23	0.3	410.85	6.59	0.53			
28	MTR5710	Dosing Silo 8 Screw conveyor	73	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	410.63	5.84	0.23	0.3	410.85	6.59	0.53			
29	MTR5720	Dosing Silo 9 Screw conveyor	72	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	405.00	5.76	0.23	0.3	405.23	6.51	0.54			
30	MTR5730	Dosing Silo 10 Screw conveyor	72	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	405.00	5.76	0.23	0.3	405.23	6.51	0.54			
31	MTR5740	Dosing Silo 11 Screw conveyor	68	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	382.50	5.44	0.23	0.3	382.73	6.19	0.57			
32	MTR5750	Dosing Silo 12 Screw conveyor	68	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	382.50	5.44	0.23	0.3	382.73	6.19	0.57			
33	MTR5830	Dosing to Mixers Chain Conveyor	75	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	421.88	6	0.23	0.3	422.10	6.75	0.52			
34	MTR5840	Dosing to mixers Bucket elevator	85	XLPE	3C+T	25	N/A	0.45	76.50	6.8	0.23	0.3	76.73	7.55	2.85			
35	MTR5860	Dosing to mixers Elevator Spot filter	85	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	478.13	6.8	0.23	0.3	478.35	7.55	0.46			
36	MTR5870	Dosing to mixers Chain conveyor 2	85	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	478.13	6.8	0.23	0.3	478.35	7.55	0.46			
37	MTR5880	Dosing to mixers Chain conveyor 3	90	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	506.25	7.2	0.23	0.3	506.48	7.95	0.43			
38	MTR5900	Dosing to mixers Chain conveyor Spot filter	90	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	506.25	7.2	0.23	0.3	506.48	7.95	0.43			



CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO															
MILLING AND MIXING MOTORS															
AREA															
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS DE IMPEDANCIA								IMPEDANCIA TOTAL		CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO [KA]
		DESCRIPCION	LONGITUD [M]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL	INTERRUPTORES		CONDUCTOR		BARRAS				
						R(mΩ)	X(mΩ)	R(mΩ)	X(mΩ)	R(mΩ)	X(mΩ)	R(mΩ)	X(mΩ)		
1	MTR6301	Homogenizer Filter Fan	60	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	337.50	4.8	0.23	0.3	337.73	5.55	0.65
2	MTR6320	Homogenizer motor	50	XLPE	3C+T	35	35	0.45	32.14	4	0.23	0.3	32.37	4.75	6.71
3	MTR6350	Homogenizer Discharge screw	55	XLPE	3C+T	4	4	0.45	309.38	4.4	0.23	0.3	309.60	5.15	0.71
4	MTR6370	Mil Feeder 1	48	XLPE	3C+T	4	4	0.45	270.00	3.84	0.23	0.3	270.23	4.59	0.81
5	MTR6375	TG1 - TD_ Envasado	48	XLPE	3C+T	4	4	0.45	270.00	3.84	0.23	0.3	270.23	4.59	0.81
6	MTR6376	Mil Pocket Feeder	60	XLPE	3C+T	4	4	0.45	337.50	4.8	0.23	0.3	337.73	5.55	0.65
7	MTR6390	Mil Filter Motor	53	XLPE	3C+T	4	4	0.45	298.13	4.24	0.23	0.3	298.35	4.99	0.74
8	MTR6380	Miller Radial Fan	45	XLPE	3C+T	25	25	0.45	40.50	3.6	0.23	0.3	40.73	4.35	5.36
9	MTR6410	Mil Surge Bin Discharge screw conveyor	50	XLPE	3C+T	4	4	0.45	281.25	4	0.23	0.3	281.48	4.75	0.78
10	MTR6420	Mil Surge Bin Airlock	48	XLPE	3C+T	4	4	0.45	270.00	3.84	0.23	0.3	270.23	4.59	0.81
11	MTR6430	Mixer Filter Fan	48	XLPE	3C+T	4	4	0.45	270.00	3.84	0.23	0.3	270.23	4.59	0.81
12	MTR6450	Mixer Main Drive 1	42	XLPE	3C+T	25	25	0.45	37.80	3.36	0.23	0.3	38.03	4.11	5.74
13	MTR6460	Mixer Main Drive 2	42	XLPE	3C+T	25	25	0.45	37.80	3.36	0.23	0.3	38.03	4.11	5.74
14	MTR6500	Mixer Discharge screw	55	XLPE	3C+T	4	4	0.45	309.38	4.4	0.23	0.3	309.60	5.15	0.71
15	MTR6510	Mixer Hand Add Fan	60	XLPE	3C+T	4	4	0.45	337.50	4.8	0.23	0.3	337.73	5.55	0.65
16	MTR6530	Mixer to extruder Bucket elevator	58	XLPE	3C+T	4	4	0.45	326.25	4.64	0.23	0.3	326.48	5.39	0.67
17	MTR6550	Spot filter on elevator	58	XLPE	3C+T	4	4	0.45	326.25	4.64	0.23	0.3	326.48	5.39	0.67
18	MTR6560	Mixer Rotary Pre-cleaner	60	XLPE	3C+T	4	4	0.45	337.50	4.8	0.23	0.3	337.73	5.55	0.65
19	MTR6570	Mixer Rotary Pre-cleaner Chain Conveyor	60	XLPE	3C+T	4	4	0.45	337.50	4.8	0.23	0.3	337.73	5.55	0.65

CARGAS ESPECIALES															
1	MTR6405	Hammermill	70	XLPE	3C+T	2x150	N/A	0.45	5.25	5.6	0.23	0.3	5.48	6.35	26.17



CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO																	
EXTRUDER MOTORS																	
AREA																	
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR DESCRIPCION	LONGITUD [ML]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL	DATOS DE IMPEDANCIA						IMPEDANCIA TOTAL		CORRIENTE DE CORCOCIRCUITO [KA]		
							INTERRUPTORES		CONDUCTOR		BARRAS		R[mΩ]	X[mΩ]		R[mΩ]	X[mΩ]
							R[mΩ]	X[mΩ]	R[mΩ]	X[mΩ]	R[mΩ]	X[mΩ]					
1	MTR1080	Live bin (Loss in weight)	44	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	247.50	3.52	0.23	0.3	247.73	4.27	0.89		
2	MTR1100	Feeder screw	44	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	247.50	3.52	0.23	0.3	247.73	4.27	0.89		
3	MTR1120	Extruder Preconditioner Motor	44	XLPE	3C+T	10	N/A	0.45	99.00	3.52	0.23	0.3	99.23	4.27	2.21		
4	MTR1420	Knife	50	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	281.25	4	0.23	0.3	281.48	4.75	0.78		
5	MTR1430	TG1 - TD_Envasado	40	XLPE	3C+T	25	N/A	0.45	36.00	3.2	0.23	0.3	36.23	3.95	6.02		
6	MTR1470	Cyclone Airlock	30	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	168.75	2.4	0.23	0.3	168.98	3.15	1.30		
7	MTR1130	Extruder Water Booster Pump	50	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	281.25	4	0.23	0.3	281.48	4.75	0.78		
8	MTR0200	Dye 1 Premix Tank Agitator	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97		
9	MTR0280	Dye 1 Tank Transfer Pump	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97		
10	MTR0210	Dye 1 Supply Tank Agitator	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97		
11	MTR0305	Dye 1 Metering Pump	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97		
12	MTR0220	Dye 2 Premix Tank Agitator	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97		
13	MTR0310	Dye 2 Tank Transfer Pump	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97		
14	MTR0230	Dye 2 Supply Tank Agitator	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97		
15	MTR0365	Dye 2 Metering Pump	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97		

CARGAS ESPECIALES																
1	MTR1250	Extrusor	80	XLPE	3C+T	2x150	N/A	0.45	6.00	6.4	0.23	0.3	6.23	7.15	23.14	



CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO																
DRYER MOTORS AREA																
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS DE IMPEDANCIA					CONDUCTOR		BARRAS		IMPEDANCIA TOTAL		CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO [KA]
		DESCRIPCION	LONGITUD [ML]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL	INTERRUPTORES				R[mΩ]	X[mΩ]	R[mΩ]	X[mΩ]	R[mΩ]	
1	MTR2060	Dryer spreader Motor	35	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	196.88	2.8	0.23	0.3	197.10	3.55	1.11	
2	MTR2070	Dryer Spreader Cooling fan motor starter	35	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	196.88	2.8	0.23	0.3	197.10	3.55	1.11	
3	MTR2300	Dryer Top bed run command	45	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	253.13	3.6	0.23	0.3	253.35	4.35	0.87	
4	MTR2370	Dryer Bottom bed run command	45	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	253.13	3.6	0.23	0.3	253.35	4.35	0.87	
5	MTR2385	TG1 - TD_Envasado	45	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	253.13	3.6	0.23	0.3	253.35	4.35	0.87	
6	MTR2100	Dryer circulation fan 1 run command	30	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	168.75	2.4	0.23	0.3	168.98	3.15	1.30	
7	MTR2120	Dryer circulation fan 2 run command	30	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	168.75	2.4	0.23	0.3	168.98	3.15	1.30	
8	MTR2140	Dryer circulation fan 3 run command	32	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	180.00	2.56	0.23	0.3	180.23	3.31	1.22	
9	MTR2160	Dryer circulation fan 4 run command	32	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	180.00	2.56	0.23	0.3	180.23	3.31	1.22	
10	MTR2180	Dryer circulation fan 5 run command	35	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	196.88	2.8	0.23	0.3	197.10	3.55	1.11	
11	MTR2200	Dryer circulation fan 6 run command	35	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	196.88	2.8	0.23	0.3	197.10	3.55	1.11	
12	MTR2220	Dryer circulation fan 7 run command	36	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	213.75	3.04	0.23	0.3	213.98	3.79	1.03	
13	MTR2240	Dryer circulation fan 8 run command	36	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	213.75	3.04	0.23	0.3	213.98	3.79	1.03	
14	MTR2400	Dryer exhaust fan motor starter	62	XLPE	3C+T	25	N/A	0.45	55.80	4.96	0.23	0.3	56.03	5.71	3.90	
15	MTR2390	Dryer exhaust cyclone airlock motor starter	62	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	348.75	4.96	0.23	0.3	348.98	5.71	0.63	
16	MTR2075	Dryer cooling Fan	36	XLPE	3C+T	10	N/A	0.45	81.00	2.88	0.23	0.3	81.23	3.63	2.70	
17	MTR2395	Dryer cooling cyclone airlock motor starter	36	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	202.50	2.88	0.23	0.3	202.73	3.63	1.08	
18	MTR2080	Dryer fines auger 1 motor starter	36	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	202.50	2.88	0.23	0.3	202.73	3.63	1.08	
19	MTR2320	Dryer fines auger 2 motor starter	36	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	202.50	2.88	0.23	0.3	202.73	3.63	1.08	
20	MTR2420	Dryer combustion blower 1 motor starter	47	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	264.38	3.76	0.23	0.3	264.60	4.51	0.83	
21	MTR2520	Dryer combustion blower 2 motor starter	50	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	281.25	4	0.23	0.3	281.48	4.75	0.78	
22	MTR2620	Dryer combustion blower 3 motor starter	53	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	298.13	4.24	0.23	0.3	298.35	4.99	0.74	
23	MTR2720	Dryer combustion blower 4 motor starter	53	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	298.13	4.24	0.23	0.3	298.35	4.99	0.74	
24	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 1	42	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	236.25	3.36	0.23	0.3	236.48	4.11	0.93	
25	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 2	42	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	236.25	3.36	0.23	0.3	236.48	4.11	0.93	
26	MTR4200	Hoist for bag discharge system	52	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	292.50	4.16	0.23	0.3	292.73	4.91	0.75	
27	MTR4160	Vertical Cooler Cyclone Inlet Airlock	50	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	281.25	4	0.23	0.3	281.48	4.75	0.78	
28	MTR4120	Vertical Cooler Fan	55	XLPE	3C+T	35	N/A	0.45	35.36	4.4	0.23	0.3	35.58	5.15	6.10	
29	MTR4110	Vertical Coole Cyclone airlock	53	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	298.13	4.24	0.23	0.3	298.35	4.99	0.74	

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO																			
LIQUID INTAKE AND COATER																			
AREA																			
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR DESCRIPCION	LONGITUD [mL]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL	DATOS DE IMPEDANCIA						IMPEDANCIA TOTAL		CORRIENTE DE CORCOCIRCUITO [kA]				
							INTERRUPTORES		CONDUCTOR		BARRAS		R(mΩ)	X(mΩ)		R(mΩ)	X(mΩ)	R(mΩ)	X(mΩ)
							R(mΩ)	X(mΩ)	R(mΩ)	X(mΩ)	R(mΩ)	X(mΩ)							
1	MTR7000	Dry Product Infeed Bucket Elevator	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97				
2	MTR7010	Preconditioner Fat Liquid Metering Pump	42	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	236.25	3.36	0.23	0.3	236.48	4.11	0.93				
3	MTR7020	Preconditioner Fish Oil Metering Pump	44	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	247.50	3.52	0.23	0.3	247.73	4.27	0.89				
4	MTR7030	Preconditioner Phosphoric Acid Metering Pump	46	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	258.75	3.68	0.23	0.3	258.98	4.43	0.85				
5	MTR7040	TG1 - TD Envasado	48	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	270.00	3.84	0.23	0.3	270.23	4.59	0.81				
6	MTR7048	Coater Zoia Digest Metering Pump	60	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	337.50	4.8	0.23	0.3	337.73	5.55	0.65				
7	MTR7049	Coater Liquid Metering Pump	62	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	348.75	4.96	0.23	0.3	348.98	5.71	0.63				
8	MTR7050	Preconditioner Slurry Metering Pump	50	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	281.25	4	0.23	0.3	281.48	4.75	0.78				
9	MTR7200	Liquid Truck Unload pump	50	XLPE	3C+T	6	N/A	0.45	187.50	4	0.23	0.3	187.73	4.75	1.17				
10	MTR7230	Liquid Fish Oil Container Transfer Pump	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97				
11	MTR7240	Liquid Mixins Tank 1 Distribution Pump	45	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	253.13	3.6	0.23	0.3	253.35	4.35	0.87				
12	MTR7300	Liquids Poultry Fat Tank Agitator	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97				
13	MTR7310	Liquids Cow Fat Tank Agitator	42	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	236.25	3.36	0.23	0.3	236.48	4.11	0.93				
14	MTR7315	Liquid Mixings Tank 1 Agitator	44	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	247.50	3.52	0.23	0.3	247.73	4.27	0.89				
15	MTR7390	Liquid Luleina Container Transfer Pump	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97				
16	MTR7400	Liquid Zoia Container Transfer Pump	42	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	236.25	3.36	0.23	0.3	236.48	4.11	0.93				
17	MTR7410	Liquid Slurry Container Transfer Pump	44	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	247.50	3.52	0.23	0.3	247.73	4.27	0.89				
18	MTR7420	Liquid Nucleo Container Transfer Pump	46	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	258.75	3.68	0.23	0.3	258.98	4.43	0.85				
19	MTR7430	Liquid Phosphoric Acid Container Transfer Pump	48	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	270.00	3.84	0.23	0.3	270.23	4.59	0.81				
40	MTR7711	Liquids Poultry Fat Distribution Pump	40	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	225.00	3.2	0.23	0.3	225.23	3.95	0.97				
21	MTR7712	Liquids Cow Fat Distribution Pump	42	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	236.25	3.36	0.23	0.3	236.48	4.11	0.93				
22	MTR0203	Infeed Rotary Feeder	44	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	247.50	3.52	0.23	0.3	247.73	4.27	0.89				
23	MTR0204	Mist Coater 1 dry disk	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
24	MTR0206	Mist Coater 1 liquid disks	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
25	MTR0207	Mist Coater 1 mixing screws	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
26	MTR0304	Mist Coater 2 dry disk	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
27	MTR0306	Mist Coater 2 liquid disks	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
28	MTR0307	Mist Coater 2 mixing screws	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
29	MTR0311	Powder Feeder Screw	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
30	MTR0312	Powder Hopper Agitator	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
31	MTR0401	Liquid 1 fat pump	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				
32	MTR0403	Liquid 2 flavor pump	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56				



CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

PACKING MOTORS AREA		DATOS DEL MOTOR															DATOS DE IMPEDANCIAS															CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO [KA]
ITEM	TAG	DESCRIPCION	LONGITUD [M.]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL	INTERRUPTORES		CONDUCTOR		BARRAS		IMPEDANCIA TOTAL		CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO																	
							R[mQ]	X[mQ]	R[mQ]	X[mQ]	R[mQ]	X[mQ]	R[mQ]	X[mQ]	R[mQ]	X[mQ]																
1	MTR8060	Finished Product Bins 1-4 above FP silos	62	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	348.75	4.96	0.23	0.3	348.98	5.71	0.63																	
2	MTR8070	Finished Product Bins 5-8 above FP silos	62	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	348.75	4.96	0.23	0.3	348.98	5.71	0.63																	
3	MTR8080	Finished Product Bins 9-12 above FP silos	62	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	348.75	4.96	0.23	0.3	348.98	5.71	0.63																	
4	MTR8450	Finished Product Bin1	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
5	MTR8460	TG1 - TD_Envasado	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
6	MTR8470	Finished Product Bin3	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
7	MTR8480	Finished Product Bin4	66	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	371.25	5.28	0.23	0.3	371.48	6.03	0.59																	
8	MTR8490	Finished Product Bin5	66	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	371.25	5.28	0.23	0.3	371.48	6.03	0.59																	
9	MTR8500	Finished Product Bin6	66	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	371.25	5.28	0.23	0.3	371.48	6.03	0.59																	
10	MTR8510	Finished Product Bin7	68	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	382.50	5.44	0.23	0.3	382.73	6.19	0.57																	
11	MTR8520	Finished Product Bin8	68	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	382.50	5.44	0.23	0.3	382.73	6.19	0.57																	
12	MTR8530	Finished Product Bin9	68	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	382.50	5.44	0.23	0.3	382.73	6.19	0.57																	
13	MTR8540	Finished Product Bin10	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
14	MTR8550	Finished Product Bin11	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
15	MTR8560	Finished Product Bin12	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
16	MTR8561	Finished Product Bins 1,2,7,8	74	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	416.25	5.92	0.23	0.3	416.48	6.67	0.53																	
17	MTR8570	Finished Product Bins 1,2,7,8	74	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	416.25	5.92	0.23	0.3	416.48	6.67	0.53																	
18	MTR8580	Finished Product Bins 3,4,9,10	75	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	421.88	6	0.23	0.3	422.10	6.75	0.52																	
19	MTR8590	Finished Product Bins 3,4,9,10	75	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	421.88	6	0.23	0.3	422.10	6.75	0.52																	
20	MTR8600	Finished Product Bins 5,6,11,12	75	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	421.88	6	0.23	0.3	422.10	6.75	0.52																	
21	MTR8610	Finished Product Bins 5,6,11,12	75	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	421.88	6	0.23	0.3	422.10	6.75	0.52																	
22	MTR8620	Finished Product Bins Bypass Conveyor	55	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	309.38	4.4	0.23	0.3	309.60	5.15	0.71																	
23	MTR8650	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor	58	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	326.25	4.64	0.23	0.3	326.48	5.39	0.67																	
24	MTR8670	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 2	58	XLPE	3C+T	10	N/A	0.45	130.50	4.64	0.23	0.3	130.73	5.39	1.68																	
25	MTR8680	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 3	60	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	337.50	4.8	0.23	0.3	337.73	5.55	0.65																	
26	MTR8710	Packaging Sifter 1	65	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	365.63	5.2	0.23	0.3	365.85	5.95	0.60																	
27	MTR8720	Packaging Sifter 2	65	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	365.63	5.2	0.23	0.3	365.85	5.95	0.60																	
28	MTR8740	Packaging Line 1	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
29	MTR8741	Packaging Line 1	66	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	371.25	5.28	0.23	0.3	371.48	6.03	0.59																	
30	MTR8750	Packaging Line 2	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
31	MTR8751	Packaging Line 2	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
32	MTR8760	Packaging Line 3	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
33	MTR8761	Packaging Line 3	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
34	MTR8000	Finished Product Bins Bucket Elevator	70	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	393.75	5.6	0.23	0.3	393.98	6.35	0.56																	
35	MTR8690	Packaging Infeed Bucket Elevator	60	XLPE	3C+T	4	N/A	0.45	337.50	4.8	0.23	0.3	337.73	5.55	0.65																	

ANEXO N° 7

ANEXO INFORME SOFTWARE ECODIAL

El presente anexo es un informe amplio del software mencionado y se encuentra disponible en la versión digital.

ANEXO N° 8 CEDULA DE CABLES

CEDULA DE CABLES																			
ALIMENTADORES																			
ITEM	TAG	DATOS DE LA CARGA				DATOS DE INTENSIDAD DE CORRIENTE					DATOS DE CAIDA DE TENSIÓN				DATOS DEL CABLE				
		DESCRIPCION	KW	f.p Promedio	CORRIENTE DE CARGA [A]	K1	K2	K3	K4	K5	CORRIENTE DE CARGA REAL [A]	CORRIENTE MAXIMA PERMITIDA [A]	CAIDA DE TENSIÓN NOMINAL [%]	CAIDA DE TENSIÓN NOMINAL [%]	LONGITUD MAXIMA EN CONDICIONES DE CC [M]	LONGITUD [M]	TPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL
1	TG1	Transformador 22.9/0.4 - Tablero General 1 (TG1)	1648.46	0.88	2838.04	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	4006.651568	15363.72	6.86	1.81	2216.84	20	XLPE	3C+T	7x240
2	TD-GA	TG1 - TD_GAria	11.11	0.85	19.86	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	28.03581784	320.08	2.57	0.68	6600.25	90	XLPE	3C+T	35
3	TD-AD	TG1 - TD_Edificio Administrativo	71.58	0.85	127.95	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	180.6307523	320.08	7.37	1.94	1024.38	40	XLPE	3C+T	35
4	TD-PR	TG1 - TD_Planta de Procesos	114.03	0.85	203.82	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	287.751963	1371.76	10.15	2.67	2756.00	120	XLPE	3C+T	150
5	TD-EN	TG1 - TD_Emvasado	83.61	0.80	158.60	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	223.9064442	868.78	9.21	2.42	2243.17	100	XLPE	3C+T	95
6	TD-PT	TG1 - TD_Almacén de Producto Terminado	51.90	0.85	92.76	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	130.9619814	457.25	9.63	2.53	2018.51	100	XLPE	3C+T	50
7	TD-EA	TG1 - TD_Edificio Auxiliar	55.81	0.85	99.75	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	140.8272446	868.78	8.31	2.19	3566.50	140	XLPE	3C+T	95
8	TD-IN	TG1 - TD_Almacén de Insumos	89.86	0.85	124.87	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	176.291517	2194.82	8.93	2.35	7197.56	240	XLPE	3C+T	240
9	TD-SG1	TG1 - TD_SE y Circuitos de tableros	5.88	0.85	10.50	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	14.82650155	320.08	0.30	0.08	12480.99	20	XLPE	3C+T	35
10	TF-B1	TG1 - TF_Bombas de Agua	44.46	0.85	79.47	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	112.1929412	320.08	4.57	1.20	1649.33	40	XLPE	3C+T	35
11	TD-SG2	TG1 - TD_Caldera - Compresor	91.26	0.85	163.12	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	230.2924155	4389.63	8.50	2.24	11019.64	260	XLPE	3C+T	2x240
12	TF-B2	TG1 - TF_Bombas de Desague	23.57	0.85	42.13	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	59.47764706	320.08	5.15	1.36	3111.14	85	XLPE	3C+T	35
13	TF-AC1	TG1 - TF_Sistema AC1	6.67	0.85	11.91	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	16.82080495	320.08	0.69	0.18	11000.87	40	XLPE	3C+T	35
17	TD-L1	TG1 - TD_Sab Electrica L1	1018.83	0.90	1715.18	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	2421.433856	10974.08	4.31	1.13	2620.08	20	XLPE	3C+T	4x240
18	MCC Intake	TD_Sab Electrica L1 - MCC Intake and Dosing	144.15	0.85	254.93	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	359.8975695	2743.52	9.85	2.59	4407.05	150	XLPE	3C+T	2x150
19	MCC Milling	TD_Sab Electrica L1 - MCC Milling and Mixing	148.35	0.84	267.58	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	377.7664443	2743.52	10.43	2.75	4198.59	150	XLPE	3C+T	2x150
20	MCC Extrude	TD_Sab Electrica L1 - MCC Extruder	60.38	0.85	108.37	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	152.9938349	1097.41	9.07	2.39	4146.80	170	XLPE	3C+T	120
21	MCC Dwyer	TD_Sab Electrica L1 - MCC Dwyer	134.39	0.85	240.45	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	339.4567728	2743.52	10.59	2.79	4672.43	170	XLPE	3C+T	2x150
22	MCC Liquids	TD_Sab Electrica L1 - MCC Liquids and Coater	69.27	0.84	125.42	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	177.0634249	1097.41	10.47	2.76	3583.09	170	XLPE	3C+T	120
23	MCC Finish	TD_Sab Electrica L1 - MCC Finish Line	42.30	0.85	76.05	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	107.3682953	1097.41	6.36	1.67	5908.96	170	XLPE	3C+T	120
24	Hammermill	TD_Sab Electrica L1 - Hammermill	280.00	0.90	472.68	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	667.3191966	4389.63	12.47	3.28	3802.89	140	XLPE	3C+T	2x240
25	Extruder	TD_Sab Electrica L1 - Extruder	280.00	0.90	472.68	N/A	0.85	1.00	1.00	1.00	667.3191966	4389.63	12.47	3.28	3802.89	140	XLPE	3C+T	2x240

CEDULA DE CABLES

INTAKE AND DOSING MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 38																								
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR					DATOS DE INTENSIDAD DE CORRIENTE					DATOS DE CADA DE TENSION					DATOS DEL CABLE									
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	I.F.P. Nominal	CORRIENTE DE CARGA [B]	K1	K2	K3	K4	K5	CORRIENTE DE CARGA REAL [B]	CORRIENTE MAXIMA PERMISIDA [E]	CADA DE TENSION NOMINAL [A+]	CADA DE TENSION NOMINAL [%]	CADA DE TENSION ARRANQUE [A+]	CADA DE TENSION ARRANQUE [%]	LONGITUD MAXIMA EN CONDICIONES DE CC [M.]	LONGITUD [M.]	TIPO DE ABLAMENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL				
1	MTR5020	Fan for intake	DOL	11.00	0.83	20.14	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	34.04	54.87	13.03	3.43	45.81	12.08	931.84	70	XIPE	3C-T	6				
2	MTR5030	Intake Chain conveyor	VFD	4.00	0.88	7.07	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	11.95	38.58	7.67	1.99	15.86	4.17	1770.12	75	XIPE	3C-T	4				
3	MTR5040	Intake Pulpion screw	DOL	7.00	0.89	12.80	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	21.66	38.58	14.18	3.73	48.97	12.10	977.00	75	XIPE	3C-T	4				
4	MTR5050	Intake Bucket elevator	DOL	15.00	0.85	26.81	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	45.33	51.45	9.98	2.63	35.21	9.27	1468.36	65	XIPE	3C-T	10				
5	MTR5070	Intake elevator Spot filter	DOL	1.10	0.87	1.92	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.25	38.58	1.80	0.47	5.98	1.57	8511.85	65	XIPE	3C-T	4				
6	MTR5085	Intake Rotary pre-cleaner	DOL	0.65	0.85	0.98	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.66	38.58	0.97	0.26	3.29	0.87	13779.00	70	XIPE	3C-T	4				
7	MTR5090	Intake pre-cleaner Screw conveyor	DOL	3.00	0.84	5.43	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	9.17	38.58	5.69	1.50	19.48	5.13	2305.27	75	XIPE	3C-T	4				
8	MTR5110	Intake to Dosing Bucket elevator	DOL	18.00	0.86	31.94	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	54.00	146.30	8.71	2.20	30.06	8.15	1968.52	73	XIPE	3C-T	16				
9	MTR5130	Intake to Dosing elevator filter	DOL	1.10	0.88	1.94	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.29	38.58	2.22	0.68	7.44	1.98	8438.81	80	XIPE	3C-T	4				
10	MTR5170	Intake to Dosing Chain conveyor	DOL	4.00	0.84	8.14	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	13.76	38.58	9.66	2.64	33.12	8.22	1536.85	85	XIPE	3C-T	4				
11	MTR5190	Independent Transfer Chain conveyor Spot Filter	DOL	1.00	0.88	2.00	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	4.38	38.58	3.22	0.85	10.54	2.77	4830.10	85	XIPE	3C-T	4				
12	MTR5400	Dosing bulk bag screw conveyor	VFD	4.00	0.87	6.99	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	11.81	38.58	7.08	1.86	14.63	3.86	1769.70	70	XIPE	3C-T	4				
13	MTR5650	Dosing Silo 5 Bin activator 1	DOL	0.70	0.88	1.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.04	38.58	1.27	0.33	4.17	1.10	10950.21	72	XIPE	3C-T	4				
14	MTR5661	Dosing Silo 5 Bin activator 2	DOL	0.70	0.88	1.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.04	38.58	1.27	0.33	4.17	1.10	10950.21	72	XIPE	3C-T	4				
15	MTR5670	Dosing Silo 6 Bin activator 1	DOL	0.70	0.88	1.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.04	38.58	1.27	0.33	4.17	1.10	10950.21	72	XIPE	3C-T	4				
16	MTR5671	Dosing Silo 6 Bin activator 2	DOL	0.70	0.88	1.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.04	38.58	1.27	0.33	4.17	1.10	10950.21	72	XIPE	3C-T	4				
17	MTR5680	Dosing Silo 11 Bin activator 1	DOL	0.70	0.88	1.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.04	38.58	1.15	0.30	3.76	0.90	10950.21	65	XIPE	3C-T	4				
18	MTR5681	Dosing Silo 11 Bin activator 2	DOL	0.70	0.88	1.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.04	38.58	1.15	0.30	3.76	0.90	10950.21	65	XIPE	3C-T	4				
19	MTR5690	Dosing Silo 12 Bin activator 1	DOL	0.70	0.88	1.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.04	38.58	1.15	0.30	3.76	0.90	10950.21	65	XIPE	3C-T	4				
20	MTR5691	Dosing Silo 12 Bin activator 2	DOL	0.70	0.88	1.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.04	38.58	1.15	0.30	3.76	0.90	10950.21	65	XIPE	3C-T	4				
21	MTR5640	Dosing Silo 1 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	11.80	3.11	25.00	6.68	1272.39	85	XIPE	3C-T	4				
22	MTR5650	Dosing Silo 2 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	11.80	3.11	25.00	6.68	1272.39	85	XIPE	3C-T	4				
23	MTR5660	Dosing Silo 3 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	11.30	3.00	24.12	6.46	1272.39	82	XIPE	3C-T	4				
24	MTR5670	Dosing Silo 4 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	11.30	3.00	24.12	6.35	1272.39	82	XIPE	3C-T	4				
25	MTR5680	Dosing Silo 5 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	12.22	3.22	25.89	6.81	1272.39	88	XIPE	3C-T	4				
26	MTR5690	Dosing Silo 6 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	12.22	3.22	25.89	6.81	1272.39	88	XIPE	3C-T	4				
27	MTR5700	Dosing Silo 7 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	10.14	2.67	21.47	5.66	1272.39	73	XIPE	3C-T	4				
28	MTR5710	Dosing Silo 8 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	10.14	2.67	21.47	5.66	1272.39	73	XIPE	3C-T	4				
29	MTR5720	Dosing Silo 9 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	10.00	2.64	21.18	5.67	1272.39	72	XIPE	3C-T	4				
30	MTR5730	Dosing Silo 10 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	10.00	2.63	21.18	5.57	1272.39	72	XIPE	3C-T	4				
31	MTR5740	Dosing Silo 11 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	9.44	2.49	20.00	5.28	1272.39	68	XIPE	3C-T	4				
32	MTR5750	Dosing Silo 12 Screw conveyor	VFD	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	38.58	9.44	2.49	20.00	5.28	1272.39	68	XIPE	3C-T	4				
33	MTR5830	Dosing to Mixers Chain Conveyor	DOL	7.50	0.88	13.26	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.40	38.58	14.20	3.74	47.58	12.52	844.06	75	XIPE	3C-T	4				
34	MTR5840	Dosing to mixers Bucket elevator	SOFT	30.00	0.89	51.21	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	86.98	228.60	10.88	2.81	24.85	8.34	1526.56	85	XIPE	3C-T	26				
35	MTR5860	Dosing to mixers Elevator Spot filter	DOL	1.10	0.84	1.99	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.36	38.58	2.36	0.62	6.10	2.13	6287.11	85	XIPE	3C-T	4				
36	MTR5870	Dosing to mixers Chain conveyor 2	DOL	4.00	0.8	7.60	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	12.84	38.58	8.60	2.26	30.91	8.14	1646.62	85	XIPE	3C-T	4				
37	MTR5880	Dosing to mixers Chain conveyor 3	DOL	5.50	0.8	10.45	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.66	38.58	12.52	3.23	45.01	11.84	1377.55	90	XIPE	3C-T	4				
38	MTR5900	Dosing to mixers Chain conveyor Spot filter	DOL	0.70	0.9	1.27	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.14	38.58	1.70	0.45	5.46	1.44	9879.75	90	XIPE	3C-T	4				



CEDULA DE CABLES

MILLING AND MIXING MOTORS

NUMERO TOTAL DE MOTORES 19

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR				DATOS DE INTENSIDAD DE CORRIENTE							DATOS DE CAIDA DE TENSION				DATOS DEL CABLE					
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	I _{4p} Nominal	CORRIENTE DE CARGA [B]	K1	K2	K3	K4	K5	CORRIENTE DE CARGA REAL [B]	CORRIENTE MAXIMA PERMITIDA [E]	CAIDA DE TENSION NOMINAL [A+]	CAIDA DE TENSION NOMINAL [%]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [A+]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [%]	LONGITUD MAXIMA EN CONDICIONES DE CC [ML]	LONGITUD [ML]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL
1	MTR6301	Homogenizer Filter Fan	DOL	1.50	0.85	2.68	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	4.53	36.58	2.27	0.60	7.70	2.03	4665.44	60	XLPE	3C+T	4
2	MTR6320	Homogenizador motor	SOFT	45.00	0.8	85.46	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	144.49	320.08	7.04	1.85	18.77	4.94	1280.71	50	XLPE	3C+T	35
3	MTR6350	Homogenizer Discharge screw	DOL	3.00	0.8	5.70	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	9.63	36.58	4.17	1.10	15.00	3.95	2195.50	55	XLPE	3C+T	4
4	MTR6370	M8 Feeder 1	DOL	0.75	0.81	1.41	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.38	36.58	0.91	0.24	3.23	0.85	8891.77	48	XLPE	3C+T	4
5	MTR6375	M8 Feeder 2	DOL	0.75	0.81	1.41	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.38	36.58	0.91	0.24	3.23	0.85	8891.77	48	XLPE	3C+T	4
6	MTR6376	M8 Pocket Feeder	VFD	3.00	0.89	5.12	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	8.66	36.58	4.54	1.19	9.19	2.42	2442.49	60	XLPE	3C+T	4
7	MTR6390	M8 Filter Motor	DOL	1.10	0.8	2.09	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.53	36.58	1.47	0.39	5.30	1.29	5987.73	53	XLPE	3C+T	4
8	MTR6380	Miller Radial Fan	VFD	36.00	0.82	66.70	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	112.77	228.63	6.89	1.81	17.14	4.51	1172.08	45	XLPE	3C+T	25
9	MTR6410	M8 Surge Bin Discharge screw conveyor	DOL	2.20	0.85	3.93	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.65	36.58	2.78	0.73	9.41	2.48	3180.88	50	XLPE	3C+T	4
10	MTR6420	M8 Surge Bin Airlock	DOL	2.20	0.8	4.18	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	7.06	36.58	2.67	0.70	9.60	2.53	2993.86	48	XLPE	3C+T	4
11	MTR6430	Mixer Filter Fan	DOL	1.50	0.82	2.78	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	4.70	36.58	1.82	0.48	6.39	1.68	4500.77	48	XLPE	3C+T	4
12	MTR6450	Mixer Main Drive 1	SOFT	37.00	0.88	63.88	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	108.00	228.63	6.52	1.72	15.32	4.03	1223.84	42	XLPE	3C+T	25
13	MTR6460	Mixer Main Drive 2	SOFT	37.00	0.88	63.88	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	108.00	228.63	6.52	1.72	15.32	4.03	1223.84	42	XLPE	3C+T	25
14	MTR6500	Mixer Discharge screw	DOL	3.00	0.85	5.36	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	9.07	36.58	4.17	1.10	14.12	3.72	2332.72	55	XLPE	3C+T	4
15	MTR6510	Mixer Hand Add Fan	DOL	2.20	0.84	3.98	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.73	36.58	3.33	0.88	11.43	3.01	3143.56	60	XLPE	3C+T	4
16	MTR6630	Mixer to extruder Bucket elevator	DOL	5.50	0.85	9.83	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	16.62	36.58	8.05	2.12	27.30	7.18	1272.39	58	XLPE	3C+T	4
17	MTR6650	Spot filter on elevator	DOL	1.10	0.84	1.99	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.36	36.58	1.61	0.42	5.52	1.45	6287.11	58	XLPE	3C+T	4
18	MTR6560	Mixer Rotary Pre-cleaner	DOL	7.50	0.8	14.24	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	24.08	36.58	11.38	3.00	49.92	10.77	878.20	60	XLPE	3C+T	4
19	MTR6570	Mixer Rotary Pre-cleaner Chain Conveyor	DOL	7.50	0.89	12.80	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	21.65	36.58	11.34	2.99	36.78	9.68	977.00	60	XLPE	3C+T	4

CARGAS ESPECIALES																						
1	MTR6405	Hammermill	VFD	280.00	0.90	472.68	0.91	N/A	N/A	1.00	1.00	623.32	2743.52	7.74	2.04	38.24	10.06	2544.58	70	XLPE	3C+T	2x150



CEDULA DE CABLES

EXTRUJER MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS 15																				
AREA		DATOS DEL MOTOR					DATOS DE INTENSIDAD DE CORRIENTE					DATOS DE CAIDA DE TENSION				DATOS DEL CABLE						
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	k.g.p. Nominal	CORRIENTE DE CARGA [A]	FACTORES DE CORRECCION					CORRIENTE DE CARGA REAL [A]	CORRIENTE MAXIMA PERMITIDA [A]	CAIDA DE TENSION NOMINAL [A.vv.]	CAIDA DE TENSION NOMINAL [%]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [A.vv.]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [%]	LONGITUD MAXIMA EN CONDICIONES DE CC [M.]	LONGITUD [M.]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL
							K1	K2	K3	K4	K5											
1	MTR1080	Lub. bin (Lub. In. vsg2)	DOL	3.7	0.82	6.86	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	11.59	36.58	4.11	1.08	14.44	3.80	1924.64	44	XLPE	3C+T	4
2	MTR1100	Feeder screw	VFD	2.2	0.82	4.08	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.89	36.58	2.65	0.64	5.37	1.41	3068.71	44	XLPE	3C+T	4
3	MTR1130	Extruder Preconditioner Motor	VFD	22.4	0.89	38.19	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	64.56	91.45	10.03	2.64	21.22	5.58	818.90	44	XLPE	3C+T	10
4	MTR1430	Kilte	VFD	7.5	0.83	13.73	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	23.21	36.58	9.47	2.49	20.54	5.41	911.13	50	XLPE	3C+T	4
5	MTR1430	Extruder to River Transfer Negative Fan	SOFT	37	0.81	67.73	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	114.51	228.03	6.28	1.65	15.47	4.07	1154.31	60	XLPE	3C+T	25
6	MTR1470	Cyclone Airlock	DOL	1.5	0.84	2.71	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	4.59	36.58	1.14	0.30	3.90	1.03	4610.55	30	XLPE	3C+T	4
7	MTR1130	Extruder Water Booster Pump	VFD	2.2	0.87	3.84	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.50	36.58	2.78	0.73	5.75	1.51	3555.83	50	XLPE	3C+T	4
8	MTR0200	Dis 1 Premix Tank Agitator	DOL	0.4	0.81	0.75	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.27	36.58	0.40	0.11	1.44	0.38	16672.08	40	XLPE	3C+T	4
9	MTR0280	Dis 1 Tank Transfer Pump	DOL	0.4	0.81	0.75	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.27	36.58	0.40	0.11	1.44	0.38	16672.08	40	XLPE	3C+T	4
10	MTR0210	Dis 1 Supply Tank Agitator	DOL	0.4	0.81	0.75	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.27	36.58	0.40	0.11	1.44	0.38	16672.08	40	XLPE	3C+T	4
11	MTR0305	Dis 1 Metering Pump	VFD	0.8	0.82	1.48	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.51	36.58	0.81	0.21	1.77	0.47	8438.95	40	XLPE	3C+T	4
12	MTR0220	Dis 2 Premix Tank Agitator	DOL	0.4	0.81	0.75	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.27	36.58	0.40	0.11	1.44	0.38	16672.08	40	XLPE	3C+T	4
13	MTR0310	Dis 2 Tank Transfer Pump	DOL	0.4	0.81	0.75	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.27	36.58	0.40	0.11	1.44	0.38	16672.08	40	XLPE	3C+T	4
14	MTR0230	Dis 2 Supply Tank Agitator	DOL	0.4	0.81	0.75	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.27	36.58	0.40	0.11	1.44	0.38	16672.08	40	XLPE	3C+T	4
15	MTR0365	Dis 2 Metering Pump	VFD	0.8	0.82	1.48	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.51	36.58	0.81	0.21	1.77	0.47	8438.95	40	XLPE	3C+T	4

CARGAS ESPECIALES

1	MTR1200	Extruder	VFD	280	0.90	472.68	0.91	N/A	N/A	1.00	1.00	623.32	2743.62	8.84	2.33	43.70	11.50	2544.58	80	XLPE	3C+T	2x150
---	---------	----------	-----	-----	------	--------	------	-----	-----	------	------	--------	---------	------	------	-------	-------	---------	----	------	------	-------

CEDULA DE CABLES

DRYER MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 29																				
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR					DATOS DE INTENSIDAD DE CORRIENTE					DATOS DE CAIDA DE TENSION					DATOS DEL CABLE					
		DESCRIPCION	TPO DE ARRANQUE	KW	f.d.p Nominal	CORRIENTE DE CARGA [B]	K1	K2	K3	K4	K5	CORRIENTE DE CARGA REAL [B]	CORRIENTE MAXIMA PERMITIDA [Z]	CAIDA DE TENSION NOMINAL [%]	CAIDA DE TENSION NOMINAL [%]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [%]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [%]	LONGITUD MAXIMA EN CONDICIONES DE CC [ML]	LONGITUD [ML]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL
1	MTR2060	Dryer spreader Motor	VFD	0.60	0.84	1.09	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.83	36.58	0.53	0.14	1.14	0.30	11526.37	35	XLPE	3C+T	4
2	MTR2070	Dryer Spreader Cooling fan motor starter	DOL	1.00	0.81	1.88	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.17	36.58	0.88	0.23	3.14	0.83	6668.83	35	XLPE	3C+T	4
3	MTR2300	Dryer Top bed run command	VFD	0.60	0.85	1.07	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.81	36.58	0.68	0.18	1.44	0.38	11663.59	45	XLPE	3C+T	4
4	MTR2370	Dryer Bottom bed run command	VFD	0.60	0.85	1.07	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.81	36.58	0.68	0.18	1.44	0.38	11663.59	45	XLPE	3C+T	4
5	MTR2385	Dryer Middle bed run command	VFD	0.60	0.90	1.01	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.71	36.58	0.68	0.18	1.36	0.36	12349.69	45	XLPE	3C+T	4
6	MTR2100	Dryer circulation fan 1 run command	DOL	7.50	0.87	13.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.14	36.58	5.68	1.49	18.81	4.95	955.04	30	XLPE	3C+T	4
7	MTR2120	Dryer circulation fan 2 run command	DOL	7.50	0.87	13.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.14	36.58	5.68	1.49	18.81	4.95	955.04	30	XLPE	3C+T	4
8	MTR2140	Dryer circulation fan 3 run command	DOL	7.50	0.87	13.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.14	36.58	6.05	1.59	20.07	5.28	955.04	32	XLPE	3C+T	4
9	MTR2160	Dryer circulation fan 4 run command	DOL	7.50	0.87	13.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.14	36.58	6.05	1.59	20.07	5.28	955.04	32	XLPE	3C+T	4
10	MTR2180	Dryer circulation fan 5 run command	DOL	7.50	0.87	13.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.14	36.58	6.62	1.74	21.95	5.78	955.04	35	XLPE	3C+T	4
11	MTR2200	Dryer circulation fan 6 run command	DOL	7.50	0.87	13.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.14	36.58	6.62	1.74	21.95	5.78	955.04	35	XLPE	3C+T	4
12	MTR2220	Dryer circulation fan 7 run command	DOL	7.50	0.87	13.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.14	36.58	7.19	1.89	23.83	6.27	955.04	38	XLPE	3C+T	4
13	MTR2240	Dryer circulation fan 8 run command	DOL	7.50	0.87	13.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	22.14	36.58	7.19	1.89	23.83	6.27	955.04	38	XLPE	3C+T	4
14	MTR2400	Dryer exhaust fan motor starter	SOFT	37.00	0.63	67.73	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	114.51	228.63	9.73	2.56	23.97	6.31	1154.31	62	XLPE	3C+T	25
15	MTR2390	Dryer exhaust cyclone airlock motor starter	DOL	0.60	0.85	1.07	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.81	36.58	0.94	0.25	3.18	0.84	11663.59	62	XLPE	3C+T	4
16	MTR2075	Dryer cooling Fan	SOFT	22.40	0.88	38.67	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	65.38	91.45	8.23	2.17	17.58	4.63	808.61	36	XLPE	3C+T	10
17	MTR2395	Dryer cooling cyclone airlock motor starter	DOL	0.60	0.85	1.07	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.81	36.58	0.55	0.14	1.85	0.49	11663.59	36	XLPE	3C+T	4
18	MTR2080	Dryer fines auger 1 motor starter	DOL	0.40	0.80	0.76	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.28	36.58	0.36	0.10	1.31	0.34	16466.25	36	XLPE	3C+T	4
19	MTR2320	Dryer fines auger 2 motor starter	DOL	0.40	0.84	0.72	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.22	36.58	0.36	0.10	1.25	0.33	17289.56	36	XLPE	3C+T	4
20	MTR2420	Dryer combustion blower 1 motor starter	DOL	0.60	0.80	1.14	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.93	36.58	0.71	0.19	2.56	0.67	10977.50	47	XLPE	3C+T	4
21	MTR2520	Dryer combustion blower 2 motor starter	DOL	0.60	0.80	1.14	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.93	36.58	0.76	0.20	2.73	0.72	10977.50	50	XLPE	3C+T	4
22	MTR2620	Dryer combustion blower 3 motor starter	DOL	0.60	0.80	1.14	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.93	36.58	0.80	0.21	2.89	0.76	10977.50	53	XLPE	3C+T	4
23	MTR2720	Dryer combustion blower 4 motor starter	DOL	0.60	0.80	1.14	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.93	36.58	0.80	0.21	2.89	0.76	10977.50	53	XLPE	3C+T	4
24	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 1	DOL	0.3	0.89	0.51	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	0.87	36.58	0.32	0.08	1.03	0.27	24424.94	42	XLPE	3C+T	4
25	MTR2376	Dryer Discharge Conveyor 2	DOL	0.3	0.89	0.51	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	0.87	36.58	0.32	0.08	1.03	0.27	24424.94	42	XLPE	3C+T	4
26	MTR4200	Hoist for bag discharge system	VFD	2.2	0.90	3.71	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.28	36.58	2.88	0.76	5.78	1.52	3368.10	52	XLPE	3C+T	4
27	MTR4160	Vertical Cooler Cyclone Inlet Airlock	DOL	2.2	0.89	3.82	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.48	36.58	2.82	0.74	5.15	2.41	3271.20	50	XLPE	3C+T	4
28	MTR4120	Vertical Cooler Fan	VFD	44.7	0.85	79.97	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	135.20	320.08	7.58	1.99	19.32	5.08	1388.66	55	XLPE	3C+T	35
29	MTR4110	Vertical Cooler Cyclone airlock	DOL	2.2	0.80	4.18	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	7.06	36.58	2.95	0.78	10.60	2.79	2993.86	53	XLPE	3C+T	4



CEDULA DE CABLES

LIQUID INTAKE AND COATER AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS		32																		
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR				DATOS DE INTENSIDAD DE CORRIENTE							DATOS DE CAIDA DE TENSION				DATOS DEL CABLE					
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	I.d.p Nominal	CORRIENTE DE CARGA (IB)	FACTORES DE CORRECCION					CORRIENTE DE CARGA REAL (IB)	CORRIENTE MAXIMA PERMITIDA (IE)	CAIDA DE TENSION NOMINAL (A+v)	CAIDA DE TENSION NOMINAL [%]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE (A+v)	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [%]	LONGITUD MAXIMA EN CONDICIONES DE CC [M.]	LONGITUD [M.]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL
1	MTR7000	Dry Product Infeed Bucket Elevator	DOL	3.00	0.82	5.56	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	9.40	36.58	3.03	0.80	10.64	2.80	2250.39	40	XLPE	3C+T	4
2	MTR7010	Preconditioner Fat Liquid Metering Pump	VFD	0.37	0.89	0.63	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.07	36.58	0.39	0.10	0.79	0.21	18904.00	42	XLPE	3C+T	4
3	MTR7020	Preconditioner Fish Oil Metering Pump	VFD	0.37	0.89	0.63	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.07	36.58	0.41	0.11	0.83	0.22	18904.00	44	XLPE	3C+T	4
4	MTR7030	Preconditioner Phosphoric Acid Metering Pump	VFD	0.37	0.89	0.63	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.07	36.58	0.43	0.11	0.87	0.23	18904.00	46	XLPE	3C+T	4
5	MTR7040	Preconditioner Nucleo Metering Pump	VFD	0.37	0.89	0.63	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.07	36.58	0.45	0.12	0.91	0.24	18904.00	48	XLPE	3C+T	4
6	MTR7048	Coater Zoa Digest Metering Pump	VFD	0.37	0.89	0.63	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.07	36.58	0.56	0.15	1.13	0.30	18904.00	60	XLPE	3C+T	4
7	MTR7049	Coater Liquid Metering Pump	VFD	0.37	0.89	0.63	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.07	36.58	0.58	0.15	1.17	0.31	18904.00	62	XLPE	3C+T	4
8	MTR7050	Preconditioner Slurry Metering Pump	VFD	0.37	0.89	0.63	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.07	36.58	0.47	0.12	0.94	0.25	18904.00	50	XLPE	3C+T	4
9	MTR7200	Liquid Truck Unload pump	DOL	15.00	0.84	27.13	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	45.87	54.87	12.69	3.34	44.09	11.60	691.58	60	XLPE	3C+T	6
10	MTR7230	Liquid Fish Oil Container Transfer Pump	DOL	5.50	0.82	10.19	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.23	36.58	5.56	1.46	19.52	5.14	1227.48	40	XLPE	3C+T	4
11	MTR7240	Liquid Menegs Tank 1 Distribution Pump	VFD	2.20	0.87	3.84	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.50	36.58	2.50	0.66	5.17	1.35	3255.83	45	XLPE	3C+T	4
12	MTR7300	Liquids Pouly Fat Tank Agitator	DOL	2.20	0.87	3.84	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.50	36.58	2.22	0.58	7.36	1.94	3255.83	40	XLPE	3C+T	4
13	MTR7310	Liquids Cow Fat Tank Agitator	DOL	2.20	0.87	3.84	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.50	36.58	2.33	0.61	7.73	2.03	3255.83	42	XLPE	3C+T	4
14	MTR7315	Liquid Menegs Tank 1 Agitator	DOL	2.20	0.87	3.84	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.50	36.58	2.44	0.64	8.09	2.13	3255.83	44	XLPE	3C+T	4
15	MTR7390	Liquid Lustrina Container Transfer Pump	DOL	5.50	0.81	10.32	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.44	36.58	5.56	1.46	19.76	5.20	1212.51	40	XLPE	3C+T	4
16	MTR7400	Liquid Zoa Container Transfer Pump	DOL	5.50	0.81	10.32	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.44	36.58	5.84	1.64	20.74	5.46	1212.51	42	XLPE	3C+T	4
17	MTR7410	Liquid Slurry Container Transfer Pump	DOL	5.50	0.81	10.32	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.44	36.58	6.12	1.61	21.73	5.72	1212.51	44	XLPE	3C+T	4
18	MTR7420	Liquid Nucleo Container Transfer Pump	DOL	5.50	0.81	10.32	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.44	36.58	6.40	1.68	22.72	5.98	1212.51	46	XLPE	3C+T	4
19	MTR7430	Liquid Phosphoric Acid Container Transfer Pump	DOL	5.50	0.81	10.32	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.44	36.58	6.67	1.76	23.71	6.24	1212.51	48	XLPE	3C+T	4
20	MTR7711	Liquids Pouly Fat Distribution Pump	VFD	3.70	0.88	6.39	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	10.80	36.58	3.73	0.88	7.65	2.01	1958.15	40	XLPE	3C+T	4
21	MTR7712	Liquids Cow Fat Distribution Pump	VFD	3.70	0.86	6.54	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	11.05	36.58	3.92	1.03	8.21	2.18	1913.65	42	XLPE	3C+T	4
22	MTR2003	Infeed Rotary Feeder	VFD	1.11	0.81	2.08	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.52	36.58	1.23	0.32	2.74	0.72	6007.96	44	XLPE	3C+T	4
23	MTR2004	Mist Coater 1 dry disk	DOL	0.74	0.88	1.28	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.16	36.58	1.31	0.34	4.28	1.13	8790.74	70	XLPE	3C+T	4
24	MTR2006	Mist Coater 1 liquid disks	DOL	1.48	0.89	2.53	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	4.27	36.58	2.61	0.69	8.47	2.23	4951.00	70	XLPE	3C+T	4
25	MTR2007	Mist Coater 1 mixing screws	VFD	2.22	0.89	3.79	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.41	36.58	3.92	1.03	7.94	2.09	3300.67	70	XLPE	3C+T	4
26	MTR2004	Mist Coater 2 dry disk	DOL	0.74	0.9	1.25	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.11	36.58	1.31	0.34	4.19	1.10	10013.26	70	XLPE	3C+T	4
27	MTR2006	Mist Coater 2 liquid disks	DOL	1.48	0.93	2.71	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	4.58	36.58	2.62	0.69	9.08	2.39	4617.23	70	XLPE	3C+T	4
28	MTR2007	Mist Coater 2 mixing screws	VFD	2.22	0.89	3.79	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.41	36.58	3.92	1.03	7.94	2.09	3300.67	70	XLPE	3C+T	4
29	MTR2011	Powder Feeder Screw	VFD	1.11	0.86	1.96	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.32	36.58	1.96	0.52	4.11	1.08	6378.82	70	XLPE	3C+T	4
30	MTR2012	Powder Hopper Agitator	DOL	0.37	0.84	0.67	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.13	36.58	0.65	0.17	2.24	0.59	18691.42	70	XLPE	3C+T	4
31	MTR20401	Liquid 1 fat pump	VFD	5.55	0.83	10.16	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.18	36.58	8.82	2.58	21.28	5.60	1231.26	70	XLPE	3C+T	4
32	MTR20403	Liquid 2 flavor pump	VFD	5.55	0.83	10.16	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	17.18	36.58	8.82	2.58	21.28	5.60	1231.26	70	XLPE	3C+T	4

CEDULA DE CABLES

PACKING MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 35																				
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR				DATOS DE INTENSIDAD DE CORRIENTE					DATOS DE CAIDA DE TENSION				DATOS DEL CABLE							
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	f.d.p Nominal	CORRIENTE DE CARGA [A]	FACTORES DE CORRECCION					CORRIENTE DE CARGA REAL [A]	CORRIENTE MAXIMA PERMITIDA [A]	CAIDA DE TENSION NOMINAL [%]	CAIDA DE TENSION NOMINAL [%]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [A]	CAIDA DE TENSION ARRANQUE [%]	LONGITUD MAXIMA EN CONDICIONES DE CC [M.]	LONGITUD [M.]	TIPO DE AISLAMIENTO	CONFIGURACION	CALIBRE TOTAL
1	MTR8060	Finished Product Bins 1-4 above FP silos	DOL	1.0	0.8	1.90	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.21	36.56	1.57	0.41	5.64	1.48	6586.50	62	XLPE	3C+T	4
2	MTR8070	Finished Product Bins 5-8 above FP silos	DOL	1.0	0.8	1.90	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.21	36.56	1.57	0.41	5.64	1.48	6586.50	62	XLPE	3C+T	4
3	MTR8080	Finished Product Bins 9-12 above FP silos	DOL	1.0	0.8	1.90	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.21	36.56	1.57	0.41	5.64	1.48	6586.50	62	XLPE	3C+T	4
4	MTR8450	Finished Product Bin1	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.97	0.26	2.13	0.56	12274.84	70	XLPE	3C+T	4
5	MTR8460	Finished Product Bin2	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.97	0.26	2.13	0.56	12274.84	70	XLPE	3C+T	4
6	MTR8470	Finished Product Bin3	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.97	0.26	2.13	0.56	12274.84	70	XLPE	3C+T	4
7	MTR8480	Finished Product Bin4	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.92	0.24	2.01	0.53	12274.84	66	XLPE	3C+T	4
8	MTR8490	Finished Product Bin5	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.92	0.24	2.01	0.53	12274.84	66	XLPE	3C+T	4
9	MTR8500	Finished Product Bin6	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.92	0.24	2.01	0.53	12274.84	66	XLPE	3C+T	4
10	MTR8510	Finished Product Bin7	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.95	0.25	2.07	0.55	12274.84	68	XLPE	3C+T	4
11	MTR8520	Finished Product Bin8	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.95	0.25	2.07	0.55	12274.84	68	XLPE	3C+T	4
12	MTR8530	Finished Product Bin9	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.95	0.25	2.07	0.55	12274.84	68	XLPE	3C+T	4
13	MTR8540	Finished Product Bin10	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.97	0.26	2.13	0.56	12274.84	70	XLPE	3C+T	4
14	MTR8550	Finished Product Bin11	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.97	0.26	2.13	0.56	12274.84	70	XLPE	3C+T	4
15	MTR8560	Finished Product Bin12	VFD	0.6	0.82	1.02	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.72	36.56	0.97	0.26	2.13	0.56	12274.84	70	XLPE	3C+T	4
16	MTR8561	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2	0.81	2.25	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.81	36.56	2.25	0.60	7.97	2.10	5557.36	74	XLPE	3C+T	4
17	MTR8570	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2	0.81	2.25	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.81	36.56	2.25	0.60	7.97	2.10	5557.36	74	XLPE	3C+T	4
18	MTR8580	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2	0.81	2.25	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.81	36.56	2.28	0.60	8.08	2.13	5557.36	75	XLPE	3C+T	4
19	MTR8590	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2	0.81	2.25	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.81	36.56	2.28	0.60	8.08	2.13	5557.36	75	XLPE	3C+T	4
20	MTR8600	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2	0.81	2.25	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.81	36.56	2.28	0.60	8.08	2.13	5557.36	75	XLPE	3C+T	4
21	MTR8610	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2	0.81	2.25	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.81	36.56	2.28	0.60	8.08	2.13	5557.36	75	XLPE	3C+T	4
22	MTR8620	Finished Product Bins Bypass Conveyor	DOL	1.1	0.9	1.86	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.14	36.56	1.52	0.40	4.89	1.29	6736.19	55	XLPE	3C+T	4
23	MTR8650	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor	VFD	9.2	0.86	16.25	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	27.48	36.56	13.47	3.54	28.21	7.42	769.62	58	XLPE	3C+T	4
24	MTR8670	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 2	VFD	18.3	0.84	33.10	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	55.96	91.45	10.87	2.86	24.24	6.38	944.78	58	XLPE	3C+T	10
25	MTR8680	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 3	VFD	1.1	0.81	2.06	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	3.43	36.56	1.67	0.44	3.70	0.97	6062.67	60	XLPE	3C+T	4
26	MTR8710	Packaging Silos 1	DOL	0.9	0.85	1.52	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.57	36.56	1.39	0.37	4.73	1.24	8233.12	65	XLPE	3C+T	4
27	MTR8720	Packaging Silos 2	DOL	0.9	0.85	1.52	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	2.57	36.56	1.39	0.37	4.73	1.24	8233.12	65	XLPE	3C+T	4
28	MTR8740	Packaging Line 1	DOL	0.5	0.82	0.93	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.57	36.56	0.88	0.23	3.10	0.82	13502.32	70	XLPE	3C+T	4
29	MTR8741	Packaging Line 1	DOL	0.5	0.82	0.93	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.57	36.56	0.83	0.22	2.93	0.77	13502.32	66	XLPE	3C+T	4
30	MTR8750	Packaging Line 2	DOL	0.5	0.82	0.93	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.57	36.56	0.88	0.23	3.10	0.82	13502.32	70	XLPE	3C+T	4
31	MTR8751	Packaging Line 2	DOL	0.5	0.82	0.93	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.57	36.56	0.88	0.23	3.10	0.82	13502.32	70	XLPE	3C+T	4
32	MTR8760	Packaging Line 3	DOL	0.5	0.82	0.93	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.57	36.56	0.88	0.23	3.10	0.82	13502.32	70	XLPE	3C+T	4
33	MTR8761	Packaging Line 3	DOL	0.5	0.82	0.93	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	1.57	36.56	0.88	0.23	3.10	0.82	13502.32	70	XLPE	3C+T	4
34	MTR8900	Finished Product Bins Bucket Elevator	DOL	3.0	0.84	5.43	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	9.17	36.56	5.30	1.40	18.18	4.79	2305.27	70	XLPE	3C+T	4
35	MTR8990	Packaging Infeed Bucket Elevator	DOL	2.2	0.89	3.76	0.91	N/A	N/A	1.00	0.78	6.35	36.56	3.33	0.88	10.79	2.84	3330.67	60	XLPE	3C+T	4

ANEXO N° 9
DISEÑO DE CUBICULOS POR MCC

INTAKE AND DOSING MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 38					
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS MCC		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	NEMA SIZE	SPACE FACTOR	DIMENSION CUBICULO [mm]
1	MTR5020	Fan for intake	DOL	11.00	NEMA Size 2	SP 1	330.2
2	MTR5030	Intake Chain conveyor	VFD	4.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
3	MTR5040	Intake Push-in screw	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
4	MTR5050	Intake Bucket elevator	DOL	15.00	NEMA Size 2	SP 1	330.2
5	MTR5070	Intake elevator Spot filter	DOL	1.10	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
6	MTR5085	Intake Rotary pre-cleaner	DOL	0.55	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
7	MTR5090	Intake pre-cleaner Screw conveyor	DOL	3.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
8	MTR5110	Intake to Dosing Bucket elevator	DOL	18.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
9	MTR5130	Intake to Dosing elevator filter	DOL	1.10	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
10	MTR5170	Intake to Dosing Chain conveyor'	DOL	4.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
11	MTR5190	Ingredient Transfer Chain conveyor Spot Filter	DOL	1.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
12	MTR5820	Dosing bulk bag screw conveyor	VFD	4.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
13	MTR5560	Dosing Silo 5 Bin activator 1	DOL	0.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
14	MTR5561	Dosing Silo 5 Bin activator 2	DOL	0.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
15	MTR5570	Dosing Silo 6 Bin activator 1	DOL	0.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
16	MTR5571	Dosing Silo 6 Bin activator 2	DOL	0.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
17	MTR5580	Dosing Silo 11 Bin activator 1	DOL	0.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
18	MTR5581	Dosing Silo 11 Bin activator 2	DOL	0.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
19	MTR5590	Dosing Silo 12 Bin activator 1	DOL	0.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
20	MTR5591	Dosing Silo 12 Bin activator 2	DOL	0.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
21	MTR5640	Dosing Silo 1 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
22	MTR5650	Dosing Silo 2 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
23	MTR5660	Dosing Silo 3 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
24	MTR5670	Dosing Silo 4 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
25	MTR5680	Dosing Silo 5 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
26	MTR5690	Dosing Silo 6 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
27	MTR5700	Dosing Silo 7 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
28	MTR5710	Dosing Silo 8 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
29	MTR5720	Dosing Silo 9 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
30	MTR5730	Dosing Silo 10 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
31	MTR5740	Dosing Silo 11 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
32	MTR5750	Dosing Silo 12 Screw conveyor	VFD	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
33	MTR5830	Dosing to Mixers Chain Conveyor	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
34	MTR5840	Dosing to mixers Bucket elevator	SOFT	30.00	NEMA Size 3	SP 2	660.4
35	MTR5860	Dosing to mixers Elevator Spot filter	DOL	1.10	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
36	MTR5870	Dosing to mixers Chain conveyor 2	DOL	4.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
37	MTR5880	Dosing to mixers Chain conveyor 3	DOL	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
38	MTR5900	Dosing to mixers Chain conveyor Spot filter	DOL	0.75	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				192.20			



DIMENSIONAMIENTO DE CUBICULOS POR MCC

MILLING AND MIXING MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS 19					
AREA		DATOS DEL MOTOR			DATOS MCC		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	NEMA SIZE	SPACE FACTOR	DIMENSION CUBICULO [mm]
1	MTR6301	Homogenizer Filter Fan	DOL	1.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
2	MTR6320	Homogenizador motor	SOFT	45.00	NEMA Size 4	SP 2.5	825.5
3	MTR6350	Homogenizer Discharge screw	DOL	3.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
4	MTR6370	Mill Feeder 1	DOL	0.75	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
5	MTR6375	Mill Feeder 2	DOL	0.75	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
6	MTR6376	Mill Pocket Feeder	VFD	3.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
7	MTR6390	Mill Filter Motor	DOL	1.10	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
8	MTR6380	Miller Radial Fan	VFD	36.00	NEMA Size 3	SP 2	660.4
9	MTR6410	Mill Surge Bin Discharge screw conveyor	DOL	2.20	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
10	MTR6420	Mill Surge Bin Airllock	DOL	2.20	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
11	MTR6430	Mixer Filter Fan	DOL	1.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
12	MTR6450	Mixer Main Drive 1	SOFT	37.00	NEMA Size 3	SP 2	660.4
13	MTR6460	Mixer Main Drive 2	SOFT	37.00	NEMA Size 3	SP 2	660.4
14	MTR6500	Mixer Discharge screw	DOL	3.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
15	MTR6510	Mixer Hand Add Fan	DOL	2.20	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
16	MTR6530	Mixer to extruder Bucket elevator	DOL	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
17	MTR6550	Spot filter on elevator	DOL	1.10	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
18	MTR6560	Mixer Rotary Pre-cleaner	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
19	MTR6570	Mixer Rotary Pre-cleaner Chain Conveyor	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				197.80			
CARGAS ESPECIALES		DATOS DEL MOTOR			DATOS MCC		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	NEMA SIZE	SPACE FACTOR	DIMENSION CUBICULO [mm]
9	MTR6405	Hammermill	VFD	280.00	INDEPENDIENTE	N/A	N/A



DIMENSIONAMIENTO DE CUBICULOS POR MCC

EXTRUDER MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 15					
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS MCC		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	NEMA SIZE	SPACE FACTOR	DIMENSION CUBICULO [mm]
1	MTR1080	Live bin (Loss in weight)	DOL	3.7	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
2	MTR1100	Feeder screw	VFD	2.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
3	MTR1120	Extruder Preconditioner Motor	VFD	22.4	NEMA Size 3	SP 2	660.4
4	MTR1420	Knife	VFD	7.5	NEMA Size 2	SP 1	330.2
5	MTR1430	Extruder to Dryer Transfer Negative Fan	SOFT	37	NEMA Size 3	SP 2	660.4
6	MTR1470	Cyclone Airllock	DOL	1.5	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
7	MTR1130	Extruder Water Booster Pump	VFD	2.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
8	MTR0200	Dye 1 Premix Tank Agitator	DOL	0.4	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
9	MTR0280	Dye 1 Tank Transfer Pump	DOL	0.4	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
10	MTR0210	Dye 1 Supply Tank Agitator	DOL	0.4	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
11	MTR0305	Dye 1 Metering Pump	VFD	0.8	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
12	MTR0220	Dye 2 Premix Tank Agitator	DOL	0.4	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
13	MTR0310	Dye 2 Tank Transfer Pump	DOL	0.4	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
14	MTR0230	Dye 2 Supply Tank Agitator	DOL	0.4	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
15	MTR0365	Dye 2 Metering Pump	VFD	0.8	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				80.50			
CARGAS ESPECIALES		DATOS DEL MOTOR			DATOS MCC		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	NEMA SIZE	SPACE FACTOR	DIMENSION CUBICULO [mm]
8	MTR1250	Extrusor	VFD	280	INDEPENDIENTE	N/A	N/A



DIMENSIONAMIENTO DE CUBICULOS POR MCC

DRYER MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 29					
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS MCC		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	NEMA SIZE	SPACE FACTOR	DIMENSION CUBICULO [mm]
1	MTR2060	Dryer spreader Motor	VFD	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
2	MTR2070	Dryer Spreader Cooling fan motor starter	DOL	1.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
3	MTR2300	Dryer Top bed run command	VFD	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
4	MTR2370	Dryer Bottom bed run command	VFD	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
5	MTR2385	Dryer Middle bed run command	VFD	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
6	MTR2100	Dryer circulation fan 1 run command	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
7	MTR2120	Dryer circulation fan 2 run command	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
8	MTR2140	Dryer circulation fan 3 run command	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
9	MTR2160	Dryer circulation fan 4 run command	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
10	MTR2180	Dryer circulation fan 5 run command	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
11	MTR2200	Dryer circulation fan 6 run command	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
12	MTR2220	Dryer circulation fan 7 run command	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
13	MTR2240	Dryer circulation fan 8 run command	DOL	7.50	NEMA Size 2	SP 1	330.2
14	MTR2400	Dryer exhaust fan motor starter	SOFT	37.00	NEMA Size 3	SP 2	660.4
15	MTR2390	Dryer exhaust cyclone airlock motor starter	DOL	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
16	MTR2075	Dryer cooling Fan	SOFT	22.40	NEMA Size 3	SP 2	660.4
17	MTR2395	Dryer cooling cyclone airlock motor starter	DOL	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
18	MTR2080	Dryer fines auger 1 motor starter	DOL	0.40	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
19	MTR2320	Dryer fines auger 2 motor starter	DOL	0.40	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
20	MTR2420	Dryer combustion blower 1 motor starter	DOL	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
21	MTR2520	Dryer combustion blower 2 motor starter	DOL	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
22	MTR2620	Dryer combustion blower 3 motor starter	DOL	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
23	MTR2720	Dryer combustion blower 4 motor starter	DOL	0.60	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
24	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 1	DOL	0.3	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
25	MTR2376	Dryer Discharge Conveyor 2	DOL	0.3	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
26	MTR4200	Hoist for bag discharge system	VFD	2.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
27	MTR4160	Vertical Cooler Cyclone Inlet Airlock	DOL	2.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
28	MTR4120	Vertical Cooler Fan	VFD	44.7	NEMA Size 4	SP 2.5	825.5
29	MTR4110	Vertical Cooler Cyclone airlock	DOL	2.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				179.18			



DIMENSIONAMIENTO DE CUBICULOS POR MCC

LIQUID INTAKE AND COATER AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 32					
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS MCC		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	NEMA SIZE	SPACE FACTOR	DIMENSION CUBICULO [mm]
1	MTR7000	Dry Product Infeed Bucket Elevator	DOL	3.00	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
2	MTR7010	Preconditioner Fat Liquid Metering Pump	VFD	0.37	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
3	MTR7020	Preconditioner Fish Oil Metering Pump	VFD	0.37	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
4	MTR7030	Preconditioner Phosphoric Acid Metering Pump	VFD	0.37	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
5	MTR7040	Preconditioner Nucleo Metering Pump	VFD	0.37	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
6	MTR7048	Coater Zoa Digest Metering Pump	VFD	0.37	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
7	MTR7049	Coater Liquid Metering Pump	VFD	0.37	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
8	MTR7050	Preconditioner Slurry Metering Pump	VFD	0.37	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
9	MTR7200	Liquid Truck Unload pump	DOL	15.00	NEMA Size 2	SP 1	330.2
10	MTR7230	Liquid Fish Oil Container Transfer Pump	DOL	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
11	MTR7240	Liquid Mixings Tank 1 Distribution Pump	VFD	2.20	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
12	MTR7300	Liquids Poultry Fat Tank Agitator	DOL	2.20	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
13	MTR7310	Liquids Cow Fat Tank Agitator	DOL	2.20	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
14	MTR7315	Liquid Mixings Tank 1 Agitator	DOL	2.20	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
15	MTR7390	Liquid Luteina Container Transfer Pump	DOL	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
16	MTR7400	Liquid Zoa Container Transfer Pump	DOL	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
17	MTR7410	Liquid Slurry Container Transfer Pump	DOL	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
18	MTR7420	Liquid Nucleo Container Transfer Pump	DOL	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
19	MTR7430	Liquid Phosphoric Acid Container Transfer Pump	DOL	5.50	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
40	MTR7711	Liquids Poultry Fat Distribution Pump	VFD	3.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
21	MTR7712	Liquids Cow Fat Distribution Pump	VFD	3.70	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
22	MTR0203	Infeed Rotary Feeder	VFD	1.11	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
23	MTR0204	Mist Coater 1 dry disk	DOL	0.74	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
24	MTR0206	Mist Coater 1 liquid disks	DOL	1.48	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
25	MTR0207	Mist Coater 1 mixing screws	VFD	2.22	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
26	MTR0304	Mist Coater 2 dry disk	DOL	0.74	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
27	MTR0306	Mist Coater 2 liquid disks	DOL	1.48	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
28	MTR0307	Mist Coater 2 mixing screws	VFD	2.22	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
29	MTR0311	Powder Feeder Screw	VFD	1.11	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
30	MTR0312	Powder Hopper Agitator	DOL	0.37	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
31	MTR0401	Liquid 1 fat pump	VFD	5.55	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
32	MTR0403	Liquid 2 flavor pump	VFD	5.55	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				92.36			



DIMENSIONAMIENTO DE CUBICULOS POR MCC

PACKING MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS		35			
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS MCC		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	NEMA SIZE	SPACE FACTOR	DIMENSION CUBICULO [mm]
1	MTR8060	Finished Product Bins 1-4 above FP silos	DOL	1.0	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
2	MTR8070	Finished Product Bins 5-8 above FP silos	DOL	1.0	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
3	MTR8080	Finished Product Bins 9-12 above FP silos	DOL	1.0	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
4	MTR8450	Finished Product Bin1	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
5	MTR8460	Finished Product Bin2	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
6	MTR8470	Finished Product Bin3	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
7	MTR8480	Finished Product Bin4	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
8	MTR8490	Finished Product Bin5	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
9	MTR8500	Finished Product Bin6	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
10	MTR8510	Finished Product Bin7	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
11	MTR8520	Finished Product Bin8	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
12	MTR8530	Finished Product Bin9	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
13	MTR8540	Finished Product Bin10	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
14	MTR8550	Finished Product Bin11	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
15	MTR8560	Finished Product Bin12	VFD	0.6	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
16	MTR8561	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
17	MTR8570	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
18	MTR8580	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
19	MTR8590	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
20	MTR8600	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
21	MTR8610	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
22	MTR8620	Finished Product Bins Bypass Conveyor	DOL	1.1	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
23	MTR8650	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor	VFD	9.2	NEMA Size 2	SP 1	330.2
24	MTR8670	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 2	VFD	18.3	NEMA Size 2	SP 1	330.2
25	MTR8680	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 3	VFD	1.1	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
26	MTR8710	Packaging Sifter 1	DOL	0.9	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
27	MTR8720	Packaging Sifter 2	DOL	0.9	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
28	MTR8740	Packaging Line 1	DOL	0.5	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
29	MTR8741	Packaging Line 1	DOL	0.5	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
30	MTR8750	Packaging Line 2	DOL	0.5	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
31	MTR8751	Packaging Line 2	DOL	0.5	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
32	MTR8760	Packaging Line 3	DOL	0.5	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
33	MTR8761	Packaging Line 3	DOL	0.5	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
34	MTR8000	Finished Product Bins Bucket Elevator	DOL	3.0	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
35	MTR8690	Packaging Infeed Buckter Elevator	DOL	2.2	NEMA Size 1	SP 0.5	165.1
POTENCIA INSTALADA DEL MCC				56.40			

ANEXO N°10

CÁLCULO DE FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO DE LA INSTALACIÓN POR MCC

MCC - INTAKE AND DOSING					
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	MTR5020	Fan for intake	11.00	0.83	9.13
2	MTR5030	Intake Chain conveyor	4.00	0.86	3.44
3	MTR5040	Intake Push-in screw	7.50	0.89	6.68
4	MTR5050	Intake Bucket elevator	15.00	0.85	12.75
5	MTR5070	Intake elevator Spot filter	1.10	0.87	0.96
6	MTR5085	Intake Rotary pre-cleaner	0.55	0.85	0.47
7	MTR5090	Intake pre-cleaner Screw conveyor	3.00	0.84	2.52
8	MTR5110	Intake to Dosing Bucket elevator	18.50	0.88	16.28
9	MTR5130	Intake to Dosing elevator filter	1.10	0.86	0.95
10	MTR5170	Intake to Dosing Chain conveyor'	4.50	0.84	3.78
11	MTR5190	Ingredient Transfer Chain conveyor Spot Filter	1.50	0.88	1.32
12	MTR5820	Dosing bulk bag screw conveyor	4.00	0.87	3.48
13	MTR5560	Dosing Silo 5 Bin activator 1	0.70	0.88	0.62
14	MTR5561	Dosing Silo 5 Bin activator 2	0.70	0.88	0.62
15	MTR5570	Dosing Silo 6 Bin activator 1	0.70	0.88	0.62
16	MTR5571	Dosing Silo 6 Bin activator 2	0.70	0.88	0.62
17	MTR5580	Dosing Silo 11 Bin activator 1	0.70	0.88	0.62
18	MTR5581	Dosing Silo 11 Bin activator 2	0.70	0.88	0.62
19	MTR5590	Dosing Silo 12 Bin activator 1	0.70	0.88	0.62
20	MTR5591	Dosing Silo 12 Bin activator 2	0.70	0.88	0.62
21	MTR5640	Dosing Silo 1 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
22	MTR5650	Dosing Silo 2 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
23	MTR5660	Dosing Silo 3 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
24	MTR5670	Dosing Silo 4 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
25	MTR5680	Dosing Silo 5 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
26	MTR5690	Dosing Silo 6 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
27	MTR5700	Dosing Silo 7 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
28	MTR5710	Dosing Silo 8 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
29	MTR5720	Dosing Silo 9 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
30	MTR5730	Dosing Silo 10 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
31	MTR5740	Dosing Silo 11 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
32	MTR5750	Dosing Silo 12 Screw conveyor	5.50	0.85	4.68
33	MTR5830	Dosing to Mixers Chain Conveyor	7.50	0.86	6.45
34	MTR5840	Dosing to mixers Bucket elevator	30.00	0.89	26.70
35	MTR5860	Dosing to mixers Elevator Spot filter	1.10	0.84	0.92
36	MTR5870	Dosing to mixers Chain conveyor 2	4.00	0.8	3.20
37	MTR5880	Dosing to mixers Chain conveyor 3	5.50	0.8	4.40
38	MTR5900	Dosing to mixers Chain conveyor Spot filter	0.75	0.9	0.68
TOTALES			192.20		165.12
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.85912

MCC - MILLING AND MIXING

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	MTR6301	Homogenizer Filter Fan	1.50	0.85	1.28
2	MTR6320	Homogenizador motor	45.00	0.8	36.00
3	MTR6350	Homogenizer Discharge screw	3.00	0.8	2.40
4	MTR6370	Mill Feeder 1	0.75	0.81	0.61
5	MTR6375	Mill Feeder 2	0.75	0.81	0.61
6	MTR6376	Mill Pocket Feeder	3.00	0.89	2.67
7	MTR6390	Mill Filter Motor	1.10	0.8	0.88
8	MTR6380	Miller Radial Fan	36.00	0.82	29.52
9	MTR6410	Mill Surge Bin Discharge screw conveyor	2.20	0.85	1.87
10	MTR6420	Mill Surge Bin Airlock	2.20	0.8	1.76
11	MTR6430	Mixer Filter Fan	1.50	0.82	1.23
12	MTR6450	Mixer Main Drive 1	37.00	0.88	32.56
13	MTR6460	Mixer Main Drive 2	37.00	0.88	32.56
14	MTR6500	Mixer Discharge screw	3.00	0.85	2.55
15	MTR6510	Mixer Hand Add Fan	2.20	0.84	1.85
16	MTR6530	Mixer to extruder Bucket elevator	5.50	0.85	4.68
17	MTR6550	Spot filter on elevator	1.10	0.84	0.92
18	MTR6560	Mixer Rotary Pre-cleaner	7.50	0.8	6.00
19	MTR6570	Mixer Rotary Pre-cleaner Chain Conveyor	7.50	0.89	6.68
TOTALES			197.80		166.61
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.84233

CARGAS ESPECIALES

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA
1	MTR6405	Hammermill	280.00	0.90

MCC - EXTRUDER

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	MTR1080	Live bin (Loss in weight)	3.7	0.82	3.03
2	MTR1100	Feeder screw	2.2	0.82	1.80
3	MTR1120	Extruder Preconditioner Motor	22.4	0.89	19.94
4	MTR1420	Knife	7.5	0.83	6.23
5	MTR1430	Extruder to Dryer Transfer Negative Fan	37	0.83	30.71
6	MTR1470	Cyclone Airlock	1.5	0.84	1.26
7	MTR1130	Extruder Water Booster Pump	2.2	0.87	1.91
8	MTR0200	Dye 1 Premix Tank Agitator	0.4	0.81	0.32
9	MTR0280	Dye 1 Tank Transfer Pump	0.4	0.81	0.32
10	MTR0210	Dye 1 Supply Tank Agitator	0.4	0.81	0.32
11	MTR0305	Dye 1 Metering Pump	0.8	0.82	0.66
12	MTR0220	Dye 2 Premix Tank Agitator	0.4	0.81	0.32
13	MTR0310	Dye 2 Tank Transfer Pump	0.4	0.81	0.32
14	MTR0230	Dye 2 Supply Tank Agitator	0.4	0.81	0.32
15	MTR0365	Dye 2 Metering Pump	0.8	0.82	0.66
TOTALES			80.50		68.14
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.84645

CARGAS ESPECIALES

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR		
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA
1	MTR1250	Extrusor	280	0.90

MCC - DRYER

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	MTR2060	Dryer spreader Motor	0.60	0.84	0.50
2	MTR2070	Dryer Spreader Cooling fan motor starter	1.00	0.81	0.81
3	MTR2300	Dryer Top bed run command	0.60	0.85	0.51
4	MTR2370	Dryer Bottom bed run command	0.60	0.85	0.51
5	MTR2385	Dryer Middle bed run command	0.60	0.90	0.54
6	MTR2100	Dryer circulation fan 1 run command	7.50	0.87	6.53
7	MTR2120	Dryer circulation fan 2 run command	7.50	0.87	6.53
8	MTR2140	Dryer circulation fan 3 run command	7.50	0.87	6.53
9	MTR2160	Dryer circulation fan 4 run command	7.50	0.87	6.53
10	MTR2180	Dryer circulation fan 5 run command	7.50	0.87	6.53
11	MTR2200	Dryer circulation fan 6 run command	7.50	0.87	6.53
12	MTR2220	Dryer circulation fan 7 run command	7.50	0.87	6.53
13	MTR2240	Dryer circulation fan 8 run command	7.50	0.87	6.53
14	MTR2400	Dryer exhaust fan motor starter	37.00	0.83	30.71
15	MTR2390	Dryer exhaust cyclone airlock motor starter	0.60	0.85	0.51
16	MTR2075	Dryer cooling Fan	22.40	0.88	19.71
17	MTR2395	Dryer cooling cyclone airlock motor starter	0.60	0.85	0.51
18	MTR2080	Dryer fines auger 1 motor starter	0.40	0.80	0.32
19	MTR2320	Dryer fines auger 2 motor starter	0.40	0.84	0.34
20	MTR2420	Dryer combustion blower 1 motor starter	0.60	0.80	0.48
21	MTR2520	Dryer combustion blower 2 motor starter	0.60	0.80	0.48
22	MTR2620	Dryer combustion blower 3 motor starter	0.60	0.80	0.48
23	MTR2720	Dryer combustion blower 4 motor starter	0.60	0.80	0.48
24	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 1	0.3	0.89	0.27
25	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 2	0.3	0.89	0.27
26	MTR4200	Hoist for bag discharge system	2.2	0.90	1.98
27	MTR4160	Vertical Cooler Cyclone Inlet Airlock	2.2	0.89	1.99
28	MTR4120	Vertical Cooler Fan	44.7	0.85	38.03
29	MTR4110	Vertical Coole Cyclone airlock	2.2	0.80	1.76
TOTALES			115.78		98.31
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.84915

MCC - LIQUIDS AND COATER

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	MTR7000	Dry Product Infeed Bucket Elevator	3.00	0.82	2.46
2	MTR7010	Preconditioner Fat Liquid Metering Pump	0.37	0.89	0.33
3	MTR7020	Preconditioner Fish Oil Metering Pump	0.37	0.89	0.33
4	MTR7030	Preconditioner Phosphoric Acid Metering Pump	0.37	0.89	0.33
5	MTR7040	Preconditioner Nucleo Metering Pump	0.37	0.89	0.33
6	MTR7048	Coater Zoa Digest Metering Pump	0.37	0.89	0.33
7	MTR7049	Coater Liquid Metering Pump	0.37	0.89	0.33
8	MTR7050	Preconditioner Slurry Metering Pump	0.37	0.89	0.33
9	MTR7200	Liquid Truck Unload pump	15.00	0.84	12.60
10	MTR7230	Liquid Fish Oil Container Transfer Pump	5.50	0.82	4.51
11	MTR7240	Liquid Mixings Tank 1 Distribution Pump	2.20	0.87	1.91
12	MTR7300	Liquids Poultry Fat Tank Agitator	2.20	0.87	1.91
13	MTR7310	Liquids Cow Fat Tank Agitator	2.20	0.87	1.91
14	MTR7315	Liquid Mixings Tank 1 Agitator	2.20	0.87	1.91
15	MTR7390	Liquid Luteina Container Transfer Pump	5.50	0.81	4.46
16	MTR7400	Liquid Zoa Container Transfer Pump	5.50	0.81	4.46
17	MTR7410	Liquid Slurry Container Transfer Pump	5.50	0.81	4.46
18	MTR7420	Liquid Nucleo Container Transfer Pump	5.50	0.81	4.46
19	MTR7430	Liquid Phosphoric Acid Container Transfer Pump	5.50	0.81	4.46
20	MTR7711	Liquids Poultry Fat Distribution Pump	3.70	0.88	3.26
21	MTR7712	Liquids Cow Fat Distribution Pump	3.70	0.86	3.18
22	MTR0203	Infeed Rotary Feeder	1.11	0.81	0.90
23	MTR0204	Mist Coater 1 dry disk	0.74	0.88	0.65
24	MTR0206	Mist Coater 1 liquid disks	1.48	0.89	1.32
25	MTR0207	Mist Coater 1 mixing screws	2.22	0.89	1.98
26	MTR0304	Mist Coater 2 dry disk	0.74	0.90	0.67
27	MTR0306	Mist Coater 2 liquid disks	1.48	0.83	1.23
28	MTR0307	Mist Coater 2 mixing screws	2.22	0.89	1.98
29	MTR0311	Powder Feeder Screw	1.11	0.86	0.95
30	MTR0312	Powder Hopper Agitator	0.37	0.84	0.31
31	MTR0401	Liquid 1 fat pump	5.55	0.83	4.61
32	MTR0403	Liquid 2 flavor pump	5.55	0.83	4.61
TOTALES			46.47		38.99
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.83914

MCC - FINISH LINE

ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			
		DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA [KW]	FACTOR DE POTENCIA	P[KW]*F.P.
1	MTR8060	Finished Product Bins 1-4 above FP silos	1.0	0.80	0.80
2	MTR8070	Finished Product Bins 5-8 above FP silos	1.0	0.80	0.80
3	MTR8080	Finished Product Bins 9-12 above FP silos	1.0	0.80	0.80
4	MTR8450	Finished Product Bin1	0.6	0.82	0.45
5	MTR8460	Finished Product Bin2	0.6	0.82	0.45
6	MTR8470	Finished Product Bin3	0.6	0.82	0.45
7	MTR8480	Finished Product Bin4	0.6	0.82	0.45
8	MTR8490	Finished Product Bin5	0.6	0.82	0.45
9	MTR8500	Finished Product Bin6	0.6	0.82	0.45
10	MTR8510	Finished Product Bin7	0.6	0.82	0.45
11	MTR8520	Finished Product Bin8	0.6	0.82	0.45
12	MTR8530	Finished Product Bin9	0.6	0.82	0.45
13	MTR8540	Finished Product Bin10	0.6	0.82	0.45
14	MTR8550	Finished Product Bin11	0.6	0.82	0.45
15	MTR8560	Finished Product Bin12	0.6	0.82	0.45
16	MTR8561	Finished Product Bins 1,2,7,8	1.2	0.81	0.97
17	MTR8570	Finished Product Bins 1,2,7,8	1.2	0.81	0.97
18	MTR8580	Finished Product Bins 3,4,9,10	1.2	0.81	0.97
19	MTR8590	Finished Product Bins 3,4,9,10	1.2	0.81	0.97
20	MTR8600	Finished Product Bins 5,6,11,12	1.2	0.81	0.97
21	MTR8610	Finished Product Bins 5,6,11,12	1.2	0.81	0.97
22	MTR8620	Finished Product Bins Bypass Conveyor	1.1	0.90	0.99
23	MTR8650	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor	9.2	0.86	7.91
24	MTR8670	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 2	18.3	0.84	15.37
25	MTR8680	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 3	1.1	0.81	0.89
26	MTR8710	Packaging Sifter 1	0.9	0.85	0.72
27	MTR8720	Packaging Sifter 2	0.9	0.85	0.72
28	MTR8740	Packaging Line 1	0.5	0.82	0.41
29	MTR8741	Packaging Line 1	0.5	0.82	0.41
30	MTR8750	Packaging Line 2	0.5	0.82	0.41
31	MTR8751	Packaging Line 2	0.5	0.82	0.41
32	MTR8760	Packaging Line 3	0.5	0.82	0.41
33	MTR8761	Packaging Line 3	0.5	0.82	0.41
34	MTR8000	Finished Product Bins Bucket Elevator	3.0	0.84	2.52
35	MTR8690	Packaging Infeed Buckter Elevator	2.2	0.89	1.96
TOTALES			42.00		35.49
			FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO	$\frac{\sum(P[KW] * F.P.)}{\sum P[KW]}$	0.84505

ANEXO N°11 COMPONENTE DE COMPENSACIÓN FIJA DE CARGAS ESPECIALES



BANCO DE CAPACITORES TRIFASICO - BCW

- Los bancos BCW, están armados con unidades capacitivas en cajas metálicas IP32, atendiendo las cargas o centros de cargas con necesidades de altos valores de potencias reactivas.
- Suministrados con resistores de descarga (30s, 1/10 Un) y bornes de potencia.
- La forma constructiva permite la fijación vertical u horizontal y la sustitución de cada unidad capacitiva que lo compone.



Potencias BCW - 60Hz ⁽¹⁾

Tensión (V)	Potencia (kvar)	Codigo Encomienda	Composición	Montaje en caja UMW	Corriente (A)	Fusible gL/gG (A) ⁽²⁾	Cable (mm ²) ⁽²⁾⁽³⁾	Massa (kg)
220	10,0	BCW 10,0/2.6	3 x 3,33	1	26,2	50	6	3,3
	12,5	BCW 12,5/2.6	3 x 3,33 + 3 x 0,83	1	32,8	63	10	3,3
	15,0	BCW 15,0/2.6	3 x 3,33 + 3 x 1,67	1	39,4	63	10	3,3
	17,5	BCW 17,5/2.6	3 x 3,33 + 3 x 2,5	1	45,9	80	16	3,3
	20,0	BCW 20,0/2.6	6 x 3,33	1	52,5	100	25	3,3
	22,5	BCW 22,5/2.6	6 x 3,33 + 3 x 0,83	1	59,0	100	25	3,3
	25,0	BCW 25,0/2.6	6 x 3,33 + 3 x 1,67	1	65,6	125	25	3,3
	27,5	BCW 27,5/2.6	6 x 3,33 + 3 x 2,5	1	72,2	125	35	3,3
	30,0	BCW 30,0/2.6	9 x 3,33	1	78,7	160	35	3,3
	35,0	BCW 35,0/2.6	9 x 3,33 + 3 x 1,67	2	91,9	160	50	4,3
	37,5	BCW 37,5/2.6	9 x 3,33 + 3 x 2,5	2	98,4	160	50	4,3
	40,0	BCW 40,0/2.6	12 x 3,33	2	105,0	200	70	4,3
	45,0	BCW 45,0/2.6	12 x 3,33 + 3 x 1,67	2	118,1	200	70	4,3
50,0	BCW 50,0/2.6	15 x 3,33	2	131,2	224	70	4,3	
380 (4)	17,5	BCW 17,5/3.6	3 x 5,0 + 3 x 0,83	1	26,6	50	6	3,3
	20,0	BCW 20,0/3.6	3 x 5,0 + 3 x 1,67	1	30,4	50	10	3,3
	22,5	BCW 22,5/3.6	3 x 5,0 + 3 x 2,5	1	34,2	63	10	3,3
	25,0	BCW 25,0/3.6	3 x 5,0 + 3 x 3,33	1	38,0	63	10	3,3
	27,5	BCW 27,5/3.6	6 x 3,33 + 3 x 2,5	1	41,8	80	16	3,3
	30,0	BCW 30,0/3.6	6 x 5,0	1	45,6	80	16	3,3
	35,0	BCW 35,0/3.6	6 x 5,0 + 3 x 1,67	1	53,2	100	25	3,3
	40,0	BCW 40,0/3.6	6 x 5,0 + 3 x 3,33	1	60,8	100	25	3,3
	45,0	BCW 45,0/3.6	9 x 5,0	1	68,4	125	35	3,3
	50,0	BCW 50,0/3.6	9 x 5,0 + 3 x 1,67	2	76,0	125	35	4,3
	60,0	BCW 60,0/3.6	12 x 5,0	2	91,2	160	50	4,3
75,0	BCW 75,0/3.6	15 x 5,0	2	114,0	200	70	4,3	
440 (4)	17,5	BCW 17,5/4.6	3 x 5,0 + 3 x 0,83	1	23,0	35	6	3,3
	20,0	BCW 20,0/4.6	3 x 5,0 + 3 x 1,67	1	26,2	50	6	3,3
	22,5	BCW 22,5/4.6	3 x 5,0 + 3 x 2,5	1	29,5	50	10	3,3
	25,0	BCW 25,0/4.6	3 x 5,0 + 3 x 3,33	1	32,8	63	10	3,3
	27,5	BCW 27,5/4.6	6 x 3,33 + 3 x 2,5	1	36,1	63	10	3,3
	30,0	BCW 30,0/4.6	6 x 5,0	1	39,4	63	16	3,3
	35,0	BCW 35,0/4.6	6 x 5,0 + 3 x 1,67	1	45,9	80	16	3,3
	40,0	BCW 40,0/4.6	6 x 5,0 + 3 x 3,33	1	52,5	100	25	3,3
	45,0	BCW 45,0/4.6	9 x 5,0	1	59,0	100	25	3,3
	50,0	BCW 50,0/4.6	9 x 5,0 + 3 x 1,67	2	65,6	125	25	4,3
	60,0	BCW 60,0/4.6	12 x 5,0	2	78,7	125	35	4,3
75,0	BCW 75,0/4.6	15 x 5,0	2	98,4	160	50	4,3	
480 (4)	17,5	BCW 17,5/5.6	3 x 5,0 + 3 x 0,83	1	21,0	35	6	3,3
	20,0	BCW 20,0/5.6	3 x 5,0 + 3 x 1,67	1	24,1	50	6	5,7
	22,5	BCW 22,5/5.6	3 x 5,0 + 3 x 2,5	1	27,1	50	10	3,3
	25,0	BCW 25,0/5.6	3 x 5,0 + 3 x 3,33	1	30,1	50	10	3,3
	27,5	BCW 27,5/5.6	6 x 3,33 + 3 x 2,5	1	33,1	63	10	3,3
	30,0	BCW 30,0/5.6	6 x 5,0	1	36,1	63	16	3,3
	35,0	BCW 35,0/5.6	6 x 5,0 + 3 x 1,67	1	42,1	80	16	3,3
	40,0	BCW 40,0/5.6	6 x 5,0 + 3 x 3,33	1	48,1	80	25	3,3
	45,0	BCW 45,0/5.6	9 x 5,0	1	54,1	100	25	3,3
	50,0	BCW 50,0/5.6	9 x 5,0 + 3 x 1,67	2	60,1	100	25	4,3
	60,0	BCW 60,0/5.6	12 x 5,0	2	72,2	125	35	4,3
75,0	BCW 75,0/5.6	15 x 5,0	2	90,2	160	50	4,3	

(1) Pueden ser suministrados en 50 Hz y otras tensiones (bajo consulta).

(2) Los fusibles y cables de alimentación no son suministrados con los Bancos de Capacitores Trifásicos WEG.

(3) Dimensionamiento de cables en función de $\ln x 1,43$ y temperatura ambiente media de 30°C. Para temperatura superior y/o agrupamiento de cables agregar factores de corrección de temperatura.

(4) Para tensiones en 400/440/480V, también pueden ser fabricados bancos de 55,65 y 70 kvar.

UA..RA 3-pole Contactors for Capacitor Switching

Unlimited Peak Current \hat{I}



Application

The **UA..RA** contactors can be used in installations in which the peak current far exceeds 100 times nominal rms current. The contactors are delivered complete with their damping resistors and must be used without additional inductances (see table below). The capacitors must be discharged (maximum residual voltage at terminals δ 50 V) before being re-energized when the contactors are making. Their electrical durability is 250 000 operating cycles for $U_e < 500$ V and 100 000 operating cycles for $500 \text{ V} \leq U_e \leq 690$ V.

Description

The **UA..RA** contactors are fitted with a special front mounted block, which ensures the serial insertion of 3 damping resistors into the circuit to limit the current peak on energization of the capacitor bank. Their connection also ensures capacitor precharging in order to limit the second current peak occurring upon making of the main poles.

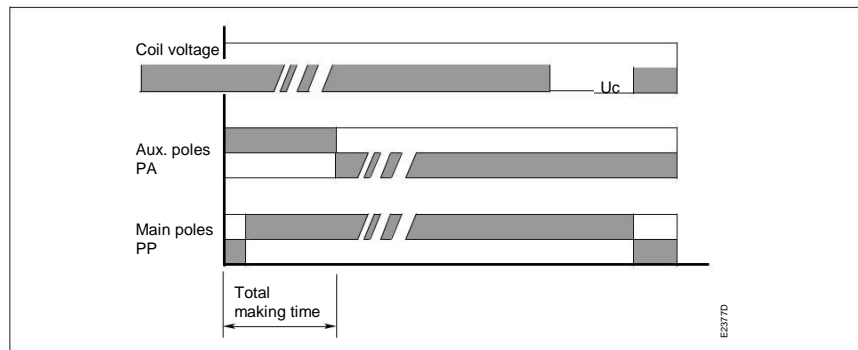
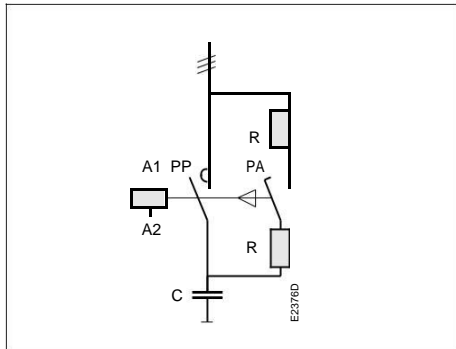
Operating principle

The front-mounted block mechanism of the **UA..RA** contactors ensures:

- early making of the auxiliary "PA" poles with respect to the main "PP" poles
- automatic return to the open position of the auxiliary "PA" poles after the main poles are closed.

When the coil is energized, the early making auxiliary poles connect the capacitor to the network via the set of 3 resistors. The damping resistors attenuate the first current peak and the second inrush current when the main contacts begin to make. Once the main poles are in the closed position, the auxiliary poles automatically break.

When the coil is de-energized, the main poles break ensuring the breaking of the capacitor bank. The contactor can then begin a new cycle.



The insertion of resistors allows to damp the highest current peak of the capacitor when switching on, whatever its level.

Selection Table according to IEC

Type	Power in kvar – 50/60 Hz (AC-6b)															Max. permissible peak current \hat{I}	gG type fuses A max (*)
	230/240 V			400/415 V			440 V			500/550 V			690 V				
	40°C	55°C	70°C	40°C	55°C	70°C	40°C	55°C	70°C	40°C	55°C	70°C	40°C	55°C	70°C		
UA 16-30-10 RA	8	7.5	6	12.5	12.5	10	15	13	11	18	16	12.5	22	21	17	Unlimited	80
UA 26-30-10 RA	12.5	11.5	9	22	20	15.5	24	20	17	30	25	20	35	31	26		125
UA 30-30-10 RA	16	16	11	30	27.5	19.5	32	30	20.5	34	34	25	45	45	32		200
UA 50-30-00 RA	25	24	20	40	40	35	50	43	37	55	50	46	72	65	60	200	
UA 63-30-00 RA	30	27	23	50	45	39	55	48	42.5	65	60	50	80	75	65	200	
UA 75-30-00 RA	35	30	25	60	50	41	65	53	45	75	65	55	100	80	70	200	
UA 95-30-00 RA	40	35	30	70	60	53	75	65	58	85	75	70	120	105	85	250	
UA 110-30-00 RA	45	40	35	80	70	60	85	75	70	95	82	78	130	110	100	250	

(*) The fuse ratings given in the column represent the maximum ratings ensuring type 1 coordination according to the definition of standard IEC 60947-4-1.

Selection Table according to UL/CSA

Type	Power in kvar – 60 Hz			Max permissible peak current \hat{I}
	240 V	480 V	600 V	
	40 °C	40 °C	40 °C	
UA 16-30-10 RA	8	16	20	Unlimited
UA 26-30-10 RA	11	22	27	
UA 30-30-10 RA	14	28	35	
UA 50-30-00 RA	25	50	62	
UA 63-30-00 RA	27.5	55	70	
UA 75-30-00 RA	32	64	80	
UA 95-30-00 RA (1)	40	80	100	
UA 110-30-00 RA (1)	45	95	120	

(1) UL Listed to U.S. and Canadian safety standards (cULus).

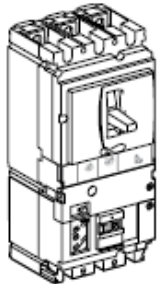
NSX100/160/250F

Vigicomcompact NSX100/160/250F (36 kA 380/415 V)

Referencias

Vigicomcompact NSX100/160/250F

Con unidad de control termomagnética TM-D



Vigicomcompact NSX100F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)

Calibre	3P 3R	4P 3R	4P 4R
TM16D	LV429937	LV429947	LV429957
TM25D	LV429936	LV429946	LV429956
TM32D	LV429935	LV429945	LV429955
TM40D	LV429934	LV429944	LV429954
TM50D	LV429933	LV429943	LV429953
TM63D	LV429932	LV429942	LV429952
TM80D	LV429931	LV429941	LV429951
TM100D	LV429930	LV429940	LV429950

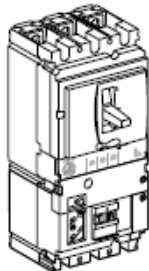
Vigicomcompact NSX160F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)

Calibre	3P 3R	4P 3R	4P 4R
TM80D	LV430933	LV430943	LV430953
TM100D	LV430932	LV430942	LV430952
TM125D	LV430931	LV430941	LV430951
TM160D	LV430930	LV430940	LV430950

Vigicomcompact NSX250F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)

Calibre	3P 3R	4P 3R	4P 4R
TM125D	LV431933	LV431943	LV431953
TM160D	LV431932	LV431942	LV431952
TM200D	LV431931	LV431941	LV431951
TM250D	LV431930	LV431940	LV431950

Con unidad de control electrónica Micrologic 2.2 (protección LS₀)



Vigicomcompact NSX100F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)

Calibre	3P 3R	4P 3R
40	LV429972	LV429982
100	LV429970	LV429980

Vigicomcompact NSX160F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)

Calibre	3P 3R	4P 3R
40	LV430973	LV430983
100	LV430971	LV430981
160	LV430970	LV430980

Vigicomcompact NSX250F (36 kA a 380/415 V) equipado con bloque MH Vigi (200 a 440 V)

Calibre	3P 3R	4P 3R
100	LV431972	LV431982
160	LV431971	LV431981
250	LV431970	LV431980

Con unidad de control electrónica Micrologic 5.2 A o 5.2 E (protección LSI, medición de energía)

Debe solicitarse con 2 referencias: 1 unidad de corte + 1 unidad de control

ANEXO N°12

BANCO AUTOMÁTICO DE COMPENSACIÓN SELECCIONADO.

Compensación energía reactiva BT

Especificación técnica

VarSet STD

480 kvar 380/400V – 60Hz



I. CARACTERISTICAS GENERALES

Esta oferta especifica las características de diseño, fabricación, de un equipo para la corrección del factor de potencia en baja tensión con todos los auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento.

A. Características eléctricas batería

Tensión de servicio:	400 V 3 fases, 50Hz
Tensión nominal condensadores:	415 V 3 fases, 50Hz
Tensión máxima admisible:	10% (8h/24h)
Potencia útil (400V):	480 kvar
Composición:	1x40+1x80+3x120
Regulación :	12x40
Regulador:	Varlogic NR6
Interrupor automático de cabecera:	SI, (1 por cada armario)
Icu:	35 kA
Mando rotativo prolongado:	Si (enclavamiento puerta)
Interrupor automática para cada escalón:	SI, Compact NSX
Nivel de aislamiento	
• 0,80 kV	
• Resistencia 50Hz 1 min, 8 kV	
Autotransformador 400V / 230V:	Integrado
Normativas de diseño:	IEC 60439-1 y 61921
60439-1 y 61921	

B. Características mecánicas batería

Numero de armarios:	1 con 1 acometida de potencia
Envolvente:	color RAL9003
Grado de Protección:	IP31, servicio interior
Grado de resistencia mecánica:	IK 10
Protección contra contactos directos, con la puerta abierta:	IPxxB
Entrada de cables:	parte inferior
Dimensiones:	2200x800x600 mm (alto x ancho x prof)

C. Características condensadores

Modelo:	VarplusCan
Tipo:	HDuty
Protecciones:	Sistema de protección interna por sobrepresión
Resistencia de descarga:	Interna, 50V en 1 minuto
Tensión asignada	400 V trifásicos 50 Hz,
Tensión nominal condensador	480 V trifásicos 50 Hz,
Tolerancia sobre la capacidad	-5 +10%
Ensayos tensión	
• Entre terminales	2,15 Un 10 seg
• Entre terminales y cuba	3kV 10 segundos o 3,66 kV 2 segundos
• Tensión de impulso	8 kV
Tensión máxima según CEI 831	
• 8 h sobre 24 h	10 %
• 30 min. sobre 24 h	15 %

• 5 min. sobre 24 h	20 %
• 1 min. sobre 24 h	30 %
Corriente máxima admisible	1,8 In (400 V)
Clase de Temperatura:	- 25 / +55°C (clase D)

II. CONDICIONES DE DISEÑO

A. *Temperatura ambiente*

Las baterías de condensadores de BT, están diseñadas para trabajar dentro de una sala eléctrica con las siguientes temperaturas ambiente:

Máxima:	40°C
Media sobre 24 horas:	35°C
Mínima:	-5°C

B. *Altitud*

Las baterías de BT, están diseñadas para una altitud máxima de 2000m.

C. *Humedad*

Humedad admisible según la IEC 60439-1: 50% de humedad y una temperatura máxima de 40 °C.

D. *Polución medioambiental*

Las baterías de condensadores, están diseñadas para trabajar con un grado de contaminación de clase 3 como máximo según la IEC 60815

III. REGULADOR DE ENERGÍA REACTIVA

A. *Regulador para funciones comunes : NR6*

- Número de escalones 6
- Frecuencia 48...52 Hz, 58...62 Hz
- Corriente de medición 0...5 A
- Insensible a la rotación de fases y a la polaridad del TI
- Tensiones de alimentación y medición 88...130 V / 185...265 V / 320...460 V
- Salidas relé 120 Vac/5A, 250 Vac/2A, 400 Vac/1A, 110 Vdc/0,3A, 60 Vdc/0,6A, 24 Vdc/2^a
- Conexión : fase-fase o fase-neutro
- Visualizador Cristal LCD con 160 símbolos, retroiluminada
- Rango cos j de 0,85 ind a 0,90 cap

- Temporización de reconexión 10 a 600 s
- Ajuste del CK : manual / automático
- Temporización de respuesta 20% de la temporización de reconexión, mín.10s
- Rango de temperaturas de funcionamiento 0...60°C
- Salida para contacto de alarma
- Sensor de temperatura
- Registro de alarmas Lista de las últimas 5 alarmas
- Rango de ajuste del TI 25/5 ... 6000/5
- Detección de cortes de alimentación Tiempo de reacción > 15 ms.
- Nivel de precisión : 1,5%
- Certificaciones CEI 61010-1, CEI 61000-6-2, CEI 61000-6-4, CEI 61326
- Proporciona la siguiente información:
 - Cos Phi
 - Escalones conectados
 - Periodo entre conexiones
 - Contador nº maniobras y tiempo de funcionamiento
 - Intensidad aparente y reactiva
 - Tasa de distorsión armónica THD (U)
 - Tensión, temperaturas, potencias
 - Espectro de tensiones armónicas (rangos 5, 5, 7, 11 y 13)

- Proporciona las siguientes alarmas y avisos :
 - Falta de KVAR.
 - Oscilación demanda de reactiva
 - Cos Phi anormal <0.5 ind ó 0.8 capac.
 - Cos Phi capacitivo
 - Frecuencia no detectada o incorrecta
 - Sobrecarga
 - Tensión baja
 - Sobretensión
 - Temperatura elevada (rango ajustable)
 - THD (V) > 7 %
 - Registro de las 5 últimas alarmas

IV. CONTACTORES

Los contactores que se utilizan para maniobrar los condensadores. Son específicos para la maniobra de elementos capacitivos cumplen con la norma IEC 60947-4, y tienen una calificación apta para el servicio requerido.

Los contactores son capaces de realizar 300 000 maniobras.

v. CABLES

A. Cables de control

El cableado de pequeña potencia se realiza con cables de aislamiento 1000 V y PVC

La sección es de 1,5 mm² mínimo, excepto para la alimentación del regulador de energía reactiva que será de 2,5 mm².

Las etiquetas están colocadas en el extremo del conductor para identificarlo.

B. Cables de potencia

El cable de potencia utilizado es de PVC color negro y de aislamiento 1000V, tipo H07V2K.

ANEXO N°13
TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD PARA COMPENSACIÓN SELECCIONADO

Hoja de datos del producto
Características

METSECT5DC400

current transformer tropicalised 4000 5 double output for bars 52x127



Main

Range	PowerLogic
Product name	CT
Product or component type	Current transformer
Secondary current	5 A
Accuracy class	Class 0.5 maximum power: 30 VA Class 1 maximum power: 50 VA
[In] rated current	4000 A

Complementary

Current transformer type	Tropicalised for busbar
Current transformer ratio	4000/5
[Ith] conventional free air thermal current	60 kA
Dynamic withstand current	2.5 Ith
Safety factor	<= 5
[Ue] rated operational voltage	< 720 V AC at 50/60 Hz
[Ui] rated insulation voltage	3 kV
Mounting mode	Insulated locking screw
Mounting support	Busbar
Width	125 mm outside 55 mm inner
Height	128 mm inner 160 mm outside
Depth	40 mm outside
Product weight	1.282 kg
[Uimp] rated impulse withstand voltage	3 kV
Electrical insulation class	Class B
Opening of bars	127 x 52
Sealing	With

Environment

Standards	IEC 61869-2 VDE 0414
Product certifications	CE EAC
IP degree of protection	IP20
Relative humidity	0...95 %
Ambient air temperature for operation	-25...50 °C

Información suministrada en esta documentación contiene descripciones generales y/o características técnicas de los productos incluidos y sus prestaciones. La documentación no pretende ser un sustituto de, y no se va a usar para determinar la idoneidad y la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuario. La responsabilidad de los usuarios o integradores para realizar el análisis de riesgos adecuada y completamente, evaluar y testar los productos en relación con la aplicación específica pertinente o uso del mismo, recae en el usuario. Schneider Electric Industries SAS ni ninguna de sus filiales o subsidiarias serán responsables por el mal uso de la información contenida en el presente documento.

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 1427 - Schneider Electric declaration of conformity Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available
Product end of life instructions	Need no specific recycling operations

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 1

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Programa Analizador de Transitorios Eléctricos

Flujo de Carga de Armónicos

Categoría de Carga (1): Design

Categoría de Generación (1): Design

Factor de Diversidad de Carga: Ninguno

	Barra Infinita	V. Control	Carga	Total
Número de Barras:	9	0	5	14

	XFMR2	XFMR3	Reactor	Línea/Cable	Impedancia	DP-Enlace	Total
Número de Ramales:	1	0	0	0	0	4	5

	Corriente	Tensión
Número de Fuentes Armónicas:	8	0

Número de Filtros: 0

Método de Solución: Newton-Raphson Adaptativo

No. de Iteración Máximo: 99

Precisión de Solución: 0.0001000000

Frecuencia del Sistema: 60.00 Hz

Sistema de Unidades: Metric

Nombre de Archivo de Proyecto: Tesis

Nombre Archivo de Salida: C:\ETAP 1260\Tesis1\Untitled.HA1

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 2

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Ajustes

<u>Tolerancia</u>	<u>Aplicar Ajustes</u>	<u>Individual /Global</u>	<u>Porcentaje</u>
Impedancia Transformador:	Sí	Individual	
Impedancia de Reactor:	Sí	Individual	
Resistencia Relé Protección Sobrecarga	No		
Longitud de Línea de Transmisión:	No		
Longitud de Cable:	No		

<u>Corrección de Temperatura</u>	<u>Aplicar Ajustes</u>	<u>Individual /Global</u>	<u>Grados C</u>
Resistencia de Línea de Transmisión:	Sí	Individual	
Resistencia de Cable:	Sí	Individual	

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 3

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Datos de Entrada de Barra

Barra	Tensión Inicial		Carga								% Límites			
			kVA Constante		Z Constante		I Constante		Genérico					
ID	kV	Sub-sist	% Mag.	Áng.	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	VTHD	VIHD
Bus1	22.900	1	100.0	0.0									2.50	1.50
Bus2	0.400	1	100.0	-150.0									2.50	1.50
Bus4	0.400	2	100.0	0.0	0.171	0.073							2.50	1.50
Bus6	0.400	3	100.0	0.0	0.171	0.073							2.50	1.50
Extrusor	0.400	1	100.0	-150.0			0.000	-0.075					2.50	1.50
Hammermill	0.400	1	100.0	-150.0			0.000	-0.075					2.50	1.50
Línea de Producción 1	0.400	1	100.0	-150.0	0.623	0.388							2.50	1.50
Tablero Principal	0.400	1	100.0	-150.0	0.312	0.203	0.154	-0.382					2.50	1.50
MTR VFD D&C~	0.400	7	100.0	0.0	0.036	0.016							0.00	0.00
MTR VFD Ex~	0.400	6	100.0	0.0	0.026	0.012							0.00	0.00
MTR VFD FP~	0.400	9	100.0	0.0	0.026	0.012							0.00	0.00
MTR VFD I&D~	0.400	4	100.0	0.0	0.052	0.022							0.00	0.00
MTR VFD L&C~	0.400	8	100.0	0.0	0.022	0.011							0.00	0.00
MTR VFD M&M~	0.400	5	100.0	0.0	0.028	0.013							0.00	0.00
Número total de Barras: 14					1.466	0.824	0.154	-0.532	0.000	0.000	0.000	0.000		

Barra de Generación				Tensión		Generación			Límites Mvar	
ID	kV	Tipo	Sub-sist	% Mag.	Ángulo	MW	Mvar	% FP	Max	Min
Bus1	22.900	Barra Infinita	1	100.0	0.0					
Bus4	0.400	Barra Infinita	2	100.0	0.0					
Bus6	0.400	Barra Infinita	3	100.0	0.0					
MTR VFD D&C~	0.400	Barra Infinita	7	100.0	0.0					
MTR VFD Ex~	0.400	Barra Infinita	6	100.0	0.0					
MTR VFD FP~	0.400	Barra Infinita	9	100.0	0.0					
MTR VFD I&D~	0.400	Barra Infinita	4	100.0	0.0					
MTR VFD L&C~	0.400	Barra Infinita	8	100.0	0.0					
MTR VFD M&M~	0.400	Barra Infinita	5	100.0	0.0					
						0.000	0.000			

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:	ETAP	Página: 4
Ubicación:	12.6.0H	Fecha: 12-11-2017
Contrato:		SN:
Ingeniero:	Caso de Estudio: HA	Revisión: Base
Nombre de Archivo: Tesis		Config.: Normal

Datos de Entrada de Transformador de 2 Devanados

Transformador	Clase					Z variación			% Toma Ajuste		Ajustado	Desfase	
	ID	MVA	kV Prim.	kV Sec.	% Z	X/R	+ 5%	- 5%	% Tol.	Prim.	Sec.	% Z	Tipo
Trafo Principal	2.500	22.900	0.400	6.75	10.67	0	0	0	0	0	6.7500	Dyn	150.000

Datos de Entrada de Puesta a Tierra de Transformador de 2 Devanados

Transformador	Clase			Puesta a Tierra									
	ID	MVA	kV Prim.	kV Sec.	Con.	Primario			Secundario				
				Tipo	Tipo	kV	Amp	Ohm	Tipo	kV	Amp	Ohm	
Trafo Principal	2.500	22.900	0.400	D/Y					Solid				

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 5

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Conexiones de Ramal

Circuito/Rama		ID Barra Conectada		% Impedancia Secuencia Positiva (Base 100 MVA)			
ID	Tipo	Barra Origen	Barra Destino	R	X	Z	Y
Trafo Principal	XFMR 2 dev.	Bus1	Bus2	25.19	268.82	270.00	
CB3	Tie PD	Bus2	Tablero Principal				
CB33	Tie PD	Tablero Principal	Línea de Producción 1				
CB35	Tie PD	Línea de Producción 1	Hammermill				
CB48	Tie PD	Línea de Producción 1	Extrusor				

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 6

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Conexiones de Ramal Impedancia Secuencia Cero

Circuito/Rama		ID Barra Conectada		% Impedancia Sec. Cero, 100 MVAb			
ID	Tipo	Barra Origen	Barra Destino	R0	X0	Z0	Y0
Trafo Principal	2W Xfmr	Bus1	Bus2				
CB3	Tie PD	Bus2	Tablero Principal				
CB33	Tie PD	Tablero Principal	Línea de Producción 1				
CB35	Tie PD	Línea de Producción 1	Hammermill				
CB48	Tie PD	Línea de Producción 1	Extrusor				

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 7

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Datos de Entrada de la Máquina

Máquina		Barra Conectada	Clase (Base)			% Imp. Sec. Negativa			Puesta a Tierra			% Imp. Sec. Cero		
ID	Tipo	ID	MVA	kV	RPM	X/R	R2	X2	Con.	Tipo	Amp	X/R	R0	X0
Suministro MT	Red	Bus1	250.000	22.900		1.00	70.711	70.71	Wye	Solid		1.00	100.000	100.00
D&C s/VFD	IndM	Línea de Producción 1	0.180	0.400	1800	10.28	1.945	20.00	Wye	Open				
Ex s/VFD	IndM	Línea de Producción 1	0.067	0.400	1800	6.06	3.299	20.00	Wye	Open				
FP s/VFD	IndM	Línea de Producción 1	0.032	0.400	1800	4.15	6.703	27.83	Wye	Open				
I&D s/VFD	IndM	Línea de Producción 1	0.161	0.400	1800	9.80	2.041	20.00	Wye	Open				
L&C s/VFD	IndM	Línea de Producción 1	0.092	0.400	1800	7.12	2.807	20.00	Wye	Open				
M&M s/VFD	IndM	Línea de Producción 1	0.203	0.400	1800	11.37	1.759	20.00	Wye	Open				
Mtr Extrusor	IndM	Bus6	0.328	0.400	3600	15.09	1.104	16.67	Wye	Open				
Mtr Hammermill	IndM	Bus4	0.328	0.400	3600	15.09	1.104	16.67	Wye	Open				
MTR VFD D&C	IndM	MTR VFD D&C~	0.072	0.400	1800	6.33	3.157	20.00	Wye	Open				
MTR VFD Ex	IndM	MTR VFD Ex~	0.052	0.400	1800	5.36	5.194	27.83	Wye	Open				
MTR VFD FP	IndM	MTR VFD FP~	0.052	0.400	1800	5.35	5.202	27.83	Wye	Open				
MTR VFD I&D	IndM	MTR VFD I&D~	0.105	0.400	1800	7.76	2.578	20.00	Wye	Open				
MTR VFD L&C	IndM	MTR VFD L&C~	0.045	0.400	1800	4.94	5.639	27.83	Wye	Open				
MTR VFD M&M	IndM	MTR VFD M&M~	0.058	0.400	1800	5.63	3.551	20.00	Wye	Open				

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 10

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Fuente de Armónicos de la Librería

ID Barra	ID de Dispositivo	Información de la Fuente Armónica				
		Tipo	Fabricante	Modelo	Frec. Fund.	Mod. Frec.
Extrusor	VFD Extrusor	Current	Typical-IEEE	12 Pulse2	0.00	0.00
Hammermill	VFD Hammermill	Current	Typical-IEEE	12 Pulse2	0.00	0.00
Línea de Producción 1	VFD D&C	Current	Typical-IEEE	12 Pulse2	0.00	0.00
Línea de Producción 1	VFD Ex	Current	Typical-IEEE	12 Pulse2	0.00	0.00
Línea de Producción 1	VFD FP	Current	Typical-IEEE	12 Pulse2	0.00	0.00
Línea de Producción 1	VFD I&D	Current	Typical-IEEE	12 Pulse2	0.00	0.00
Línea de Producción 1	VFD L&C	Current	Typical-IEEE	12 Pulse2	0.00	0.00
Línea de Producción 1	VFD M&M	Current	Typical-IEEE	12 Pulse2	0.00	0.00

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:
Ubicación:
Contrato:
Ingeniero:
Nombre de Archivo: Tesis

ETAP

12.6.0H

Caso de Estudio: HA

Página: 11
Fecha: 12-11-2017
SN:
Revisión: Base
Config: Normal

Reporte Flujo de Carga Fundamental

Barra		Tensión		Generación		Carga		Flujo de Carga					XFMR
ID	kV	%Mag.	Áng.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	% FP	% Toma
* Bus1	22.900	100.000	0.0	1.624	0.201	0	0	Bus2	1.624	0.201	41.3	99.2	
Bus2	0.400	99.144	-152.5	0	0	0	0	Bus1	-1.617	-0.129	2362.0	99.7	
								Tablero Principal	1.617	0.129	2362.0	99.7	
Extrusor	0.400	99.144	-152.5	0	0	0.171	-0.074	Línea de Producción 1	-0.171	0.074	271.0	-91.8	
								VFD Extrusor	0.171	0.000	248.8	100.0	
Hammermill	0.400	99.144	-152.5	0	0	0.171	-0.074	Línea de Producción 1	-0.171	0.074	271.0	-91.8	
								VFD Hammermill	0.171	0.000	248.8	100.0	
Línea de Producción 1	0.400	99.144	-152.5	0	0	0.812	0.449	Tablero Principal	-1.154	-0.302	1736.6	96.7	
								Hammermill	0.171	-0.074	271.0	-91.8	
								Extrusor	0.171	-0.074	271.0	-91.8	
								VFD D&C	0.036	0.000	51.8	100.0	
								VFD Ex	0.026	0.000	37.3	100.0	
								VFD FP	0.026	0.002	37.3	99.7	
								VFD I&D	0.052	0.000	76.1	100.0	
								VFD L&C	0.022	0.059	92.1	34.2	
								VFD M&M	0.028	0.000	41.2	100.0	
Tablero Principal	0.400	99.144	-152.5	0	0	0.463	-0.173	Bus2	-1.617	-0.129	2362.0	99.7	
								Línea de Producción 1	1.154	0.302	1736.6	96.7	
* VFD D&C	0.400	100.000	0.0	0.036	0.016	0	0	MTR VFD D&C~	0.036	0.016	56.4	91.1	
* VFD Ex	0.400	100.000	0.0	0.026	0.012	0	0	MTR VFD Ex~	0.026	0.012	41.0	90.3	
* VFD Extrusor	0.400	100.000	0.0	0.171	0.073	0	0	Bus6	0.171	0.073	268.2	92.0	
* VFD FP	0.400	100.000	0.0	0.026	0.012	0	0	MTR VFD FP~	0.026	0.012	40.8	90.3	
* VFD Hammermill	0.400	100.000	0.0	0.171	0.073	0	0	Bus4	0.171	0.073	268.2	92.0	
* VFD I&D	0.400	100.000	0.0	0.052	0.022	0	0	MTR VFD I&D~	0.052	0.022	82.0	92.0	
* VFD L&C	0.400	100.000	0.0	0.022	0.011	0	0	MTR VFD L&C~	0.022	0.011	34.7	89.9	
* VFD M&M	0.400	100.000	0.0	0.028	0.013	0	0	MTR VFD M&M~	0.028	0.013	45.1	90.5	

* Indica barra con regulación de tensión (con máquina tipo swing o controlada por tensión voltage conectada a la barra)

Indica una barra con tiene un error de convergencia de carga mayor a 0.1 MVA

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 12

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Información de Barra de Armónicos del Sistema

Barra		Distorsión de Tensión								
ID	kV	Fund. %	RMS %	ASUM %	THD %	TIF	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus1	22.900	100.00	100.00	100.19	0.12	3.26	0.00	0.00	0.13	0.13
Bus2	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00	0.00	1.38	1.38
Extrusor	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00	0.00	1.38	1.38
Hammermill	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00	0.00	1.38	1.38
Línea de Producción 1	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00	0.00	1.38	1.38
Tablero Principal	0.400	99.14	99.15	101.14	1.38	34.82	0.00	0.00	1.38	1.38

* Indica THD (Distorsión Total de Armónicos) Excede el Límite.

Indica IHD (Distorsión Individual de Armónicos) Excede el Límite.

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 13

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

Config.: Normal

Información de Ramal de Armónicos del Sistema

Barra		Distorsión de Corriente											
ID Barra Origen	ID Barra Destino	Fund. Amp	RMS Amp	ASUM Amp	THD %	TIF	IT Amp	ITB Amp	ITR Amp	TIHD %	TSHD %	THDG %	THDS %
Bus1	Bus2	41.26	41.27	42.61	2.43	59.05	2437.05	2437.05	0.00	0.00	0.00	2.43	2.43
Bus2	Bus1	2361.98	2362.68	2439.28	2.43	59.05	139521.30	139521.30	0.00	0.00	0.00	2.43	2.43
	Tablero Principal	2361.98	2362.68	2439.28	2.43	59.05	139521.30	139521.30	0.00	0.00	0.00	2.43	2.43
Extrusor	Línea de Producción 1	271.00	271.33	298.82	4.93	201.03	54545.20	54545.20	0.00	0.00	0.00	4.93	4.93
Hammermill	Línea de Producción 1	271.00	271.33	298.82	4.93	201.03	54545.20	54545.20	0.00	0.00	0.00	4.93	4.93
Línea de Producción 1	Tablero Principal	1736.64	1737.02	1810.17	2.11	78.11	135686.50	135686.50	0.00	0.00	0.00	2.11	2.11
	Hammermill	271.00	271.33	298.82	4.93	201.03	54545.20	54545.20	0.00	0.00	0.00	4.93	4.93
	Extrusor	271.00	271.33	298.82	4.93	201.03	54545.20	54545.20	0.00	0.00	0.00	4.93	4.93
Tablero Principal	Bus2	2361.98	2362.68	2439.28	2.43	59.05	139521.30	139521.30	0.00	0.00	0.00	2.43	2.43
	Línea de Producción 1	1736.64	1737.02	1810.17	2.11	78.11	135686.50	135686.50	0.00	0.00	0.00	2.11	2.11

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación

Proyecto:

ETAP

Página: 20

Ubicación:

12.6.0H

Fecha: 12-11-2017

Contrato:

SN:

Ingeniero:

Caso de Estudio: HA

Revisión: Base

Nombre de Archivo: Tesis

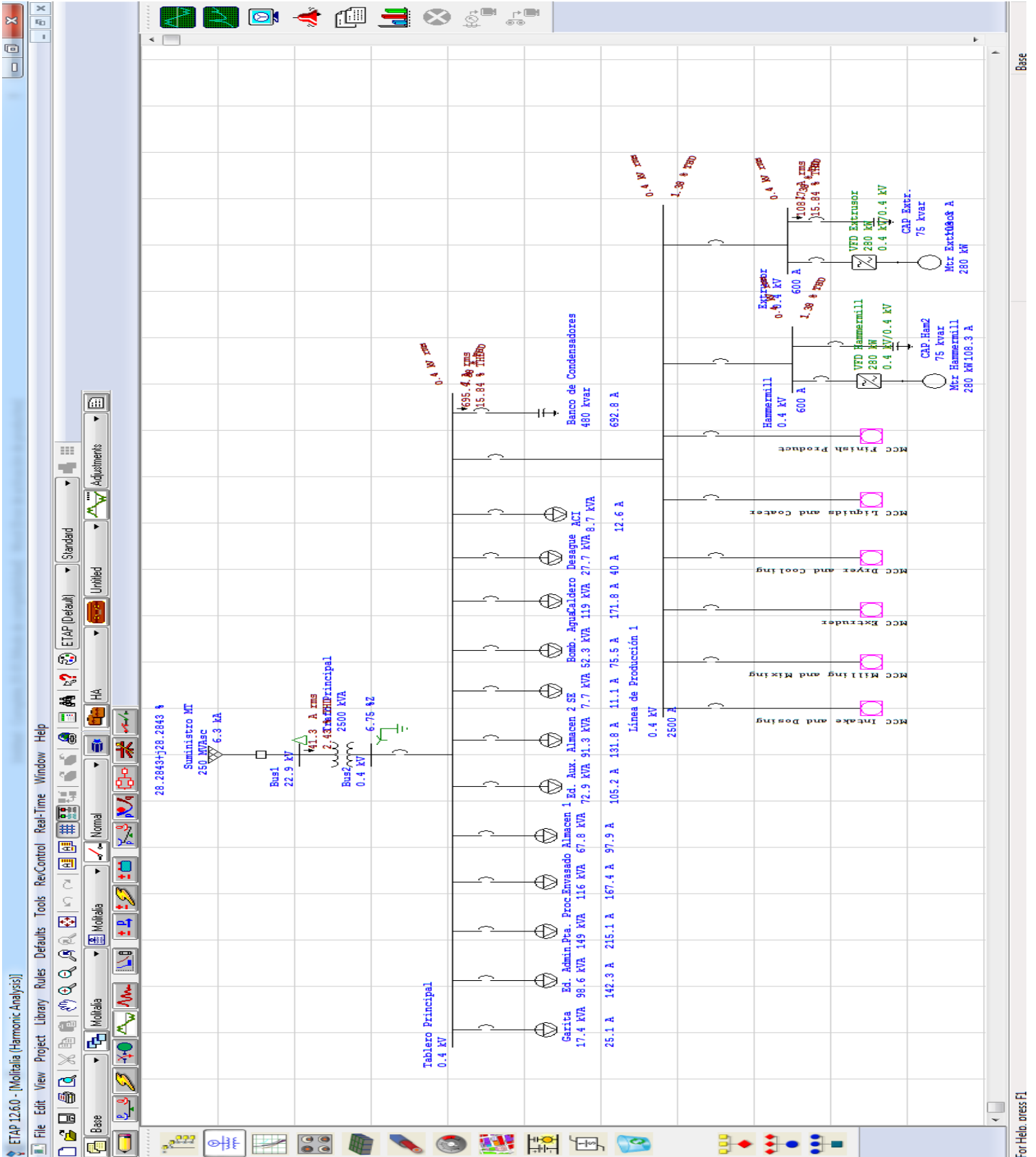
Config.: Normal

Informe Resumido de Alertas

<u>Barra</u>	<u>% Ajustes de Alerta</u>	
	<u>Crítico</u>	<u>Marginal</u>
VTHD	5.00	2.50
VIHD	3.00	1.50
<u>Transformador</u>		
I Total	100.0	95.0
<u>Filtro</u>		
kV del Condensado	100.0	95.0
Amp de Inductor	100.0	95.0
<u>Condensador</u>		
kV Max	100.0	95.0
<u>Cable</u>		
Ampacidad	100.0	95.0

ANEXO N° 14

Informe de Análisis de Armónicos de la Instalación



ANEXO N° 15
ANALISIS ECONOMICO EN EL ARRANQUE DE MOTORES

INTAKE AND DOSING MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 38					
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS DE CORRIENTE		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	CORRIENTE NOMINAL [In]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Directos [Ia]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Electronicos [Ia]
1	MTR5020	Fan for intake	DOL	11.00	20.14	161	161
2	MTR5030	Intake Chain conveyor	VFD	4.00	7.07	57	14.3
3	MTR5040	Intake Push-in screw	DOL	7.50	12.80	102	102
4	MTR5050	Intake Bucket elevator	DOL	15.00	26.81	214	214
5	MTR5070	Intake elevator Spot filter	DOL	1.10	1.92	15	15
6	MTR5085	Intake Rotary pre-cleaner	DOL	0.55	0.98	8	8
7	MTR5090	Intake pre-cleaner Screw conveyor	DOL	3.00	5.43	43	43
8	MTR5110	Intake to Dosing Bucket elevator	DOL	18.50	31.94	256	256
9	MTR5130	Intake to Dosing elevator filter	DOL	1.10	1.94	16	16
10	MTR5170	Intake to Dosing Chain conveyor	DOL	4.50	8.14	65	65
11	MTR5190	Ingredient Transfer Chain conveyor Spot Filter	DOL	1.50	2.59	21	21
12	MTR5820	Dosing bulk bag screw conveyor	VFD	4.00	6.99	56	14.3
13	MTR5560	Dosing Silo 5 Bin activator 1	DOL	0.70	1.21	10	10
14	MTR5561	Dosing Silo 5 Bin activator 2	DOL	0.70	1.21	10	10
15	MTR5570	Dosing Silo 6 Bin activator 1	DOL	0.70	1.21	10	10
16	MTR5571	Dosing Silo 6 Bin activator 2	DOL	0.70	1.21	10	10
17	MTR5580	Dosing Silo 11 Bin activator 1	DOL	0.70	1.21	10	10
18	MTR5581	Dosing Silo 11 Bin activator 2	DOL	0.70	1.21	10	10
19	MTR5590	Dosing Silo 12 Bin activator 1	DOL	0.70	1.21	10	10
20	MTR5591	Dosing Silo 12 Bin activator 2	DOL	0.70	1.21	10	10
21	MTR5640	Dosing Silo 1 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
22	MTR5650	Dosing Silo 2 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
23	MTR5660	Dosing Silo 3 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
24	MTR5670	Dosing Silo 4 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
25	MTR5680	Dosing Silo 5 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
26	MTR5690	Dosing Silo 6 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
27	MTR5700	Dosing Silo 7 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
28	MTR5710	Dosing Silo 8 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
29	MTR5720	Dosing Silo 9 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
30	MTR5730	Dosing Silo 10 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
31	MTR5740	Dosing Silo 11 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
32	MTR5750	Dosing Silo 12 Screw conveyor	VFD	5.50	9.83	79	21.5
33	MTR5830	Dosing to Mixers Chain Conveyor	DOL	7.50	13.25	106	106
34	MTR5840	Dosing to mixers Bucket elevator	SOFT	30.00	51.21	410	179
35	MTR5860	Dosing to mixers Elevator Spot filter	DOL	1.10	1.99	16	16
36	MTR5870	Dosing to mixers Chain conveyor 2	DOL	4.00	7.60	61	61
37	MTR5880	Dosing to mixers Chain conveyor 3	DOL	5.50	10.45	84	84
38	MTR5900	Dosing to mixers Chain conveyor Spot filter	DOL	0.75	1.27	10	10

NOTA
DOL = 8 In
SOFT = 3.5 In
VFD = Maxima Corriente de Transicion según EETT



ANALISIS ECONOMICO EN EL ARRANQUE DE MOTORES

MILLING AND MIXING MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS		19			
AREA		DATOS DEL MOTOR			DATOS DE CORRIENTE		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	CORRIENTE NOMINAL [In]	CORRIENTE ARRANQUE Arranadores Directos [Ia]	CORRIENTE ARRANQUE Arranadores Electronicos [Ia]
1	MTR6301	Homogenizer Filter Fan	DOL	1.50	2.68	21	21
2	MTR6320	Homogenizador motor	SOFT	45.00	85.46	684	299
3	MTR6350	Homogenizer Discharge screw	DOL	3.00	5.70	46	46
4	MTR6370	Mill Feeder 1	DOL	0.75	1.41	11	11
5	MTR6375	Mill Feeder 2	DOL	0.75	1.41	11	11
6	MTR6376	Mill Pocket Feeder	VFD	3.00	5.12	41	10.7
7	MTR6390	Mill Filter Motor	DOL	1.10	2.09	17	17
8	MTR6380	Miller Radial Fan	VFD	36.00	66.70	534	94.8
9	MTR6410	Mill Surge Bin Discharge screw conveyor	DOL	2.20	3.93	31	31
10	MTR6420	Mill Surge Bin Airlock	DOL	2.20	4.18	33	33
11	MTR6430	Mixer Filter Fan	DOL	1.50	2.78	22	22
12	MTR6450	Mixer Main Drive 1	SOFT	37.00	63.88	511	224
13	MTR6460	Mixer Main Drive 2	SOFT	37.00	63.88	511	224
14	MTR6500	Mixer Discharge screw	DOL	3.00	5.36	43	43
15	MTR6510	Mixer Hand Add Fan	DOL	2.20	3.98	32	32
16	MTR6530	Mixer to extruder Bucket elevator	DOL	5.50	9.83	79	79
17	MTR6550	Spot filter on elevator	DOL	1.10	1.99	16	16
18	MTR6560	Mixer Rotary Pre-cleaner	DOL	7.50	14.24	114	114
19	MTR6570	Mixer Rotary Pre-cleaner Chain Conveyor	DOL	7.50	12.80	102	102
CARGAS ESPECIALES							
1	MTR6405	Hammermill	VFD	280.00	472.68	3781	907
NOTA DOL = 8 In SOFT = 3.5 In VFD = Maxima Corriente de Transicion según EETT							



ANALISIS ECONOMICO EN EL ARRANQUE DE MOTORES

EXTRUDER MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS			15		
AREA		DATOS DEL MOTOR			DATOS DE CORRIENTE		
ITEM	TAG	DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	CORRIENTE NOMINAL [In]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Directos [Ia]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Electronicos [Ia]
1	MTR1080	Live bin (Loss in weight)	DOL	3.7	6.86	55	55
2	MTR1100	Feeder screw	VFD	2.2	4.08	33	6.9
3	MTR1120	Extruder Preconditioner Motor	VFD	22.4	38.19	306	64.4
4	MTR1420	Knife	VFD	7.5	13.73	110	21.2
5	MTR1430	Extruder to Dryer Transfer Negative Fan	SOFT	37	67.73	542	237
6	MTR1470	Cyclone Airlock	DOL	1.5	2.71	22	22
7	MTR1130	Extruder Water Booster Pump	VFD	2.2	3.84	31	6.9
8	MTR0200	Dye 1 Premix Tank Agitator	DOL	0.4	0.75	6	6
9	MTR0280	Dye 1 Tank Transfer Pump	DOL	0.4	0.75	6	6
10	MTR0210	Dye 1 Supply Tank Agitator	DOL	0.4	0.75	6	6
11	MTR0305	Dye 1 Metering Pump	VFD	0.8	1.48	12	4.5
12	MTR0220	Dye 2 Premix Tank Agitator	DOL	0.4	0.75	6	6
13	MTR0310	Dye 2 Tank Transfer Pump	DOL	0.4	0.75	6	6
14	MTR0230	Dye 2 Supply Tank Agitator	DOL	0.4	0.75	6	6
15	MTR0365	Dye 2 Metering Pump	VFD	0.8	1.48	12	4.5
CARGAS ESPECIALES							
1	MTR1250	Extrusor	VFD	280	472.68	3781	907
NOTA DOL = 8 In SOFT = 3.5 In VFD = Maxima Corriente de Transicion según EETT							



ANALISIS ECONOMICO EN EL ARRANQUE DE MOTORES

DRYER MOTORS AREA		NUMERO TOTAL DE MOTORS 29					
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS DE CORRIENTE		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	CORRIENTE NOMINAL [In]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Directos [Ia]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Electronicos [Ia]
1	MTR2060	Dryer spreader Motor	VFD	0.60	1.09	9	3.5
2	MTR2070	Dryer Spreader Cooling fan motor starter	DOL	1.00	1.88	15	15
3	MTR2300	Dryer Top bed run command	VFD	0.60	1.07	9	3.5
4	MTR2370	Dryer Bottom bed run command	VFD	0.60	1.07	9	3.5
5	MTR2385	Dryer Middle bed run command	VFD	0.60	1.01	8	3.5
6	MTR2100	Dryer circulation fan 1 run command	DOL	7.50	13.10	105	105
7	MTR2120	Dryer circulation fan 2 run command	DOL	7.50	13.10	105	105
8	MTR2140	Dryer circulation fan 3 run command	DOL	7.50	13.10	105	105
9	MTR2160	Dryer circulation fan 4 run command	DOL	7.50	13.10	105	105
10	MTR2180	Dryer circulation fan 5 run command	DOL	7.50	13.10	105	105
11	MTR2200	Dryer circulation fan 6 run command	DOL	7.50	13.10	105	105
12	MTR2220	Dryer circulation fan 7 run command	DOL	7.50	13.10	105	105
13	MTR2240	Dryer circulation fan 8 run command	DOL	7.50	13.10	105	105
14	MTR2400	Dryer exhaust fan motor starter	SOFT	37.00	67.73	542	237.0540896
15	MTR2390	Dryer exhaust cyclone airlock motor starter	DOL	0.60	1.07	9	9
16	MTR2075	Dryer cooling Fan	SOFT	22.40	38.67	309	135.3596325
17	MTR2395	Dryer cooling cyclone airlock motor starter	DOL	0.60	1.07	9	9
18	MTR2080	Dryer fines auger 1 motor starter	DOL	0.40	0.76	6	6
19	MTR2320	Dryer fines auger 2 motor starter	DOL	0.40	0.72	6	6
20	MTR2420	Dryer combustion blower 1 motor starter	DOL	0.60	1.14	9	9
21	MTR2520	Dryer combustion blower 2 motor starter	DOL	0.60	1.14	9	9
22	MTR2620	Dryer combustion blower 3 motor starter	DOL	0.60	1.14	9	9
23	MTR2720	Dryer combustion blower 4 motor starter	DOL	0.60	1.14	9	9
24	MTR2375	Dryer Discharge Conveyor 1	DOL	0.3	0.51	4	4
25	MTR2376	Dryer Discharge Conveyor 2	DOL	0.3	0.51	4	4
26	MTR4200	Hoist for bag discharge system	VFD	2.2	3.71	30	8.3
27	MTR4160	Vertical Cooler Cyclone Inlet Airlock	DOL	2.2	3.82	31	31
28	MTR4120	Vertical Cooler Fan	VFD	44.7	79.97	640	112.8
29	MTR4110	Vertical Coole Cyclone airlock	DOL	2.2	4.18	33	33

NOTA

DOL = 8 In

SOFT = 3.5 In

VFD = Maxima Corriente de Transicion según EETT



ANALISIS ECONOMICO EN EL ARRANQUE DE MOTORES

LIQUID INTAKE AND COATER		NUMERO TOTAL DE MOTORS					
AREA				32			
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS DE CORRIENTE		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	CORRIENTE NOMINAL [In]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Directos [Ia]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Electronicos [Ia]
1	MTR7000	Dry Product Infeed Bucket Elevator	DOL	3.00	5.56	44	44
2	MTR7010	Preconditioner Fat Liquid Metering Pump	VFD	0.37	0.63	5	2.3
3	MTR7020	Preconditioner Fish Oil Metering Pump	VFD	0.37	0.63	5	2.3
4	MTR7030	Preconditioner Phosphoric Acid Metering Pump	VFD	0.37	0.63	5	2.3
5	MTR7040	Preconditioner Nucleo Metering Pump	VFD	0.37	0.63	5	2.3
6	MTR7048	Coater Zoa Digest Metering Pump	VFD	0.37	0.63	5	2.3
7	MTR7049	Coater Liquid Metering Pump	VFD	0.37	0.63	5	2.3
8	MTR7050	Preconditioner Slurry Metering Pump	VFD	0.37	0.63	5	2.3
9	MTR7200	Liquid Truck Unload pump	DOL	15.00	27.13	217	217
10	MTR7230	Liquid Fish Oil Container Transfer Pump	DOL	5.50	10.19	82	82
11	MTR7240	Liquid Mixings Tank 1 Distribution Pump	VFD	2.20	3.84	31	8.3
12	MTR7300	Liquids Poultry Fat Tank Agitator	DOL	2.20	3.84	31	31
13	MTR7310	Liquids Cow Fat Tank Agitator	DOL	2.20	3.84	31	31
14	MTR7315	Liquid Mixings Tank 1 Agitator	DOL	2.20	3.84	31	31
15	MTR7390	Liquid Luteina Container Transfer Pump	DOL	5.50	10.32	83	83
16	MTR7400	Liquid Zoa Container Transfer Pump	DOL	5.50	10.32	83	83
17	MTR7410	Liquid Slurry Container Transfer Pump	DOL	5.50	10.32	83	83
18	MTR7420	Liquid Nucleo Container Transfer Pump	DOL	5.50	10.32	83	83
19	MTR7430	Liquid Phosphoric Acid Container Transfer Pump	DOL	5.50	10.32	83	83
40	MTR7711	Liquids Poultry Fat Distribution Pump	VFD	3.70	6.39	51	14.3
21	MTR7712	Liquids Cow Fat Distribution Pump	VFD	3.70	6.54	52	14.3
22	MTR0203	Infeed Rotary Feeder	VFD	1.11	2.08	17	4.5
23	MTR0204	Mist Coater 1 dry disk	DOL	0.74	1.28	10	10
24	MTR0206	Mist Coater 1 liquid disks	DOL	1.48	2.53	20	20
25	MTR0207	Mist Coater 1 mixing screws	VFD	2.22	3.79	30	8.3
26	MTR0304	Mist Coater 2 dry disk	DOL	0.74	1.25	10	10
27	MTR0306	Mist Coater 2 liquid disks	DOL	1.48	2.71	22	22
28	MTR0307	Mist Coater 2 mixing screws	VFD	2.22	3.79	30	8.3
29	MTR0311	Powder Feeder Screw	VFD	1.11	1.96	16	4.5
30	MTR0312	Powder Hopper Agitator	DOL	0.37	0.67	5	5
31	MTR0401	Liquid 1 fat pump	VFD	5.55	10.16	81	21.5
32	MTR0403	Liquid 2 flavor pump	VFD	5.55	10.16	81	21.5

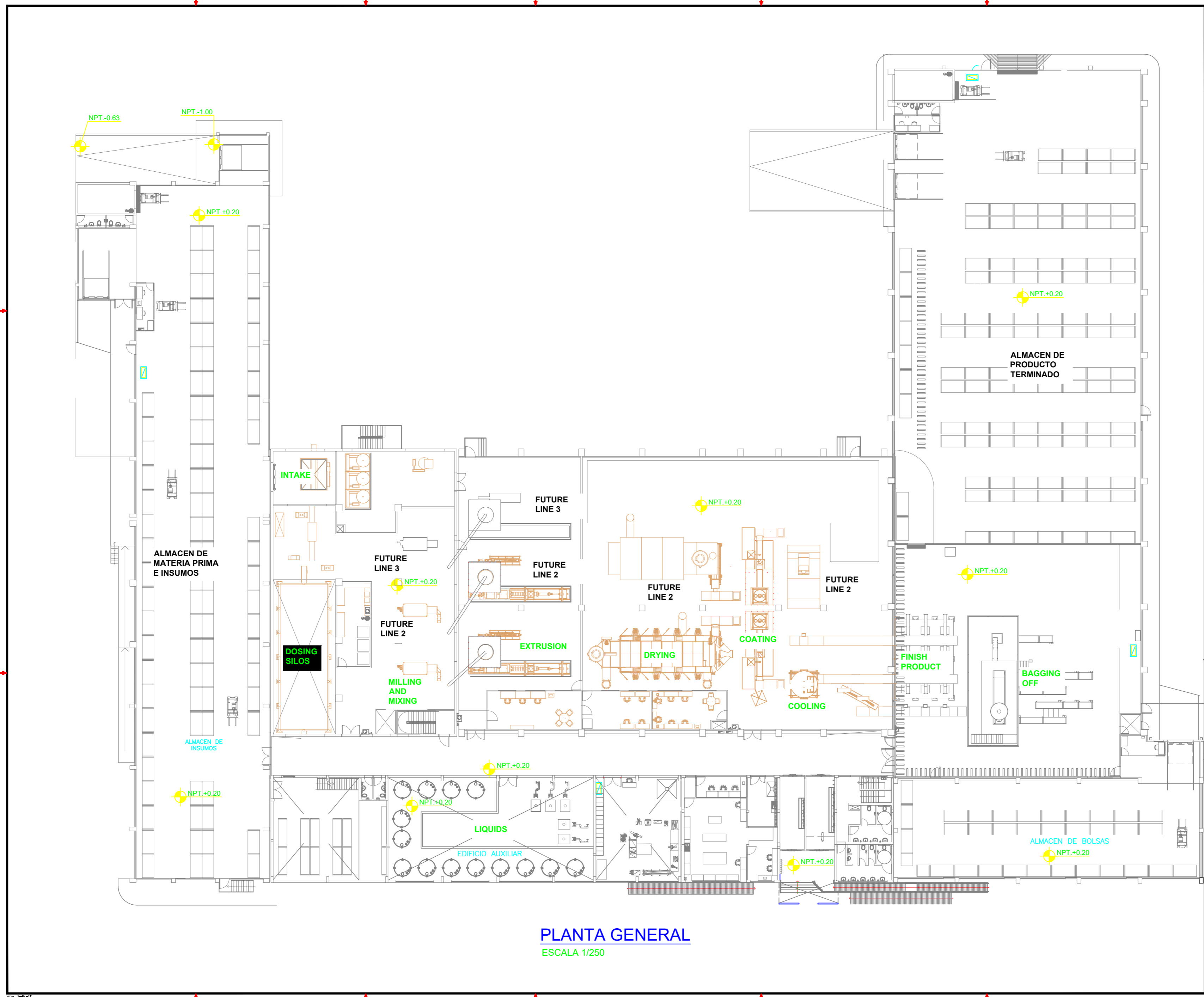
NOTA:
DOL = 8 In
SOFT = 3.5 In
VFD = Maxima Corriente de Transicion según EETT



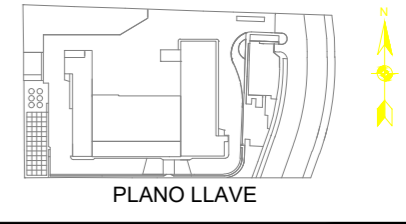
ANALISIS ECONOMICO EN EL ARRANQUE DE MOTORES

PACKING MOTORS		NUMERO TOTAL DE MOTORS					
AREA							
ITEM	TAG	DATOS DEL MOTOR			DATOS DE CORRIENTE		
		DESCRIPCION	TIPO DE ARRANQUE	KW	CORRIENTE NOMINAL [In]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Directos [Ia]	CORRIENTE ARRANQUE Arrancadores Electronicos [Ia]
1	MTR8060	Finished Product Bins 1-4 above FP silos	DOL	1.0	1.90	15	15
2	MTR8070	Finished Product Bins 5-8 above FP silos	DOL	1.0	1.90	15	15
3	MTR8080	Finished Product Bins 9-12 above FP silos	DOL	1.0	1.90	15	15
4	MTR8450	Finished Product Bin1	VFD	0.6	1.02	8	3.5
5	MTR8460	Finished Product Bin2	VFD	0.6	1.02	8	3.5
6	MTR8470	Finished Product Bin3	VFD	0.6	1.02	8	3.5
7	MTR8480	Finished Product Bin4	VFD	0.6	1.02	8	3.5
8	MTR8490	Finished Product Bin5	VFD	0.6	1.02	8	3.5
9	MTR8500	Finished Product Bin6	VFD	0.6	1.02	8	3.5
10	MTR8510	Finished Product Bin7	VFD	0.6	1.02	8	3.5
11	MTR8520	Finished Product Bin8	VFD	0.6	1.02	8	3.5
12	MTR8530	Finished Product Bin9	VFD	0.6	1.02	8	3.5
13	MTR8540	Finished Product Bin10	VFD	0.6	1.02	8	3.5
14	MTR8550	Finished Product Bin11	VFD	0.6	1.02	8	3.5
15	MTR8560	Finished Product Bin12	VFD	0.6	1.02	8	3.5
16	MTR8561	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2	2.25	18	18
17	MTR8570	Finished Product Bins 1,2,7,8	DOL	1.2	2.25	18	18
18	MTR8580	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2	2.25	18	18
19	MTR8590	Finished Product Bins 3,4,9,10	DOL	1.2	2.25	18	18
20	MTR8600	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2	2.25	18	18
21	MTR8610	Finished Product Bins 5,6,11,12	DOL	1.2	2.25	18	18
22	MTR8620	Finished Product Bins Bypass Conveyor	DOL	1.1	1.86	15	15
23	MTR8650	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor	VFD	9.2	16.25	130	41.6
24	MTR8670	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 2	VFD	18.3	33.10	265	49.2
25	MTR8680	Finished Product Bins Bypass Belt Conveyor 3	VFD	1.1	2.06	17	4.5
26	MTR8710	Packaging Sifter 1	DOL	0.9	1.52	12	12
27	MTR8720	Packaging Sifter 2	DOL	0.9	1.52	12	12
28	MTR8740	Packaging Line 1	DOL	0.5	0.93	7	7
29	MTR8741	Packaging Line 1	DOL	0.5	0.93	7	7
30	MTR8750	Packaging Line 2	DOL	0.5	0.93	7	7
31	MTR8751	Packaging Line 2	DOL	0.5	0.93	7	7
32	MTR8760	Packaging Line 3	DOL	0.5	0.93	7	7
33	MTR8761	Packaging Line 3	DOL	0.5	0.93	7	7
34	MTR8000	Finished Product Bins Bucket Elevator	DOL	3.0	5.43	43	43
35	MTR8690	Packaging Infeed Bucket Elevator	DOL	2.2	3.76	30	30

NOTA:
DOL = 8 In
SOFT = 3.5 In
VFD = Maxima Corriente de Transicion según EETT



PLANTA GENERAL
ESCALA 1/250



NOTAS:



REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	REVISADO

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



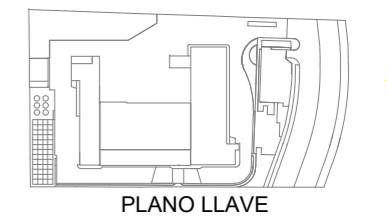
TÍTULO:
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
EN MT/BT
PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES
DE CENTRO CONTROL DE MOTORES Y
COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

SUB PROYECTO:

NOMBRE:
DISTRIBUCION DE PLANTA



ESCALA	FASE	NUMERO DE REVISIÓN	FECHA



LEYENDA:

LEYENDA	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	CELDA DE LLEGADA CON REMONTE COMPACTA, 24KV.
2	CELDA DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN DE BARRAS INCLUYE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EN SF6, 24KV, 630A. SISTEMA DE MEDICIÓN MULTIFUNCIÓN (MMF) CON REGISTRADOR RELE DE PROTECCIÓN MULTIFUNCIÓN.
3	CELDA DE REMONTE, COMPACTA, 24KV.
4	CELDA DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA, INCLUYE INTERRUPTOR AUTOMÁTICO EN SF6, 24KV, 630A RELE DE PROTECCIÓN MULTIFUNCIÓN.
10	TABLERO GENERAL 1 TG-1 BT
11	BANCO DE CONDESANDORES LINEA 1
12	BANCO DE CONDESANDORES LINEA 2 FUTURO
13	BANCO DE CONDESANDORES LINEA 3 FUTURO
14	T-DISTRIBUCION SALA ELECTRICA BT LINEA 1
15	T-DISTRIBUCION SALA ELECTRICA BT LINEA 2 FUTURO
16	T-DISTRIBUCION SALA ELECTRICA BT LINEA 3 FUTURO

ELABORADO POR:	DM
REVISADO POR:	
APROBADO POR:	
CALIFICACION:	

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA

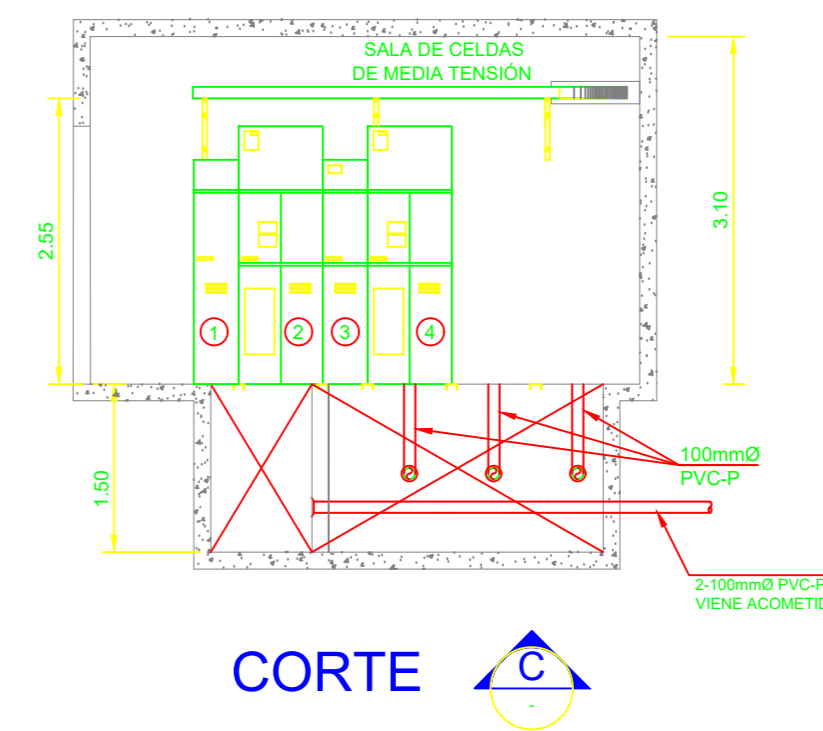
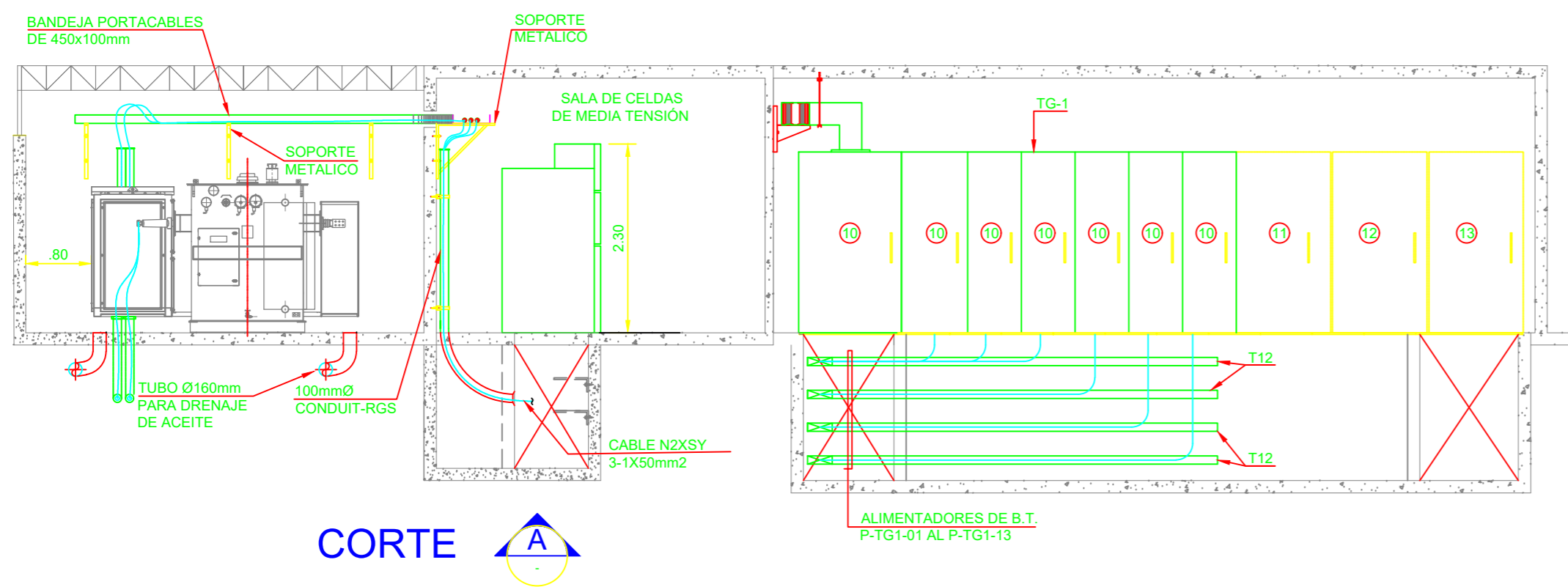
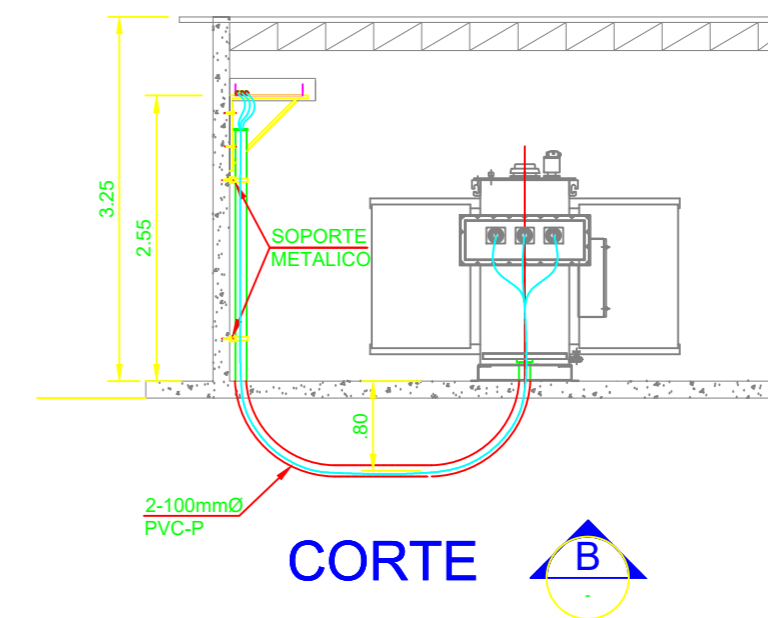
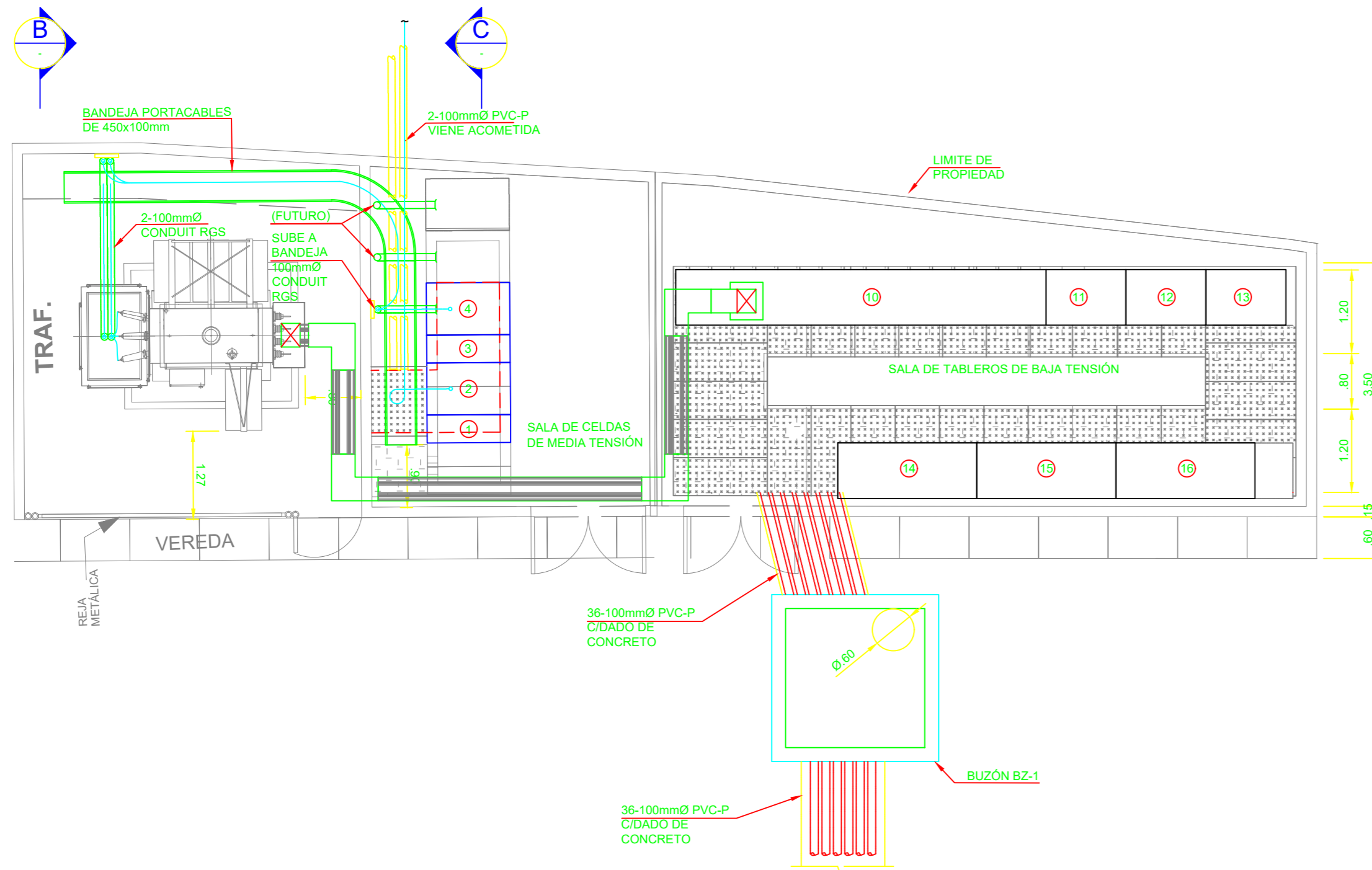


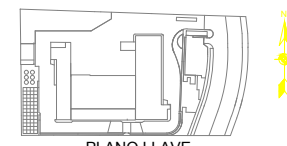
TÍTULO:
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

SUB-PROYECTO:
NOMBRE:
ARREGLO DE SUBESTACION ELÉCTRICA Y SALA DE BAJA TENSION



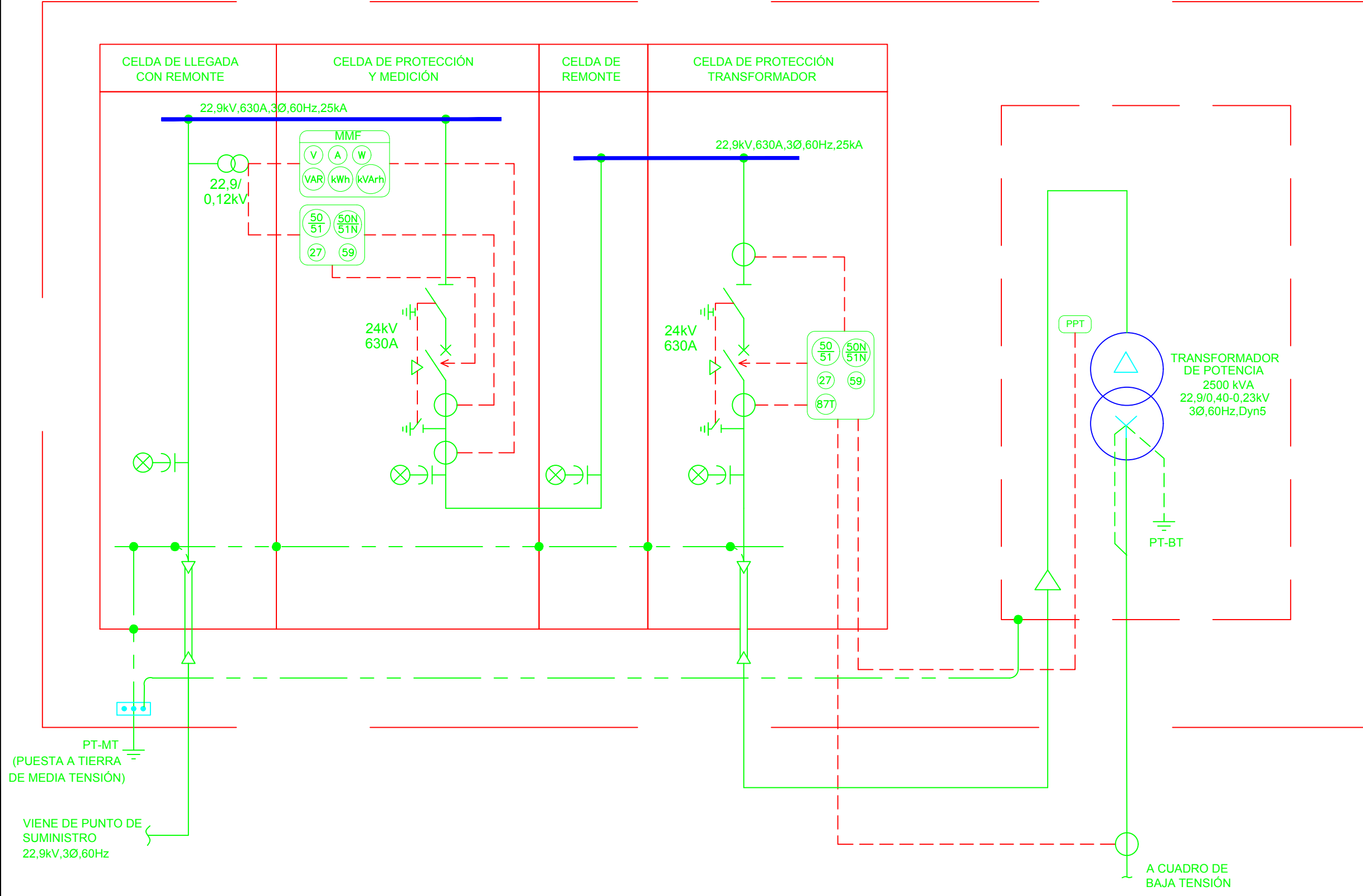
ESCALA:	1:50	FASE:		NÚMERO DE REVISIÓN:		FECHA:	
PLANO N°:	1/1	CODIGO:					





PLANO LLAVE

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA



LEYENDA	
	MEDIDOR ELECTRÓNICO MULTIFUNCIÓN CON CAPACIDAD DE MEDIR POTENCIA, VOLTAJE Y CORRIENTE
	RELÉ DE MÍNIMA TENSIÓN
	RELÉ DE SOBRETENSIÓN
	RELÉ DE SOBRECORRIENTE DEL NEUTRO
	RELÉ DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEO
	RELÉ DE SOBRECORRIENTE TEMPORIZADO
	RELÉ DIFERENCIAL DE TRANSFORMADOR
	PROTECCIÓN PROPIA DEL TRANSFORMADOR

ELABORADO POR:	CSM
REVISADO POR:	
APROBADO POR:	
CAPITULO:	

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



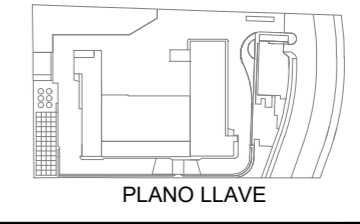
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
EN MT/BT PARA ALIMENTACION DE FUERZA
A TRAVES DE CENTRO CONTROL DE MOTORES
Y COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

SUB-PROYECTO:

NOBRE:
DIAGRAMA UNIFILAR DE
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

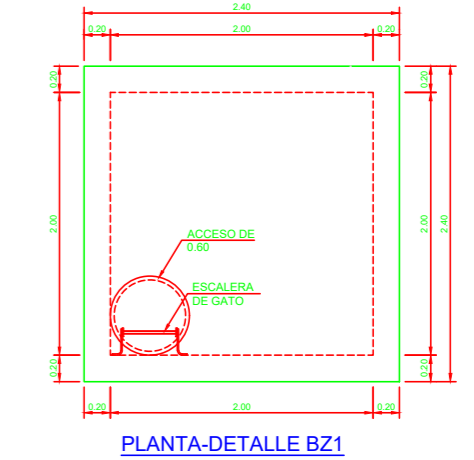


ESCALA:	S/E	FASE:		NÚMERO DE REVISOR:		FECHA:	
PLANO Nº:	1/1	CODIGO:					

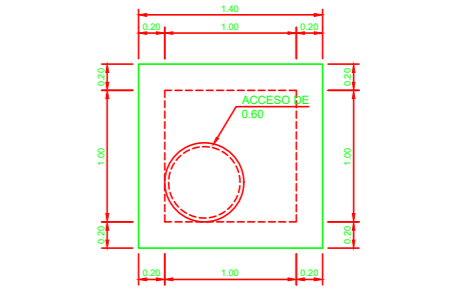


PLANO LLAVE

LEYENDA:



PLANTA-DETALLE BZ1



DETALLE PLANTA-BZ2

REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	REVISADO	FECHA	FIRMA

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



TÍTULO:
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
EN MT/BT
PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES
DE CENTRO CONTROL DE MOTORES Y
COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

SUB-PROYECTO:

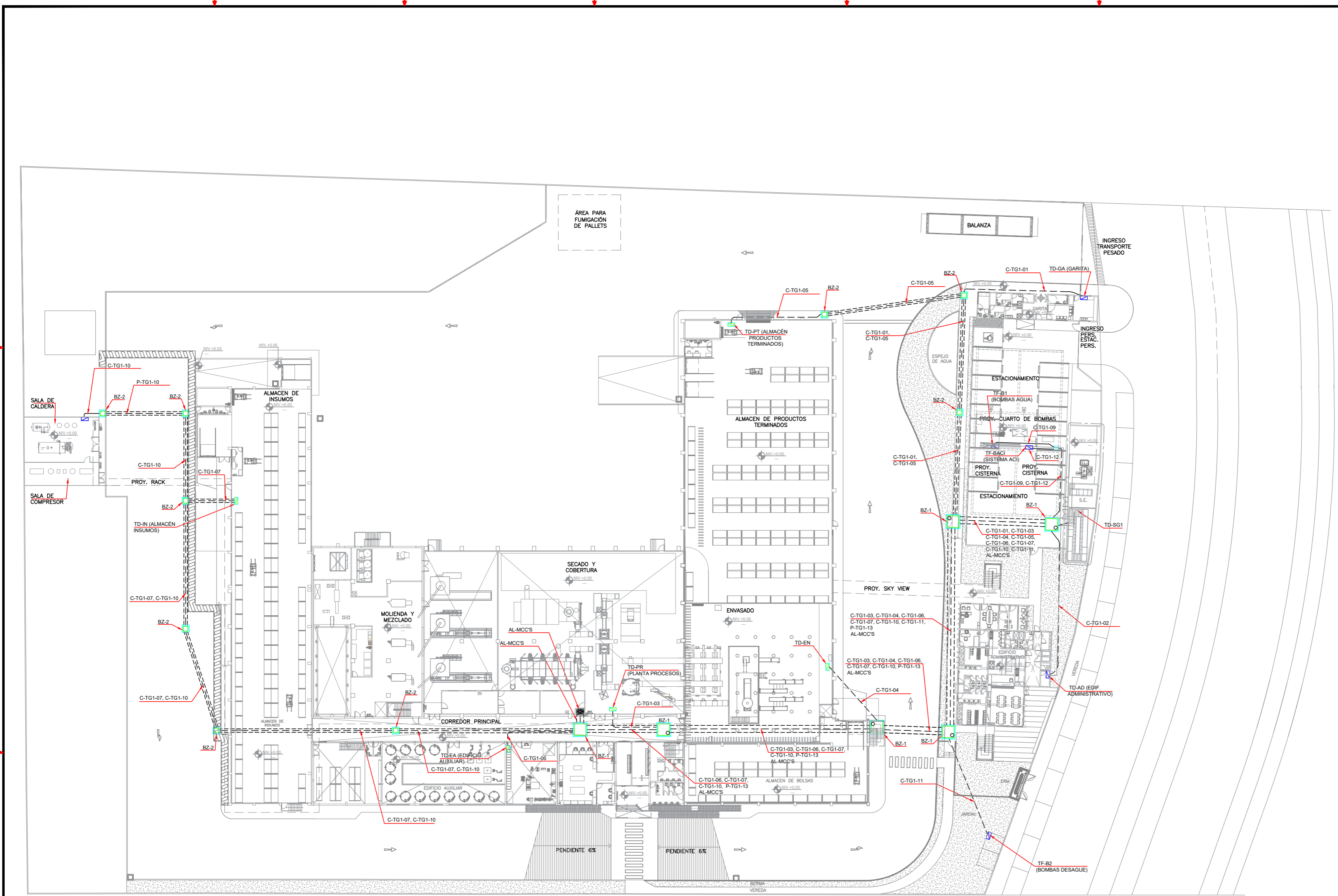
NOMBRE:

DETALLE DE RECORRIDO DE ALIMENTADORES

PROPIETARIO:

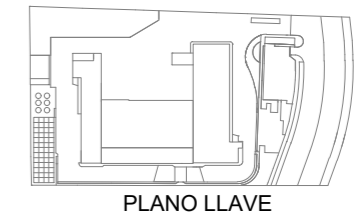
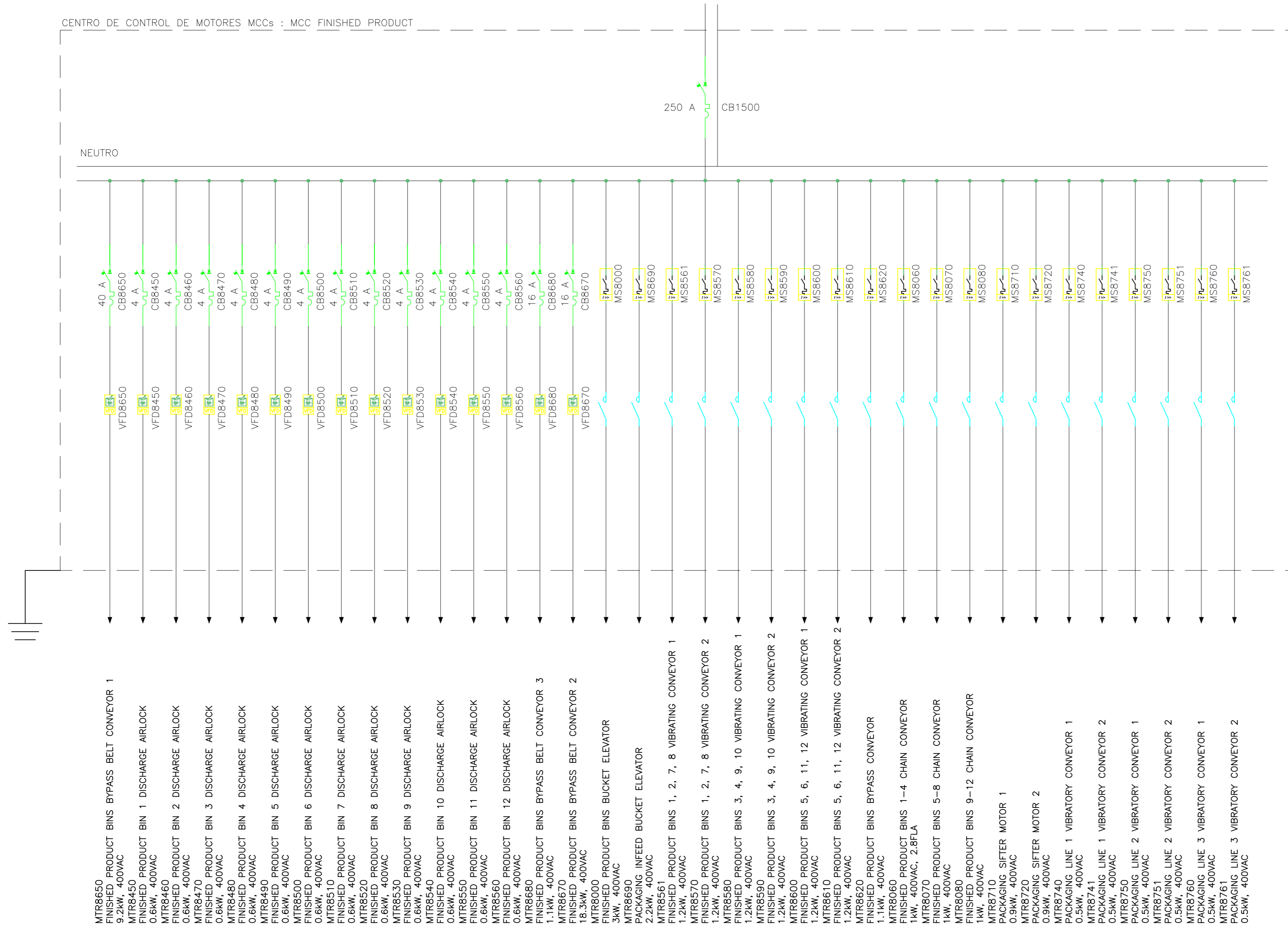


ESCALA	FASE	NÚMERO DE REVISIÓN	FECHA



VIENE DE TABLERO DE DISTRIBUCION GENERAL LINEA 1 MCC'S

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES MCCs : MCC FINISHED PRODUCT



LEYENDA:

- INTERRUPTOR TRIPOLAR DE POTENCIA
- GUARDAMOTOR CON PROTECCION TERMICA Y MAGNETICA E INDICACION DE ESTADO
- CONTACTOR TRIPOLAR
- SOFT STARTER ELECTRONICO
- VARIADOR DE VELOCIDAD
- PUESTA A TIERRA

REV. N°	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	REVISADO

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



TITULO:
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
EN MT/BT
PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES
DE CENTRO CONTROL DE MOTORES Y
COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

SUB-PROYECTO:
NOMBRE:
DIAGRAMA UNIFILAR INSTALACION
BT
08 DE 08



ESCALA:	FASE	NUMERO DE REVISION:	FECHA:
PLANO N°:			

MCC INTAKE AND DOSIING

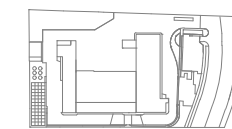
2488,13

LUG COMPARTMENT	MTR5070	MTR5571	MTR5710	MTR5870	
	MTR5085	MTR5580	MTR5720	MTR5880	
MEDIDOR	MTR5090	MTR5581	MTR5730	MTR5900	
	MTR5110	MTR5590	MTR5740		
	MTR5130	MTR5591	MTR5750		
MTR5020	MTR5170	MTR5640	MTR5830		
MTR5030	MTR5190	MTR5650		SPARE	
MTR5040	MTR5820	MTR5660			
	MTR5560	MTR5670	MTR5840		
MTR5050	MTR5561	MTR5680			
	MTR5570	MTR5690			
		MTR5700	MTR5860		

2540

MCC-101

MCC INTAKE AND DOSIING



PLANO LLAVE



REV. N°	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	REVISADO	FECHA

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT
PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO
CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA
REACTIVA

SUB-PROYECTO

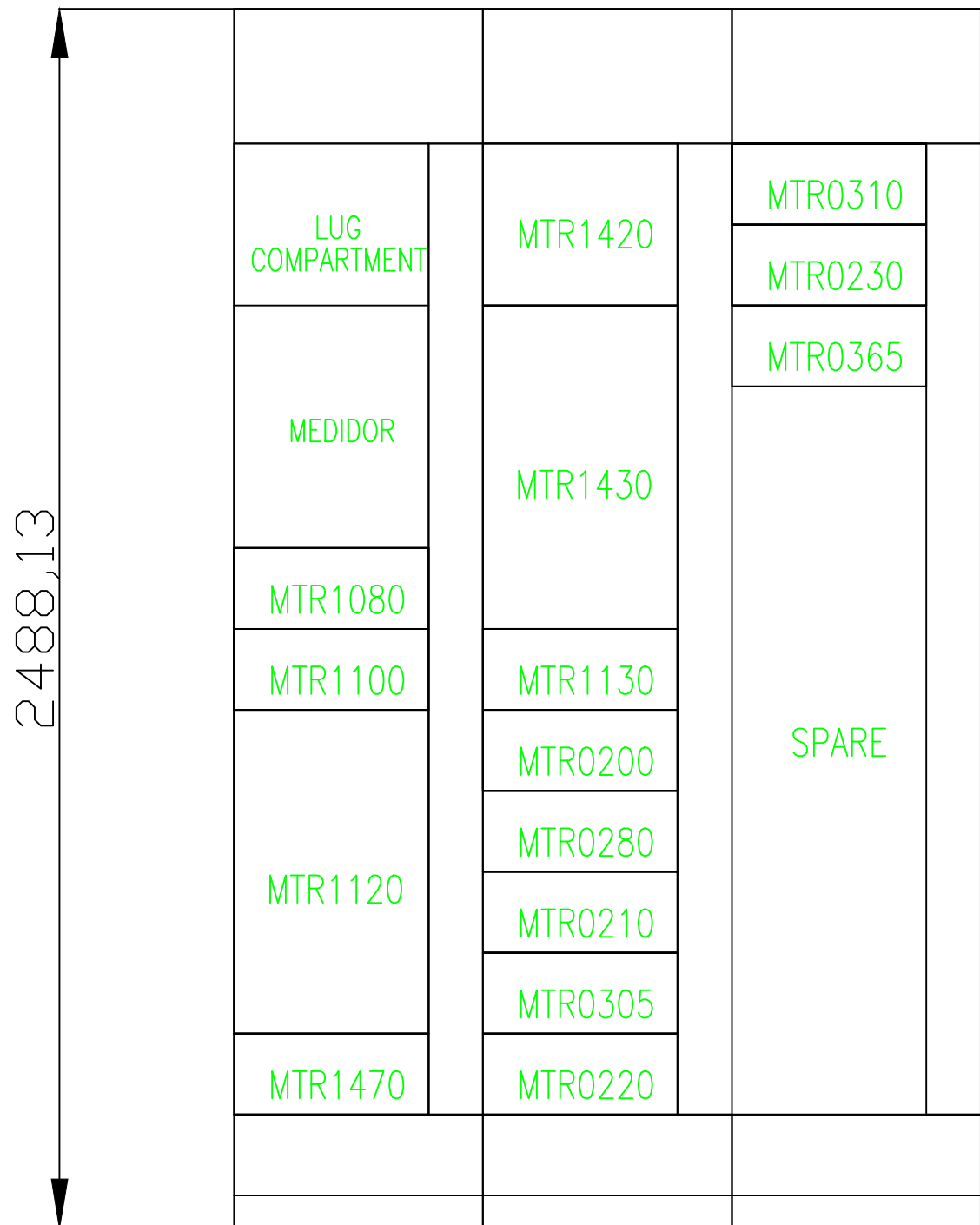
NOMBRE:
DISEÑO DE CCM
CCM - INTAKE AND DOSING



ESCALA:	FASE:	NUMERO DE REVISION:	FECHA:
PLANO N°:		CODIGO:	

DISEÑO: Ricardo Manrique Jaeger

MCC EXTRUDER



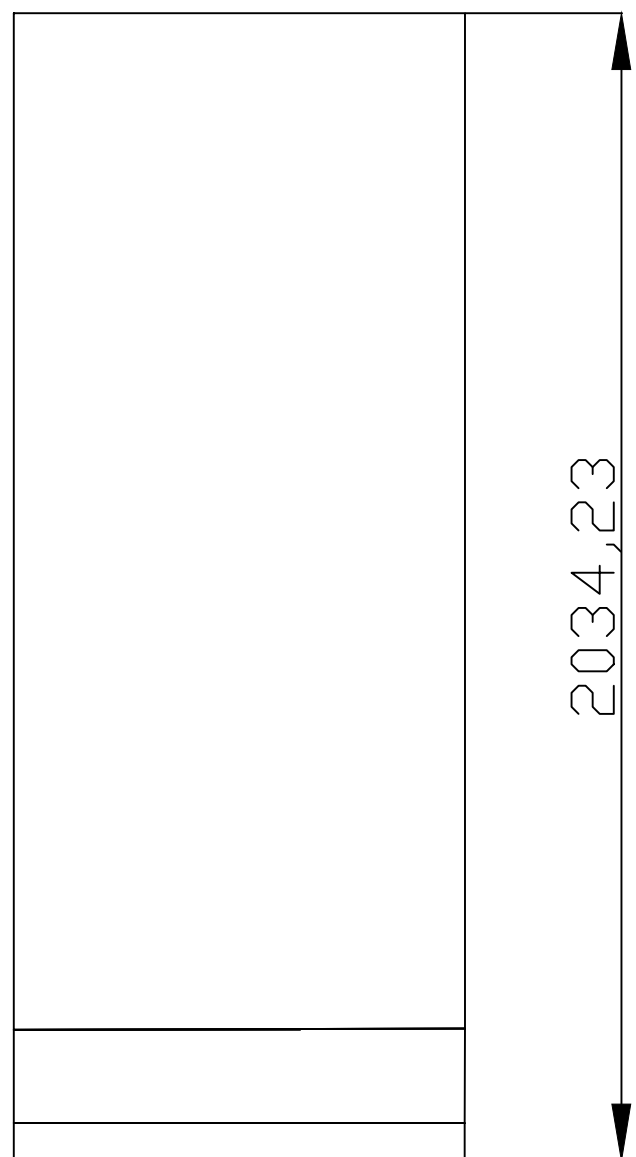
2488,13

1524

MCC-103

MCC EXTRUDER

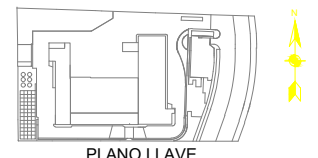
EXTRUDER



800

MTR1250

EXTRUDER



PLANO LLAVE



REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	REVISADO	FECHA	FIRMA

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



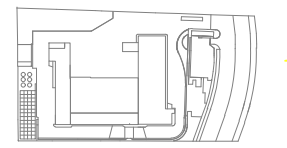
TÍTULO:
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT
PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO
CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA
REACTIVA

SUB-PROYECTO:
NOMBRE:
DISEÑO DE CCM
CCM - EXTRUDER



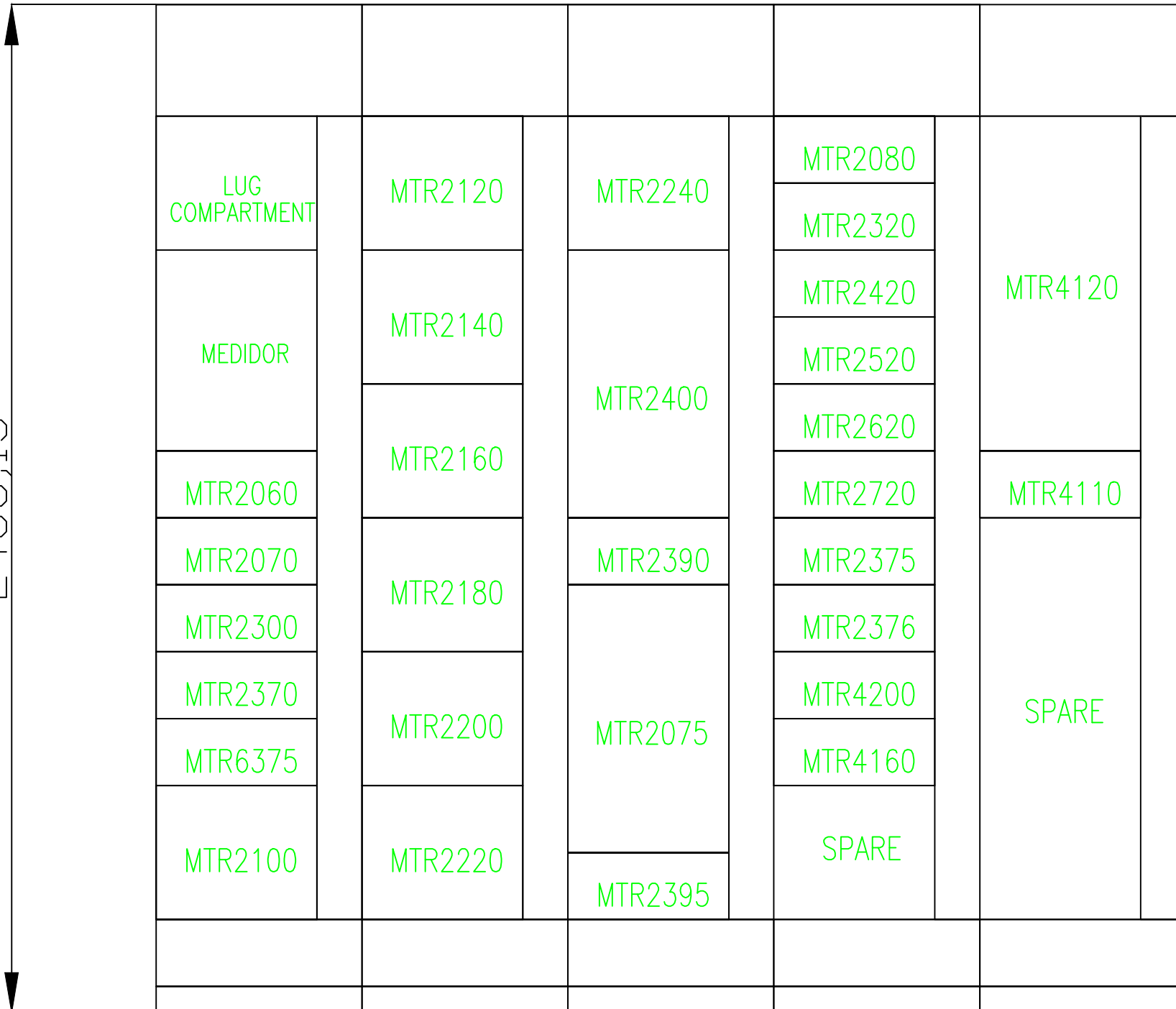
ESCALA:	FASE:	NÚMERO DE REVISIÓN:	FECHA:
PLANO N°:		CODIGO:	

MCC DRYER



PLANO LLAVE

2488,13



2540

MCC-104

MCC DRYER



REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	REVISADO

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



CONTRATISTA:
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT
PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO
CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA
REACTIVA

SUB-PROYECTO:
NOMBRE:
DISEÑO DE CCM
CCM - DRYER



ESCALA:	FASE:	NÚMERO DE REVISIÓN:	FECHA:
PLANO N°:		CODIGO:	

MCC FINISH LINE

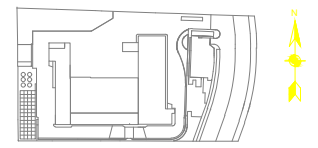
2488,13

LUG COMPARTMENT	MTR8490	MTR8600	MTR8750
	MTR8500	MTR8610	MTR8751
MEDIDOR	MTR8510	MTR8620	MTR8760
	MTR8520	MTR8650	MTR8761
	MTR8530		MTR8800
	MTR8060	MTR8540	MTR8690
MTR8070	MTR8550	SPARE	
MTR8080	MTR8560		
MTR8450	MTR8561		
MTR8460	MTR8570		
MTR8470	MTR8580		
MTR8480	MTR8580		

2032

MCC-106

MCC FINISH LINE



PLANO LLAVE



REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	REVISADO	FECHA	FIRMA

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA

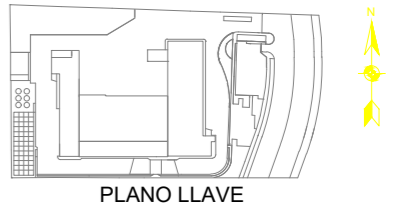
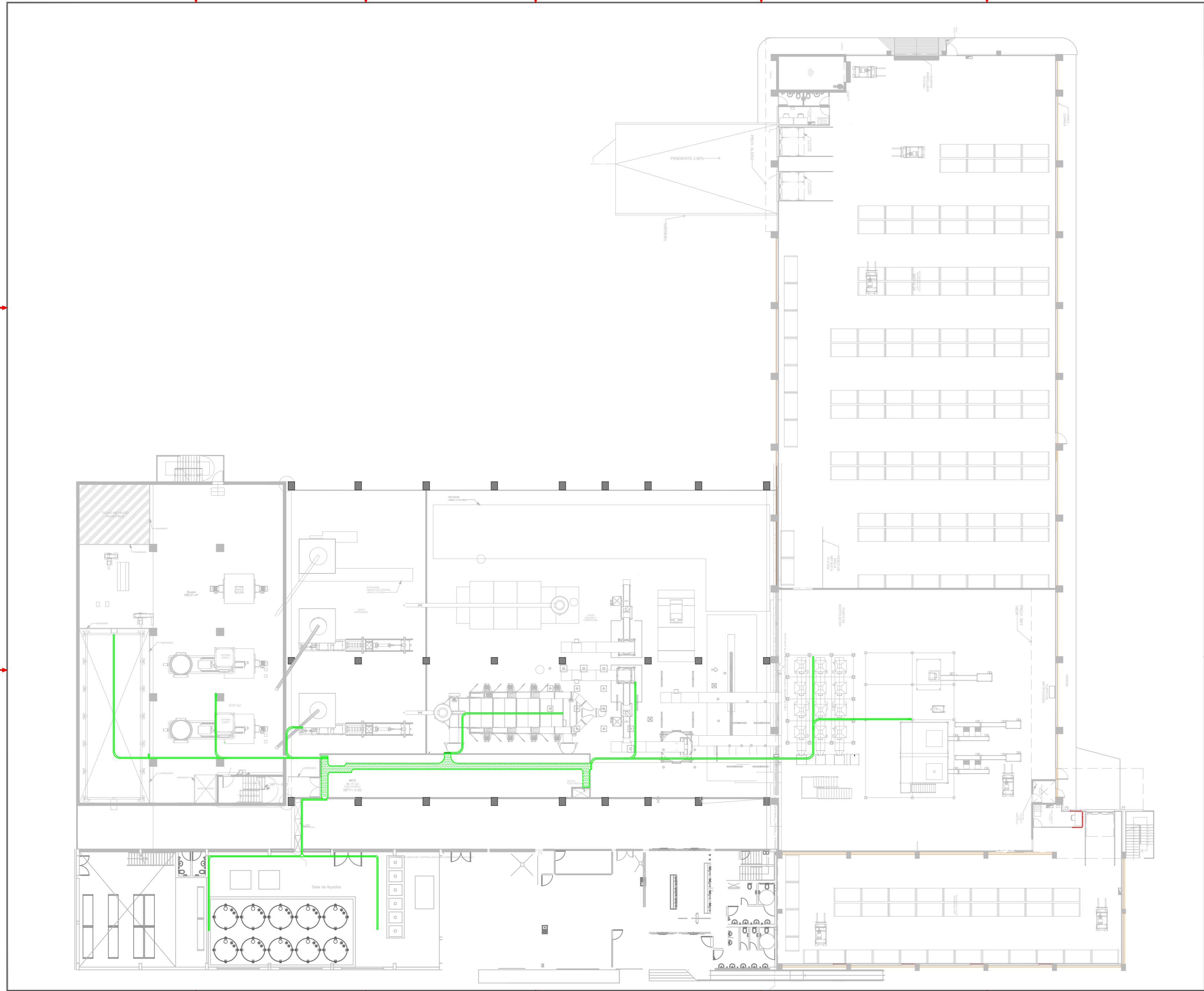


CONTRATISTA:
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT
PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO
CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA
REACTIVA

SUB-PROYECTO:
NOMBRE:
DISEÑO DE CCM
CCM - FINISH LINE

PROPIETARIO:
molitalia

ESCALA:	FASE:	NÚMERO DE REVISIÓN:	FECHA:
PLANO N°:	CODIGO:		



LEYENDA:

1. BANDEJAS EN PARALELO PORTA CABLES SIN TAPA, FABRICADA DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE (HDG)
2. TIPO MALLA O REJILLA
3. ANCHO DE BANDEJA 600 mm.Y 300mm, CON ALA DE 100MM DEBE INCLUIR ACCESORIOS (PERNOS, ARANDELAS, ABRAZADERAS Y PLACAS DE EMPALME) DE ACERO GALVANIZADO DE ACUERDO A LA NORMA VE 1, CLASE 20C.
4. PARA EL MONTAJE SE DEBERA UTILIZAR SOPORTERIA UNISTRUT

REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	REVISADO

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



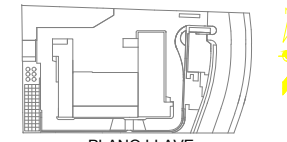
TÍTULO:
TESIS
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT
PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

SUBPROYECTO:

NOMBRE:
RECORRIDO DE BANDEJA VISTA EN PLANTA



ESCALA	FASE	NUMERO DE REVISION	FECHA



PLANO LLAVE

LEYENDA:

LEYENDA	
	INTERRUPTOR TRIPOLAR DE POTENCIA
	BANCO DE CONDENSADORES TRIFASICO
	TRANSFORMADOR
	PUESTA A TIERRA

NOTAS:

1.- BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO TRIFASICO DE 480 KVAR, 400-380V, 60HZ. CON REGULADOR AUTOMATICO. 5 PASOS REGULACION 1:2:3 1X40, 1X80, 3X50.

DISEÑADO POR:	CSM
REVISADO POR:	
APROBADO POR:	

BACHILLERES:
RICARDO MANRIQUE JAEGER
CARLO SANZ MOYA



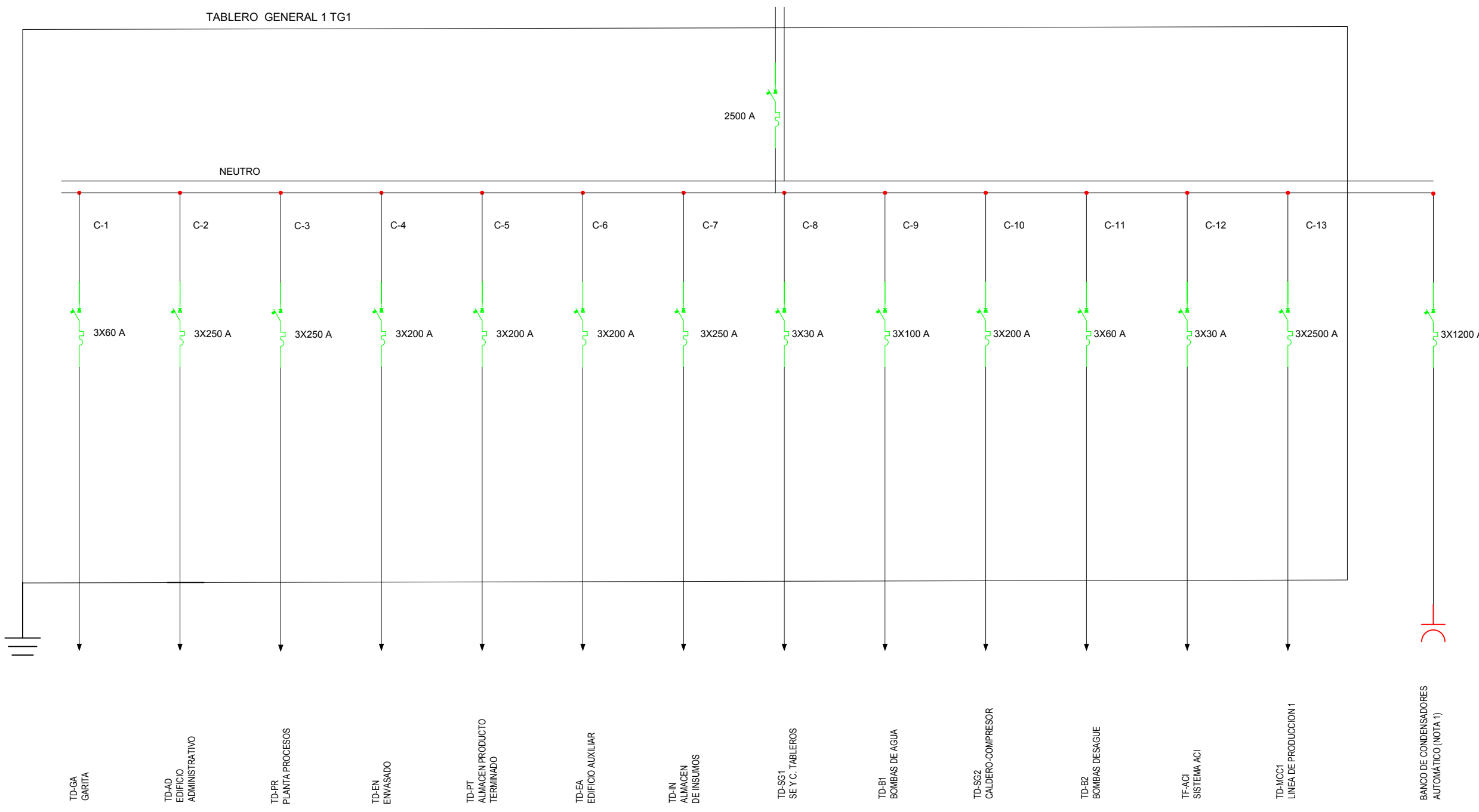
TÍTULO:
ESTUDIO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MT/BT PARA ALIMENTACION DE FUERZA A TRAVES DE CENTRO CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACION DE ENERGIA REACTIVA

SUB PROYECTO:

NOMBRE:
CONEXIÓN BANCO AUTOMATICO DE CONDENSADORES

PROPIETARIO:
molitalia

ESCALA:	S/E	FASE:	NÚMERO DE REVISIÓN:	FECHA:
PLANO Nº:	1/1	CODIGO:		



BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO (NOTA 1)