REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA

"DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA CORTADORA DE PLANCHAS DE SILLAR, GRANITO Y AFINES PARA LISTONERÍA"

Trabajo de Tesis presentado por el Bachiller:

BRYAN MARIO ORIHUELA LLANOS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECATRÓNICO

AREQUIPA – PERÚ

2013

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

DEDICATORIA.....8

RESUMEN..... 10

ABSTRACT..... 11

INTRODUCCION..... 12

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 FUNDAMENTOS DEL PROYECTO.....14
1.2 NOMBRE DEL PROYECTO.....15
1.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO.....15
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO..... 16
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....16
1.6 ALCANCES.....17

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MÉTODO GENERALIZADO VDI 2221 DEL PROCEDIMIENTO EN EL PROCESO DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA.....19

2.1.1 Detallar el problema..... 19
2.1.2 Elaborar el concepto.....20
2.1.3 Proyectar.....23
2.1.4 Elaborar los detalles.....24
2.2 EL DISEÑO EN LA INGENIERÍA MECÁNICA.....25
2.2.1 Consideraciones de diseño.....26

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.2 Esfuerzo y Resistencia……27
2.2.3 Factor de diseño y factor de seguridad……29
2.3 CARGAS POR IMPACTO LINEAL……31
2.4 MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE PRODUCCION……33
2.4.1 Velocidad de Corte en Máquinas Herramienta……37
2.5 LA PIEDRA NATURAL……38
2.6 PROCESO DE ELABORACION DE LA PIEDRA NATURAL……41
2.7 SISTEMA DE CONTROL DE MOVIMIENTO……45
2.7.1 Variador de frecuencia……47
2.7.2 Motor de corriente alterna AC……51
2.7.2.1 Ventajas de los sistemas eléctricos……52
2.7.3 Sensor inductivo……53
2.7.4 Sensor Fotoeléctrico…… 54
2.7.5 Elección del Tipo de husillo: Trapezoidal o de Bolas……55
2.7.5.1 Husillos de Bolas……56
2.8 VIBRACION……57
2.8.1 Análisis modal de Vibraciones……59
2.9 FUNDAMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL…… 60
2.9.1 El PLC…… 60
2.9.2 Arquitectura de un PLC……61
2.9.3 Funciones Principales de un Controlador Lógico Programable……65
2.9.4 Funciones complementarias de uso Industrial……66

CAPITULO III

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EQUIPO

3.1 DETALLAR EL PROBLEMA……68
3.1.1 Asumir el problema en forma crítica……68
3.1.2 Estado de la Tecnología……68
3.1.3 Analizar la situación del Problema…… 69

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.4 Comprobar las posibilidades de la realización…… 69
3.1.5 Completar las exigencias, ordenarlas y cuantificarlas……69
3.1.6 Detallar la lista de exigencias……..72
3.2 ELABORACIÓN DEL CONCEPTO……74
3.2.1 Determinar la estructura de funciones principales……...74
3.2.2 Definición básica de las funciones de la máquina y herramientas para el diseño……75
3.2.3 Fijar los procesos técnicos……..77
3.2.4 Determinar las entradas y salidas de cada Proceso técnico (Black- box)…… 80
3.2.5 Problemas que presentan las salidas……84
3.2.6 Solucion Planteada a las salidas nocivas……..85
3.2.7 Principios tecnológicos posibles para solucionar un proceso Técnico…….. 85
3.2.8 Matriz morfológica…… 88
3.2.9 Bosquejos de las alternativas de solución resultantes…… 89
3.2.10 Concepto óptimo y variantes que lo condicionan……93
3.3 PROYECTAR…… 98
3.3.1 Determinar el proyecto preliminar……..98
3.3.2 Determinar los puntos de orientación para la elaboración de la forma (proyecto)……...99
3.3.3 Elaborar la forma estructural aproximada……...103
3.3.4 Representar el proyecto preliminar……..106
3.3.5 Determinar el tipo de material, procesos de fabricación de piezas, rugosidad superficial, calidad del acabado superficial……..107
3.3.6 Proyecto Óptimo……108
3.4 ELABORACIÓN DE DETALLES……..108
3.4.1 Detallar, elaboración de los detalles……108
3.4.2 Proporcionar la fundamentación……..109
3.4.3 Elaboración de las formas, dimensiones definitivas y completas……109
3.4.4 Determinar completa y definitivamente el material, clases de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

fabricación, tolerancias y calidad del acabado superficial…… 109
3.4.5 Representar las piezas, dimensionar, dar las tolerancias, la calidad del acabado superficial y material……..…109

CAPITULO IV

INGENIERIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EQUIPO

4.1 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE CORTE……110
4.2 FUERZA DE CORTE……..110
4.2.1 Peso del bloque de piedra……112
4.3 VELOCIDAD DE CORTE…….. 113
4.4 POTENCIA DEL MOTOR PARA EL CORTE……113
4.5 SELECCIÓN DEL MOTOR PARA EL CORTE…….. 114
4.5.1 Torque del motor de corte……..114
4.6 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA LINEAL……..115
4.6.1 Capacidad de Corte……...115
4.6.2 Recorrido útil de desplazamiento lineal……..115
4.6.3 Tiempo de corte……..116
4.6.4 Velocidad del sistema lineal para el corte……117
4.6.5 Fuerzas de compresión al husillo……117
4.6.5.1 Peso del bloque de piedra……...117
4.6.5.2 Peso de las regletas de fijación y medición…….. 117
4.6.5.3 Peso de la Base para la pieza……118
4.6.5.4 Peso del sistema desplazable (patines, carro y tuerca)……..119
4.6.6 Selección del Diámetro Nominal del Husillo de Bolas……119
4.6.7 Coeficiente de duración de vida……120
4.6.8 Velocidad crítica del eje del husillo……...121
4.6.9 Velocidad límite del mecanismo (velocidad máxima aplicada durante cortos periodos de tiempo)……..121
4.6.10 Eficacia teórica……122
4.6.10.1 Eficacia Directa……122
4.6.10.2 Eficacia Indirecta……..……...123

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.6.11 Eficacia práctica……..122
4.6.12 Par de entrada en estado de reposo…… 123
4.7 POTENCIA DEL MOTOR PARA EL SISTEMA DE MOVIMIENTO LINEAL……124
4.8 SELECCIÓN DEL MOTOR PARA EL SISTEMA DE MOVIMIENTO LINEAL……125
4.8.1 Torque del motor para el desplazamiento lineal……125
4.9 SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA……126
4.10 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MOVIMIENTO LINEAL……126
4.11 SELECCIÓN DE LA ELECTROBOMBA……129
4.12 ANALISIS ESTRUCTURAL……134
4.12.1 Peso de la estructura principal……134
4.12.2 Peso de la estructura de fijación en forma de I……137
4.12.3 Peso de la estructura de soporte de piezas……139
4.12.4 Peso de la chapa en forma de C……140
4.12.5 Peso de la guarda de seguridad……143
4.12.6 Peso del depósito para el líquido refrigerante……146
4.12.7 Peso de la consola del control automático……148
4.12.8 Fuerza radial máxima originada por la rotación del Motor de corte……150
4.12.9 Piezas con Mayor Probabilidad de Falla……152
4.12.10 Vistas del conjunto máquina terminada…… 153
4.12.11 Análisis de la Carga de impacto sobre la estructura de la máquina cortadora de piedra natural……157
4.12.12 Esfuerzo flexionante máximo…… 160
4.12.12.1 Diagrama de fuerzas de la estructura de soporte de piezas……161
4.12.12.2 Diagrama de fuerzas de la chapa en forma de C……164
4.12.12.3 Diagrama de fuerzas de la guarda de Seguridad……167
4.12.12.4 Base para fijación de la pieza……170
4.12.12.5 Regletas de fijación……171
4.12.12.6 Peso del sistema de desplazamiento lineal y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal…… 172
4.12.12.7 Peso de la bandeja para el refrigerante y centro de masa

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

respecto del eje de coordenadas principal……...172
4.12.12.8 Peso del motor para el corte y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal……172
4.12.12.9 Peso del motor para el desplazamiento lineal y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal…… 172
4.12.12.10 Peso de la bomba hidráulica y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal……173
4.12.12.11 Peso del disco de corte y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal……173
4.12.12.12 Peso del bloque de piedra y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal……173
4.12.12.13 Fuerza radial máxima generada por el giro del motor y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal……173
4.12.13 Deflexión Máxima……..180
4.12.13.1 Ecuación de la deflexión del sistema……180
4.13 ANALISIS ESTRUCTURAL EN ALGOR……..182
4.13.1 Análisis de fuerzas……...182
4.13.2 Análisis de vibraciones……191
4.13.3 Características generales de la Máquina cortadora……....196

CAPITULO V

AUTOMATIZACION DE LA MÁQUINA

5.1 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN……198
5.1.1 Partes de la máquina que Intervienen en la Automatización……198
5.2 SOFTWARE DE PLC TWIDO SUITE PARA EL CONTROL, SUPERVISIÓN Y SIMULACIÓN DEL PROCESO AUTOMATIZADO…….. 201
5.2.1 Selección y características del Controlador Lógico Programable……...201
5.2.2 Parámetros de diseño del control automático…… 202
5.3 DEFINICIÓN DE SÍMBOLOS……206
5.4 PROGRAMA DE CONTROL, SUPERVISIÓN Y SIMULACIÓN CON

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

EL SOFTWARE TWIDO SUITE……208

5.5 EXPLICACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL……210

CAPITULO VI

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

6.1 PAUTAS PRINCIPALES DE FUNCIONAMIENTO Y LIMPIEZA…… 212

CONCLUSIONES……..214

RECOMENDACIONES……216

BIBLIOGRAFÍA…… 219

WEBGRAFRÍA……...220

ANEXOS…… 221

PLANOS……..340

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Norma.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien y por su amor incondicional.

A mi padre Mario.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha prodigado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y ser el pilar familiar.

A mi hermana Claudia Gianinna

Por ser el ejemplo de una hermana menor pero con madurez plena y de la cual aprendí aciertos y enseñanzas en momentos difíciles.

A mis maestros.

Ing. Sergio Mestas Ramos por su gran motivación para la elaboración y culminación de esta tesis; al Ing. Jorge Castro por su gran apoyo y orientación; al Ing. Mario

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Valencia por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional, al Ing. Cesar Castillo por apoyarme en su momento.

A mis amigos en general

Y finalmente a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis

¡Gracias a ustedes!

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN

En el Capítulo I Planteamiento Teórico, se evalúa, se define el por qué y se describe la secuencia de pasos para el diseño y automatización de una máquina cortadora de piedra natural.

En el Capítulo II Marco Teórico, se definen conceptos teóricos que son inherentes para este diseño.

En el Capítulo III Diseño estructural de la máquina, se aplica el método generalizado VDI2221 de procedimiento en el proceso de diseño y se dibuja el proyecto óptimo obtenido.

En el Capítulo IV Ingeniería de diseño, se realizan los cálculos justificativos del diseño, selección de piezas, fabricación y el análisis de la estructura terminada.

En el Capítulo V Automatización de la máquina, se diseña un programa en lenguaje Ladder para el control del proceso de corte.

En el Capítulo VI Mantenimiento y operación de la máquina, reúne una lista de recomendaciones para el mantenimiento y operación de la máquina.

Finalmente se puntualizan: las conclusiones, observaciones y recomendaciones de este proyecto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

Chapter I Theoretical Approach, assesses, defines why and describes the sequence of steps for the design and automation of natural stone cutting machine.

Chapter II theoretical Concepts, theoretical concepts are defined which are inherent to this design.

Chapter III Structural Design of the machine, applies VDI2221 generalized method of procedure in the design process and draws the obtained optimal project.

Chapter IV Design Engineering, supporting calculations are performed for the design, selection of parts, manufacture and analysis of the finished structure.

Chapter V Machine Automation, design a program in ladder language for controlling the cutting process.

Chapter VI Maintenance and operation of the machine, list of practical recommendations for the maintenance and operation of the machine.

Finally, we point out: the findings, observations and recommendations of this project.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

INTRODUCCION

El tema de tesis surge de la necesidad de diseñar una máquina para utilizar la piedra natural más específicamente, el sillar, que existe en la ciudad de Arequipa.

El sillar es usado con fines en decoración y revestimiento de ambientes interiores y exteriores, piletas, esculturas, monumentos y detalles arquitectónicos para obras públicas. El diseño debe ser de una máquina funcional, segura, confiable, innovadora, que pueda fabricarse, que pueda venderse en un mundo globalizado con eficiencia y competitividad. Finalmente que implemente un proceso de control automático que garantice la calidad de un producto final.

Gran parte del tema de tesis está orientado al proceso ordenado que se aplica para diseñar una máquina según una metodología establecida, así como el control, supervisión y simulación del proceso de corte aplicando conocimientos del área de Mecatrónica; está en la facultad de otra persona y/o empresa en materializar el producto, es decir fabricarlo.

En países industrializados actualmente, el proyectar y diseñar en forma sistemática es una técnica normal casi de rutina. La competencia obligo a las empresas de estos países a racionalizar y automatizar la fabricación. Ahora el cuello de botella está en la innovación de productos, haciendo necesario la sistematización del desarrollo de éstos.

El modelo para este diseño es “El método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño” método VDI Verein Deutscher Ingenieure (Asociación de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Ingenieros Alemanes) según norma VDI 2221 (enfoque sistemático para el diseño de sistemas técnicos y de productos).

A medida que el diseño avance será necesario realizar un análisis teórico de conceptos mecánicos, eléctricos y mecatrónicos, cálculos mecánicos y estructurales, selección de piezas y equipos, automatización del proceso de corte, selección y uso de software de diseño, software para el análisis estructural y software de control supervisión y simulación industrial. Finalmente los planos respectivos del diseño terminado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

En el mercado existen infinidad de máquinas y marcas de cortadoras; el trabajo realizado en este proyecto es reunir la tecnología disponible actual para diseñar una máquina innovadora, de utilidad y con aumento de la producción de piedra natural actual en la ciudad de Arequipa.

Al ser una maquina mecánica es posible su realización ya que existen guías de máquinas ya fabricadas, catálogos de piezas, experiencia, normas técnicas de regulación y seguridad para obtener un producto final de calidad.

En el Perú se encuentran distribuidores de marcas, materiales, piezas mecánicas, eléctricas y automáticas necesarias para diseñar la máquina.

La automatización de la máquina es fundamental para controlar y supervisar las etapas desde el producto inicial hasta el producto final.

Su diseño es esencial para convertir planchas de sillar, granito y afines en un producto con un fin específico, en este proyecto es para decoración, el diseño plantea reducir el costo de fabricación, producción y comercialización del diseño terminado; así también periodos de mantenimiento más espaciados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

1.2 NOMBRE DEL PROYECTO

El proyecto lleva por título:

“DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE MÁQUINA CORTADORA DE PLANCHAS DE SILLAR, GRANITO Y AFINES PARA LISTONERÍA”.

1.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

Este proyecto consiste en diseñar una máquina que corte planchas de piedra natural a bloques más pequeños, llamados listones para uso en decoración.

Para el diseño se desarrolla “El método generalizado de procedimiento en el proceso de diseño norma VDI 2221”; el cual define los pasos ordenados a seguir para realizar un diseño; con esto se obtiene una estructura y las partes de la máquina, para la cual se realiza el análisis estructural y de vibración es con software CAD de Análisis estructural con la finalidad de que el diseño de la máquina resista a las cargas externas correctamente.

Así mismo se realiza el análisis y selección de las piezas mecánicas, velocidades, fuerzas, potencia de motores, fabricación de las piezas y el detalle del acabado superficial final estructural.

Para la parte automatizada se implementa una técnica de control, se selecciona el controlador lógico programable y el software respectivo; se diseña un programa en lenguaje ladder y finalmente se simula el proceso de corte para verificar que el proceso cumpla con la seguridad del operario y al mismo equipo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Se plantean unas recomendaciones para el mantenimiento y operación del equipo terminado.

Finalmente los planos detallados en formatos normalizados, con la geometría, tipo de soldadura, acabado superficial se desarrollaran usando software CAD.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 General

Diseñar y automatizar una maquina cortadora de sillar y granito para aplicaciones en decoración y revestimiento con una capacidad de corte de material de $6\mathrm{m}^3$ al día.

1.4.2 Específicos

Aplicar técnicas de diseño según la norma VDI 2221

Implementar un sistema de seguridad y protección de la máquina y para el operario durante el proceso de corte

Diseñar un programa para el control, supervisión y simulación del proceso de corte

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las máquinas cortadoras de piedra que se ubican en la ciudad de Arequipa se restringen simplemente al corte de material, no tienen la capacidad de distinguir qué tipo de material se va a cortar, no tienen sistemas de seguridad de parada de emergencia, no tienen en cuenta que el corte de piedra y el polvo generado por está provoca daños al hombre y al medio ambiente, requieren de la intervención directa

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

del operario en el proceso de corte, son máquinas simples que trabajan (ON/OFF), son de diseño manual que no controlan ni supervisan el proceso de corte. El mercado externo demanda cada vez más el uso de productos derivados de la piedra natural, por tal el uso de la piedra natural existente en Arequipa se incrementa con fines decorativos y arquitectónicos.

1.6 ALCANCES

El objetivo de este proyecto es diseñar una máquina cortadora automatizada de piedra natural para decoración y revestimiento siguiendo la metodología de la norma VDI 2221, apoyada con la aplicación de software CAD de diseño.

Luego del proceso de diseño de la forma y los materiales empleados en la máquina; el siguiente objetivo es realizar la ingeniería del proyecto que contiene la selección del equipo: herramienta de corte (tipo de corte, velocidad de corte), motores, bomba hidráulica, sistema para el desplazamiento lineal (cálculos relacionados con estos); y adjuntos en los anexos los detalles de dichos equipos.

Se analiza la determinación de cargas o fuerzas que se usan para obtener los esfuerzos normales o de diseño en la estructura, limitados entre 40 y 90% de los esfuerzos permisibles.

Se realiza El análisis estático estructural, análisis de vibraciones y el análisis con cargas de impacto con un software CAD que proporciona herramientas mecánicas rápidas, precisas y flexibles de simulación para ayudar a predecir el rendimiento, optimizar y validar el diseño antes de su fabricación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Se automatiza el proceso de corte usando un controlador lógico programable, selección de piezas implícitas en dicho proceso, selección de un software para el control, supervisión y simulación y diseño de un programa Ladder de control del proceso de corte de este sistema automatizado.

Se describen algunas pautas significativas para la operación y el mantenimiento de la máquina diseñada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 MÉTODO GENERALIZADO VDI 2221 DE PROCEDIMIENTO EN EL PROCESO DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA

2.1.1 Detallar el Problema

Consiste en delimitar los puntos básicos a problemas planteados respecto de la necesidad de diseñar un producto o máquina

Los puntos básicos para plantear el problema de diseño son:

- Realizar la lista de exigencias requeridas por el solicitante del diseño hacia el diseñador. Las exigencias se dividen en exigencias (que deben cumplirse exactamente como lo requerido por el solicitante) y deseos (que son posibilidades aleatorias que el diseñador puede plasmar en su diseño o no).
- El diseñador debe tener pleno conocimiento del problema planteado para el diseño; por tanto el solicitante debe adjuntar todos los datos requeridos tanto en forma, medidas, características de seguridad, materiales, fuerzas empleadas, tipos de energía a implementar, mantenimiento de la máquina, control de la máquina (aparatos de control y funcionamiento), magnitudes de entrada y salida del proceso (Black - box); este punto relacionado con la posibilidad de realización o no del proyecto planteado por el solicitante delimitando las especificaciones contempladas dentro del diseño terminado (costo, la cantidad que se va a manufacturar, la vida esperada, la temperatura

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

de operación, la confiabilidad, velocidades, avances, limitaciones de temperatura, limitaciones dimensionales y de peso.)

- El diseñador debe tener conocimiento de la tecnología actual, herramientas, software, conocimientos de automatización, materiales aplicados en estructuras, etc.

2.1.2 Elaborar el Concepto

Consiste en la abstracción, en la iniciativa y en la creatividad del diseñador para plantear, fundamentar y exponer funciones que sirvan de herramientas para resolver el problema planteado. La Función es una tarea que debe realizar el sistema.

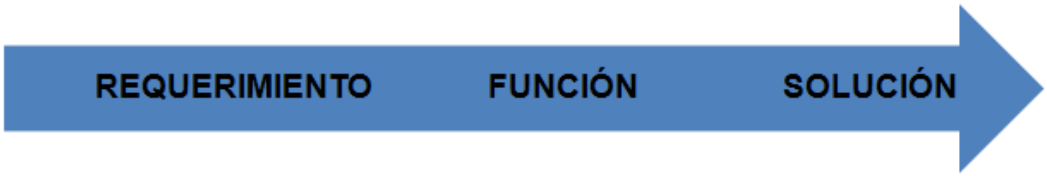


Figura Nº 1 Diagrama de una Función

El principio del Black box y la abstracción de la secuencia de operaciones se plantean con el fin de conocer las magnitudes de entrada y de salida en las funciones realizadas por la máquina llamadas procesos técnicos (PT); esto es importante porque durante el proceso técnico aparecen diversos materiales, como desperdicios (viruta, humo, etc.) así como otras magnitudes de salida, como calor, vibraciones, ruido, choque o impacto, etc. Los inputs y outputs adicionales se deben

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

tener en cuenta muy seriamente, ya que la humanidad hoy en día está amenazada por los outputs de los procesos técnicos.

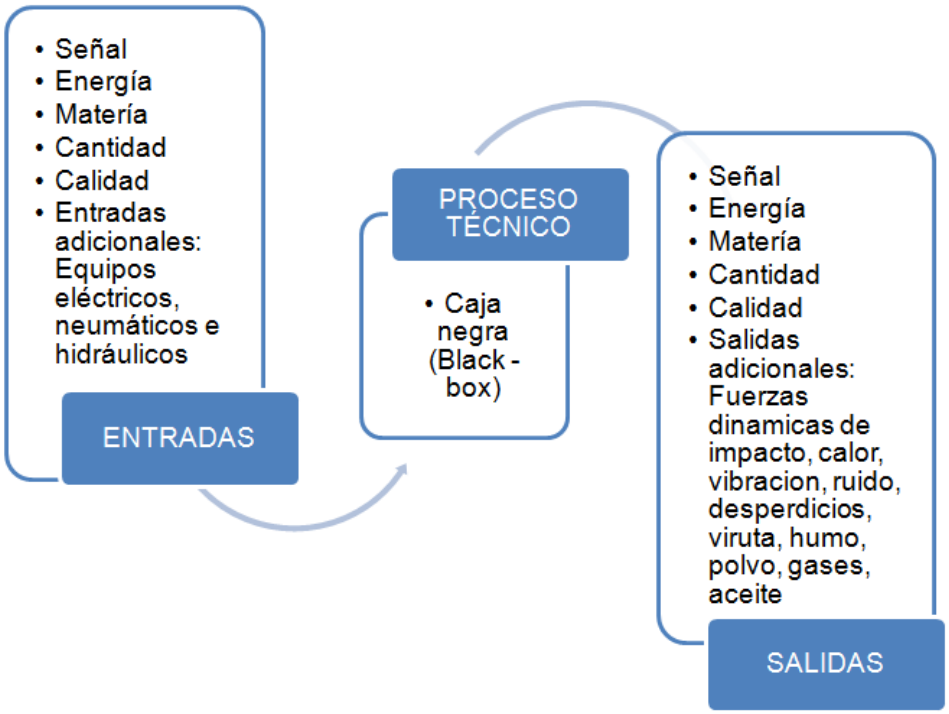


Figura Nº 2 Diseño de un Black - Box con Entradas y Salidas Adicionales

Para la transformación de las entradas a las salidas de cada proceso técnico, se plantean alternativas de solución llamados principios tecnológicos.

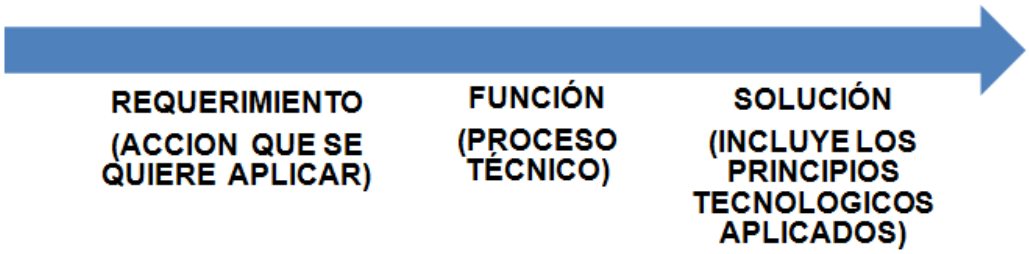


Figura Nº 3 Diagrama de un Sistema de Funciones

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Para definir una secuencia de operaciones ordenada, cada proceso técnico debe guardar relación, con el proceso siguiente, es aquí donde las alternativas de principios tecnológicos se restringen.

La elaboración de una estructura óptima de funciones depende de elegir el principio tecnológico adecuado para cada proceso técnico planteado.



Figura Nº 4 Diagrama General con la Solución Óptima

Según la distribución, se distinguen los siguientes procesos:

- Procesos manuales, en donde la mayor parte de los efectos, tanto en energía como en control, la tiene el hombre.
- Procesos mecánicos, donde el sistema técnico asume los efectos de energía.
- Procesos automáticos, donde el sistema técnico (mecatrónica) asume la mayoría de los efectos de control.

La Matriz morfológica es un resumen con los principios tecnológicos elegidos para cada función principal y las funciones parciales, las alternativas de solución se orientan a soluciones y procesos con una relación concreta es decir una solución real.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

El concepto óptimo está determinado por algunos factores tales como: seguridad, rapidez, estabilidad, manejo del equipo, y sobre todo el costo del equipo, costos de producción y de venta de un producto terminado.

2.1.3 Proyectar

Consiste en obtener un bosquejo final de la estructura de la máquina a diseñar; con características dimensionales, método de fabricación de piezas, tolerancias dimensionales, acabado superficial estructural, un dibujo de ensamble con la descripción de las piezas y dibujos de cada pieza con detalles de fabricación y el material aplicado.

Para realizar el bosquejo final se eligen los 3 puntos básicos para diseñar de acuerdo a lo requerido por el solicitante y estos puntos son:

- La lista de exigencias, que reúne características dimensionales, formas, normas internacionales de regulación, tipo de energía, piezas que forman la estructura, etc.
- El concepto óptimo de solución, que reúne los principios tecnológicos elegidos para realizar las funciones de la máquina. Este es un proceso de abstracción que requiere de creatividad para que: Con la información tecnológica ya sea de catálogos, internet, folletos mecánicos, libros de diseño; realizar un ensamble final de la máquina solicitada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- La estructura de funciones, reúne la lista con las tareas que la máquina debe cumplir. Para cada función existen piezas y ensambles que realizan procesos manuales, mecánicos o automáticos.

Bosquejar es una tarea que se realiza a mano alzada y también en software CAD de diseño.

El punto de orientación para comprobar que el bosquejo es el óptimo requiere de cumplir estas características:

- Satisfacción de la función o tarea
- Dimensiones generales que no excedan lo establecido en la lista de exigencias
- Diseño funcional, durabilidad (material estructural), diseño ergonómico (facilidad de uso y disposición de piezas), diseño agradable a la vista y un diseño con elementos de seguridad.
- Posibilidad de fabricación de las piezas que forman la máquina
- Mantenimiento del equipo
- Costos de piezas y plazo de entrega de la máquina fabricada. Factores fundamentales para realizar el proyecto o no.

2.1.4 Elaborar los Detalles

Consiste en detallar, los fundamentos técnicos que definen al proyecto de diseño de la máquina aceptada por el solicitante y estos son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Fundamentos sobre ingeniería de diseño (piezas que forman la estructura, selección de piezas que generen el movimiento, velocidades lineales, rotacionales, fuerza, potencia, etc.)
- Fundamentos sobre cálculos y selección de piezas (fórmulas para selección de materiales, clase, medidas de cada parte, modelo y marca)
- Fundamentos sobre cálculos estructurales (resistencia de materiales, elementos finitos, software de cálculo estructural)

Para el detalle de cada pieza que forma la máquina se describe el proceso de fabricación, el acabado superficial, acotación y detalles de unión de piezas (uniones empernadas, uniones soldadas)

Los dibujos se realizan en escala 1:1 u otras escalas normalizadas, las dimensiones de los formatos están normalizadas según las normas UNE 1011, DIN 823 Y DIN 476, el casillero o cajetín para la rotulación esta normalizado según las normas UNE 1026, UNE 1035 h1-h4 y DIN 6771 y finalmente la lista de piezas con la información básica se representan en un cuadro normalizado según las normas UNE 1035 h5, DIN 6771 h2 y DIN 6783.

2.2 EL DISEÑO EN LA INGENIERÍA MECÁNICA

Los Ingenieros dicen que el diseño de un producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que se pueda fabricar y comercializar. Estas palabras, tienen el fin de transmitir lo siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Funcional, el producto debe cumplir con su necesidad propuesta y con las expectativas del cliente.
- Seguridad, el producto no debe ser peligroso para el usuario, los transeúntes o la propiedad circundante. Los peligros que no se pueden eliminar con el diseño se resuelven con protección (un recinto protector); si eso no es posible, se proporcionan instrucciones apropiadas o advertencias.
- Confiable, la confiabilidad es la probabilidad condicional de que, a un nivel de confianza dado, el producto realizará su función propuesta en forma. satisfactoria, o sin falla, durante un lapso de vida dado.
- Competitivo, el producto es un contendiente en su mercado.
- Útil, el producto es “amigable para el usuario” y se acomoda al tamaño, resistencia, postura, alcance, fuerza, potencia y control humano.
- Se puede fabricar, el producto se reduce a un número mínimo de partes que resulta adecuado para la producción en masa, y sus dimensiones, distorsión y resistencia están bajo control.
- Se puede comercializar, el producto se puede comprar y se dispone de servicio de reparación.

2.2.1 Consideraciones de diseño

Se refiere a las características que influyen en el diseño del elemento, o tal vez en todo el sistema. A menudo se debe considerar muchas de esas características en una situación de diseño dada. Entre las más importantes están:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Cuadro Nº1 Consideraciones de diseño

1	Resistencia/esfuerzo	2	Distorsión/deflexión/rigidez
3	Desgaste	4	Corrosión
5	Seguridad	6	Confiabilidad
7	Fricción	8	Facilidad de uso
9	Utilidad	10	Costo
11	Procesamiento	12	Peso
13	Vida	14	Ruido
15	Estilo	16	Forma
17	Tamaño	18	Control
19	Propiedades térmicas	20	Superficie
21	Lubricación	22	Comercialización
23	Mantenimiento	24	Volumen
25	Responsabilidad legal	26	Desecho/reciclado

2.2.2 Esfuerzo y Resistencia

La supervivencia de muchos productos depende de cómo el diseñador ajusta el esfuerzo inducido por la carga para que sea menor que la resistencia en un punto de interés. El diseñador debe permitir que la resistencia exceda al esfuerzo por un margen suficiente, de manera que a pesar de las incertidumbres, la falla no sea frecuente.

Al enfocar la comparación esfuerzo - resistencia en un punto crítico (controlador), a menudo se busca “resistencia en la geometría y condición de uso. Las resistencias son esfuerzos en los cuales ocurre algo de interés, como el límite de proporcionalidad, la fluencia desplazada 0.2%, o la fractura. En muchos casos, estos sucesos representan el nivel de esfuerzo en el que ocurre la pérdida de la función.

El nivel del esfuerzo permisible se establece al acordar que la fracción apropiada de la resistencia relevante sea un nivel del esfuerzo de trabajo satisfactorio. Un

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

esfuerzo permisible se determina dividiendo la resistencia relevante entre el factor de diseño.

La resistencia es una propiedad de un material o de un elemento mecánico y se representa por la letra S. La resistencia de un elemento depende de la elección, el tratamiento y el procesamiento del material.

Varios procesos de trabajo en metales y de tratamiento térmico, como el forjado, el laminado y el formado en frio, causan variaciones en la resistencia de punto a punto en toda la pieza.

En la práctica se emplean las letras griegas σ(sigma) y τ(tau) para designar los esfuerzos normal y cortante, respectivamente.

En el cuadro 2 se listan las resistencias a la fluencia mínimas S_y y las resistencias a la tensión mínimas S_u para ciertos aceros ASTM (**American Society for Testing and Materials)**, tal como se dan en las especificaciones AISC.

Cuadro Nº2

Valores de S_y y S_u para aceros ASTM

Tipo de acero	Núm. ASTM	S_y, Kpsi	S_u, Kpsi	Tamaño, pulg, hasta
Al carbono	A36	36	58	8
Al carbono	A529	42	60	½
Baja aleación	A572	42	60	6
Baja aleación	A572	50	65	2
Inoxidable	A588	50	70	4
Aleación revenida y templada	A514	100	110	$2\frac{1}{2}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Según el vocabulario del AISC, se designa al esfuerzo normal permisible como σ_{perm} y al esfuerzo cortante permisible como τ_{perm}. Así la relación entre los esfuerzos permisibles y las resistencias mínimas especificadas mediante el código AISC se especifican como:

TENSIÓN $0.45S_y \leq \sigma_{perm} \leq 0.60S_y$

CORTANTE $\tau_{perm} = 0.40S_y$

FLEXIÓN $0.60S_y \leq \sigma_{perm} \leq 0.75S_y$

APLASTAMIENTO $\sigma_{perm} = 0.90S_y$

Ecuación Nº1 Relación de esfuerzos permisibles y resistencia mínima

2.2.3 Factor de diseño y factor de seguridad

El método del AISC para relacionar el esfuerzo y la resistencia también se emplea en algunas otras áreas especializadas. Sin embargo, no es un enfoque general, puesto que sólo toma en cuenta materiales y cargas específicas. En el diseño en la ingeniería mecánica hay categorías de situaciones que confrontan al ingeniero.

- El producto se hace en grandes cantidades, es evaluable, o es peligroso, lo que justifica el ensayo elaborado de materiales, componentes y prototipos en el campo.
- El producto se hace en cantidades suficientes para justificar un programa modesto de ensayos de material, tal vez tan pequeño como los ensayos a la tensión última.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- El producto se hace en cantidades tan pequeñas que no se realiza un ensayo de los materiales.

Cuadro Nº3

Factores de servicio AISC

Para soportes de elevadores	K=2
Para vigas maestras de soporte y sus conexiones para grúas viajeras operadas desde la cabina	K=1.25
Para vigas maestras de soporte y sus conexiones para grúas viajeras operadas desde el piso	K=1.10
Para soportes de maquinaria ligera impulsada con eje de transmisión o motor	K≥ 1.20
Para soportes de maquinaria de movimiento alternativo o unidades con potencia de impulsión propia	K≥ 1.50
Para suspensiones de piso y plataformas	K=1.33

Un enfoque general para el problema de la carga permisible, carga de pérdida de la función, es el método del factor de diseño:

$$n_d = \frac{\sigma(\text{pérdida de función})}{\sigma(\text{permisible})} = \frac{\text{resistencia}}{\text{esfuerzo}}$$

Ecuación Nº2 Relación resistencia del material y esfuerzo permisible o máximo

Donde n_d se llama factor de diseño. Para una carga de pérdida de la función dada, si se incrementa al doblar el factor de diseño disminuye a la mitad la carga permisible. Para ser más útil, esta propiedad se hace que persista sin importar la linealidad o la falta de linealidad del esfuerzo con carga.

El factor de diseño en la ecuación 2 se utilizó para prever la incertidumbre de una falla prematura.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.3 CARGAS POR IMPACTO LINEAL

Se analiza la carga por impacto, cuando las cargas se aplican rápidamente a un cuerpo, de manera frecuente los niveles de esfuerzo y las deformaciones inducidas son mucho mayores que aquellas bajo carga estática o cíclica.

Las propiedades físicas del material son una función de la velocidad de carga. Entre más rápida sea la carga, más elevadas serán las resistencias a la fluencia y a la rotura del material.

Si se supone que no se pierde energía durante el impacto, la mecánica del impacto se estudia usando la conservación de la energía. Considere un simple bloque que cae a una distancia h y golpea un resorte comprimido (o estructura) a una distancia δ_{max}de deflexión máxima antes de alcanzar el reposo momentáneamente. Si no se toma en cuenta la masa del resorte y se supone que el resorte o estructura responde elásticamente, para la conservación de la energía se requiere que la energía cinética se transforme completamente en energía de deformación unitaria elástica:

$$\delta_{máx} = \delta_{st}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{st}}}\right)$$

Ecuación Nº3 Deflexión máxima Sobre una estructura

Donde:

$\delta_{máx} =$ Deflexión máxima

$\delta_{st} =$ Deflexión estática

$h =$ Distancia de caida

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Si el peso W se aplica estáticamente o gradualmente a la barra con constante elástica k , el desplazamiento estático δ_{st} es:

$$\delta_{st} = \frac{W}{k}$$

Ecuación Nº4 Desplazamiento estático

La ecuación de la constante elástica de un resorte o un sólido es:

$$k = \frac{3EI}{l}$$

Ecuación Nº5 Constante elástica de un cuerpo

Donde:

$E =$ Módulo de elasticidad del material

$I =$ Momento de inercia del área del sólido

$l =$ Largo del sólido

De acuerdo con la deflexión máxima en la ecuación 3 la fuerza máxima es:

$$P_{máx} = k\delta_{máx}$$

Ecuación Nº6 Fuerza máxima

Recuerde que al dejar caer un bloque desde una distancia h la fuerza máxima $P_{máx}$ por impacto es instantánea. El bloque continuara vibrando hasta que el movimiento se amortigüe y el bloque asuma una posición estática. En todo esto se supone que cuando el bloque tiene un contacto inicial con el resorte, el bloque no rebota en el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

resorte o sólido (no se separa de éste). Mediante el uso de la constante de la barra k en las ecuaciones 3, 4, 5 y 6 se relacionan los efectos estáticos y dinámicos.

El factor de impacto se expresa como:

$$I_m = \frac{\delta_{máx}}{\delta_{st}} = \frac{P_{máx}}{W} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\delta_{st}}}$$

Ecuación Nº7 Factor de Impacto

Una vez que el factor de impacto se conoce, se calculan la carga por impacto, los esfuerzos y las deflexiones. El esfuerzo por impacto es:

$$\sigma = \frac{\mathrm{P_{máx}}}{\mathrm{A}} \text{ ó } \frac{\mathrm{P_{máx}x.\,C}}{\mathrm{I}}$$

Ecuación Nº8 Esfuerzo por Impacto

Donde:

A= área de superficie que impacta al resorte, m^2

$\mathrm{P_{máx}}$ = Fuerza máxima aplicada al cuerpo

x = Distancia donde se produce el esfuerzo máximo, mitad del cuerpo

C = Altura media del cuerpo

I = Momento de inercia del área del sólido

2.4 MÁQUINAS HERRAMIENTAS DE PRODUCCION

Para la ejecución de las operaciones de producción se utilizan maquinarias, herramientas y mano de obra. El uso extensivo de maquinaria se inició con la revolución industrial, fue en esa época cuando se comenzaron a desarrollar y a usar ampliamente las maquinas cortadoras de metal y materiales de uso industrial, denominadas maquinas herramienta, es decir, maquinas motorizadas para operar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

las herramientas de corte que anteriormente se manejaban en forma manual. Las máquinas herramientas modernas se describen mediante la misma definición básica, excepto que la fuerza motriz es más bien eléctrica que hidráulica o de vapor, y el nivel de precisión y automatización es mucho más elevada hoy en día. Entre todas las máquinas de producción, las máquinas herramienta son las más versátiles, no solamente se usan para fabricar artículos de consumo, sino también para producir componentes para otras máquinas de producción. Tanto históricamente como en un sentido reproductivo, la máquina herramienta es la madre de toda la maquinaria.

Otras máquinas de producción incluyen prensas para operaciones de estampado, martinetes para forja, molinos para laminación de placas metálicas, maquinas soldadoras, máquinas de inserción para insertar los componentes electrónicos en las tarjetas de circuitos impresos, y así sucesivamente. En general, el nombre del equipo deriva del nombre del proceso en el que se utiliza.

El equipo de producción puede ser de propósito general o de propósito especial. El equipo de propósito general es más flexible y adaptable a una diversidad de tareas; se encuentra en el comercio al alcance de cualquier empresa manufacturera que quiera invertir en él. El equipo de propósito especial, se diseña para producir partes o artículos específicos en grandes cantidades. La economía de la producción en masa justifica las grandes inversiones que persiguen lograr una alta eficiencia y ciclos de corto tiempo con equipos de propósito especial. Ésta no es la única razón para el uso del equipo de propósito especial, pero sí es la dominante. Otra razón

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

para su uso es la existencia de un proceso único para el que no existe equipo comercial disponible. Algunas compañías que requieren procesos únicos desarrollan su propio equipo de propósito especial.

Todas las máquinas herramienta tienen un conjunto de partes, actividades y principios que las distinguen y caracterizan.

Cuadro Nº4 Partes y Funciones de las Máquinas Herramientas

PARTE	FUNCIÓN
Base	Sostiene y fija a la máquina sobre el piso, una mesa o su propia estructura. Existen tres tipos fundamentales de bases: a. Anclada al piso o cimentada b. Soporte sobre mesa o banco c. Integrada al cuerpo de la máquina
Soporte principal	Soporta las piezas de la máquina, en algunas máquinas sirve para el deslizamiento de las herramientas y en otras para la fijación de las piezas que se van a trabajar, por lo regular sobre la bancada o soporte se ubica el cabezal fijo de las máquinas.
Tren motriz	Dota de movimiento a las diferentes partes de las máquinas, por lo regular se compone de las siguientes partes: a. Motor o motores b. Bandas c. Poleas d. Engranes o embrague de velocidades e. Tornillos sinfín, tornillos de bolas f. Manijas o manivelas de conexión
Cabezal fijo y husillo principal	En el cabezal fijo se ubican todas las partes móviles que generan el movimiento del husillo principal. El husillo principal es el aditamento en el que se colocan los sistemas de sujeción de las piezas a trabajar.
Sujeción de piezas de trabajo	Fija a las piezas que se van a trabajar, tanto a las piezas que giran como a las fijas, así se tiene:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

	a. Chucks o mandriles b. Fijadores de arrastre c. Prensas d. Conos de fijación e. Ranuras de fijación f. Mordazas de uno o varios dientes g. Platos volteadores
Sujeción de herramientas	Fijan a las herramientas que desprenden las virutas y dan la forma, las principales son: a. Torres b. Porta buriles c. Fijadores de una o varias uñas d. Barras porta fresas e. Broqueros f. Soportadores manuales
Enfriamiento	Dotan de líquidos o fluidos para el enfriamiento de las herramientas y las piezas de corte. Por lo regular están dotados de un sistema de bombeo, conducción y recolección de líquidos.
Mecanismos de avance y/o penetración	Permiten o dotan de movimiento a las herramientas para lograr el desprendimiento continuo de virutas, los principales son: a. Carros porta herramientas b. Brazos porta buriles o fresas c. Husillos de casco o de desplazamiento (taladro, mesas lineales)
Mecanismo de control semi automático o automático	Inician o interrumpen una acción de movimiento de una o varias partes de las máquinas, estas pueden ser: a. Tornillos sinfín conectados a engranes y partes de las máquinas, husillos de bolas, husillos trapezoidales b. Topes de señal micro interruptores, sensores final de carrera, sensores de detección c. Motores de paso a paso, motores AC, variadores de frecuencia d. Sistema Integrado CAD/CAM (Diseño asistido por computadora y Manufactura asistida por computadora) e. Sistemas de posicionamiento servo neumático (actuadores neumáticos,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

	válvulas, detectores, sistemas de manipulación y desplazamiento) f. Sistemas de control automáticos que incluyen controladores lógico programables y micro controladores.

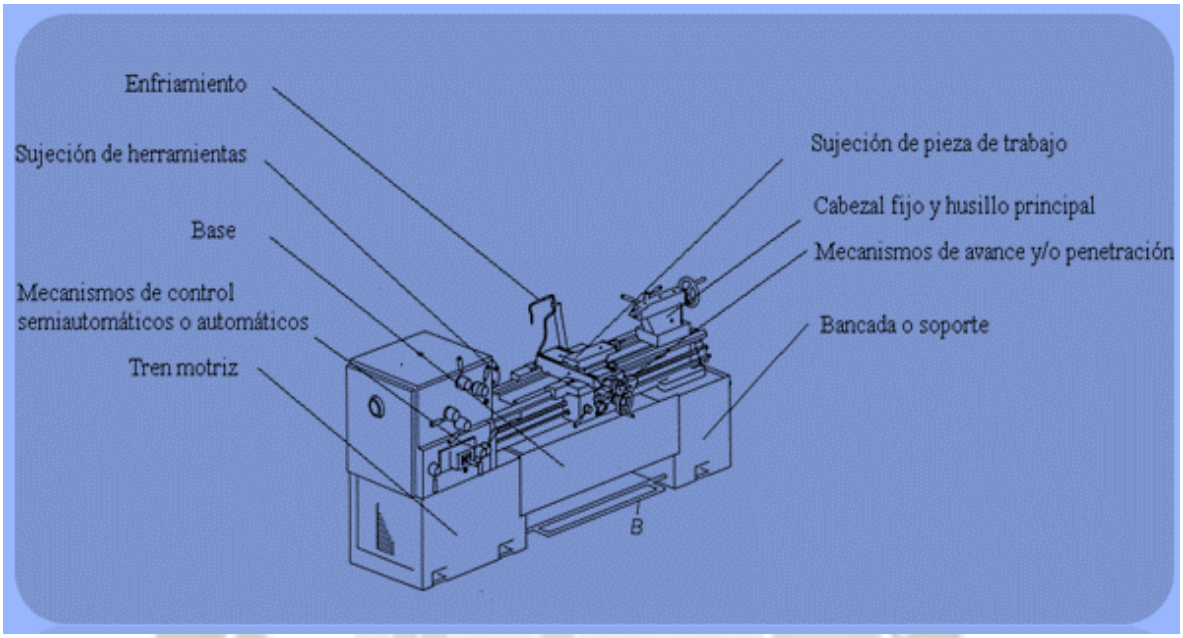


Figura Nº5 Estructura Básica de una Máquina Herramienta

2.4.1 Velocidad de Corte en Máquinas Herramienta

La velocidad de corte se expresa en metros/minuto; depende de varios factores y en ningún caso se debe superar la que aconsejan los fabricantes de las herramientas. La fórmula para calcular la velocidad de corte es la siguiente:

$$V_c\left({}^{m}/_{min}\right) = \frac{n(min^{-1}) \text{ x } \pi \text{ x } D_c(mm)}{1000\left({}^{mm}/_{m}\right)}$$

Ecuación Nº9 Velocidad de Corte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Donde:

V_c = Velocidad de corte

n = Velocidad de rotación de la herramienta

D_c = Diámetro de la herramienta de corte

2.5 LA PIEDRA NATURAL

Se considera roca natural a todo material que forma parte de la litosfera, es una mezcla de minerales con independencia de sus estados físicos; es decir, pueden ser sólidas, líquidas y gaseosas.

Las rocas eruptivas o ígneas son masas fluidas formadas en el seno del globo terráqueo que se han solidificado; Cuando se solidifican en el interior, se llaman intrusivas o plutónicas, y si se solidifican totalmente en el exterior, forman las rocas efusivas o volcánicas.

A) Rocas Intrusivas o plutónicas

Algunas rocas intrusivas son: la diorita, la riolita, el pórfido, el gabro, el basalto y el granito. El granito es una roca ígnea plutónica consolidada por enfriamiento lento, la estructura cristalina es regular y homogénea: Cuarzo (30%-60%) Feldespato y micas.

Normalmente la tonalidad es clara por la gran cantidad de cuarzo que suele ser blanquecina, grisácea o rosácea, su densidad es de $3050\,\frac{Kg}{m^3}$.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



Figura Nº6 Muestra de Granito

B) Rocas volcánicas o efusivas

Las rocas volcánicas más comunes en la Tierra son el basalto, la andesita, la dacita, la traquita y el sillar. El sillar es una roca piroclástica (partículas de fuego) de baja densidad, que está constituido por pómez, líticos, cristales y en mayor volumen de ceniza volcánica. Este material presenta una superficie áspera debido a que está formado por una mezcla heterogénea de material desmenuzado, su color es blanco y rosado con tonalidades.; es una roca característica de la ciudad de Arequipa.

Gran parte del proceso de extracción es aun artesanal realiza por los talladores utilizando herramientas simples como martillos, cinceles y palancas.



Figura Nº7 Tallador de Sillar al pie del volcán Misti

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Un bloque estándar es de 550 mm de largo, 300 mm de alto y 200 mm de espesor y un peso de 25Kg. El precio de venta es de 6 soles cada unidad. La densidad del Sillar es de $2050\,\frac{Kg}{m^3}$.

El Sillar se usa en recubrimiento de ambientes exteriores e interiores, uso en esculturas, columnas, fuentes, adoquines, listones, etc.



Figura Nº8 Medidas Generales de un bloque de Sillar

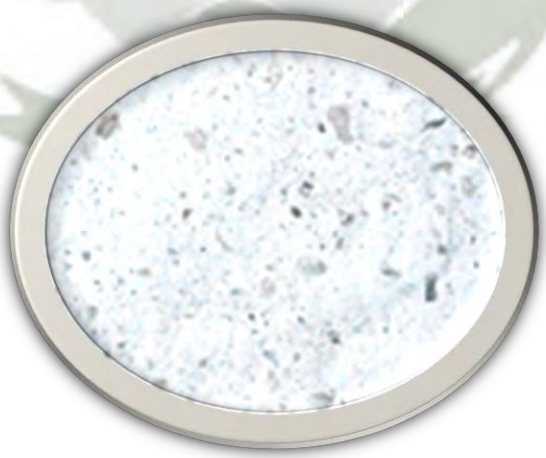


Figura Nº9 Sillar Blanco

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

2.6 PROCESO DE ELABORACION DE LA PIEDRA NATURAL

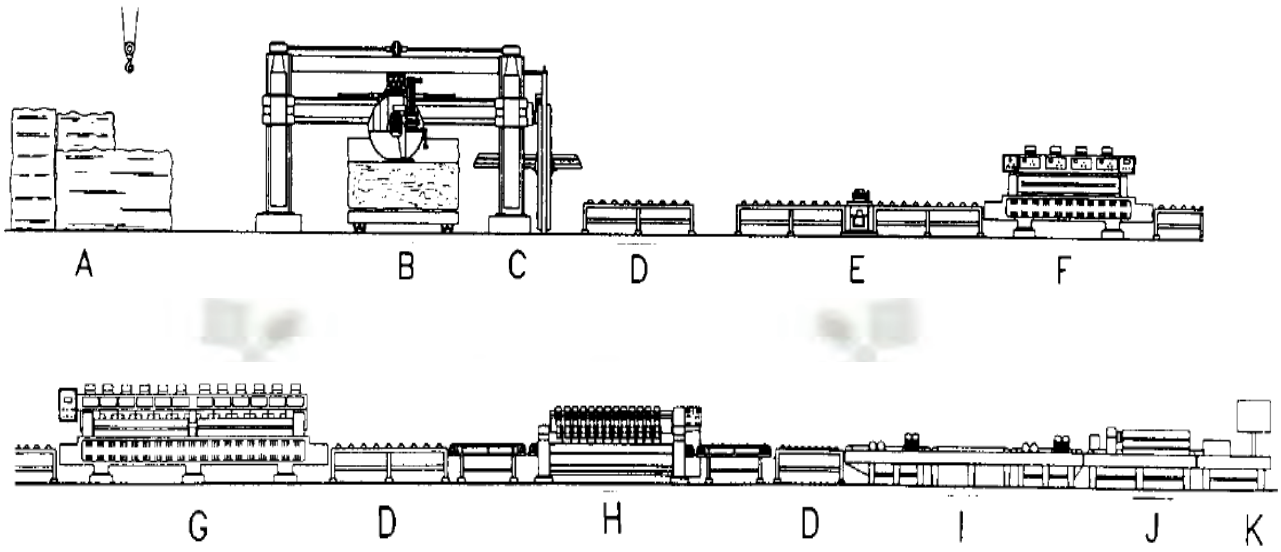


Figura Nº10 Proceso de Elaboración de la Piedra Natural

A) Bloques almacenados listos para su carga por el puente grúa

Los bloques recibidos se almacenan al aire libre, constituyéndose un stock que garantice la independencia del taller frente a las posibilidades de suministro de las canteras. Para su carga, descarga y desplazamiento se dispone de un puente grúa.

B) Corta bloques multidisco para la obtención de tiras de pre acabado

Las sierras corta bloques disponen de discos diamantados de gran diámetro se pueden realizar cortes muy profundos en sucesivas pasadas de 30 a 80 mm cada una, llamadas "incrementos", empleándose uno o varios discos verticales en paralelo, normalmente de 30 a 120mm, que pueden cortar en un sentido o en ambos, y obteniéndose tiras divididas cuyo ancho en conjunto puede llegar a ser 300 mm. El número de "incrementos" necesarios para alcanzar una profundidad

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

dada disminuye con la densidad de la roca; este proceso se realiza también con un Telar o con una máquina de hilo diamantado cuyo elemento de corte es un cable de acero con pastillas metálicas con diamantes, que gira a gran velocidad, rozadoras de brazo (similares a una moto sierra de gran tamaño).

C) Descargadora automática de las tiras de piedra

Una vez obtenida las tiras de roca se descargan hacia una mesa transportadora

D) Mesa Transportadora

Transporta la pieza hasta la siguiente etapa del proceso

E) Encabezadora para preparar las tiras

Ordena las tiras de roca para su posterior proceso de calibrado

F) Calibradora continua a un grueso uniforme

Las planchas y losetas en bruto, que son producidas en los telares y corta bloques, constituyen un producto semi - transformado destinado a convertirse en uno acabado mediante un proceso de elaboración en cadena compuesto por una serie de tratamientos con elementos mecánicos.

G) Amoladora y pulidora continua

Una vez dividido el bloque en planchas, la siguiente operación a realizar en la elaboración de la piedra natural es el desbaste, pulido y abrillantado de las mismas, obteniéndose unas superficies planas y lisas, usando una maquina pulidora con muelas abrasivas de grano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

H) Cortadora multidisco para el aserrado de las tiras en listones

Una vez pulidas, las planchas obtenidas en el telar han de ser finalmente cortadas, longitudinal y transversalmente, a las medidas exactas requeridas para la colocación en su destino. Esta última operación de corte tiene que ser sumamente precisa, ya que deben salir todas las piezas a las medidas exigidas y con sus aristas vivas y los cantos completamente perpendiculares entre sí según normas. Para ello se utilizan sierras circulares o de discos, donde el elemento cortante es un disco de alma metálica con sus bordes hechos de una concreción de carborundo o diamante y que girando vertiginosamente (2000 rpm aprox.) corta las planchas con gran rapidez. El diámetro de los discos suele variar entre los 250 y 450 mm, si bien existen discos con más de 1000 mm de diámetro en máquinas de gran potencia y tamaño.

I) Biseladora y calibradora lateral de las tiras con volteo automático

El calibrado es un proceso independiente del pulido que, o bien se realiza sobre la plancha antes de éste (con anchuras de hasta 2100 mm), o bien, y más frecuentemente, a la salida de la cortadora transversal, una vez obtenidas las piezas finales.

La calibradora va montada sobre un puente, desplazándose transversalmente al movimiento de avance de las placas. Este movimiento es intermitente, y el calibrado se realiza por la cara oculta, cuando están paradas. La precisión del calibrado es del orden de décimas de milímetro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

El paso siguiente es el biselado de los cuatro cantos y el calibrado de los cantos a 90°. Por último se efectúa el lavado y secado de los productos, quedando listos para su empaquetado y comercialización.

J) Abujardadora con juego opcional de mandriles

Estas máquinas permiten obtener una gran variedad de grabados (punteados) de superficies, que abarcan desde el grano medio al muy fino.

K) Acabado final

Existen 2 tipos de acabados:

- Acabado lineal

Se refiere al acabado de la forma del perfil, y son:

- Canto recto
- Canto medio redondo
- Canto redondo
- Canto biselado
- Canto chaflán
- Canto chaflán redondeado
- Canto pecho paloma
- Canto redondo con rebaje

Se realizan con pulidoras, fresadoras y perforadoras

- Acabados superficial

Se refiere al acabado de la superficie de la roca, y son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Lajado
- Partido
- Serrado
- Apiconado
- Escafilado
- Abujardado
- Raspado
- Flameado
- Apomazado
- Pulido

Se realizan con cinceles, cuñas, sierras con disco diamantado, pica o puntero, martillo (bujarda), rascador o sistema de lijado, mecheros, máquinas con muelas abrasivas.

L) Limpiado y secado de las baldosas, listas para embalaje

Etapa final del proceso de elaboración de las pieza ya terminadas listas para la comercialización.

2.7 SISTEMA DE CONTROL DE MOVIMIENTO

Un sistema de control de movimiento moderno consiste típicamente en un controlador de movimiento, un accionamiento de motor o variador, un motor eléctrico, sensores de realimentación y una o varias guías lineales accionados por correas, husillo de bolas (ballscrew), tornillo esférico, tornillos de posicionamiento trapezoidales (leadscrew) o etapas lineares motorizadas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Un controlador de movimiento hoy puede ser un micro controlador o un controlador lógico programable (PLC).

Todos los componentes de un sistema de control de movimiento deben trabajar en conjunto en forma pareja para llevar a cabo funciones que tengan asignadas. Su selección debe basarse en consideraciones tanto de ingenierías como económicas. La figura 11 ilustra una plataforma de movimiento X-Y-Z que incluye los 3 ejes lineales para mover una carga, herramienta o dispositivo determinado en los 3 grados de libertad.

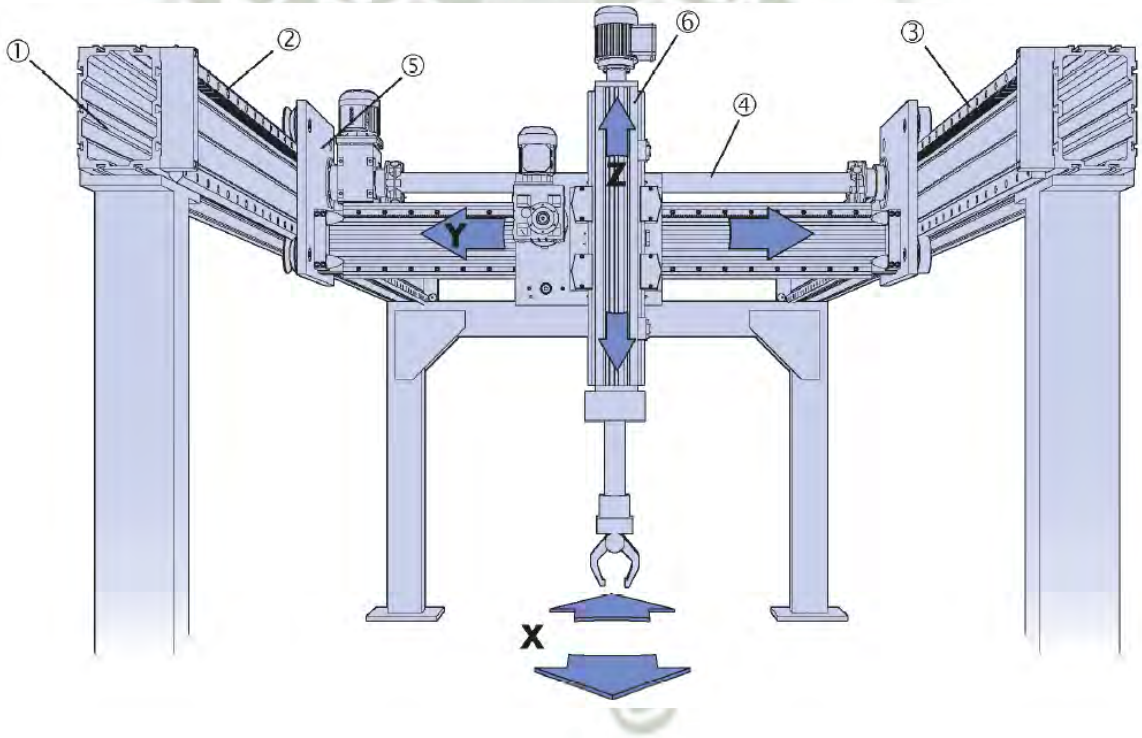


Figura Nº11 Plataforma de movimiento Multi-axial X-Y-Z en aplicación de sujeción y traslado de piezas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

1 Vigas de soporte y recorrido, 2 y 3 Rieles en V en el eje X, 4 Eje de accionamiento en el eje Y, 5 carros impulsados en el eje X, 6 unidad con husillo de bolas impulsados por motor AC en el eje Z.

Los sistemas de control de movimiento en la actualidad pueden ser encontrados en aplicaciones tan diversas como el traslado de equipos, talleres de máquinas herramientas, líneas químicas y farmacéuticas de proceso, estaciones de inspección, robots en la industria automotriz, máquinas de moldeo e inyección.

2.7.1 Variador de Frecuencia

Un variador de frecuencia (VFD: Variable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna AC, controlando la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un tipo de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.

Su uso tiene ventajas tales como: Operaciones suaves, control de la aceleración, distintas velocidades de operación para cada fase del proceso, compensación de variables en procesos variables, permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba, ajuste de la tasa de producción, permitir el posicionamiento de alta precisión, control del torque.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

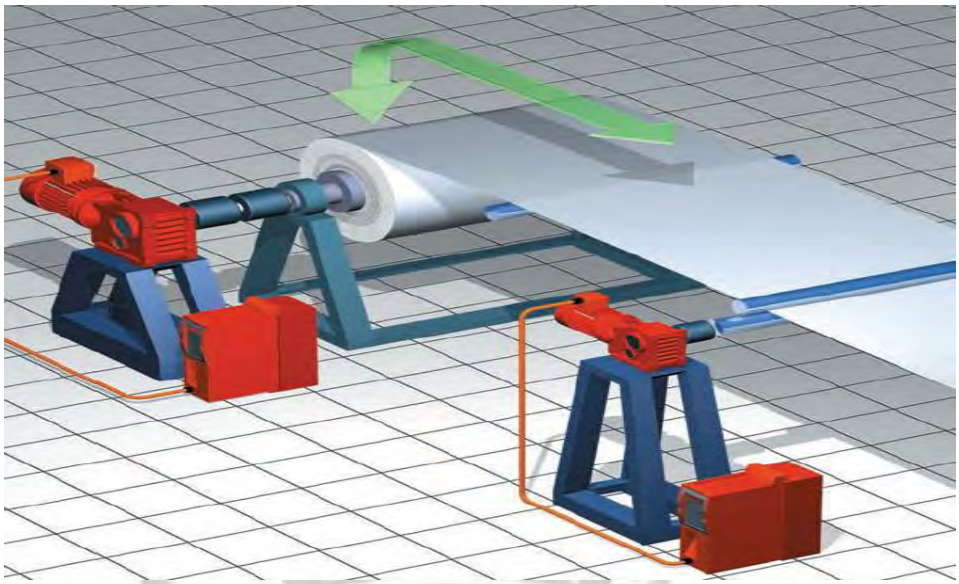


Figura Nº12 Aplicación del variador de frecuencia en la Industria Papelera

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$\mathrm{RPM} = \frac{120 \text{ x f}}{\mathrm{p}}$$

Ecuación Nº10 velocidad síncrona de un motor AC

Donde:

RPM = Revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro de la red (Hz)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

p = Número de polos del motor AC

Las cantidades de polos más frecuentemente utilizadas en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada, resultarían en 3000 RPM, 1500 RPM, 1000 RPM y 750 RPM respectivamente para motores sincrónicos únicamente y a la frecuencia de 50 Hz. Dependiendo de la ubicación geográfica funciona en 50Hz o 60Hz.

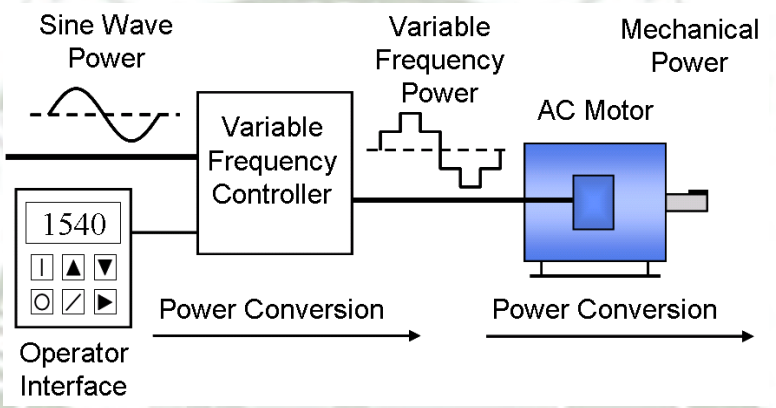


Figura Nº13 Diagrama de un Sistema Variador de Frecuencia

Un sistema de variador de frecuencia (VFD) consiste generalmente en un motor de CA, un controlador y una interfaz operadora.

El controlador de dispositivo del variador de frecuencia está formado por dispositivos de conversión electrónicos de estado sólido. Primero convierte la energía de entrada CA en CC usando un puente rectificador., la energía intermedia de CC es convertida en una señal quasi - senoidal de CA usando un circuito inversor. El rectificador es usualmente un puente trifásico de diodos, pero también se usan rectificadores controlados. Debido a que la energía es convertida en continua,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

muchas unidades aceptan entradas tanto monofásicas como trifásicas (actúan como un convertidor de fase)

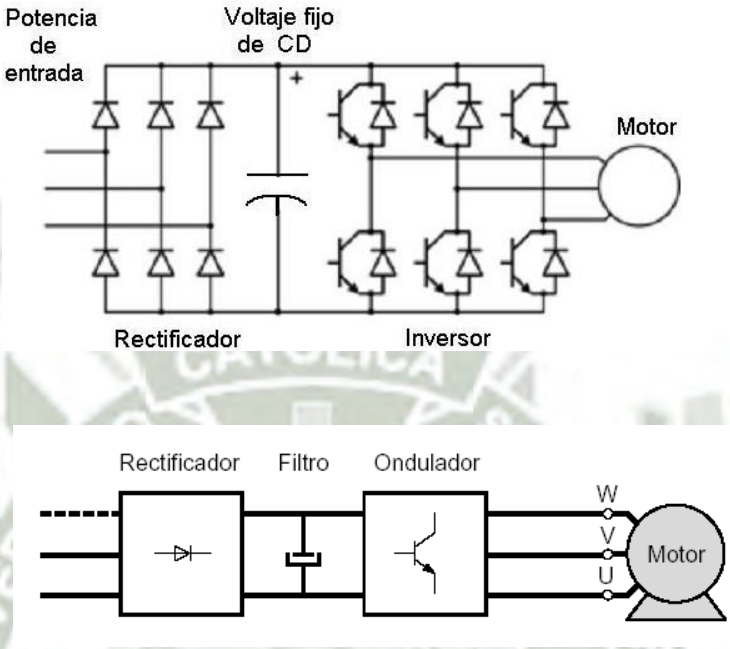


Figura Nº14 Principio de funcionamiento de un variador de frecuencia

La característica del motor AC es que requiere la variación proporcional del voltaje cada vez que la frecuencia es variada. Por ejemplo, si un motor está diseñado para trabajar a 460 voltios a 60 Hz, el voltaje aplicado debe reducirse a 230 volts cuando la frecuencia es reducida a 30 Hz. Así la relación voltios/hertzios deben ser regulados en un valor constante (460/60 = 7.67 V/Hz en este caso). Para un funcionamiento óptimo, otros ajustes de voltaje son necesarios, pero nominalmente la constante es V/Hz es la regla general. El método más novedoso y extendido en nuevas aplicaciones es el control de voltaje por PWM.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

2.7.2 Motor de corriente alterna AC

Se denomina motor de corriente alterna a aquellos motores eléctricos que funcionan con corriente alterna. Un motor es una máquina motriz, esto es, un aparato que convierte una forma determinada de energía en energía mecánica de rotación o par. Un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

Se da el nombre de motor asíncrono al motor de corriente alterna cuya parte móvil gira a una velocidad distinta a la del sincronismo; la velocidad de estos motores se regula con variadores de frecuencia.

Los motores de corriente alterna asíncronos, tanto monofásicos como trifásicos, son los que tienen una aplicación más generalizada gracias a su facilidad de utilización, poco mantenimiento y bajo costo de fabricación.

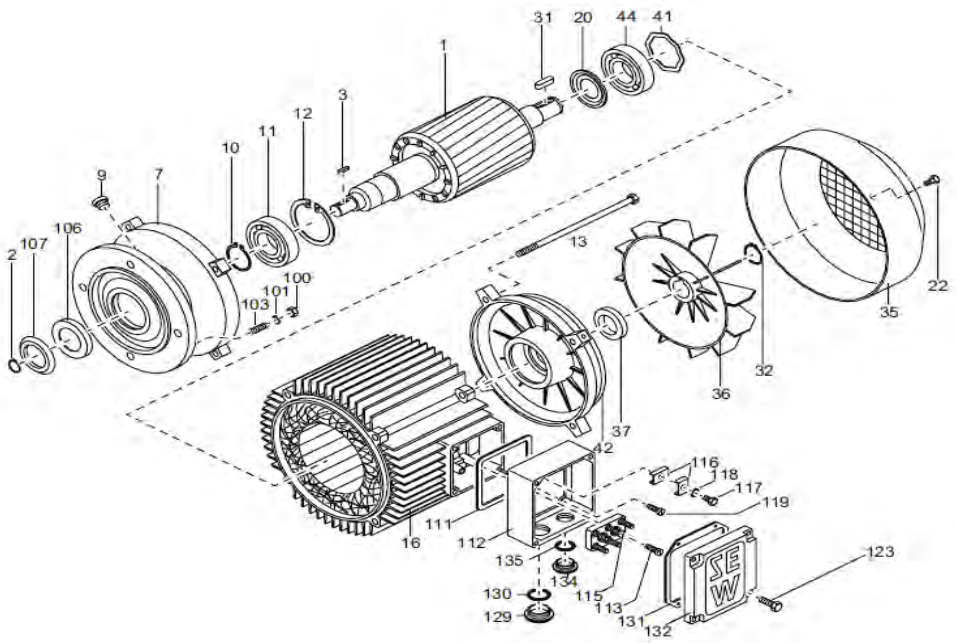


Figura Nº15 Estructura General del Motor AC

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

[1] Rotor	[31] Chaveta	[107] Deflector de aceite	[131] Retén de estanqueidad
[2] Circlip	[32] Circlip	[111] Junta	[132] Tapa de la caja de bornas
[3] Chaveta	[35] Caperuza del ventilador	[112] Parte inferior de la caja de bornas	[134] Tapón roscado
[7] Brida de acople	[36] Ventilador	[113] Tornillo de cabeza cilíndrica	[135] Retén de estanqueidad
[9] Tapón roscado	[37] Junta V	[115] Caja de bornas	
[10] Circlip	[41] Arandela de ajuste	[116] Estribo de sujeción	
[11] Rodamiento radial rígido	[42] Brida lado B	[117] Tornillo de cabeza hexagonal	
[12] Circlip	[44] Rodamiento radial rígido	[118] Arandela elástica	
[13] Tornillo de cabeza hexagonal (tirante)	[100] Tuerca hexagonal	[119] Tornillo de cabeza cilíndrica	
[16] Estator	[101] Arandela elástica	[123] Tornillo de cabeza hexagonal	
[20] Anillo Nilos	[103] Espárrago	[129] Tapón roscado	
[22] Tornillo de cabeza hexagonal	[106] Retén	[130] Retén de estanqueidad	

Figura Nº16 Lista de Partes del motor AC

2.7.2.1 Ventajas de los sistemas eléctricos

- Posicionamiento de carga o herramienta más preciso, que resulta en menos defectos en el producto o procesos y menores costos de materiales
- Cambios más rápidos para mayor flexibilidad y adaptación al producto más fácil
- Incrementos de rendimiento efectivo para mayor eficiencia o capacidad
- Diseño más simplificado de sistemas para una instalación, programación y entrenamiento más sencillos.
- Menores tiempos de paradas y mantenimiento
- Mayor limpieza, operación más estable sin pérdidas de aceite o aire
- Los sistemas impulsados eléctricamente no requieren bombas o compresores de aire, no tiene mangueras o cañerías que puedan tener pérdidas de fluidos hidráulicos o aire.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

2.7.3 Sensor inductivo

Los sensores de proximidad inductivos son dispositivos de estado sólido diseñados para detectar objetos metálicos. Con una correcta instalación, esta tecnología sin contactos junto con la ausencia de partes móviles hace que los sensores de proximidad inductivos no estén sujetos a daños ni desgaste mecánicos. Además, funcionan bien en ambientes muy sucios, en los cuales no se ven afectados por la acumulación de contaminantes tales como polvo, grasa, aceite u hollín en la cara de detección. Esto hace de la tecnología inductiva un candidato ideal para aplicaciones industriales intensas.



Figura Nº17 Sensor Inductivo

Los sensores inductivos detectan tanto metales férricos (que contienen hierro) como no férricos. Generalmente, estos dispositivos se utilizan para detectar la posición de objetos metálicos en procesos de maquinado automatizado, o bien para detectar piezas metálicas en procesos de montaje automatizado y en operaciones de detección de presencia de envases metálicos en procesos automatizados de envasado de alimentos o bebidas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

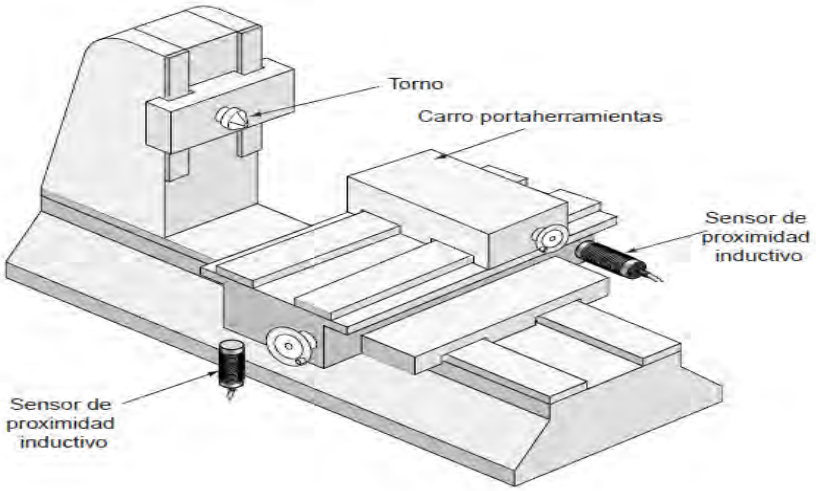


Figura Nº18 Aplicación típica en una Máquina Herramienta

2.7.4 Sensor Fotoeléctrico

Un sensor fotoeléctrico se puede considerar como un interruptor en el que la función del accionador mecánico o palanca se sustituye por un haz de luz. Al sustituir la palanca por un haz de luz, el dispositivo se puede utilizar en aplicaciones que requieren distancias de detección que vayan de menos de 25,4 mm (1pulgada) a cien metros o más (varios cientos de pies).

Todos los sensores fotoeléctricos operan detectando un cambio en la cantidad de luz recibida por un fotodetector. El cambio de luz permite al sensor captar la presencia o ausencia del objeto así como su tamaño, reflectividad, opacidad, translucidez o color.

Una fuente de luz envía luz hacia un objeto. Un receptor de luz, dirigido hacia el mismo objeto, detecta la presencia o ausencia de luz directa o reflejada procedente

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

de la fuente. La detección de esta luz genera una señal de salida (que puede ser analógica o digital) hacia un accionador, controlador o computadora.

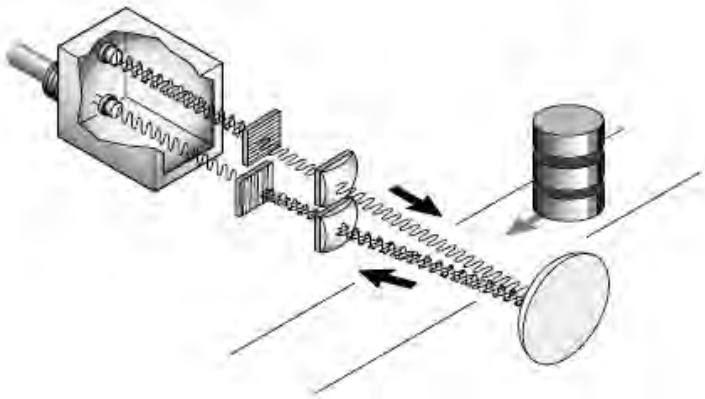


Figura Nº19 Sensor fotoeléctrico retrorreflectivo polarizado

2.7.5 Elección del Tipo de husillo: Trapezoidal o de Bolas

Las principales diferencias entre ambos son, la reversibilidad de los husillos a bolas, es decir, no son autoblocantes junto con su gran eficacia dada por las mínimas pérdidas por fricción en su desplazamiento, debido a la rodadura de las bolas.

En los husillos a bolas el coeficiente de rozamiento es muy bajo, debido a la rodadura existente entre el husillo y las bolas.

Por este motivo se obtiene un rendimiento mecánico, como indican los gráficos, próximo al 100%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

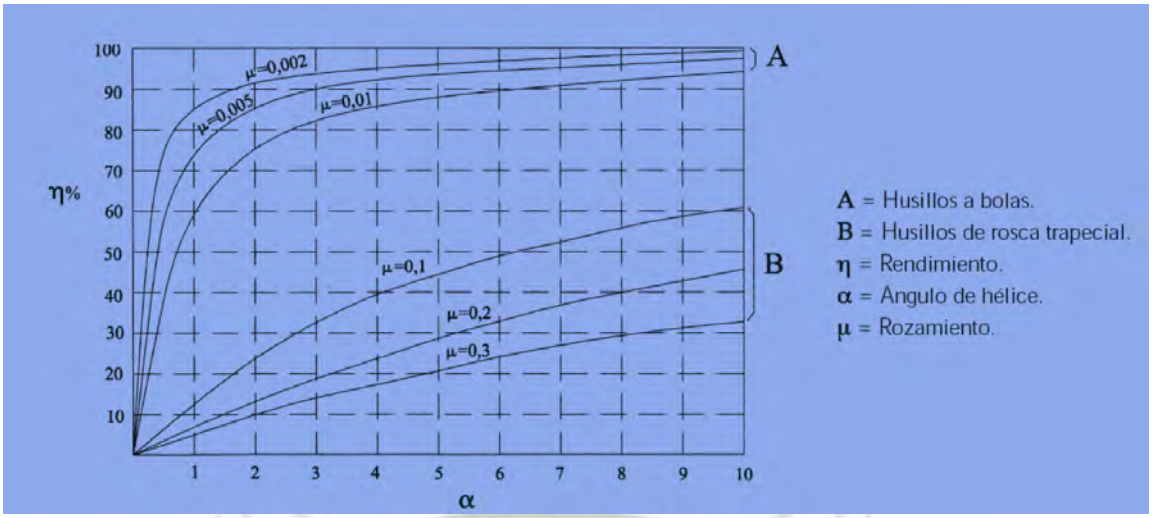


Figura Nº 20 Rendimiento del Husillo a Bolas y el Trapecial

2.7.5.1 Husillos de bolas

Los husillos a recirculación de bolas son un medio eficiente de conversión de un movimiento lineal a otro giratorio. Como indica su denominación, el sistema está compuesto por el eje roscado (husillo), una tuerca también roscada y entre ambas piezas, un conjunto de bolas que ruedan sobre los flancos de la rosca del husillo y de la tuerca. Es un sistema de rodadura muy similar al que se produce en los rodamientos de contacto angular.

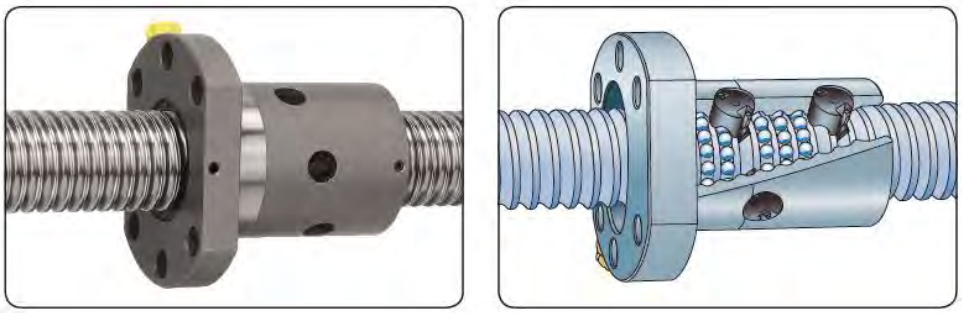


Figura Nº21 Husillo de Bolas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Los husillos a bolas, presentan grandes ventajas sobre los sistemas tradicionales (husillos con rosca trapezoidal) como son:

- Rendimiento muy elevado.
- Rigidez muy alta.
- Gran precisión de posicionamiento.
- Precisa de espacio reducido para su aplicación.
- Una importante reducción del Torque necesario.
- Muy reducido desgaste, lubricación interna de la tuerca – bolas y husillo

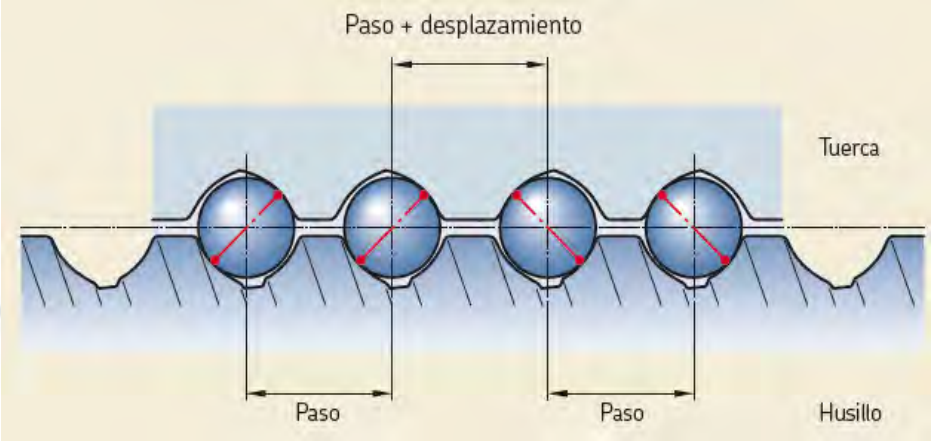


Figura Nº22 Sección del Husillo de bolas

2.8 VIBRACIÓN

La vibración es el movimiento de vaivén de una maquina o elemento de ella en cualquier dirección del espacio desde su posición de equilibrio. Generalmente, la causa de la vibración reside en problemas mecánicos como son: desequilibrio de elementos rotativos; desalineación en acoplamientos; engranajes dañados, rodamientos deteriorados; fuerzas aerodinámicas e hidráulicas y problemas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

eléctricos. Son fuerzas que se generan debido al movimiento de estas partes de la máquina.

Las características importantes de vibración son: frecuencia, desplazamiento, velocidad, aceleración y spike energy (La energía pico es una medida de aceleración en el rango de alta frecuencia generalmente hasta los 20 kHz para la detección de problemas de rodamientos con elementos rodantes).

La frecuencia es la característica más simple pero más significativa de este análisis. Se define como el número de ciclos completos en un periodo de tiempo. La unidad característica es cpm (ciclos por minuto). Existe una relación importante entre frecuencia y velocidad angular de los elementos rotativos. La correspondencia entre cpm y rpm identificara el problema y la pieza responsable de la vibración. Esta relación es debida a que las fuerzas cambian de dirección y de amplitud de acuerdo a la velocidad de giro o bien múltiplos suyos. Cada tipo de problema muestra una frecuencia de vibración distinta

La amplitud de la vibración indica la gravedad del problema, esta característica da una idea de la condición de la máquina. Se puede medir la amplitud de desplazamiento, velocidad o aceleración. La velocidad de vibración tiene en cuenta el desplazamiento y la frecuencia, es por tanto un indicador directo de la severidad de vibración. La severidad de vibración se analiza en términos de desplazamiento para frecuencias por debajo de 600cpm (10Hz), de velocidad para frecuencias entre

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

600 y 60000cpm (10 y 1000Hz) y de aceleración para frecuencias mayores a 60000cpm (1000Hz).

2.8.1 Análisis modal de Vibraciones

El objetivo del **Análisis modal** en la mecánica estructural es determinar las frecuencias naturales y modos de vibrar de un objeto o estructura durante vibración libre. Es común utilizar el Método de los elementos finitos (MEF, o FEM por sus siglas en inglés) para desarrollar el análisis porque, como en otros cálculos usando el MEF, el objeto que se analiza puede tener formas arbitrarias y los resultados de los cálculos son aceptables. Los tipos de ecuaciones que surgen del análisis modal son vistas en Sistemas propios. La interpretación física de los valores propios y vectores propios, los cuales vienen de resolver el sistema, representa las frecuencias y modos de vibrar correspondientes. A veces, los únicos modos deseados son los correspondientes a las menores frecuencias porque pueden ser los modos predominantes en la vibración del objeto.

También es posible determinar las frecuencias naturales y modos de vibrar de un objeto mediante software de simulación mecánica y ensayos experimentales. En este caso, el procedimiento se denomina análisis modal experimental. Los resultados de las pruebas experimentales pueden usarse para calibrar un modelo de elementos finitos para determinar si las hipótesis subyacentes hechas fueron correctas (Por ejemplo, propiedades correctas de materiales y condiciones de borde consideradas en el modelo).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

2.9 FUNDAMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

La automatización es un sistema donde se trasfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

A) La Parte Operativa

Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, captadores como fotodiodos y los captadores que son sensores de detección, pulsadores eléctricos y finales de carrera.

B) La Parte de Mando

Tiene que ser un controlador lógico programable (PLC). En un sistema de fabricación automatizado el controlador lógico programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos las partes del sistema automatizado.

2.9.1 El PLC

Un Controlador lógico programable (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.



Figura Nº23 El Controlador Lógico Programable

2.9.2 Arquitectura de un PLC

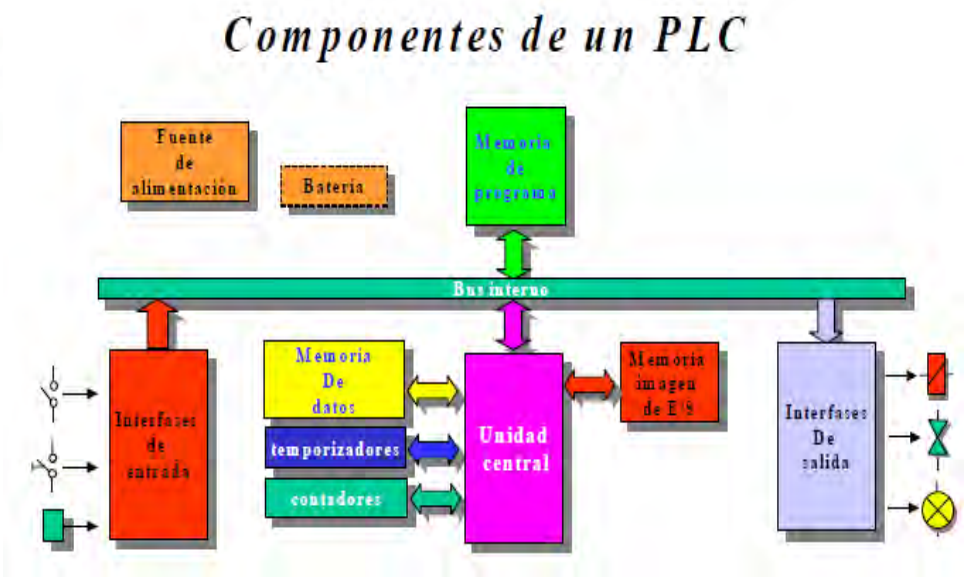


Figura Nº24 Diagrama de bloques de la arquitectura de un PLC

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

A) Fuente de alimentación

Suministra energía eléctrica convirtiendo la tensión de la red a una tensión continua que garantice el funcionamiento de la CPU y demás tarjetas.

+5 para todas las tarjetas

+24V para las tarjetas de entrada salida

B) Unidad central de procesos

Parte imprescindible del controlador (cerebro del controlador), diseñada en base a un microprocesador.

Contiene una unidad de control, memoria interna, temporizadores, contadores, memorias internas, imágenes de E/S.

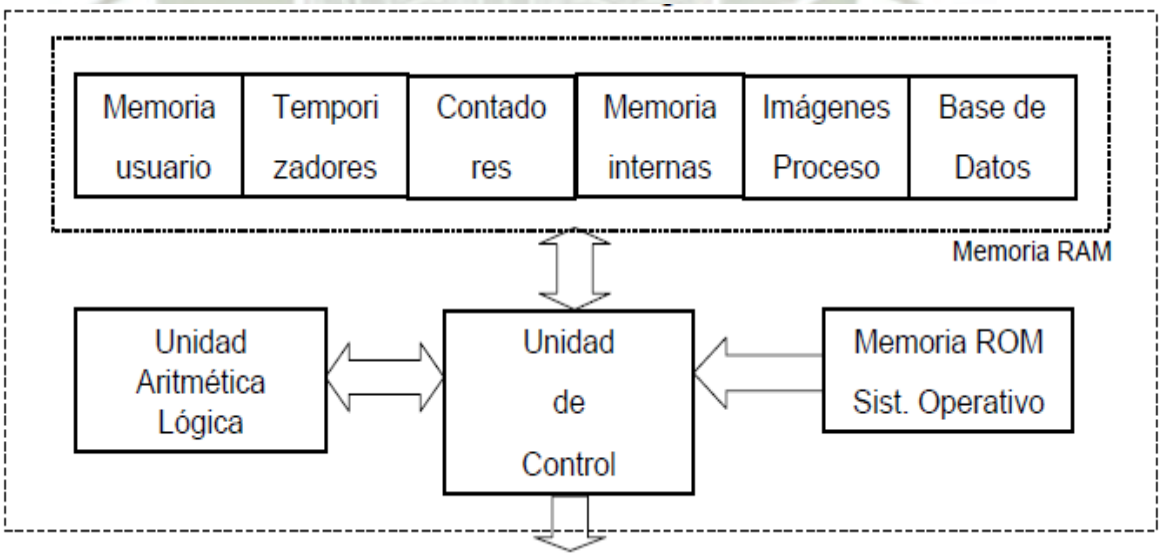


Figura Nº25 Unidad Central de Procesos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

C) Módulo de entrada

Como se tienen gran cantidad de dispositivos exteriores al controlador (sensores y pulsadores) se tienen diferentes módulos de E/S

Transforman las señales de entrada a niveles aceptados por el CPU

Cumplen las siguientes funciones:

- Adquisición
- Acondicionamiento
- Señalización
- Aislamiento

D) Módulo de salida

Sirven de interface entre la unidad central de proceso y los actuadores.

Decodifica las señales de la CPU y con ellas ordena a los dispositivos de salida.

Cumple las siguientes funciones:

- Terminación
- Acondicionamiento
- Aislamiento

E) Módulos Analógicos

- Módulo de Entrada Analógica

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Digitalizan las señales analógicas para que puedan ser procesadas por el CPU.

Estas señales pueden ser voltajes, corrientes, temperaturas, presiones, etc.

Constituidos por un convertidor analógico- digital (ADC) y un multiplexor.

Un módulo puede contener varios canales, en cada canal se puede conectar un sensor.

Cualquier magnitud analógica que se desea procesar tiene que estar representada por una señal de tensión, corriente o resistencia.

Los módulos pueden aceptar tensión o corriente, siempre que se encuentren dentro de determinados rangos estandarizados:

Señal de corriente: 0- 20mA, 4-20mA, +- 10mA

Señal de tensión: 0-10v, 0-5v, 0-2v, +-10v

Trabajar con corriente tiene la ventaja de no presentar problemas de ruido eléctrico y caída de tensión.

Se caracterizan por 2 parámetros:

La resolución: cantidad de bits que utiliza el ADC: 8, 12 y 16 bits

El tiempo de escrutinio: Número de muestras en un intervalo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Módulo de Salida Analógica

Cuando se desea transmitir hacia captadores analógicos señales de tensión o corriente que varían continuamente.

2.9.3 Funciones Principales de un Controlador Lógico Programable

A) Detección

Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

B) Mando

Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y pre accionadores.

C) Diálogo hombre-máquina

Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

D) Programación

Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómata. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómata controlando la máquina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

2.9.4 Funciones complementarias de uso Industrial

A) Redes de comunicación

Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

B) Sistemas de supervisión

También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial.

Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serial del ordenador.

C) Control de procesos continuos

Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos (on – off, 0 - 1) los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

D) Entradas - Salidas distribuidas

Los módulos de entrada salida no tienen por qué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

E) Buses de campo

Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

CAPITULO III

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL EQUIPO

Aplicación del método generalizado VDI 2221 de procedimiento en el proceso de diseño de una máquina

3.1 DETALLAR EL PROBLEMA

Diseñar una máquina cortadora chapas de piedra natural (sillar, granito y similares) en listones para uso en decoración.

3.1.1 Asumir el problema en forma crítica

El problema plantea la investigación de la tecnología actual de las máquinas cortadoras, que características presentan, los sistemas de seguridad con que cuentan, los equipos accesorios, la tecnología de corte utilizada, desarrollo de un software de dibujo en 3D, que son herramientas para el diseño de este proyecto que en conjunto sirven para diseñar un proyecto final.

3.1.2 Estado de la Tecnología

La industria cuenta con muchas marcas y modelos de cortadoras de mesa. El diseño planteado reúne la tecnología disponible en el mercado, ya sean piezas mecánicas, sensores, motores, husillos, rodamientos, para que el resultado sea una máquina funcional, segura, confiable, competitiva, útil, se pueda fabricar, se pueda comercializar y que garantice el aumento en la producción de piedra natural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

3.1.3 Analizar la situación del Problema

El problema se analiza por partes, siguiendo la metodología VDI 2221, para luego diseñar usando software CAD de diseño, realizar los cálculos estructurales (de acuerdo a diversos parámetros que condicionan este diseño, tales como vibración estructural, cargas de choque o impacto, cargas de equipo, y cargas externas) así mismo software de control, automatización y simulación para la Automatización Industrial.

3.1.4 Comprobar las posibilidades de la realización

Punto de vista técnico: La tecnología actual provee de las piezas necesarias para diseñar el conjunto máquina cortadora.

Punto de vista económico: El diseño de la máquina plantea un diseño funcional y no requiere de grandes recursos humanos ni materiales, así mismo el diseño plantea automatizar el proceso de corte y controlar dicho proceso reduciendo costos de personal y de piezas mecánicas.

3.1.5 Completar las exigencias, ordenarlas y cuantificarlas

- Proyecto: Diseño y automatización de máquina cortadora de planchas de sillar, granito para aplicaciones decorativas y de revestimiento
- Dimensiones máximas de la máquina: Largo: 1600mm, Ancho: 1300mm y Altura: 1400mm.
- Diámetro máximo de la herramienta de corte 300mm; relacionado con la profundidad de corte máxima de 100mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Movimiento circular para el corte y movimiento lineal de izquierda a derecha y adelante y atrás para el desplazamiento.
- La velocidad de corte de piedra natural que alcance la máquina es de 40m/s
- Carga máxima que admite el sistema de corte: 300N equivale al peso máximo de la plancha de piedra natural a cortar (≤30Kg).
- Potencia instalada máxima para el corte: 10HP
- Potencias instalada para el desplazamiento: 1HP
- Tensión de trabajo: 380V (uso industrial - Trifásica)
- Frecuencia: 60Hz
- La Capacidad de Producción es: 1000 piezas/día o 125 unidades/hora trabajando 8 horas/día.
- Material a cortar: Sillar, Granito y materiales afines (mármol, terrazos, arenisca, basalto, pizarra, hormigón, calizas).
- El objetivo de la máquina es cortar baldosas hasta 600 mm de largo que es la diagonal de una plancha de 500 x 300 mm, y con espesor máximo≤40 mm; para uso exterior (enchape, decoración, revestimiento) de medidas según norma UNE EN 1341.
- Indicadores luminosos y pulsadores para el inicio y parada del proceso de corte
- Protección para la herramienta de corte y para el operario según la norma OSHA 29 CFR 1910 Sub parte O - Guardas y Sistemas de protección en Maquinaria (Definición de términos relacionados al funcionamiento del equipo, alcances de sistemas de seguridad y dimensiones estándar de guardas)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Protección para equipos eléctricos según estándar ANSI/IEC 60529-2004 (en el grado de protección IP en equipos eléctricos)
- El tipo de energía para el accionamiento de la herramienta de corte y del accionamiento para el sistema de desplazamiento a usar será eléctrica, a su vez se puede contar con fuentes de energía hidráulica o neumática, para refrigeración, sujeción, automatización y limpieza respectivamente
- Sistema de refrigeración para la herramienta de corte
- Facilidad para transportar la máquina
- Máquina con anclaje al piso
- Puntos accesibles para el engrase
- Diseño para que un operario solo operario pueda controlar la máquina mediante una consola de mando
- El material estructural debe poseer elevadas características de rigidez, soldabilidad y tenacidad.
- Diseño simple y robusto, en su mayoría líneas rectas.
- Control del proceso de corte mediante PLC y un software de control
- Seguridad en el accionamiento. Botón ON/OFF con sistema de parada de emergencia
- Se aplicaran puntos objetivos del mantenimiento autónomo a la máquina diseñada
- El plazo de entrega del proyecto será de un año

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.1.6 Detallar la lista de exigencias

Cuadro Nº 5 Lista de Exigencias

LISTA DE EXIGENCIAS		EDICION	Nº de Pagina
Proyecto: Diseño y automatización de máquina cortadora de planchas de sillar, granito para aplicaciones decorativas y de revestimiento Cliente: UCSM			Nº de Identificación Redactado por: Bryan Orihuela Llanos Fecha:15-01/2012
Cambio Fecha	**D o E**	**Exigencias**	**Responsable**
15-01/2012	E	Diseñar y automatizar una maquina cortadora de planchas de sillar, granito y afines para aplicaciones decorativas y de revestimiento	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Dimensiones máximas de la máquina: Largo: 1600mm Ancho: 1300mm Altura: 1400mm	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Diámetro de la herramienta de corte 300mm máximo relacionado con la profundidad de corte máxima de 100mm	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	D	Movimiento circular para el corte y movimiento lineal de izquierda a derecha y adelante y atrás para el desplazamiento	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	La velocidad de corte de piedra natural que alcance la máquina es de 40m/s	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Carga máxima que admite el sistema de corte: 300N equivale al peso máximo de la plancha de piedra natural $\leq$30Kg	Bryan Orihuela Llanos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

15-01/2012	E	Potencia instalada máxima para el corte: 10HP	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Potencias instalada para el desplazamiento: 1HP	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Tensión de trabajo: 3 x 380V (uso industrial-Trifásica)	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Frecuencia: 60Hz	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Capacidad de Producción: 1000 piezas/día o 125 unidades/hora trabajando 8 horas/día	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Material a cortar: Sillar, Granito y materiales afines (mármol, terrazos, arenisca, basalto, pizarra, hormigón, calizas)	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	El objetivo de la máquina es cortar baldosas hasta 600 mm de largo que es la diagonal de una plancha de 500x300 mm, y con espesor máximo≤40 mm; para uso exterior (enchape, decoración, revestimiento) con dimensiones reguladas según norma UNE EN 1341 anexo 18	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Indicadores luminosos y pulsadores para el inicio y parada del proceso de corte	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Protección para la herramienta de corte y para el operario según la norma OSHA 29 CFR 1910 Sub parte O - Guardas y Sistemas de protección en Maquinaria (Definición de términos relacionados al funcionamiento del equipo y dimensiones estandarizadas de guardas). Anexo 19	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Protección para equipos eléctricos según estándar ANSI/IEC 60529-2004 (en el grado de protección IP en equipos eléctricos). Anexo 17	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	El tipo de energía para el accionamiento de la herramienta de corte y del accionamiento para el sistema de desplazamiento a usar será eléctrica, a su vez se puede contar con fuentes de energía hidráulica o neumática, para refrigeración, sujeción, automatización y limpieza respectivamente.	Bryan Orihuela Llanos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

15-01/2012	E	Sistema de refrigeración para la herramienta de corte	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	D	Facilidad para transportar la máquina	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Máquina con anclaje al piso	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	D	Puntos accesibles para el engrase	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	D	Diseño para que un operario pueda controlar la máquina mediante una consola de mando	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	D	El material estructural debe poseer elevadas características de rigidez, soldabilidad y tenacidad	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	D	Diseño simple y robusto, en su mayoría líneas rectas	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	D	Control del proceso de corte mediante PLC y un software de control	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Seguridad en el accionamiento. Botón ON/OFF con sistema de parada de emergencia	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	E	Se aplicarán puntos objetivos del mantenimiento autónomo a la máquina diseñada	Bryan Orihuela Llanos
15-01/2012	D	El plazo de entrega del proyecto será de un año	Bryan Orihuela Llanos

3.2 ELABORACIÓN DEL CONCEPTO

3.2.1 Determinar la estructura de funciones principales

A) Proceso de Alimentación de la Pieza

B) Proceso de Corte de la Pieza

C) Proceso de Retirada de la Pieza

D) Proceso de Automatización, Control y Supervisión del Proceso de Corte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.2.2 Definición básica de las funciones de la máquina y herramientas para el diseño

Este equipo de propósito especial, se diseña para producir planchas de piedra natural en grandes cantidades, cortará diferentes tipos de piedra y se usará para aplicaciones decorativas y de revestimiento en interiores y exteriores.

La máquina está en la capacidad de cortar una plancha con dimensiones estándar de 500mm x 300mm x e ≤40mm; esta pieza será ha pedido a empresas que corten bloques grandes en telares con hilo diamantado con espesores mayores a e ≥ 100mm.

El peso inicial del bloque según el tipo de piedra natural es:

$$V_{plancha} = 0.5m\ x\ 0.3m\ x\ 0.04m = 0.006m^3$$

$$M_{sillar} = V_{plancha}\ x\ \rho_{sillar} = 0.006m^3 x 2050\,\frac{Kg}{m^3}$$

$$M_{sillar} = 12.3Kg$$

$$M_{granito} = V_{plancha}\ x\ \rho_{granito} = 0.006m^3 x 3050\,\frac{Kg}{m^3}$$

$$M_{granito} = 18.3Kg$$

En Arequipa se ubica una empresa la cual puede proveer de dicha plancha, esta empresa sugirió una máquina para el corte de planchas para uso en decoración y revestimiento; los bloques terminados llamados listones tienen dimensiones finales de 100 x 300 x e ≤40mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

El proceso para cortar la plancha de piedra natural es:

Posicionar la chapa hasta la base donde será trabajada, sujetar la plancha mediante un sistema de sujeción y medición, una vez sujetada en la posición a cortar; existen 2 alternativas para el corte: que la herramienta de corte se desplace en movimientos de izquierda a derecha (avance de la herramienta en el eje X y rotación en el eje Y) con una base fija (sin rotación ni desplazamiento en ningún eje) o que la base donde se posiciona la pieza sea la que genere los movimientos de izquierda a derecha (desplazamiento en el eje X) con la herramienta de corte fija (rotación en el eje Y).

Para el corte será necesario un sistema de refrigeración para la herramienta de corte ya que el granito y el sillar son materiales a tratar con precaución debido a que generan polvo; las ventajas son el aumento del ciclo de vida de la herramienta y la reducción de las partículas producidas por el corte.

Una vez realizado el corte, se retira la pieza terminada y se repite nuevamente el proceso de corte de otra pieza.

La alternativa óptima es una máquina totalmente automatizada que realice todos los procesos técnicos de manera autónoma (robot). Este punto queda como punto teórico ya que el costo de diseñar y fabricar un robot es en demasía elevado y demanda más tiempo de diseño.

El diseño planteado se delimita en automatizar, controlar y supervisar el proceso de corte, los procesos restantes son manuales y mecánicos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

La seguridad es un factor importante por tal se diseñan sistemas de protección según un programa en lenguaje Ladder de control. Que se define en el capítulo V.

Las herramientas software para este diseño son:

- Autodesk Autocad Mechanical, software de modelamiento de piezas en 3D.
- Autodesk inventor Fusion, software para importar los archivos del Autocad, permite modelar, seleccionar materiales, modificar piezas en 3D, y exportar el diseño al Autodesk Algor.
- Autodesk Algor, software que realiza el Análisis estructural con resultados de desplazamientos y fuerzas resultantes.
- Twido Suite, software para el diseño, control y simulación del programa que automatiza el proceso industrial de corte.

3.2.3 Fijar los procesos técnicos

Para cumplir con cada función principal se plantean una secuencia ordenada de procesos técnicos parciales; con esto se obtiene la siguiente lista de requerimientos de las figuras 26, 27,28 y 29:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

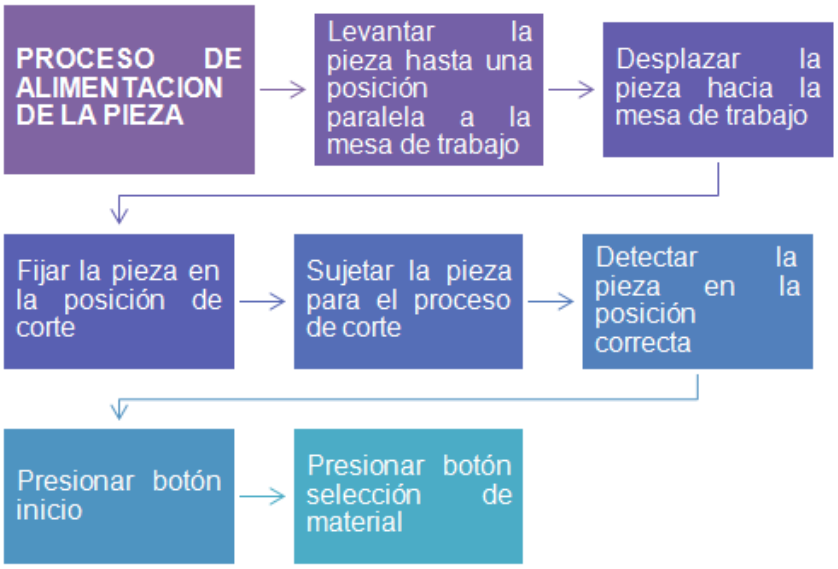


Figura Nº26 Diagrama de bloques funcionales del Proceso de Alimentación de la Pieza

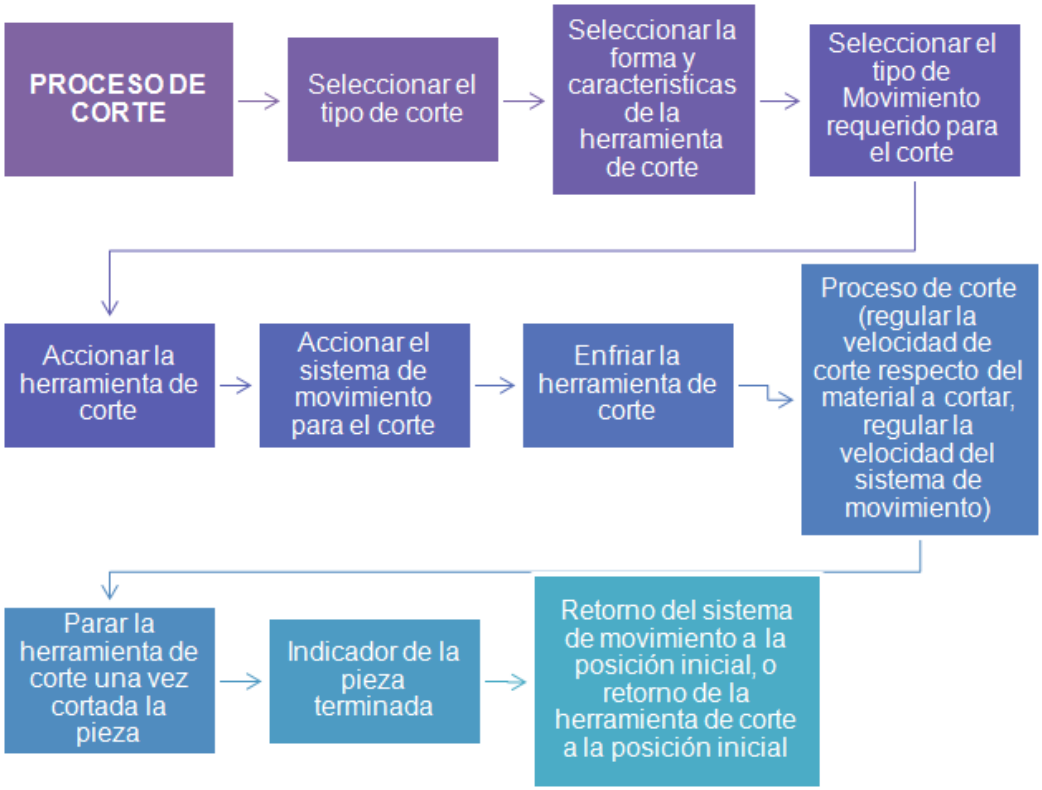


Figura Nº27 Diagrama de bloques funcionales del Proceso de corte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

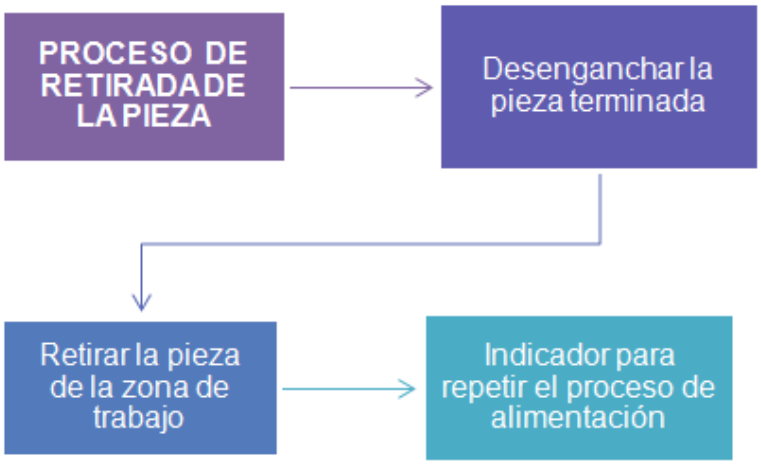


Figura Nº28 Diagrama de bloques funcionales del Proceso de retirada de la pieza

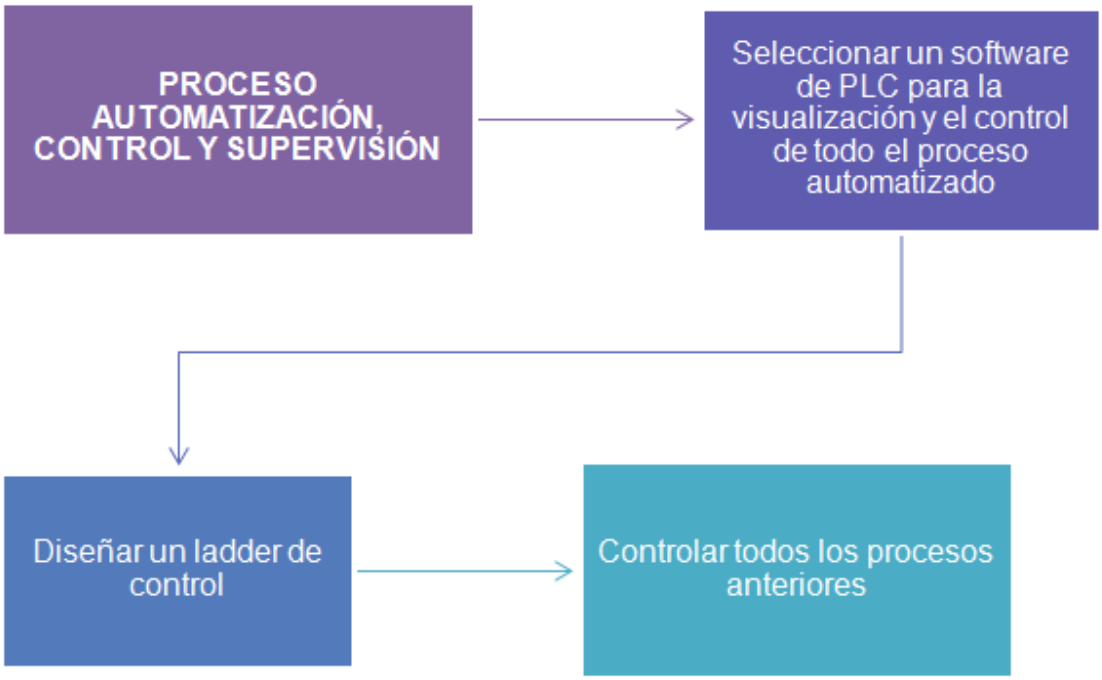


Figura Nº29 Diagrama de bloques funcionales del Proceso de Automatización, Control y Supervisión

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.2.4 Determinar las entradas y salidas de cada Proceso técnico (Black- box)

Cuadro Nº6 Black Box del Proceso de Alimentación de la Pieza

ENTRADAS	SUBPROCESO	SALIDAS
• Energía mecánica • Plancha de piedra natural (sillar, granito y afines)	• Levantar la pieza hasta una posición paralela a la mesa de trabajo	• Energía Cinética • Trabajo • Movimiento de mecanismos • Fricción • Polvo
• Energía mecánica • Plancha de piedra natural (sillar, granito y afines)	• Desplazar la pieza hacia la mesa de trabajo	• Energía Cinética • Trabajo • Movimiento de mecanismos • Fricción • Polvo
• Energía mecánica • Plancha de piedra natural (sillar, granito y afines) • Cargas de impacto directo	• Fijar la pieza en la posición de corte	• Energía Cinética • Trabajo • Movimiento de mecanismos • Fricción • Polvo • Deflexión estructural
• Herramientas de ajuste	• Sujetar la pieza para el proceso de corte	• Energía Cinética • Trabajo • Movimiento de mecanismos • Fricción • Polvo
• Energía eléctrica • Sensores inductivos, sensores de detección de pieza	• Detectar la pieza en la posición correcta	• Consumo de energía eléctrica • Vibración de piezas y estructura • Desgaste por vibración de la estructura (fretting) • Ruido de Motores • Movimiento del sistema de desplazamiento lineal
• Energía eléctrica • Pulsadores de inicio y parada	• Presionar botón inicio	• Consumo de energía eléctrica • Vibración de piezas y estructura • Desgaste por vibración de la estructura (fretting) • Ruido de Motores

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

		• Movimiento del sistema de desplazamiento lineal
• Energía eléctrica • Pulsadores de Selección de material	• Presionar botón selección de material	• Consumo de energía • Vibración de piezas y estructura • Ruido de Motores • Movimiento del sistema de desplazamiento lineal

Cuadro Nº7 Black Box del Proceso de Corte de la Pieza

ENTRADAS	SUBPROCESO	SALIDAS
• Herramienta de corte	• Seleccionar el tipo de corte	• Desgaste de la herramienta de corte y piezas • Desprendimiento de partículas del disco de corte • Polvo • Humedad • Desperdicios
• Herramienta de corte • Plancha con espesor máximo <100mm •	• Seleccionar la forma y características de la herramienta de corte	• Desgaste de la herramienta de corte y piezas • Desprendimiento de partículas del disco de corte • Polvo • Humedad • Desperdicios
• Fuerzas rotacionales • Energía eléctrica	• Seleccionar el tipo de movimiento requerido para el corte	• Ruido de Motores • Consumo de energía eléctrica
• Fuerzas rotacionales • Energía eléctrica • Sistema de accionamiento de herramienta de corte (PLC, variador de	• Accionar la herramienta de corte	• Ruido de Motores • Consumo de energía eléctrica • Trabajo • Desgaste de la herramienta de corte y piezas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

frecuencia, motor de corte, pulsadores inicio/parada, pulsadores selección de velocidad de corte)		
• Fuerzas lineales (husillo de bolas con tuerca desplazable) • Energía eléctrica • Fuerzas rotacionales • Sistema de accionamiento del sistema lineal (PLC, variador de frecuencia, motor para el sistema lineal, pulsadores de inicio/parada)	• Accionar el sistema de movimiento para el corte	• Consumo de energía eléctrica • Energía Cinética • Perdida de aceite • Desgaste de piezas por ludimiento en superficies soldadas
• Energía eléctrica • Sistema de refrigeración (bomba hidráulica, tuberías) • Líquido refrigerante	• Enfriar la herramienta de corte	• Ruido • Vibración • Humedad y agua • Desgaste adhesivo, abrasión, oxidación, difusión) • Corrosión de piezas y estructura • Desgaste por erosión (choque de un fluido con una superficie)
• Energía eléctrica • Sistema de control de velocidad de corte y desplazamiento (motores, mesa lineal, sensores de detección, pulsadores, actuadores e indicadores de control, un variador de frecuencia, un PLC)	• Proceso de corte (regular la velocidad de corte, regular la velocidad del sistema de movimiento)	• Energía Cinética • Desgaste por vibración de la estructura (fretting) • Energía mecánica • Desgaste de piezas • Calor • Consumo de energía eléctrica • Polvo • Vibración • Ruido de motores • Desperdicios • Perdida de aceite

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

• Energía eléctrica • Sistema de control de velocidad de corte y desplazamiento (2 motores actuadores, mesa lineal, sensores de detección, pulsadores, indicadores de control, un variador de frecuencia, un PLC)	• Sistema de detención de la herramienta de corte una vez cortada la pieza	• Energía Cinética • Desgaste por vibración de la estructura (fretting) • Energía mecánica • Desgaste de piezas • Calor • Consumo de energía eléctrica • Polvo • Vibración • Ruido de motores • Desperdicios • Perdida de aceite
• Energía eléctrica • Sensores de detección	• Indicación de la pieza terminada	• Consumo de energía eléctrica • Pieza cortada • Luz indicadora
• Energía eléctrica • Sistema de control de velocidad de corte y desplazamiento (2 motores actuadores, mesa lineal, sensores de detección, pulsadores, indicadores de control, un variador de frecuencia, un PLC)	• Retorno del sistema de movimiento a su posición inicial, y parada de la herramienta de corte	• Energía Cinética • Desgaste por vibración de la estructura (fretting) • Energía mecánica • Desgaste de piezas • Calor • Consumo de energía eléctrica • Polvo • Vibración • Ruido de motores • Desperdicios • Perdida de aceite

Cuadro Nº8 Black Box del Proceso de Retirada de la Pieza

ENTRADAS	SUBPROCESO	SALIDAS
• Pieza cortada • Energía mecánica	• Desenganchar la pieza terminada	• Energía cinética • Trabajo • Polvo
• Energía mecánica	• Retirar la pieza de la zona de trabajo	• Energía cinética • Trabajo • Polvo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

• Sensores de detección • Consola de control	• Indicación para repetir el proceso de alimentación	• Accionar el Sistema de control de velocidad de corte y desplazamiento • Pieza nueva

Cuadro Nº9 Black Box del Proceso de Automatización, Control y Supervisión

ENTRADAS	SUBPROCESO	SALIDAS
• Energía eléctrica	• Seleccionar un software de PLC para la visualización y el control de todo el proceso automatizado	• Control del proceso de corte • Seguridad y calidad de un producto terminado • Consumo de energía eléctrica
• Diseñador	• Diseñar un Ladder de control	• Programa de control
• Energía eléctrica • PLC	• Controlar todos los procesos anteriores	• Control de velocidad de corte y desplazamiento • Consumo de energía eléctrica

3.2.5 Problemas que presentan las salidas

- Vibración de piezas y estructura
- Polvo
- Desgaste por vibración de la estructura (Fretting)
- Deflexión estructural
- Ruido de Motores
- Humedad
- Desperdicios
- Desprendimiento de partículas del disco
- Desgaste de la herramienta de corte y piezas
- Pérdida de aceite

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Desgaste por ludimiento en superficies soldadas
- Desgaste por erosión (choque de un fluido con una superficie)

3.2.6 Solucion Planteada a las salidas nocivas

- Se plantea aplicar el ensayo de analisis de vibraciones (análisis modal), para identificar si el grado de vibracion esta por debajo del admisible,en una máquina nueva
- Se utiliza una cubierta de acero para el sistema lineal evitando polvo, perdida de aceite y desgaste prematuro de componentes
- Recubrimiento del acero: cincado
- Recubrimiento del aluminio anodizado

3.2.7 Principios tecnológicos posibles para solucionar un proceso técnico

Cuadro Nº10 Proceso de Alimentación de la Pieza

PROCESO DE ALIMENTACION	TECNOLOGIA DISPONIBLE
• Levantar la pieza hasta una posición paralela a la mesa de trabajo	• Operario, sistema hidráulico, sistema neumático, faja transportadora, sistema de movimiento lineal
• Desplazar la pieza hacia la mesa de trabajo	• Operario, sistema hidráulico, sistema neumático, faja transportadora, sistema de movimiento lineal
• Fijar la pieza en la posición de corte	• Operario, brazo robótico controlado, actuadores hidráulicos, actuadores neumáticos
• Sujetar la pieza para el proceso de corte	• Operario, sujetadores mecánicos, sujetadores hidráulicos, sujetadores neumáticos, brazo robótico controlado, mordazas y abrazaderas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

• Detectar la pieza en la posición correcta	• Operario, sensores de detección ultrasónicos, sensores finales de carrera, sensores de presión, sensores electromecánicos
• Presionar botón inicio	• Pulsadores eléctricos, Relés electromecánicos
• Presionar botón selección de material	• Pulsadores eléctricos, Relés electromecánicos

Cuadro Nº11 Proceso de Corte de la Pieza

PROCESO DE CORTE	TECNOLOGIA DISPONIBLE
• Seleccionar el tipo de corte	• Corte en seco, corte en húmedo
• Seleccionar la forma y características de la herramienta de corte	• Hilo diamantado, chorro de agua, disco diamantado, sierra eléctrica
• Seleccionar el tipo de movimiento requerido para el corte	• Sistema de movimiento lineal(husillo de bolas, rodillos o rodamientos en carriles guía), movimiento de izquierda a derecha adelante y atrás, variación de altura de corte (brazo robótico industrial)
• Accionar la herramienta de corte	• Motor eléctrico acoplado directamente a la herramienta, Motor eléctrico accionado por cremallera y correa, servomotores
• Accionar el sistema de movimiento para el corte	• Motor eléctrico acoplado directamente al eje del sistema, accionamiento por cremallera y correa, accionamiento manual con manivela, servomotores
• Enfriar la herramienta de corte	• Bandeja o depósito de refrigerante, sensores de temperatura, ventilador de aire, bomba de recirculación de refrigerante, pistolas sopladoras de aire, compresores de aire, conexión de tuberías de recirculación
• Proceso de corte (regular la velocidad de corte, regular la velocidad del sistema de movimiento)	• Regulador de la velocidad (frecuencia) del motor, PLC, pulsadores eléctricos ,software de control
• Parar la herramienta de corte una vez cortada la pieza	• Sensores de presión, sensores inductivos, sensores ópticos , actuador neumático, sensores final de carrera

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

• Indicador de la pieza terminada	• Sensores de presión, sensores inductivos, sensores ópticos , actuador neumático, indicador luminoso
• Retorno del sistema de movimiento a la posición inicial, o retorno de la herramienta de corte a la posición inicial	• Sensores de presión, sensores inductivos, sensores ópticos, sensores final de carrera, actuador neumático, sistema de movimiento

Cuadro Nº12 Proceso de Retirada de la Pieza

PROCESO DE RETIRADA	TECNOLOGIA DISPONIBLE
• Desenganchar la pieza terminada	• Operario, Actuador neumático, brazo robótico industrial (Paletizador automatizado)
• Retirar la pieza de la zona de trabajo	• Operario, Actuador neumático, brazo robótico industrial (Paletizador automatizado)
• Indicador para repetir el proceso de alimentación	• Sensores de presión, sensores inductivos, sensores ópticos

Cuadro Nº13 Proceso de Automatización, Control y Supervisión

PROCESO AUTOMATIZACIÓN, CONTROL Y SUPERVISIÓN	TECNOLOGIA DISPONIBLE
• Seleccionar un software de PLC para la visualización y el control de todo el proceso automatizado	• Siemens simatic, Automation studio, Allen Bradley (Rockwell), Omron, Telemecanique (Schneider), Mitsubishi, ABB Robot Studio
• Diseñar un Ladder de control	• El Diseñador implementa un lenguaje de programación gráfica aplicado a los esquemas eléctricos
• Controlar todos los procesos anteriores	• Software de programación de PLC, consola de control, mando inalámbrico, captadores y accionadores

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.2.8 Matriz morfológica

Cuadro Nº14 Matriz morfológica (Análisis de 3 alternativas)

MATRIZ MORFOLÓGICA			
FUNCIONES PARCIALES	**SOLUCION 1**	**SOLUCION 2**	**SOLUCION 3**
PROCESO DE ALIMENTACIÓN			
Levantar la pieza hasta una posicion paralela a la mesa de trabajo	Operario	Sistema hidráulico	Faja transportadora
Desplazar la pieza hasta la mesa de trabajo	Operario	Sistema neumático	Faja transportadora
Fijar la pieza en la posición de corte	Operario	Brazo robótico controlado	Posicionadores neumáticos
Sujetar la pieza para el proceso de corte	Sujetadores neumáticos	Sujetadores mecánicos	Brazo robótico controlado
Detectar la pieza en la posición correcta	Sensores fotoelectricos	Sensores inductivos	Sensores de presión
Presionar botón inicio	Pulsadores eléctricos	Reles electromecánicos	Switch ON_OFF
Presionar botón selección de material	Pulsadores eléctricos	Reles electromecánicos	Switch ON_OFF
PROCESO DE CORTE			
Seleccionar el tipo de corte	Corte en seco	Corte en húmedo	
Seleccionar la forma y características de la herramienta de corte	Amoladora angular	Disco diamantado	Corte por chorro de agua
Seleccionar el tipo de movimiento requerido para el corte	Sistema de mov. Lineal husillo de bolas accionado por un motor central	Sistema de mov. Lineal de derecha - izquierda adelante - atrás y altura variable (Brazo robótico industrial programable)	Sistema de mov. Lineal por carriles guía y cremallera accionados por un motor central
Accionar la herramienta de corte	Motor eléctrico acoplado directamente a la herramienta de corte	Motor eléctrico accionado por cremallera y correa	Servomotores
Accionar el sistema de movimiento para el corte	Motor eléctrico acoplado directamente al eje del sistema	Motor eléctrico accionado por cremallera y correa	Servomotores
Enfriar la herramienta de corte	Ventilador de aire	Sistema de enfriamiento por bomba hidráulica	Sistema de soplado por tuberias neumáticas con un punto de salida
Proceso de corte (regular la velocidad de corte, regular la velocidad del sistema de movimiento)	Variador de frecuencia, motor AC, pulsadores eléctricos de inicio, PLC, software de control automático	motorreductores	
Parar la herramienta de corte una vez cortada la pieza	Sensores inductivos	Motor con freno	Sensores final de carrera
Indicador de la pieza terminada	Sensores inductivos con indicador luminoso	Sensores ópticos con indicador luminoso	Sensores final de carrera con indicador luminoso
Retorno del sistema de movimiento a la posición inicial, con herramienta de corte fija	Actuador neumático con sensores finales de carrera	Sistema de movimiento con sensores ópticos	Sistema de seguridad con sensores inductivos y fotoeléctricos
PROCESO DE RETIRADA			
Desenganchar la pieza terminada	Operario	Actuador neumático	Brazo robótico controlado
Retirar la pieza de la zona de trabajo	Operario	Actuador neumático	Brazo robótico controlado
Indicador para repetir el proceso de alimentación	Sensores ópticos	Sensores inductivos	Sensores de presión
PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN, CONTROL Y SUPERVISIÓN			
Seleccionar un software de PLC para la visualización y el control de todo el proceso automatizado	Telemecanique Scheider (Twido Suite)	ABB robot studio	Movi PLC SEW
Diseñar un ladder de control	Un diseñador implementa un lenguaje de programación gráfica aplicada a los sistemas eléctricos	Implementar las instrucciones de funcionamiento del software seleccionado y descargar su programa de funcionamiento	
Controlar todos los procesos anteriores	Software de control de PLC, mando inalámbrico, captadores y accionadores	Software de control de PLC, consola de control, captadores y accionadores	Operarios

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

3.2.9 Bosquejos de las alternativas de solución resultantes

Las partes que forman la alternativa de solución 1 son:

- Estructura principal y estructura de soporte de piezas
- Perfil de soporte de motor de corte en C, guarda de protección de disco de corte
- Un operario se encarga de operar la máquina
- Sujetadores mecánicos
- Sensores inductivos
- Pulsadores eléctricos
- Corte en húmedo
- Disco de corte diamantado
- Sistema lineal con husillo de bolas
- 2 motores eléctricos
- Bandeja de refrigerante, bomba de recirculación y tuberías
- Regulador de velocidad, PLC, software de control y consola de control
- Indicadores luminosos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

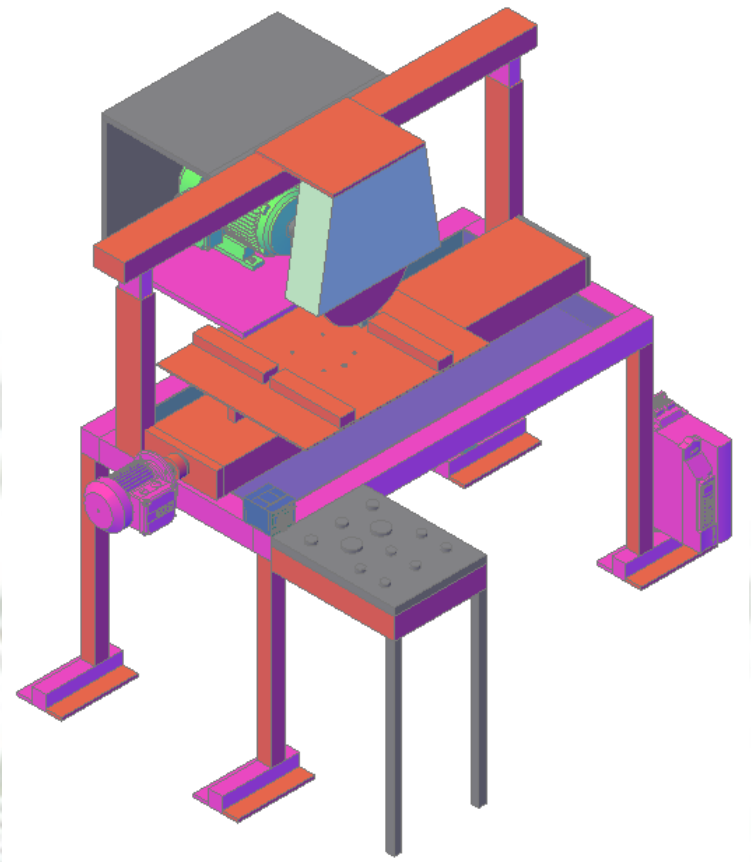


Figura Nº30 Bosquejo 1 Diseño para la máquina cortadora de piedra natural

Las partes que forman la alternativa de solución 2 son:

- Estructura principal
- Sistema hidráulico
- Sistema neumático
- Sensores de presión
- Pulsadores eléctricos
- Corte en húmedo
- Rozadora de brazo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Brazo robótico industrial y un sistema lineal generan los movimientos
- Motor eléctrico
- Bandeja de refrigerante bomba de recirculación y tuberías
- PLC, software de control y consola de control
- Sensores final de carrera con indicador luminoso

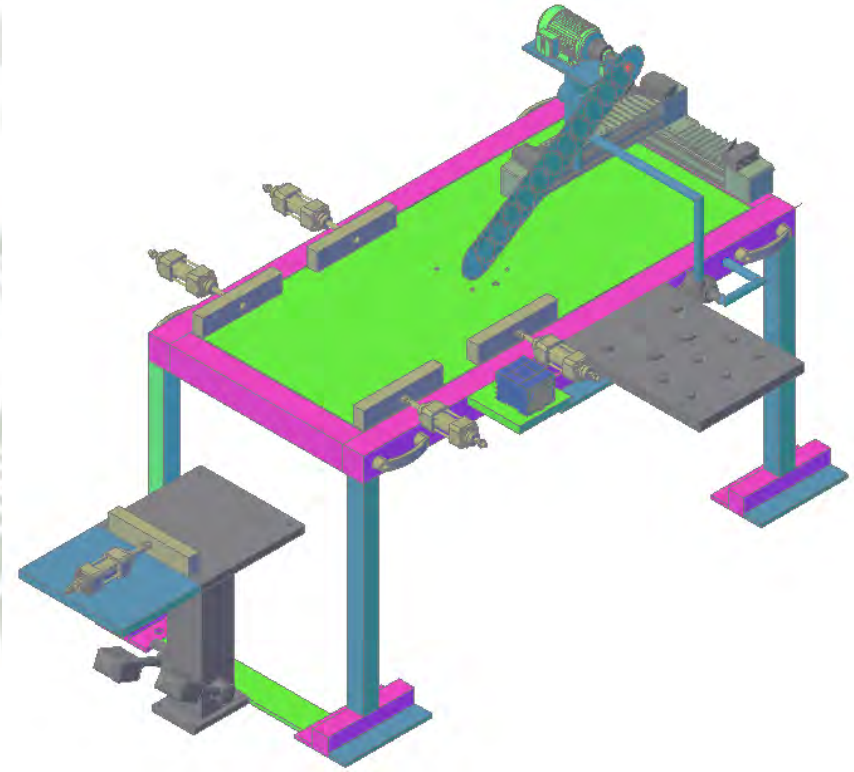


Figura Nº31 Bosquejo 2 Diseño para la máquina cortadora de piedra natural

Las partes que forman la alternativa de solución 3 son:

- Estructura principal
- Faja transportadora de pieza
- Posicionadores neumáticos
- Bandeja para colocar la pieza terminada

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Brazo robótico industrial
- Sensores de presión
- Pulsadores eléctricos
- Corte en húmedo
- Corte por chorro de agua
- Servomotores
- Ventilador de aire
- Regulador de velocidad, PLC, software de control, control inalámbrico, sensores ópticos

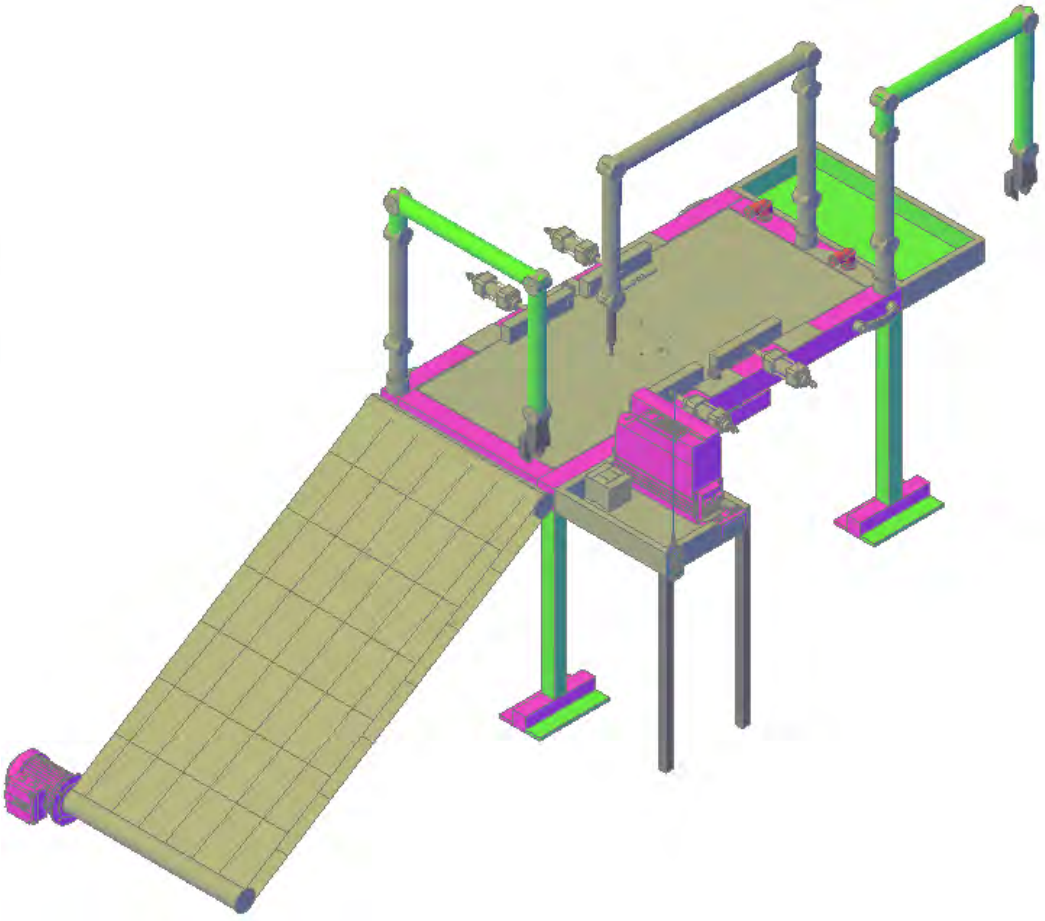


Figura Nº32 Bosquejo 3 Diseño para la máquina cortadora de piedra natural

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.2.10 Concepto óptimo y Variantes que lo condicionan

Cuadro Nº15 Solución Óptima para el Proceso de Alimentación

FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIÓN ÓPTIMA	RESULTADO
Levantar la pieza hasta una posición paralela a la mesa de trabajo	Operario/1000 piezas al día	Se realiza por un operario ya que la plancha es liviana, pesa 18kg
Desplazar la pieza hacia la mesa de trabajo	Operario/1000 piezas al día	Se realiza por un operario ya que la plancha es liviana, pesa 18kg
Fijar la pieza en la posición de corte	Operario/1000 piezas al día	Se realiza por un operario ya que la plancha es liviana, pesa 18kg
Sujetar la pieza para el proceso de corte	Operario/Sujetadores mecánicos con tuercas tipo allen	Su función es sujetar la pieza y dar las medidas para el corte (numerados)
Detectar la pieza en la posición correcta	Sensores inductivos	No son afectados por la humedad, no se ven afectados por el polvo o la suciedad.
Presionar botón inicio	Pulsadores eléctricos	Se diseña una consola de control con pulsadores de inicio, parada y selección de material e indicadores luminosos de control
Presionar botón selección de material	Pulsadores eléctricos	Se diseña una consola de control con pulsadores de inicio, parada y selección de material e indicadores luminosos de control

Cuadro Nº16 Solución Óptima para el Proceso de Corte

FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIÓN ÓPTIMA	RESULTADO
• Seleccionar el tipo de corte	• Corte en húmedo	• Disminuye el polvo y enfría la herramienta de corte, evitando el desgaste prematuro
• Seleccionar la forma y características de la herramienta de corte	• Disco diamantado	• Apropiado para el corte de piedra natural, dientes diamantados que cortan distintos materiales

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

• Seleccionar el tipo de movimiento requerido para el corte	• Sistema de movimiento lineal (husillo de bolas en carriles guía)	• Sistema de movimiento con elevadas características de rendimiento
• Accionar la herramienta de corte	• Motor eléctrico acoplado directamente a la herramienta	• Usado frecuentemente para movimientos giratorios, presenta ventajas respecto de otros tipos de energía
• Accionar el sistema de movimiento para el corte	• Motor eléctrico acoplado directamente al eje del sistema	• Usado frecuentemente para movimientos giratorios, presenta ventajas respecto de otros tipos de energía
• Enfriar la herramienta de corte	• Bandeja o depósito de refrigerante con bomba de recirculación y tuberías	• Almacena el líquido refrigerante y permite la recirculación para el corte
• Proceso de corte (regular la velocidad de corte, regular la velocidad del sistema de movimiento)	• Regulador de la velocidad del motor, PLC, pulsadores eléctricos ,software de control	• El uso de equipos eléctricos implica automatizar el proceso de corte usando software de control
• Parar la herramienta de corte una vez cortada la pieza	• Sensores inductivos	• No son afectados por la humedad, no se ven afectados por el polvo y la suciedad y detectan diferentes metales.
• Indicador de la pieza terminada	• Sensores inductivos con indicador luminoso	• No son afectados por la humedad, no se ven afectados por el polvo y la suciedad y detectan diferentes metales.
• Retorno del sistema de movimiento a la posición inicial, con herramienta de corte fija	• Sistema de movimiento con sensores inductivos	• No son afectados por la humedad, no se ven afectados por el polvo y la suciedad.

Cuadro Nº17 Solución Óptima para el Proceso de Retirada

FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIÓN ÓPTIMA	RESULTADO
• Desenganchar la pieza terminada	• Operario	• 1 operario realiza este proceso con el sistema de movimiento y corte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

		detenidos respectivamente
• Retirar la pieza de la zona de trabajo	• Operario	• 1 operario realiza este proceso con el sistema de movimiento y corte detenidos respectivamente
• Indicador para repetir el proceso de alimentación	• Sensores inductivos	• Detectar la presencia de la pieza, posición inicial o final del sistema de desplazamiento, y presencia de objetos extraños o no en el punto de operación, si estas condiciones se cumplen se inicia el ciclo nuevamente

Cuadro Nº18 Solución Óptima para el Proceso de Automatización, Control y Supervisión

FUNCIONES PARCIALES	SOLUCIÓN ÓPTIMA	RESULTADO
• Seleccionar un software de PLC para la visualización y el control de todo el proceso automatizado	• Telemecanique (Schneider)	• Sensores de detección de pieza en la mesa de trabajo, al inicio y al final del recorrido del sistema, el operario controla un sistema INICIO/PARADA y SELECCIÓN DE MATERIAL y sensores de seguridad activa que detienen el proceso de corte si se detectan objetos extraños cerca del punto de operación
• Diseñar un ladder de control		• El Ladder de control tiene por objetivo representar de forma gráfica los esquemas eléctricos de piezas, motores y pulsadores (entradas y salidas) y simular el proceso

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

• Controlar todos los procesos anteriores	• Software de programación de PLC y consola de control	• Se automatiza el proceso de corte, 1 operario puede controlar, activar y simular el proceso de corte

Cuadro Nº19 Variables Técnicas que definen el Diseño

VARIABLES TÉCNICAS	DEFINICION DE VARIABLES
Buen uso de la fuerza o energía	El tipo de procesos según su distribución se define: un operario que se encarga de realizar el proceso manual; 2 motores eléctricos, 1 variador de velocidad y una bomba se encargan de realizar el proceso mecánico; y un sistema de control automático que supervisa el PLC, sensores, actuadores y motores.
Seguridad	La protección activa de la máquina tiene: una guarda de seguridad, un botón de parada y 2 sensores de detección de presencia que paran el proceso si algún elemento extraño está cerca al disco de corte Se pudo adecuar elementos de la Norma OSHA 29CFR1910, Sub parte O Guardas de protección y maquinaria en los temas relacionados con dispositivos de detección de presencia, el sistema de control, protección y seguridad de las maquinas, punto de operación y anclaje de maquinaria (anexo 19) y de la norma ANSI/IEC 60529 – 2004 en el grado de protección IP en equipos eléctricos (anexo 17) y simulación del programa de control para el correcto funcionamiento de la máquina.
Rapidez	Se elige la alternativa de solución 1, ya que la velocidad de corte con disco diamantado es mayor, que el corte con chorro de agua o rozadora eléctrica.
Estabilidad	Se usa una estructura de acero, la cual se analizara con un software de estructuras y así mismo este material se protege con un recubrimientos para acero con exposición a la corrosión
Rigidez	Se usa una estructura de acero preferible el ASTM A514, el cual tiene que ser analizado con un software de estructuras y así mismo este material se protege con un Recubrimientos para acero con exposición a la corrosión
Manipulación	En el proceso de corte queda impedida cualquier manipulación al sistema, en caso de encontrar

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

	algún material extraño la máquina debe parar, para ello existen sensores que detectan cuerpos extraños.
Facilidad de Manejo	El sistema de control tiene: una consola de control con 3 botones de selección de material, 1 botón de inicio y 3 sensores que detectan posición y presencia de pieza, y así mismo controlar el proceso de corte en el software Twido suite conectado a un computador.
Transportabilidad	Máquina que no exceda las medidas planteadas en la lista de exigencias, así mismo se elige el acero ya que un material durable y el mejor para resistir al envejecimiento. Las piezas de la máquina se pueden desajustar para su transporte.
Calidad del Trabajo	La calidad del trabajo depende que todo el sistema trabaje correctamente, para ello debe existir una protección de la herramienta de corte, un sistema que evite el exceso de polvo, un control en motores, calidad de corte, velocidad de corte correcta, sistemas automáticos que funcionen en los parámetros establecidos
Complejidad	La máquina tiene la capacidad de cortar diferentes piedras naturales; se controla con un PLC conectado a un variador de velocidad que regula la velocidad de 2 motores: 1 de corte y 1 de desplazamiento, iniciando el proceso de corte solo si se cumplen ciertos parámetros de seguridad.
Lista de exigencias (grado de cumplimiento incluyendo deseos)	Según estas exigencias y deseos la máquina cumplirá con un 90% de todas las planteadas(diseño de un sistema, el control de dicho sistema y la seguridad del sistema y al operario que opera dicho sistema)

Cuadro Nº20 Variables Económicas que Definen el Diseño

VARIABLES ECONOMICAS	DEFINICION DE VARIABLES
Número de piezas	La idea del diseño planteada es tener el número mínimo de piezas; tener toda la estructura soldada y piezas que vayan completando la máquina.
Facilidad de montaje	La estructura será soldada, y las piezas serán fijadas mediante tuercas de rápido ajuste
Productividad	La velocidad de desplazamiento del sistema lineal con husillo de bolas, se incrementa o disminuye de acuerdo al requerimiento de piezas terminadas al día

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Costos diversos	En este punto se seleccionan catálogos con la mejor relación costo/calidad de partes y piezas
Pocos desperdicios	En este caso los desperdicios serán mínimos ya que se utiliza toda la plancha de piedra natural, en cortes y formas distintas

3.3 PROYECTAR

En esta fase se entra profundamente en la concretización del diseño.

3.3.1 Determinar el proyecto preliminar

El diseño se inicia al seleccionar el material estructural y se elige el acero debido a las ventajas respecto de otros materiales que son:

- Aplicaciones en la industria de la construcción (puentes, perfiles estructurales, pernos, clavos)
- Aplicaciones en el transporte (camiones, rieles y material laminado para ferrocarriles)
- Aplicaciones en productos de consumo (automóviles y aparatos)
- Buena resistencia mecánica
- Relativo bajo costo entre los metales
- Facilidad de procesado en una gran variedad de procesos de manufactura

El tratamiento superficial aplicado al acero para reducir la fricción, el desgaste y la corrosión es la electrodeposición con Zinc, llamado Zincado.

El Material para las partes accesorias de la máquina es el Aluminio y tiene un recubrimiento por conversión química, llamado Anodizado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Con el material estructural seleccionado se procede a analizar la lista de exigencias (Punto 3.1.6), la tecnología disponible para concretar estos parámetros (punto 3.2.8), de acuerdo a los parámetros más importantes que definan el diseño.

Finalmente seleccionar piezas, marcas de piezas y equipos industriales mecatrónicos que servirán de ensamble para el conjunto Máquina Terminada y comprobar el cumplimiento de las variables para el diseño Final.

3.3.2 Determinar los puntos de orientación para la elaboración de la forma (proyecto)

De acuerdo con los puntos 3.1.6, 3.2.4, 3.2.8 se definen las características y accesorios principales que tiene la máquina diseñada:

A) Características físicas de la maquina:

- Dimensiones máximas: Longitud: 1600mm Ancho: 1300mm Altura: 1400mm
- Forma de la estructura principal: líneas rectas, se mejora el proceso de soldadura
- Anclaje al piso
- Base para colocar la pieza
- Sujetadores mecánicos, de fijación y medición
- 3 Sensores inductivos de detección de pieza, posición inicial y final
- 2 Sensores de detección de objetos extraños cerca del disco diamantado de corte
- Sistema de desplazamiento lineal con husillo de bolas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- 2 motores: Para el corte y para el desplazamiento
- Disco diamantado de corte
- Estructura de soporte de piezas principales para el corte
- Protección para la herramienta de corte y al operario en caso de desprendimiento de piezas
- Sistema de refrigeración: Bandeja para refrigerante, bomba de recirculación y tuberías
- Sistema de control del proceso de corte (automatización): Controlador lógico programable, variador de frecuencia, consola de control automático
- Pieza para fijar accesorios de corte: Chapa en forma de C

B) Características de rendimiento:

- Buen uso de la fuerza o energía : Motor, variador, PLC de marcas existentes en el mercado (SEW, Telemecanique, Festo, SKF LinearMotion)
- Seguridad : Sistema de protección de parada de emergencia por detección de materiales extraños, Protección de accesorios y Protección al operario durante el proceso de corte (sensores Festo)
- Rapidez : Medio eficiente para el desplazamiento y para el corte (motores marca SEW)
- Estabilidad: Elección de un acero estructural resistente y comercial, Acero ASTM A514 porque es el que tiene un alto límite de fluencia, las características están en el cuadro Nº2 y pruebas en software del análisis estructural simulando el ambiente real.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Manipulación: Sensores de detección y un pulsador de parada en caso de haber elementos extraños y las condiciones de inicio no se cumplen
- Facilidad de manejo: Un operario está en la capacidad de controlar y poner en funcionamiento la máquina, con una consola de control de inicio y parada.
- Transportabilidad: El diseño debe ser de rápido montaje y desmontaje (Uso de tuercas, tornillos de rápido ajuste), el material seleccionado es resistente a diferentes ambientes industriales (acero inoxidable AISI 302, aluminio resistente a la corrosión serie 6000 y acero ASTM A514 recubiertos con capas protectoras contra corrosión y elementos ambientales)
- Calidad del trabajo: Depende de la correcta manipulación del equipo y un correcto funcionamiento de las piezas implicadas en el corte (velocidad de corte - desgaste del disco, velocidad lineal – producción al día)
- Complejidad: La máquina tiene la capacidad de cortar diferentes piedras naturales; se controla con un PLC conectado a un variador de velocidad que regula la velocidad de 2 motores: 1 de corte y 1 de desplazamiento, iniciando el proceso de corte solo si se cumplen ciertos parámetros de seguridad (mesa de desplazamiento en posición inicial, mesa con una pieza, punto de operación sin objetos cerca y finalmente verificar que la conexión del PLC con el variador de velocidad y los 2 motores trifásicos AC sea la correcta, así también se establezca el protocolo de comunicación adecuado para estos equipos)
- Número de piezas: Menor número de piezas y una estructura soldada

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Facilidad de montaje: Piezas unidas con tuercas de rápido ajuste
- Productividad: Elegir el sistema con mejor rendimiento para la operación de corte (movimiento circular de corte) y la operación de desplazamiento (guías impulsadas mediante conversión de movimiento circular en movimiento lineal) mayor corte de piezas en un tiempo determinado implica mayor productividad y ganancias.
- Costos diversos: La mejor relación costo/calidad de partes y materiales
- Pocos desperdicios: la finalidad es obtener el 100% de la pieza que ingresa a la máquina, convertida en listones y chapas de piedra natural.
- Seguridad: Según normas de regulación UNE EN 1341, Norma OSHA 29CFR1910, Sub parte O en los temas relacionados con dispositivos de detección de presencia, el sistema de control, protección y seguridad de las máquinas, punto de operación y anclaje de maquinaria y el código IP de protección de equipos eléctricos extraído de la norma de Protección de equipos eléctricos ANSI/IEC 60529-2004.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

3.3.3 Elaborar la forma estructural aproximada

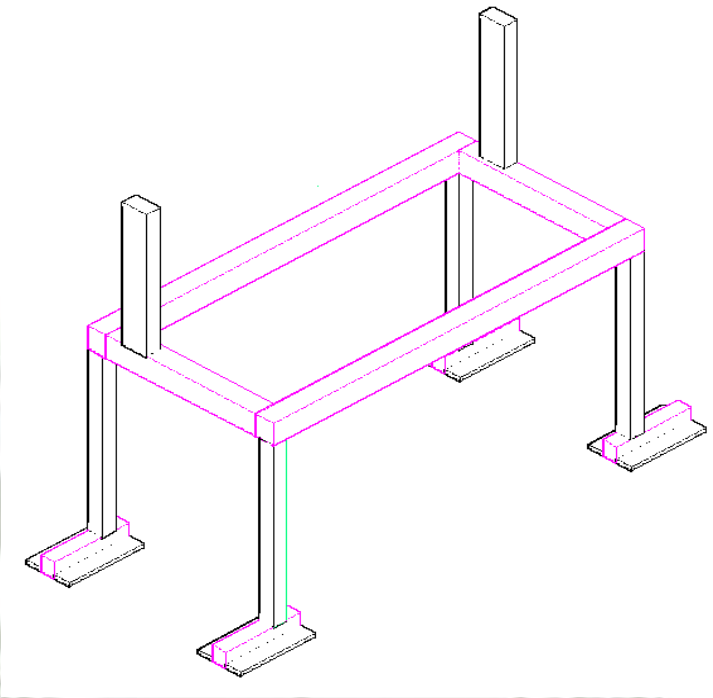
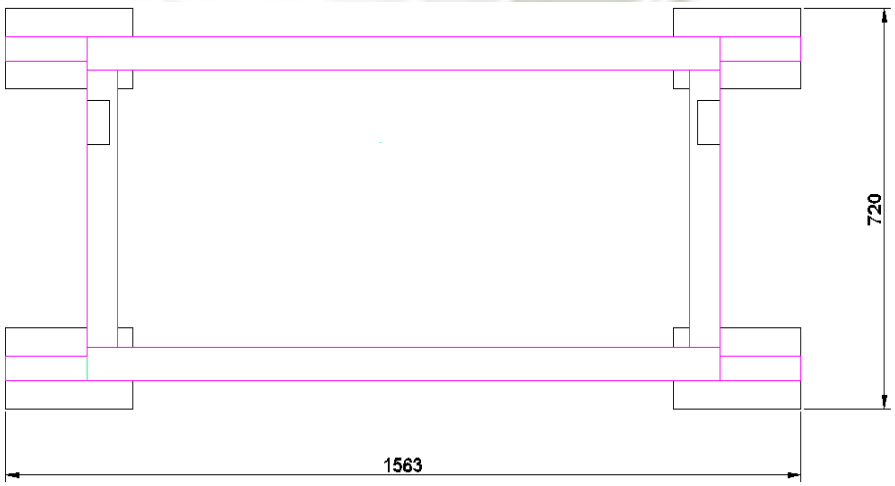


Figura Nº33 Bosquejo de la Estructura principal

Bosquejo de la estructura principal dibujado en Autocad, la forma presenta líneas rectas, y una base para anclar al piso. Las dimensiones generales de la estructura están dentro de las planteadas en el punto3.1.6 y son:



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

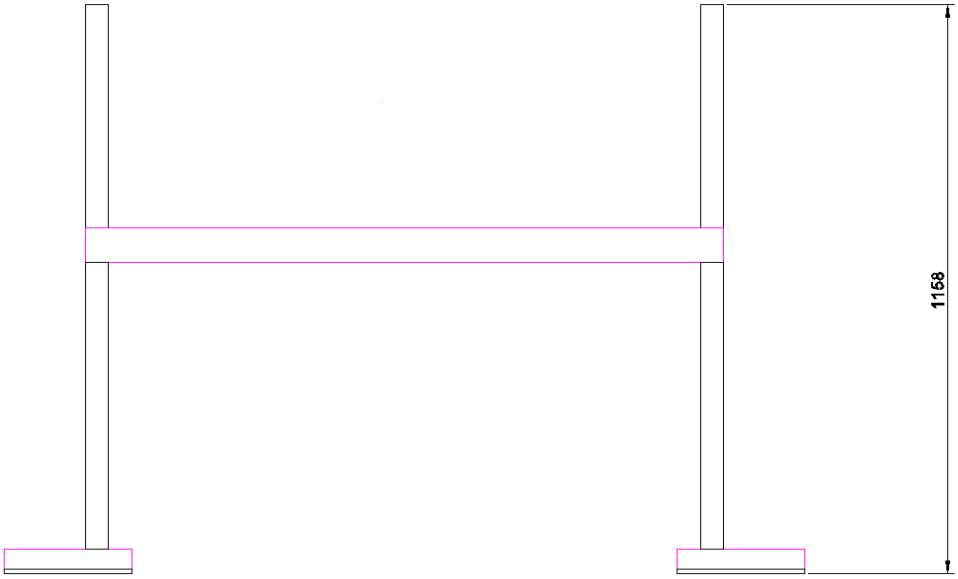


Figura Nº34 Medidas generales de la Estructura principal

A partir de este bosquejo se disponen las piezas restantes para formar la máquina, la disposición de las piezas depende de 4 parámetros:

A) Forma de las Superficies

La forma de las superficies de las piezas será recta en su mayoría para la correcta unión con tuercas y con soldadura.

Se diseña un sistema de base plana para el desplazamiento lineal, fijado a la estructura y con una mesa cuadrada donde se coloca la pieza para cortar

Se diseña una consola con agujeros para pulsadores y una caja interior para cables y accesorios internos y un tablero para fijar accesorios de control.

Se diseña también una Estructura de soporte de piezas para el corte: Con 2 barras para anclar a la estructura principal y un barra para soporte de las piezas unido a

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

está un perfil en forma de C que contiene al sistema de refrigeración, al motor de corte, acople, rodamiento y un eje de transmisión de potencia conectado al disco de corte.

Se diseña una protección para el disco de corte seleccionado, la forma depende del diámetro del disco y de los accesorios de acople (eje, tuerca, arandela) el diámetro seleccionado es de 300mm, ya que corta espesor de hasta 100mm.

B) Posición relativa de una superficie con respecto a las otras

El corte se realizara a lo largo de toda la estructura en dirección del eje X, es por esto que el eje del disco de corte y del motor acoplado está a 90º del eje X en el eje Y.

El sistema de desplazamiento lineal debe recorrer todo el eje X es por esto que el sistema se fija a lo largo de toda la estructura.

La consola está en la parte frontal para la operación de control y visualización directa del operario.

La Estructura de soporte de piezas principales tiene la forma de rectángulo, con 2 perfiles unidos a la base y un perfil que une ambos a lo largo del eje X.

C) Número de superficies que limitan al cuerpo

Todas las partes y piezas complementarias están contenidas dentro de las dimensiones generales de la estructura.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

D) Dimensiones de las superficies

Todas las partes y piezas complementarias están contenidas dentro de las dimensiones generales de la estructura.

3.3.4 Representar el proyecto preliminar

En este punto se identifican los accesorios y piezas para el ensamble completo de la máquina y se distribuyen de acuerdo a la forma, ergonomía, seguridad y espacio disponible dentro de las medidas máximas del diseño.

La figura 31 muestra un bosquejo de la posición de dichas partes:

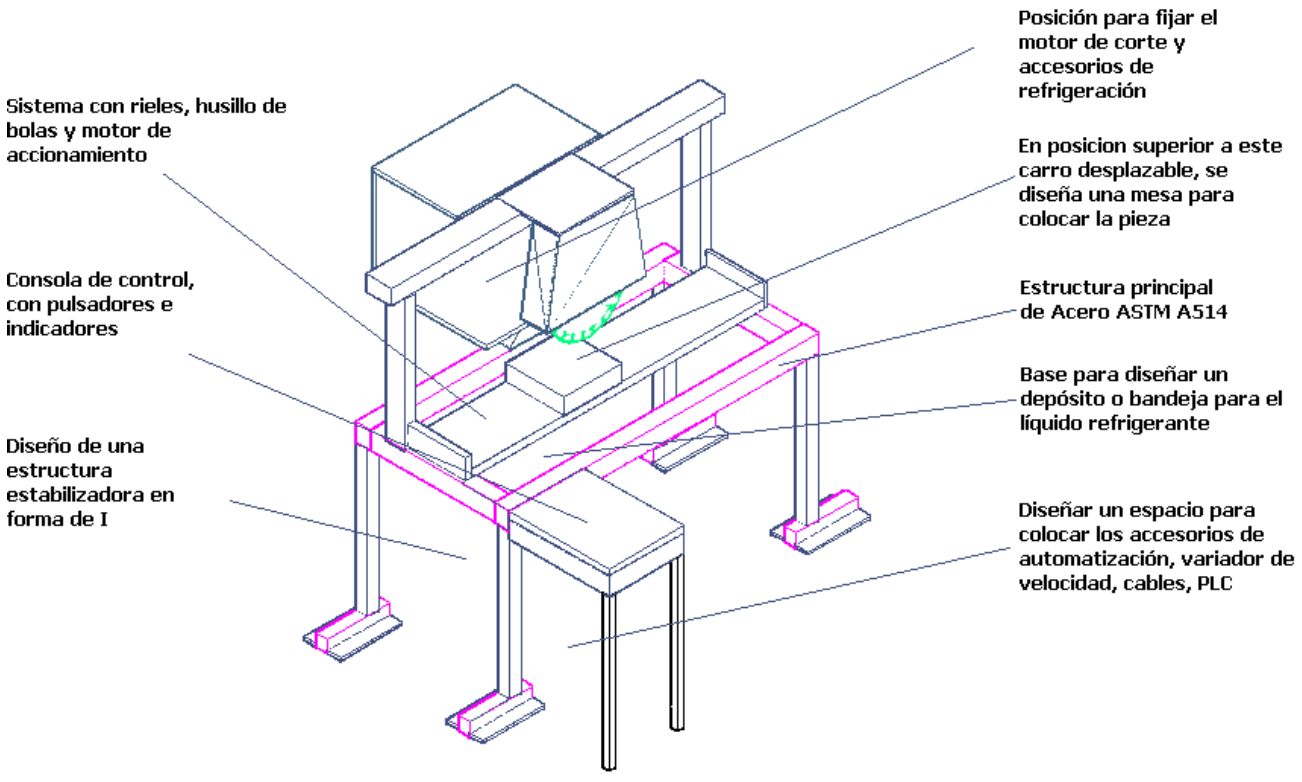


Figura Nº35 Máquina con la disposición de los accesorios de Funcionamiento

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

3.3.5 Determinar el tipo de material, procesos de fabricación de piezas, Rugosidad superficial, calidad del acabado superficial

Cuadro Nº21 Definición de Propiedades

Partes de la estructura	Material/ Marca	Clase de los procesos de fabricación	Rugosidad Superficial	Calidad del acabado superficial
Chapa en forma de C	Acero ASTM A514	Laminado/ corte/taladrado/soldadura	3.2 1,6	Recubrimiento con Fosfato y Zincado
Pieza de protección del disco de corte	Aluminio serie 6000	Fundición/laminación/corte/soldadura	3.2 1,6	Anodizado
Estructura de soporte de piezas principales	Acero ASTM A514	Corte/rectificado/taladrado/soldadura	3.2 1.6	Recubrimiento con Fosfato y Zincado
Mesa para colocar la pieza	Aluminio serie 6000	Laminado/corte/mandrinado/soldadura	3.2 1.6	Anodizado
Estructura principal	Acero ASTM A514	Corte/rectificado/taladrado/soldadura	3.2 1.6	Recubrimiento con Fosfato y Zincado
Bandeja para el refrigerante	Acero Inoxidable AISI 302	Laminado/bruñido/corte/soldadura	0.8 0.4	Coloreado electrolíticamente
Consola de control automático	Aluminio serie 6000	Fundición/Laminado/corte/taladrado/soldadura	0.8 0.4	Anodizado
Estructura de fijación en forma de I	Acero ASTM A514	Corte/rectificado/soldadura/taladrado	3.2 1.6	Recubrimiento con Fosfato y Zincado
Regletas de fijación de pieza	Aluminio serie 6000	Corte/taladrado	3.2 1,6	Anodizado

Fuente: J. Mata, C. Álvarez, T. Vidondo, Técnicas de expresión gráfica 1.2 Rama del Metal, pp 90. 2da edición. Barcelona: Ediciones Don Bosco. (Consulta: enero 2012)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

3.3.6 Proyecto óptimo

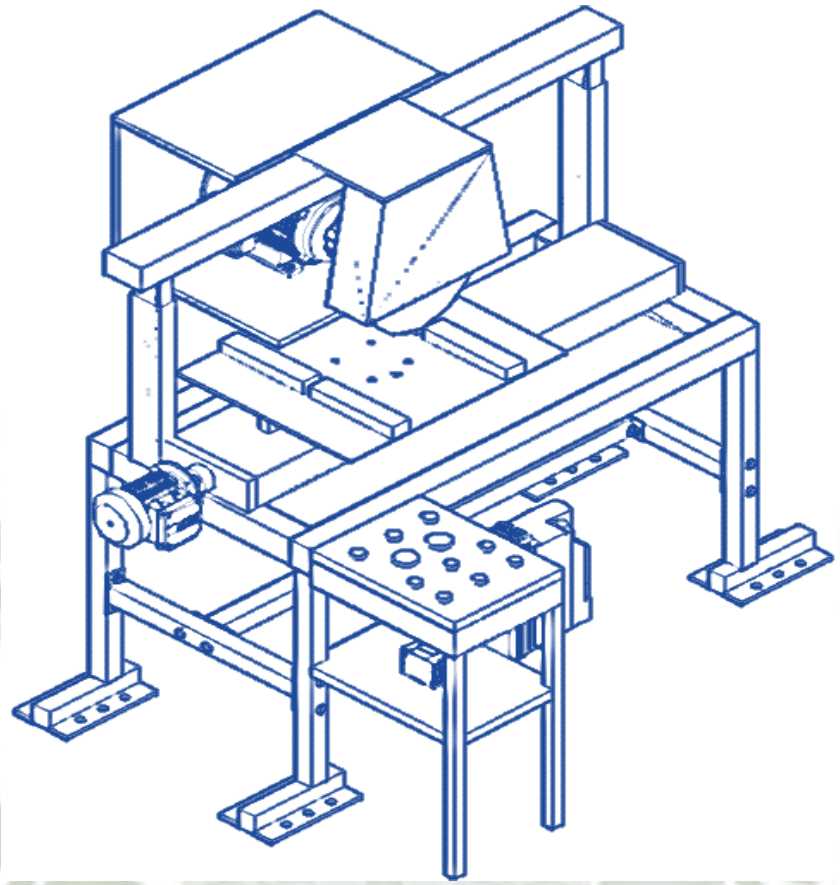


Figura Nº36 Bosquejo de la Alternativa de Solución Óptima

3.4 ELABORACIÓN DE DETALLES

3.4.1 Detallar, elaboración de los detalles

Con los datos del proyecto preliminar, se procede al diseño en el software CAD

El diseño se realiza con el autoCAD Mechanical 2010 el modelado del conjunto maquina cortadora y cada pieza se diseñó en 3D, el diseño se realizó en escala 1:1, el material estructural elegido es el Acero ASTM A514 con tratamiento superficial

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Zincado, el material de piezas accesorias es el Aluminio serie 6000 con tratamiento superficial Anodizado.

3.4.2 Proporcionar la fundamentación

Este punto se desarrolla en el CAPITULO IV INGENIERIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL

3.4.3 Elaboración de las formas, dimensiones definitivas y completas

Este punto se desarrolla en los PLANOS ADJUNTOS DE DETALLE

3.4.4 Determinar completa y definitivamente el material, clases de fabricación, tolerancias y calidad del acabado superficial

Este punto se desarrolla en los PLANOS ADJUNTOS DE DETALLE

3.4.5 Representar las piezas, dimensionar, dar las tolerancias, la calidad del acabado superficial y material

Este punto se desarrolla en los PLANOS ADJUNTOS DE DETALLE

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

CAPITULO IV

INGENIERIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL

4.1 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE CORTE

Para la máquina diseñada, se elige usar una herramienta de corte en forma de disco llamado disco diamantado de corte según la lista de exigencias. Con las siguientes características:

- El Diámetro máximo del disco es de 300mm y corta una profundidad máxima de 100mm, anexo 10
- Velocidad periférica de corte =40 $^{m}/_{s}$, anexo 21
- Velocidad de rotación = 2500rpm, anexo 21
- Corte en húmedo
- Seguridad para el medio ambiente y el operario
- Reducción de costos (mayor vida útil de la máquina, menores esfuerzos para el motor)
- Se Aumenta la vida útil del disco de corte
- Se Mejora la refrigeración de la herramienta
- La lista de materiales a cortar está en el anexo 1

4.2 FUERZA DE CORTE

Con la fórmula general de fricción estática se tiene:

$$F_{corte=}\mu_e N$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

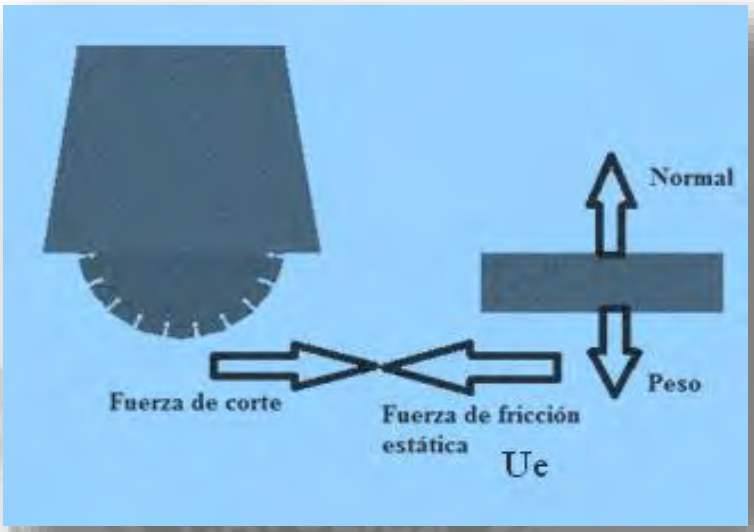


Figura Nº37 Diagrama de corte y Coeficiente de fricción estático (μ_e)

Coeficientes de Fricción Estático:

Diamante μ_e=0.02 para el Acero; μ_e=0.74, Piedra μ_e=0.7 valores extraídos del anexo 14. Se elige un promedio ya que el diamante corta con facilidad la piedra y la fricción que opone el diamante es mínima. Si se elige un coeficiente de fricción elevado el motor será demasiado grande, y lo que se quiere es reducir espacios y costos, el disco de corte tiene que ser el elegido correctamente.

Promedio $\mu_{epromedio}$=0.38

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.1 Peso del bloque de piedra

Cuadro Nº22 Bloque de Piedra

PIEZA	PESO
Medidas del bloque: 500 mm x 300 mm x 40mm, $V = 0.006\text{m}^3$	$\rho_{\text{granito}} = 3050\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$
	$M = V \text{ x } \rho_{\text{granito}} = 0.006\text{m}^3 \text{ x } 3050\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} =$ 18.3Kg
$\boldsymbol{P_{piedra\ granito}} = M \text{ x } g = 18.3\text{Kg x } 9.81\ {}^{\text{m}}/_{\text{s}^2}$	$\boldsymbol{P_{piedra\ granito}} = 179.52\text{N}$

La Fuerza de corte para vencer la fuerza de fricción estática es:

$$F_{\text{corte}} = 0.38 \text{ x } 179.52\text{N}$$

$$F_{\text{corte}} = 68.22\text{N}$$

Nota: el peso de un bloque de sillar de similares dimensiones es: $\rho_{\text{sillar}} = 2050\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

$$M = V \text{ x } \rho_{\text{sillar}} = 0.006\text{m}^3 \text{ x } 2050\,\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 12.3Kg$$

$$P_{piedra\ sillar} = 12.3\text{Kg x } 9.81\ {}^{\text{m}}/_{\text{s}^2}$$

$P_{piedra\ sillar} = 120.66\text{N}$, se elige el peso del Granito por ser mayor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.3 VELOCIDAD DE CORTE

Del anexo 21 de velocidades de corte de materiales, se conoce el valor de corte para granito de V_{corte}= 40 m/s con diámetro de disco de 300mm y 2500rpm

Con la ecuación 9 de velocidad de corte del capítulo II se verifica el valor del corte práctico:

$$V_{corteprácticо}\left({}^{m}/_{min}\right) = \frac{n(min^{-1})\ x\ \pi\ x\ D_c(mm)}{1000({}^{mm}/_{m})}$$

Con D_{disco} = 300 mm, n =2500 rpm

$$V_{corteprácticо} = \frac{2500rpm\ x\ \pi\ x\ 300mm}{1000\ {}^{mm}/_{m}}$$

$$V_{corteprácticо} = 2356.2m/\ min\ (39.27m/seg)$$

4.4 POTENCIA DEL MOTOR PARA EL CORTE

$$P = F\ x\ V\ x10^{-3}\ [KWatts]$$

Donde:

P = Potencia del motor para el corte [KW]

V = Velocidad de corte [m/s]

F = Fuerza que deba vencer el disco de corte al cortar la piedra natural [N]

$$P_{motorcorte} = 68.22N\ x\ 40m/seg\ x\ 10^{-3}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$P_{motorcorte} = 2.73KWatts \text{ x factor de seguridad}$$

$$P_{motorcorte} = 2.73KWattsx\ 1.15$$

$$P_{motorcorte} = 3.14Kwatts$$

4.5 SELECCIÓN DEL MOTOR PARA EL CORTE

El motor se selecciona con los datos siguientes:

- P= 3.14Kw
- Velocidad de giro = 2500rpm (con velocidad periférica de 40m/s)
- Valor de Tensión: 3 x 380V (Trifásica)
- Frecuencia 60Hz
- Protección contra el polvo y el agua según norma IP65
- Se elige un motor de la marca SEW de modelo **DRS100M2** de características según anexo 2.Y EL tipo de conexionado R13
- Pintura de imprimación del motor: RAL 7031

4.5.1 Torque del motor de corte

Datos del motor:

- Velocidad nominal del motor: 3440 rpm x 0.10471976 = 360.24 $^{rad}/_{s}$
- Potencia de corte: 3Kw

La fórmula de Torque del motor es:

$$P(Watts) = Torque_{motor}(N.m)x\ \omega\ (^{rad}/_{s})$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$\text{Torque}_{\text{motor}} = \frac{3000\text{W}}{360.24\,\text{rad}/\text{s}}$$

$$\text{Torque}_{\text{motor}} = 8.33\text{N.m}$$

$$\textit{Nota: } 1RPM = 1\frac{RPM}{Min} = \frac{2\pi\, rad}{60\, s} = \frac{\pi\, rad}{30\, s} = 0.10472\, rad/s$$

4.6 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DEL SISTEMA LINEAL

4.6.1 Capacidad de Corte

Cortar 1000 piezas/día trabajando 8 horas/día

De una pieza de piedra de: 500 mm x 300 mm x 40mm, $\text{V} = 0.006\text{m}^3$ y masa =18.3kg; se obtienen 5 piezas terminadas de 100 mm x 300 mm x 40mm

Volumen de corte: 0.006 m^3 x 1000 piezas

Volumen de corte: 6 m^3

Peso total de corte día: 18300Kg

4.6.2 Recorrido útil de desplazamiento lineal

El recorrido útil que el carro desplazable se mueve de izquierda a derecha es de 555mm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

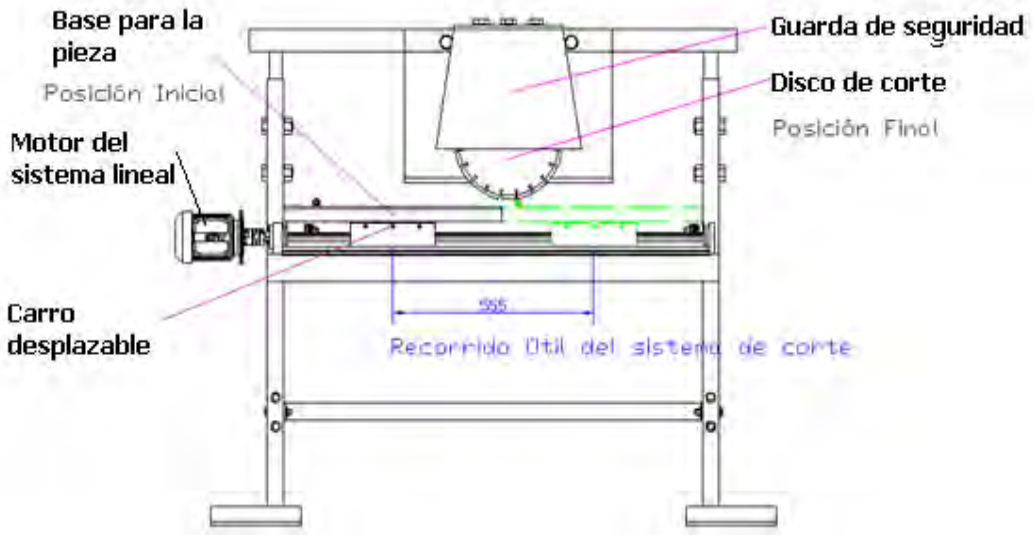


Figura Nº38 Recorrido útil del Sistema de Corte

El valor de 555mm de recorrido útil se limita por la forma de la estructura principal y para disminuir el tiempo de corte de una pieza.

4.6.3 Tiempo de corte

La distancia para un corte de la pieza es un recorrido de izquierda a derecha de:

d_{corte} = 1110mm

Para cortar 1 pieza en 5 piezas finales se requieren 4 cortes en una d_{total}de 4440 mm

Al día se tienen que cortar 1000 piezas en 8 horas de trabajo, entonces:

En 1 hora (60min) se tienen que cortar 125 unidades

1 Unidad se corta en:

T_{corte} = 0.48 min ó (28.8seg)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.6.4 Velocidad del sistema lineal para el corte

La velocidad del sistema lineal para el corte de una pieza (5 piezas terminadas) es:

$V_{sistemalineal}$ = 4.44 m/0.48 min

$V_{sistemalineal}$= 9.25m/min (0.15m/s)

4.6.5 Fuerzas de compresión al husillo

Se incluyen todas las fuerzas que están en la parte superior del sistema de corte respecto de la ubicación del husillo; y estas Fuerzas son:

- Fuerza generada por el peso del bloque de piedra
- Fuerza generada por el peso de las regletas de fijación y medición
- Fuerza generada por el peso de la base para pieza
- Fuerza generada por el peso de la parte móvil del sistema lineal (incluye a los patines, carro desplazable y la tuerca para el desplazamiento)

4.6.5.1 Peso del bloque de piedra

P_{piedra} = 179.52N

4.6.5.2 Peso de las regletas de fijación y medición (4 piezas)

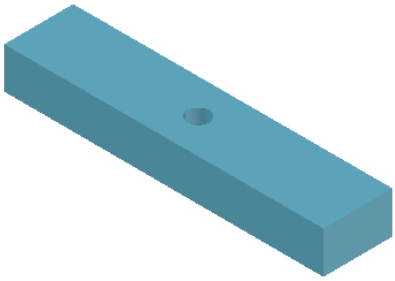


FIGURA Nº39 Regletas de fijación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

El proceso de fabricación inicia con tubos cuadrados de aluminio con dimensiones según catálogo, corte al largo requerido y finalmente el taladrado de agujeros.

Cuadro Nº23 Regletas de Fijación

PIEZA	PESO
Son 4 regletas en total Medidas: 50mm x 50mm x 230mm (V = .000575m3) Material: Aluminio	$\rho_{aluminio}$= 2700 kg/m^3 $M = V \times \rho_{aluminio}$ $M = 4x(0.000575 m^3 x\ 2700\ {}^{Kg}/_{m^3})$ $M = 6.21 Kg$
$\mathbf{P} = M \times g = 6.21\ Kg \times 9.81\ {}^{m}/_{s^2}$	$\mathbf{P_{Total}} = 60.92N$

4.6.5.3 Peso de la Base para la pieza

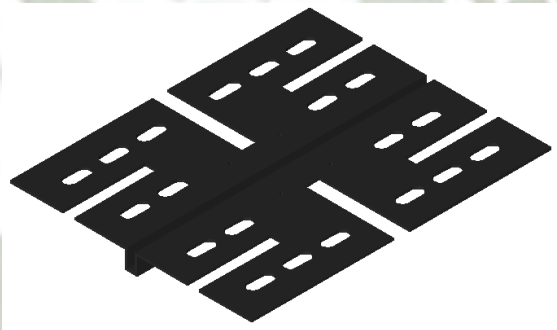


Figura Nº40 Base para Colocar la pieza

El proceso de fabricación inicia con el laminado de las chapas de aluminio para obtener el espesor requerido, corte a las medidas solicitadas, por un proceso de mandrilado obtener los agujeros de acuerdo a la forma y al uso de los mismos con una rugosidad superficial menor; finalmente soldadura de las piezas por arco con gas inerte de tungsteno.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Cuadro Nº24 Base para colocar la Pieza

PIEZA	PESO
Medidas: 600mm x 485mm x 5mm (V= 0.001455m^3) Material: Aluminio	$\rho_{aluminio} = 2700\ kg/m^3$ $M = V \times \rho_{aluminio}$ $= 0.001455 m^3 \times 2700\ {}^{Kg}/_{m^3}$ $M = 3.93 Kg$
$\mathbf{P} = M \times g = 3.93 Kg \times 9.81\ {}^{m}/_{s^2}$	$\mathbf{P} = 38.55 N$

4.6.5.4 Peso del sistema desplazable (patines, carro y tuerca)

Cuadro Nº 25 Piezas móviles del Sistema de desplazamiento lineal

PIEZA	PESO
Del catálogo SKF con referencia a la mesa: LTB 235.1180.SX2505-BL del anexo 4	Se tiene un valor de Masa móvil de: 5.9Kg
$\boldsymbol{P} = M \times g = 5.9\ Kg \times 9.81\ {}^{m}/_{s^2}$	$\boldsymbol{P} = 57.88 N$

$$F_{compresiontotal} = (179.52 + 60.92 + 38.55 + 57.88)N$$

$$F_{c\,total} = (179.52 + 60.92 + 38.55 + 57.88)N$$

$$F_{ctotal} = 336.87N$$

4.6.6 Selección del Diámetro Nominal del Husillo de Bolas

Para la correcta selección del diámetro nominal del husillo se tienen los datos de la carga de compresión hacia el husillo F_c y se aplican las formulas del anexo 3 SKF de selección del husillo correcto.

Datos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

f_3=1 Factor de corrección del montaje

F_{ctotal}= 336.87N Carga de compresión total sobre el sistema lineal

l = 1223mm Longitud desde el centro de cada rodamiento en cada soporte extremo del sistema lineal.

Del anexo 3, la ecuación del Diámetro del fondo de la rosca es:

$$d_2 = \left(\frac{F_c l^2}{34x10^3 f_3}\right)^{1/4}$$

$$d_2 = \left(\frac{336.87x1223^2}{34x10^3}\right)^{1/4}$$

$d_2 = 11.03mm d_2 = 11.03$mm de diámetro del fondo de la rosca multiplicado por un factor de servicio AISC de 1.5 del cuadro Nº3 del capítulo II.

$d_2 = 16.545$mm, con este valor se busca en la tabla del anexo 3 de SKF y se selecciona:

d_0= 25 mm (diámetro nominal) y P_h= 5mm (paso) con $d_2 =$ 21.7mm modelo SND/BND 25x5 R husillo de bolas y tuerca desplazable norma DIN 69051 (ISO 3408).

4.6.7 Coeficiente de duración de vida

Con d_0=25 mm, P_h=5mm y $d_2 =$ 21.7mm, del anexo 3 se obtienen los valores:

Del anexo 3, la ecuación del coeficiente de duración de vida es:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

$$L_{10} = \left(\frac{C_a}{F_m}\right)^3$$

$$L_{10} = \left(\frac{13000}{336.87}\right)^3$$

$L_{10} = 57470.24$ Millones de revoluciones

4.6.8 Velocidad crítica del eje del husillo

Del anexo 3, la ecuación de la velocidad critica del eje del husillo:

$$n_{cr} = 49 \text{ x } 10^6 \frac{f_1 d_2}{l^2}$$

Donde:

n_{cr}= Velocidad critica [r/min]

d_2 = 21.7mm de diámetro del fondo de la rosca

l = 1223mm Longitud desde el centro de cada rodamiento en cada soporte

f_1 = 0,8 Factor de corrección del montaje

$$n_{cr} = 49 \text{ x } 10^6 \frac{0.8 \text{ x } 21.7}{1223^2}$$

$n_{cr} = 568.71$ r/min

4.6.9 Velocidad límite del mecanismo (velocidad máxima aplicada durante cortos periodos de tiempo)

Del anexo 3, la ecuación de velocidad límite del mecanismo es:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$nd_0 < 50000$

$568.71 \text{ x } 25 < 50000$

$14217.82 < 50000$ Correcto

n = Velocidad de rotación [r/min]

d_0 = Diámetro nominal del eje del husillo [mm]

4.6.10 Eficacia teórica

4.6.10.1 Eficacia Directa

Del anexo 3, la ecuación de la eficacia directa es:

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{\pi d_0}{P_h}\mu}$$

Datos:

μ = 0,006 Coeficiente de fricción en el modelo SND/BND de husillo

d_0 = 25 mm de diámetro nominal del eje del husillo

P_h = 5 mm Paso milimétrico del husillo

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{\pi x 25}{5}0.006}$$

$\eta = 0.9139$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.6.10.2 Eficacia Indirecta

Del anexo 3 la ecuación de la eficacia indirecta es:

$$\eta' = 2 - \frac{1}{\eta}$$

$$\eta' = 2 - \frac{1}{0.9139}$$

$$\eta' = 0.9058$$

4.6.11 Eficacia práctica

Del anexo 3 la ecuación de la eficacia práctica es:

$$\eta_p = 0.9\eta$$

$$\eta_p = 0.9(0.9139)$$

$$\eta_p = 0.823$$

4.6.12 Par de entrada en estado de reposo

Del anexo 3 la ecuación del par de entrada es:

Datos:

T = Par de entrada [Nm]

F = 336.87N Fuerza total sobre el Sistema

P_h = 5mm Paso milimétrico del husillo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

η_p = 0.823 Eficacia Práctica

$$T = \frac{FP_h}{2000\pi\eta_p}$$

$$T = \frac{336.87x5}{2000 \text{ x } \pi \text{ x } 0.823}$$

$$T = 0.33\text{Nm}$$

4.7 POTENCIA DEL MOTOR PARA EL SISTEMA DE MOVIMIENTO LINEAL

Del anexo 3 la ecuación de la potencia del motor es:

$$P = \frac{FnP_h}{6000n_p}10^{-3}$$

Donde:

$P =$ Potencia requerida Kw

$F = 336.87$ N Fuerza total sobre el Sistema

$n = 568.71$ r/min Revoluciones por minuto de giro del Motor

P_h =Paso milimétrico del husillo 5 mm

n_p =0.823 Eficacia Práctica

$$P = \frac{336.87 \text{ x } 568.71 \text{ x } 5}{6000 \text{ x } 0.823}10^{-3}$$

Reemplazando:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$\mathrm{P} =$ 0.194Kw x factor de seguridad

$\mathrm{P} =$ 0.194Kw x 1.15

$\mathrm{P} =$ 0.22Kw

4.8 SELECCIÓN DEL MOTOR PARA EL SISTEMA DE MOVIMIENTO LINEAL

El motor se selecciona con los datos siguientes:

- P= 0.22Kw
- Valor de tensión 3x380 Volt. Trifásico
- Frecuencia 60Hz
- Protección contra el polvo y el agua según norma IP54
- Se elige un motor de la marca SEW de modelo **DFR63L4** del anexo 5
- Pintura de imprimación del motor: RAL 7031

4.8.1 Torque del motor para el desplazamiento lineal

Datos del motor:

- Velocidad nominal del motor: 1600 rpm x 0.10471976 = 167.55 $^{rad}/_{s}$
- Potencia de corte: 0.25Kw

La fórmula de Torque del motor es:

$$\mathrm{P(Watts)} = \mathrm{Torque_{motor}(N.m)x\ \omega\ (^{rad}/_{s})}$$

$$\mathrm{Torque_{motor}} = \frac{250\mathrm{W}}{167.55\,^{\mathrm{rad}}/_{\mathrm{s}}}$$

$$\mathrm{Torque_{motordespl}} = 1.49\mathrm{N.m}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.9 SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador regula la velocidad de giro del motor de corte de 3Kw según la variación de frecuencia a rpm definidas.

Se selecciona un variador SEW del anexo 6,modelo **MOVIDRIVE MDX60/61B 0030-5A3-4-0_** con las siguientes características según este código:

- MDX60: 60(Tarjetas instalables no opcionales)
- Versión B
- Potencia del motor recomendada:0030= 3Kw
- Tensión de conexión: 5= 380v AC
- Supresión de interferencias en la parte de red: A= grado de supresión de interferencias C2
- Tipo de conexión: 3= Trifásica
- Cuadrantes: 4=4Q(con freno Chopper)
- Frecuencia de 60Hz

4.10 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MOVIMIENTO LINEAL

Beneficios de un sistema lineal:

- Elevada capacidad de carga y rigidez en una amplia gama de tamaños
- Amplia variedad de opciones de accionamientos da una solución optimizada y específica para varias aplicaciones
- Diseño compacto para adaptarse a la mayoría de las posiciones en cada aplicación industrial

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

- Diferentes cubiertas del sistema para dar respuesta a las condiciones ambientales más exigentes

Se elige de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Recorrido útil del sistema de corte: 555mm
- La velocidad del sistema lineal para el corte: 9.25m/min
- Movimiento mediante husillo con recirculación de bolas
- Cubierta o Protección de partes expuestas
- Largo de la mesa mínimo = Distancia entre cada extremo interior de la estructura a lo largo del eje x de corte: 1125mm
- Diámetro nominal del husillo de bolas: 25mm

Se selecciona la mesa SKF:

Mesa con desplazamiento lineal de patines con raíles perfilados y husillo de bolas, Referencia: LTB 235.1180.SX2505-BL del anexo 4

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

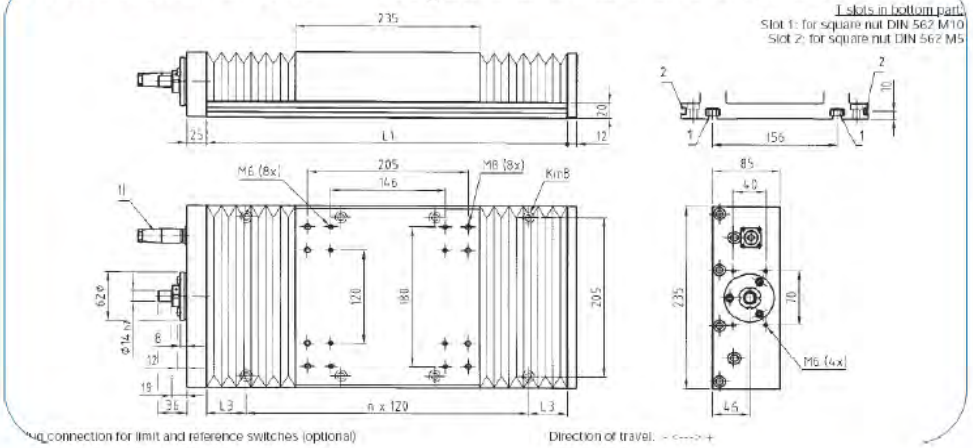


SKF

Product information

Name: Profile railguide slides with ball screw
Designation: LTB 235.1180.SX2505-BL

LTB 235.L1.SX/TN/TL25xx-BL **Rail guide tables with ball screw drive with or without bellow**



www.linearmotion.skf.com

Product specifications		
Drive		Ball screws
Cover		With bellows
Stroke needed	[mm]	780
max stroke with bellows	S1 [mm]	780
max stroke w/o bellows	S2 [mm]	935
V max range	[m/min]	10
V max	[m/min]	10
Preloaded nut		No
Width	B [mm]	235
length	L1 [mm]	1 180
n max	[1/min]	2 000
screw diameter	do [mm]	25
screw pitch	p [mm/rot.]	5
screw idling torque	Ms [Nm]	0,49
screw max. torque	Ma [Nm]	20,6
Precision		P10-P5
Mobile mass	G [kg]	5,9
Total mass	G [kg]	34,9

Please choose your country with the top menu

®SKF is a registered trademark of the SKF Group. ©SKF Group 2007. The content of this publication are the copyright of the publisher and may not be reproduced (even extracts) unless permission is granted. Every care has been taken to ensure the accuracy of the information contained in this publication but no liability can be accepted for any loss or damage whether direct,indirect or consequential arising out of the use of the information contained herein.

Figura Nº41 Sistema de desplazamiento lineal con Husillo de Bolas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.11 SELECCIÓN DE LA ELECTROBOMBA

Datos:

- El refrigerante es agua
- El diámetro de la tubería es de D = 0.015m
- La longitud de tubería lineal es $L_{lineal} = (112 + 510 + 400 + 200 + 131.5 + 56.5 + 40 + 200 + 420 + 140)\ mm$

$$L_{lineal} = 2.21m$$

- La presión de salida del tubo rociador es 10psi
- El número de codos es 8
- Tiempo de llenado de bandeja 2.5 min
- Volumen de almacenamiento de la bandeja $0.0379m^3$

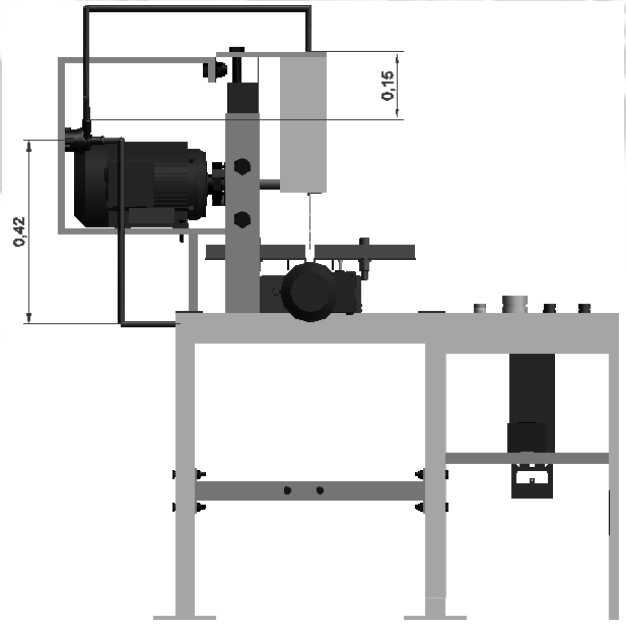


Figura Nº42 Alturas de Entrada y Salida de la Bomba

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

La potencia de una bomba hidráulica en Watts [W] es:

$$P_b = \rho \times g \times Q \times H_b$$

Donde:

$\rho =$ Densidad del fluido $\frac{Kg}{m^3}$

$g =$ Aceleracion de la gravedad $(9.81 \frac{m}{s^2})$

$Q =$ Caudal total de refrigeración $(\frac{m^3}{s})$

$H_b =$ Ganancia de carga en la bomba (m)

Entonces:

$\rho = 1000 \frac{Kg}{m^3}$ densidad del agua

$$Q = \frac{V_{\text{bandeja de refrigerante}} \frac{m^3}{s}}{t_{\text{llenado de bandeja}}} = \frac{0.0379 \frac{m^3}{s}}{150}$$

$$Q = 0.000253 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 909.6 \frac{L}{h}$$

La fórmula de ganancia de carga en la bomba según la ecuación de Bernoulli:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

$$H_b = h_{ftotal} + \left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{{V_2}^2}{2g} + Z_2\right] - \left[\frac{P_1}{\rho g} + \frac{{V_1}^2}{2g} + Z_1\right]$$

Donde:

h_{ftotal} = Pérdida de carga debido a la friccion en la tubería

P_2 = Presión en la salida del tubo roceador = 10 psi = $68947.57\ {}^{N}/_{m^2}$

V_2 = Velocidad de flujo de agua a la salida del tubo rociador

Z_2 = Altura de la salida del tubo rociador respecto de la bomba = 0.155m

P_1 = Presión en el nivel de la toma de agua en la bandeja refrigerante = 0 psi

V_1 = Velocidad de flujo de agua en la bandeja refrigerante = $0\ {}^{m}/_{seg}$

Z_1 = Altura de de la toma de agua respecto de la bomba = -0.42m

Entonces:

Para el cálculo de V_2 se emplea la fórmula siguiente:

$$V_2 = \frac{Q}{A}$$

Donde:

A = Area de la sección interna de la tubería = $\frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi\ 0.015^2}{4} = 0.000177 m^2$

Entonces:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$V_2 = \frac{0.000253 \frac{m^3}{s}}{0.000177 m^2}$$

$$V_2 = 1.43 \frac{m}{s}$$

La fórmula de h_{ftotal} es la siguiente:

$$h_{ftotal} = f \, x \frac{L_{eq}}{D} x \frac{{V_2}^2}{2g}$$

Donde:

h_{ftotal} = Pérdida de carga debida a la fricción (Ecuación de Darcy-Weisbach)

f = Factor de fricción de Darcy.

L_{eq}= Longitud total de la tubería.

D = Diámetro de la tubería.

v = Velocidad media del fluido.

g = Aceleración de la gravedad= 9,81 m/s^2

Para hallar el factor de fricción de Darcy f se debe conocer el número de Reynolds (N_{RE}) y la rugosidad relativa de la tubería $E_r = \frac{E}{D}$

$$N_{RE} = \frac{\rho x V_2 x D}{\mu}$$

Donde:

μ = Viscosidad = 0.001cp (centipoise)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$N_{RE} = \frac{1000\ \text{Kg/m}^3\text{x}\ 1.43\ \text{m/s}\ \text{x}\ 0.015\text{m}}{0.001\text{cp}}$$

$$N_{RE} = 21450$$

El valor de E según anexo 15

La rugosidad relativa se calcula:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{\text{rugosidad absoluta}_{\text{tubo de acero comercial}}}{\text{Diámetro de la tubería}} = \frac{0.00005\text{m}}{0.015\text{m}}$$

$$\frac{E}{D} = 0.003$$

Con estos datos se puntualiza en el diagrama de Moody del anexo 16 para hallar el coeficiente de fricción f :

$$f = 0.035$$

Para el cálculo de la L_{eq} se tiene:

$$\text{L}_{\text{eq}} = \text{L}_{\text{lineal}} + \text{L}_{\text{accesorios}}$$

$$\text{L}_{\text{accesorios}} = 8\ (\text{L}_{\text{lineal}}\ \text{x D})$$

$$\text{L}_{\text{accesorios}} = 8\ (2.21\ \text{x}\ 0.015)$$

$$\text{L}_{\text{accesorios}} = 0.26\text{m}$$

$$\text{L}_{\text{eq}} = 2.21 + 0.26$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$L_{eq} = 2.47m$$

Reemplazando valores en h_{ftotal}:

$$h_{ftotal} = \frac{0.035 \text{ x } 2.47 \text{ x } 1.43^2}{2 \text{ x } 0.015 \text{ x } 9.81}$$

$$h_{ftotal} = 0.6m$$

Con estos datos se reemplaza en la fórmula de carga de trabajo de la bomba H_b:

$$H_b = h_{ftotal} + \left[\frac{P_2}{\rho g} + \frac{{V_2}^2}{2g} + Z_2\right] - Z_1$$

$$H_b = 0.6m + \left[\frac{68947.57 \ {}^{\frac{Kg.m}{s^2}}\Big/_{m^2}}{1000\frac{Kg}{m^3} \text{x } 9.81\frac{m}{s^2}} + \frac{(1.43\frac{m}{s})^2}{2 \text{ x } 9.81\frac{m}{s^2}} + 0.155m\right] + 0.42m$$

$$H_b = 8.31m$$

Finalmente la potencia de la bomba es P_b:

$$P_b = 1000\frac{Kg}{m^3} \text{ x } 9.81\frac{m}{s^2} \text{ x } 0.000253\frac{m^3}{s} \text{ x } 8.31m$$

$$P_b = 20.62 \text{ W}(0.0275HP)$$

Se selecciona la electrobomba Bühler motor de características según anexo 9

4.12 ANALISIS ESTRUCTURAL

4.12.1 Peso de la estructura principal

- Densidad del acero 7800 kg/m^3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Se usan 4 barras cuadradas de 45mm x 45mm x 583mm, 2 barras rectangulares de 80mm x 45mm x 455mm, 2 barras rectangulares de 60mm x 70mm x 1245mm, 2 barras rectangulares de 60mm x 70mm x 500mm, 4 barras rectangulares de 50mm x 45mm x 250mm y 8 pletinas de 50mm x 10 mm x 250mm
- La forma de fabricación inicia seleccionando barras cuadradas de dimensiones estándar según un catálogo luego corte de los barras al largo requerido, rectificado para dar menor rugosidad superficial (se mejoran las propiedades contra corrosión, superficies lisas y mayor precisión dimensional), taladrado de agujeros donde encajan las tuercas, pernos y arandelas de unión de piezas, finalmente soldadura de las piezas por arco con electrodo metálico.

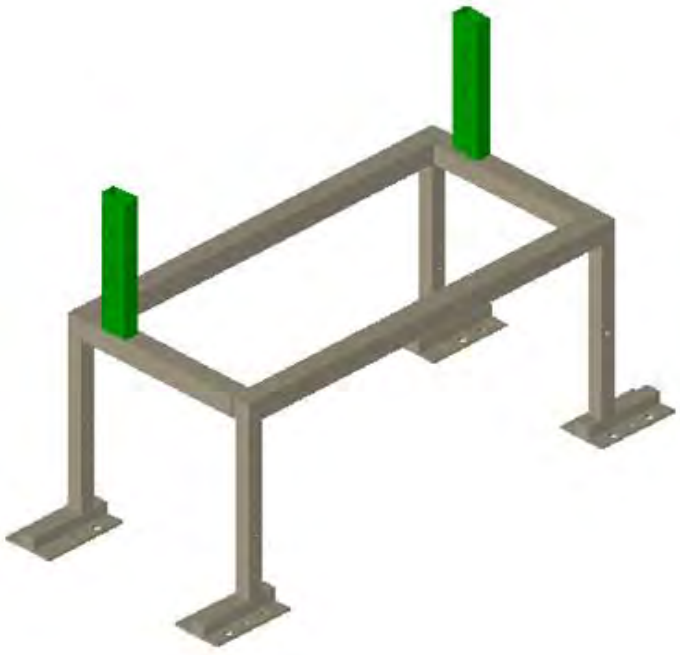


Figura Nº43 Estructura Principal

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Cuadro Nº26 Estructura Principal

PIEZA	PESO
Para las 4 barras cuadradas de 45mm x 45mm x 583mm (V=0.001181m^3) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 4x(0.001181m^3 x\ 7800\ kg/m3)$ $M = 36.85Kg$
Para las 2 barras rectangulares de 80mm x 45mm x 455mm (V=0.00164 m^3) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 2x(0.00164\ m^3 x 7800\ kg/m3)$ $M = 25.58Kg$
Para las 2 barras rectangulares de 60mm x 70mm x 1245mm (V=0.00523m^3) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 2x(0.00523m^3 x 7800\ kg/m3)$ $M = 81.59Kg$
Para las 2 barras rectangulares de 60mm x 70mm x 500mm (V=0.0021m^3 Material: acero ASTM A514)	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 2x(0.0021m^3 x 7800\ kg/m^3)$ $M = 32.76Kg$
Para las 4 barras rectangulares de 50mm x 45mm x 250mm (V=0.00056m^3) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 4x(0.00056m^3 x 7800\ kg/m3)$ $M = 17.55Kg$
Para las 8 pletinas de 50mm x 10 mm x 250mm (V= 0.000125m^3) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 8x\left(0.000125m^3\ x\ 7800\ {}^{Kg}/_{m^3}\right)$ $M = 7.8Kg$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$P_{totalestrucprincipal} = (36.85 + 25.58 + 81.59 + 32.76 + 17.55 + 7.8)Kg$ x 9.81 m/ s^2 $P_{totalestrucprincipal} = 202.13Kg$ x 9.81 m/ s^2	$M_{total} = 202.13Kg$ $P_{totalestrucprincipal} = 1982.9N$

4.12.2 Peso de la estructura de fijación en forma de I

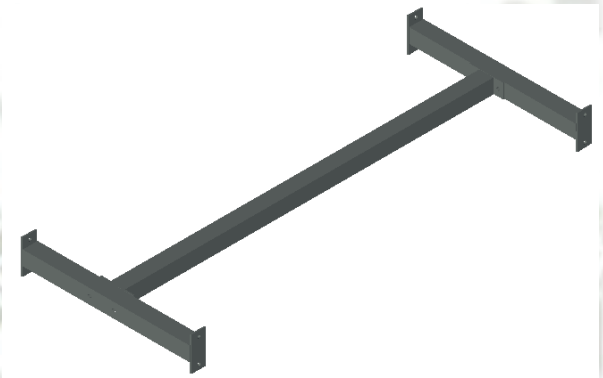


Figura Nº44 Estructura en Forma de I

Se usan 2 barras cuadradas de 45mm x 45mm x 520mm que es un perfil comercial, 1 barra cuadrada de 45mm x 45mm x 1145mm y 6 pletinas de 45mm x 5 mm x 105mm.

La forma de fabricación inicia seleccionando barras cuadradas de dimensiones estándar según un catálogo luego corte de las barras al largo requerido, rectificado para darle menor rugosidad superficial (se mejoran las propiedades contra corrosión, superficies lisas y mayor precisión dimensional), taladrado de agujeros donde encajan las tuercas, pernos y arandelas de unión de piezas, finalmente soldadura de las piezas por arco con electrodo metálico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Cuadro Nº27 Estructura en forma de I

PIEZA	PESO
Para las 2 barras cuadradas de 45mm x 45mm x 520mm (V=0.00105m^3) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 2 \times (0.00105m^3 x 7800kg/m3)$ $M = 16.38Kg$
Para 1 barra cuadrada de 45mm x 45mm x 1145mm (V=0.0023m^3) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 0.0023m^3 x 7800kg/m3$ $M = 18.085Kg$
Para las 6 pletinas de 45mm x 5 mm x 105mm (V= 0.0000236m^3) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 6x\left(0.0000236m^3 \times 7800\ {Kg}/{m^3}\right)$ $M = 1.106Kg$
$\mathbf{P_{totalestrucI}} = (16.38 + 18.085 + 1.106)Kg$ x 9.81 m/ s^2 $\mathbf{P_{totalestrucI}} = 35.571Kg$ x 9.81 m/ s^2	$M_{total} = 35.571Kg$ $\mathbf{P_{total\ estruc\ I}} = 348.95N$

$M_{estructura\ total} = (202.13 + 35.571)Kg = 237.7Kg$

$M_{estructura\ total} = 237.7Kg$

$P_{total\ estructura} = (1982.9 + 348.95)N$

$P_{total\ estructura} = 2331.85N$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

4.12.3 Peso de la estructura de soporte de piezas

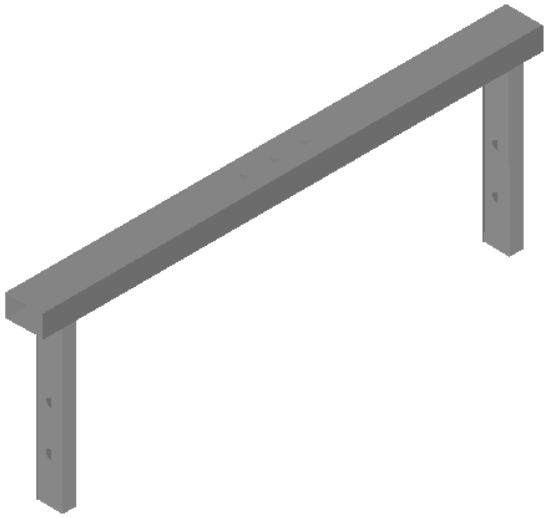


Figura Nº45 Estructura de Soporte de Piezas Principales

- Densidad del acero 7800 kg/m^3
- Se usan 3 barras rectangulares: 2 barras laterales de 72mm x 37mm x 435mm y una barra central de 100mm x 60mm x 1345mm para que encaje con la estructura principal.
- La forma de fabricación inicia seleccionando barras cuadradas de dimensiones estándar según el diseño propuesto; rectificado para darle menor rugosidad superficial (se mejoran las propiedades contra corrosión, superficies lisas y mayor precisión dimensional), taladrado de agujeros donde encajan las tuercas, pernos y arandelas de unión de piezas, finalmente soldadura de las piezas por arco con electrodo metálico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Cuadro Nº28 Estructura de Soporte de Piezas Principales

PIEZA	PESO
Para las 2 barras rectangulares de 72mm x 37mm x 435mm ($V=0.00116m^3$) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 2 \times (0.00116m^3 x 7800\ kg/m3)$ $M = 18.078Kg$
Para la barra rectangular de 100mm x 60mm x 1345mm ($V=0.00807m^3$) Material: acero ASTM A514	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 0.00807m^3 x 7800\ kg/m3$ $M = 62.95Kg$
$\mathbf{P_{totalestrucsoporte}} = (18.078 + 62.95)Kg$ x 9.81 m/ s^2) $\mathbf{P_{totalestrucsoporte}} = 81.028Kg$ x 9.81 m/ s^2)	$\mathbf{M_{total}} = 81.028Kg$ $\mathbf{P_{total\ estruc\ soporte}} = 794.88N$

4.12.4 Peso de la chapa en forma de C

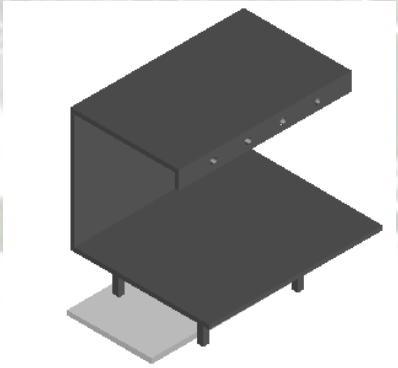


Figura Nº46 Chapa en forma de C

- Densidad del Acero 7800 kg/m^3
- Se usan 5 chapas de acero y 4 barras para fijar a la máquina

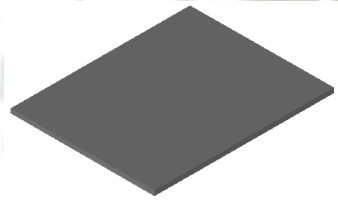
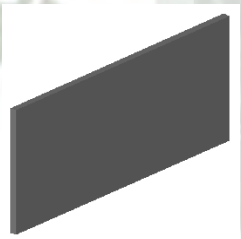
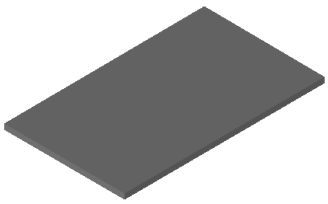
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- La forma de fabricación inicia laminando la chapa de acero al espesor de 15mm, corte de las chapas al largo según medidas y un taladrado de agujeros donde encajan las tuercas, pernos y arandelas de unión de piezas, finalmente soldadura de las piezas por arco con gas inerte de tungsteno

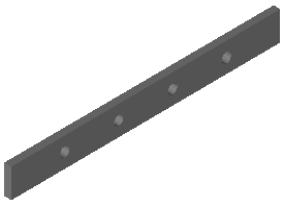
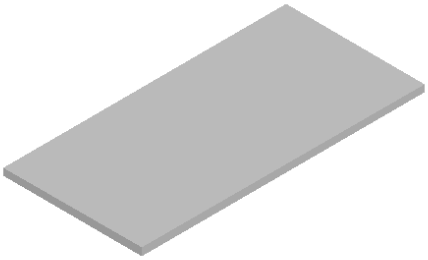
Cuadro Nº29 Chapa en forma de C

PIEZA	PESO
Medidas: 460.5mm x 573mm x 15mm (V=0.003958 m^3)  **Figura Nº47 Chapa de base 1**	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 0.003958\ m3 \times 7800\ {}^{Kg}/_{m^3}$ $M = 30.87Kg$
Medidas: 377mm x 573mm x 15mm (V= 0.00324 m^3)  **Figura Nº48 Chapa de respaldo 2**	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 0.00324 m^3 \times 7800\ {}^{Kg}/_{m^3}$ $M = 25.27Kg$
Medidas: 345mm x 573mm x 15mm (V=0.002965 m^3)  **Figura Nº49 Chapa de cubierta 3**	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 0.002965\ m3 \times 7800\ {}^{Kg}/_{m^3}$ $M = 23.13Kg$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Medidas: 60 mm x 573 mm x 15 mm (V=0.000516 m^3)  **Figura Nº50 Chapa de fijación a la estructura de soporte 4 con Agujeros**	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 0.000516 m^3 \times 7800 \, {}^{Kg}/_{m^3}$ $M = 4.022 Kg$
Medidas:20mmx20mmx180mm (V=0.000072m^3)  **Figura Nº51 Barras de fijación a la base de soporte 4 unidades**	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 4x(0.000072 m^3 \times 7800 \, {}^{Kg}/_{m^3})$ $M = 2.25 Kg$
Medidas: 280.5mmx15mmx573mm (V=0.0024m^3)  **Figura Nº52 Base de soporte de chapa en forma de C**	ρ_{acero} =7800 kg/m^3 $M = V \times \rho_{acero}$ $M = 0.0024 m^3 \times 7800 \, {}^{Kg}/_{m^3})$ $M = 18.81 Kg$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$\mathbf{P_{total}} = (30.87 + 25.27 + 23.13 + 4.022 + 2.25 + 18.81)$ Kg x 9.81 m/ s^2 $\mathbf{P_{total}} = 104.35$ Kg x 9.81 m/ s^2	$\mathbf{M_{total}} = 104.35\text{Kg}$ $\mathbf{P_{total}} = 1023.69\text{N}$

4.12.5 Peso de la guarda de seguridad

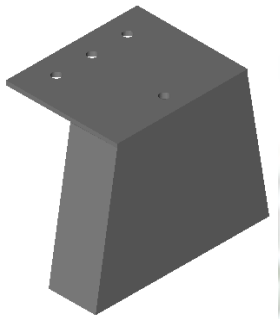


Figura Nº53 Guarda de Seguridad

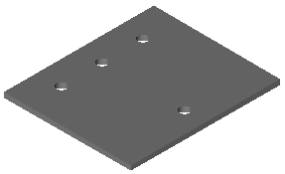
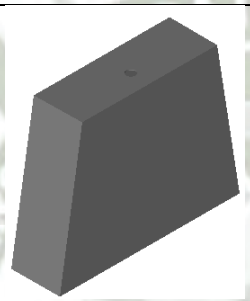
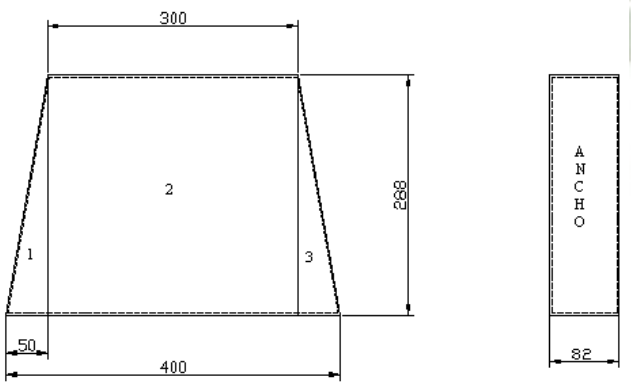
- Densidad del aluminio 2700 kg/m^3
- Se usan 1 chapa de aluminio y un perfil en forma de triángulo truncado de 2mm de espesor
- La forma de fabricación inicia por fundición para formar la pieza en forma de triángulo truncado y luego limado de las superficies ásperas, laminado de la chapa de aluminio al espesor requerido, luego corte de la chapa a las medidas y un taladrado de agujeros donde encajan las tuercas, pernos y arandelas de unión de piezas, finalmente soldadura de las piezas por arco con gas inerte de tungsteno.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

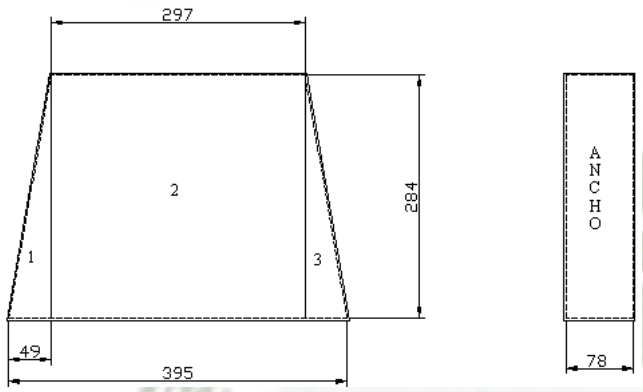
Cuadro Nº30 Guarda de Seguridad

PIEZA	PESO
Medidas: 255mm x 300mm x 10mm (0.000765 m^3) Material: Aluminio  **Figura Nº54 Chapa fijación a la estructura principal con entrada para tubería**	$M = Vxd$ $M = 0.000765m^3 \text{ x } 2700\ {}^{Kg}/_{m^3}$ $M = 2.06Kg$
 **Figura Nº55 Pieza en Forma de Triángulo Truncado**	El Volumen total de esta pieza se obtiene restando el volumen exterior del volumen interior
Área 1 = $(\frac{0.288\ mx\ 0.05m}{2})$= 0.0072 m^2 Área 2 = $(0.4m \text{ x } 0.288m)$ = 0.1152 m^2 Área 3 = $\left(\frac{0.288m \text{ x } 0.05m}{2}\right)$= 0.0072 m^2 Área Total = 0.1296 m^2  **Figura Nº56 Medidas Exteriores**	Volumen exterior= 0.01062 m^3

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Volumen exterior = 0.1296 m^2x 0.082 m	
Área 1 = $(\frac{0.284\ m\ x\ 0.049m}{2})$= 0.00696 m^2 Área 2 = $(0.395m\ x\ 0.284m)$ = 0.1122 m^2 Área 3 = $\left(\frac{0.284m\ x\ 0.049m}{2}\right)$= 0.00696 m^2 Área Total = 0.1261 m^2 Volumen interior = 0.1261m^2x 0.078 m  **Figura Nº57 Medidas Interiores**	Volumen interior= 0.009837 m^3
Volumen total = 0.01062 m^3- 0.009837 m^3	Volumen total = 0.0007826 m^3
$M = V\ x\ \rho_{aluminio}$ $M = 0.0007826m^3\ x\ 2700\ {}^{Kg}/_{m^3}$	$M = 2.11Kg$
$\mathbf{P_{total}} = (\ (2.06 + 2.11)$ Kg x 9.81 m/ s^2) $\mathbf{P_{total}} = 4.17$ Kg x 9.81 m/ s^2)	$\mathbf{M_{total}} = 4.17Kg$ $\mathbf{P_{total}} = 40.91N$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.12.6 Peso del depósito para el líquido refrigerante

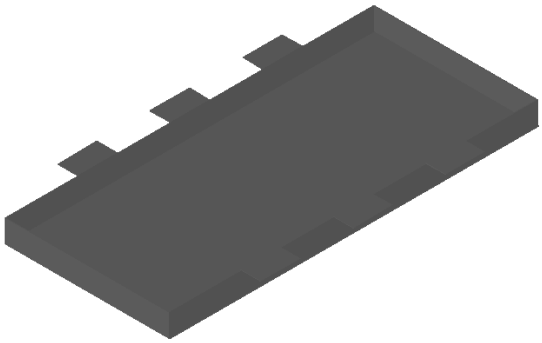
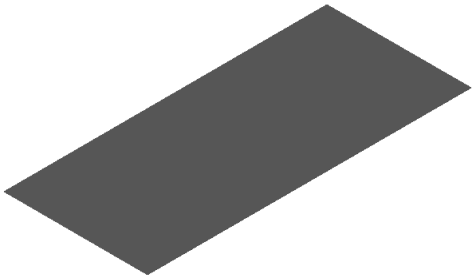


Figura Nº58 Medidas Generales de la Bandeja para Refrigerante

- Densidad del acero inoxidable 7800 kg/m^3
- Se usan 3 piezas: una chapa de base, encima de esta chapa un rectángulo que almacena el refrigerante y 6 rectángulos pequeños que son de fijación a la estructura de base.
- La forma de fabricación inicia laminando la chapa de acero inoxidable al espesor de 3mm, bruñido para darle menor rugosidad superficial y mayor precisión dimensional, corte de las chapas a las medidas solicitadas finalmente soldadura de las piezas por arco con gas inerte de tungsteno.

Cuadro Nº 31 Bandeja para refrigerante

PIEZA	PESO
Medidas: 1125mm x 500mm x 3mm ($0.0016875\mathrm{m}^3$)  **Figura Nº59 Chapa de Base**	$\mathrm{M} = \mathrm{Vxd}$ $= 0.0016875\mathrm{m}^3 \ \mathrm{x}\ 7800\ {}^{\mathrm{Kg}}/_{\mathrm{m}^3}$ $\mathrm{M} = 13.16\mathrm{Kg}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

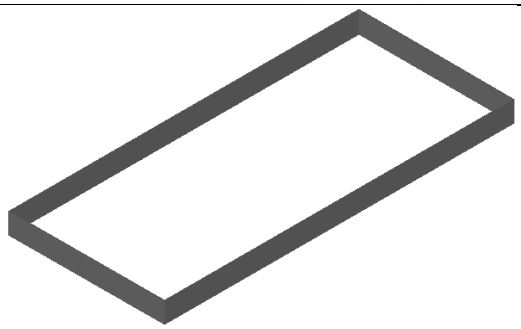


Figura Nº60 Bandeja para el refrigerante

Área exterior = 1.125 m x 0.5 m

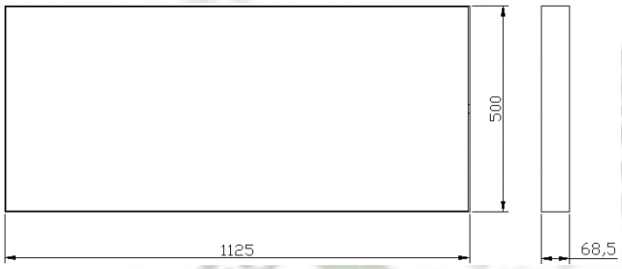


Figura Nº61 Área Exterior de la Bandeja para el Refrigerante

Área exterior = 0.5625m^2

Área interior = 1.119 m x 0.494 m

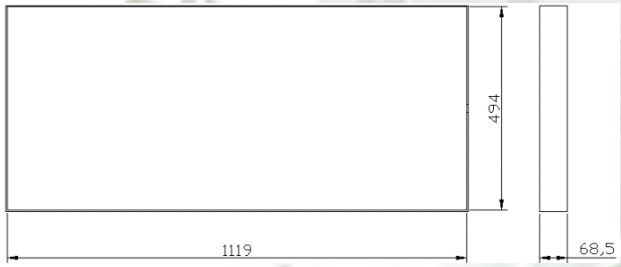


Figura Nº62 Área Interior de la Bandeja para el Refrigerante

Área interior = 0.55279m^2

$\mathbf{V_{total}}$= $(\text{Área exterior} - \text{Área interior})$ x Ancho

$\mathbf{V_{total}}$= $(0.5625\text{m}^2 - 0.55279\text{m}^2)$ x 0.0685m

$\mathbf{V_{total}}$= $(0.5625\text{m}^{\wedge}2 - 0.55279\text{m}^{\wedge}2)$ x 0.0685m

$\mathbf{V_{total}}$= 0.0006651m^3

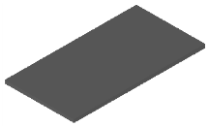
$\text{M} = \text{V x d}$

$\text{M} = 0.0006651\text{m}^3$ x 7800 $^{\text{Kg}}/_{\text{m}^3}$

$\text{M} = 5.1879\text{Kg}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Medidas = 120mmx 60mmx 3mm (V= $0.0000216m^3$)  **Figura Nº63 Rectángulo de Fijación**	$M = Vxd$ $M = 6x\left(0.0000216m^3 \text{ x } 7800\ {}^{Kg}/_{m^3}\right)$ $M = 1.01Kg$
$\mathbf{P_{total}} = (\,(13.16 + 5.1879 + 1.01)$ Kg x 9.81 m/ s^2) $\mathbf{P_{total}}$ =19.358 Kg x 9.81 m/ s^2	$\mathbf{M_{total}} = 19.358Kg$ $\mathbf{P_{total}} = 189.9N$

4.12.7 Peso de la consola del control automático

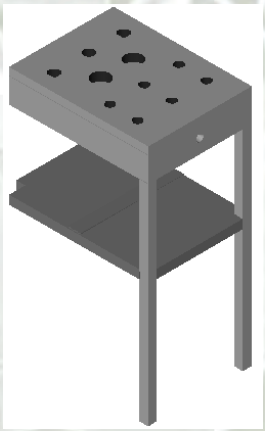


Figura Nº64 Consola de Control Automático

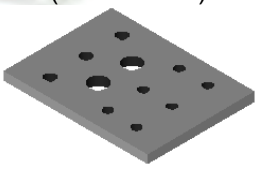
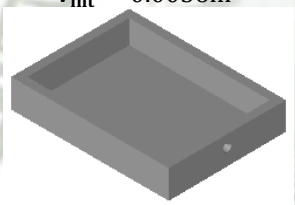
- Densidad del aluminio: 2700 kg/m^3
- Se usan 5 piezas: una chapa de base donde se colocan los pulsadores e indicadores de control, una caja para accesorios y cables, una chapa para colocar los accesorios de control y 2 patas de base al piso.
- El proceso de fabricación inicia por fundición de la pieza de aluminio donde se alojan los cables del sistema automatizado, laminado de las chapas para

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

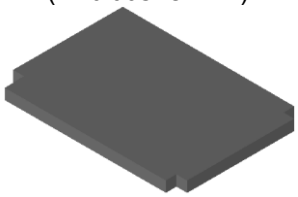
obtener el espesor requerido, corte de estas chapas y corte de 2 barras cuadradas de aluminio al largo requerido, taladrado de agujeros y finalmente unir las piezas con soldadura por arco con gas inerte de tungsteno.

Cuadro Nº32 Consola de Control Automático

PIEZA	PESO
Medidas = 300mmx 400mmx 25mm ($V=0.003m^3$)  **Figura Nº65 Chapa Rectangular con agujeros para pulsadores**	$M = Vxd = \left(0.003m^3 \text{ x } 2700\ {}^{Kg}/_{m^3}\right)$ $M = 8.09Kg$
$\mathbf{V_{ext}} = 70mm \text{ x } 300mm \text{ x } 400mm$ $V_{ext} = 0.0084m^3$ $\mathbf{V_{int}} = 60mm \text{ x } 260mm \text{ x } 360mm$ $\mathbf{V_{int}} = 0.0056m^3$  **Figura Nº66 Pieza de forma rectangular para cables de conexión**	$\mathbf{V_{total}} = (0.0084 - 0.0056)\ m^3$ $\mathbf{V_{total}} = 0.0028m^3$ $M = V \text{ x } d = \left(0.0028m^3 \text{ x } 2700\ {}^{Kg}/_{m^3}\right)$ $M = 7.56\ Kg$
Medidas = 608 mm x 25mm x 25mm ($V=0.00038m^3$)  **Figura Nº67 Barras Cuadradas**	$M = Vxd$ $= \left(0.00038m^3 \text{ x } 2700\ {}^{Kg}/_{m^3}\right) \text{x } 2$ $M = 2.05Kg$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Medidas = 300mmx 25mmx 425mm (V=0.003187m^3)  **Figura Nº68 Chapa para fijar el PLC**	$M = Vxd$ $= \left(0.0031875 m^3 \text{ x } 2700 \, {}^{Kg}/_{m^3}\right)$ $M = 8.6 Kg$
$\mathbf{P_{total}} = (\,(8.09 + 7.56 + 2.05 + 8.6\,)$ Kg x 9.81 m/ s^2)	$\mathbf{P_{total}} = 258N$

4.12.8 Fuerza radial máxima originada por la rotación del Motor de corte

Son fuerzas que están dirigidas radialmente hacia el centro del eje motor, se genera por el movimiento rotatorio del eje del motor durante la operación de corte, la fuerza es máxima cuando está en la parte inferior.

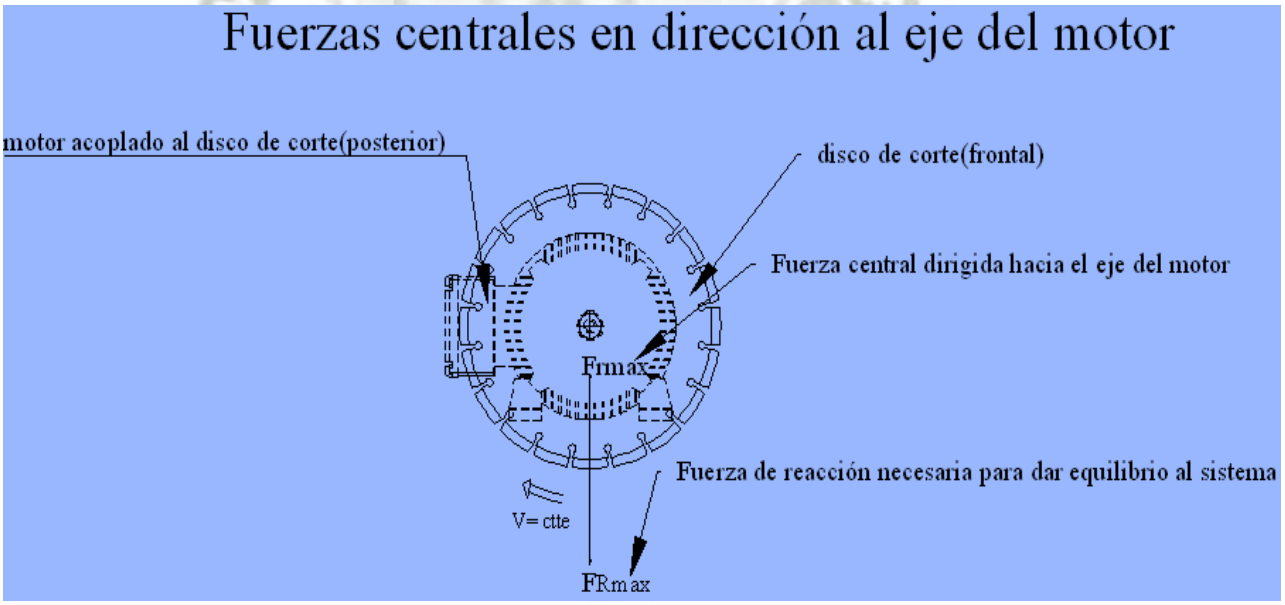


Figura Nº69 Fuerzas Centrales producidas por el movimiento del eje del motor

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

De la fórmula de una fuerza radial generada por movimiento circular se tiene:

$$F_r = m_{disco}(\frac{V^2}{R} + g)$$

Donde:

m =Masa del disco de corte [Kg]

V = Velocidad de corte [m/s2]

R = Radio del disco de corte [m]

g = Aceleración de la gravedad [9.81 m/ s^2]

Solución:

m_{disco} = Densidad del acero x Volúmen del disco

$$m_{disco} = 7800\frac{Kg}{m^3} \text{ x } (\pi \text{ x } R^2 \text{ x } e)$$

Del anexo 10 se tienen los datos del disco:

$R = 0.15m$

$e = 0.0028m$

$$m_{disco} = 7800\frac{Kg}{m^3} \text{ x } (\pi \text{ x} 0.15m^2 \text{ x } 0.0028m)$$

$$m_{disco} = 1.54Kg$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

$F_r = 16441.77N$ Fuerza radial hacia el centro del recorrido circular

Esta fuerza debe ser equilibrada con una fuerza de reacción igual y opuesta:

$F_R = 16441.77N$ Fuerza de reacción utilizada para el cálculo estructural opuesta a la F_r en dirección del eje negativo Y. Utilizada para el cálculo sobre la estructura.

4.12.9 Piezas con Mayor Probabilidad de Falla

Las 3 piezas más significativas a sufrir de deformación son:

- La estructura de soporte del perfil en forma de C que sujeta el motor cuando este está en funcionamiento y produce una fuerza radial que origina vibración; dicha fuerza es la más alta en magnitud.
- La estructura principal cuando por un accidente se genera una carga de impacto en este caso el bloque de piedra y se suelta bruscamente sobre la estructura a una velocidad instantánea.
- La barra central en forma de I, ya que concentra todos los pesos estructurales y de piezas que conforman la máquina cortadora de piedra natural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

4.12.10 Vistas del Conjunto Máquina Terminada

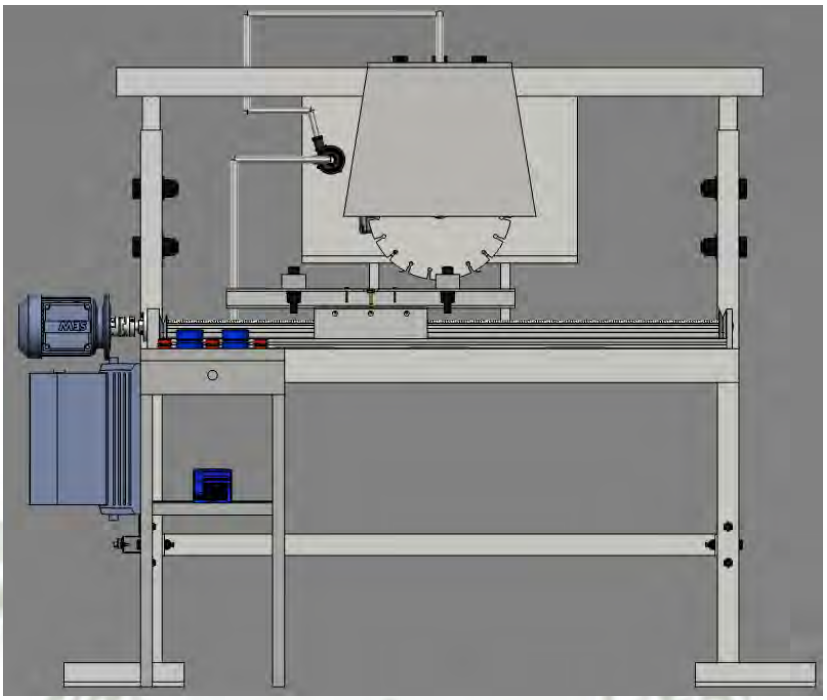


Figura Nº70 Vista Frontal de la máquina

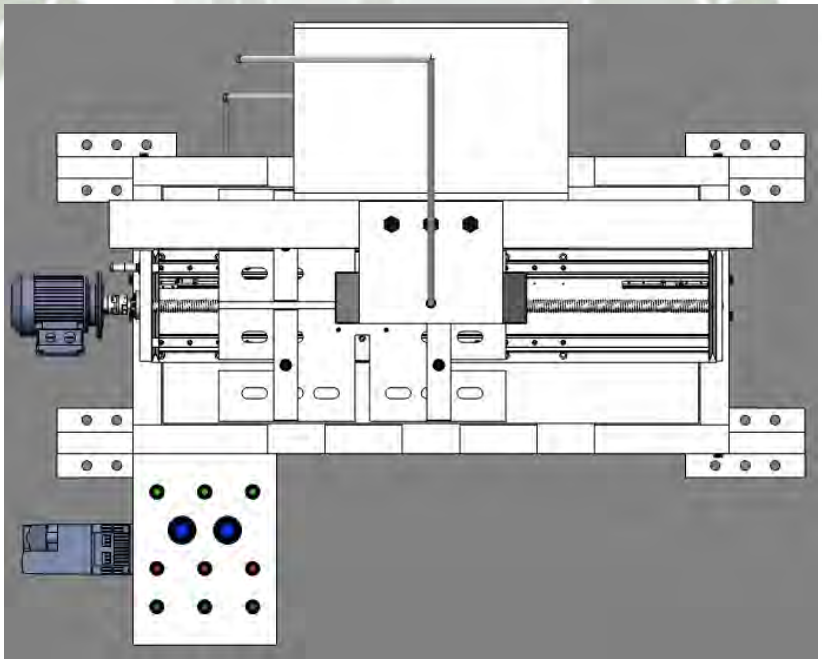


Figura Nº71 Vista superior de la máquina

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

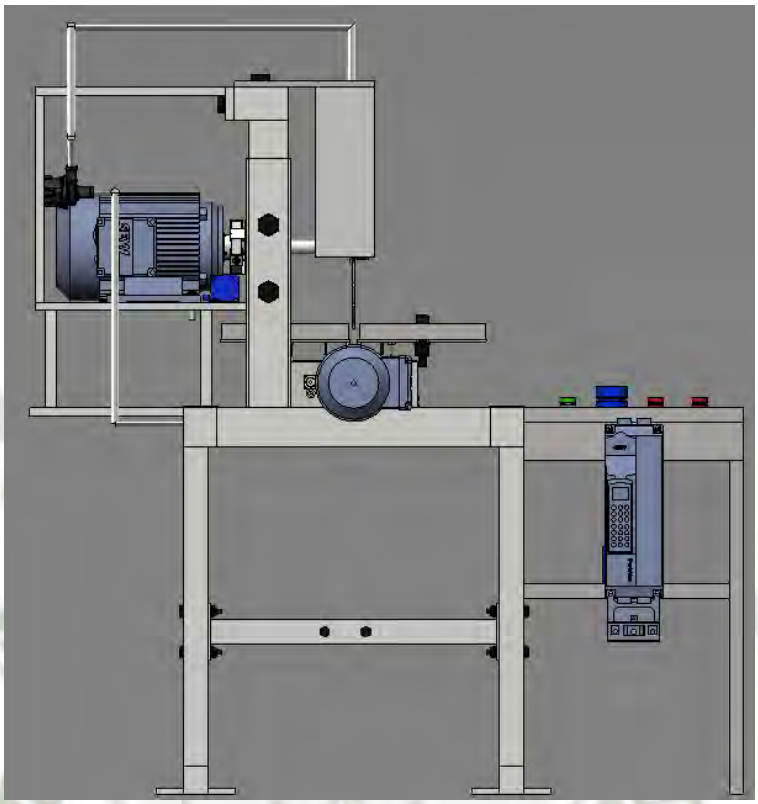


Figura Nº72 Vista izquierda de la máquina

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

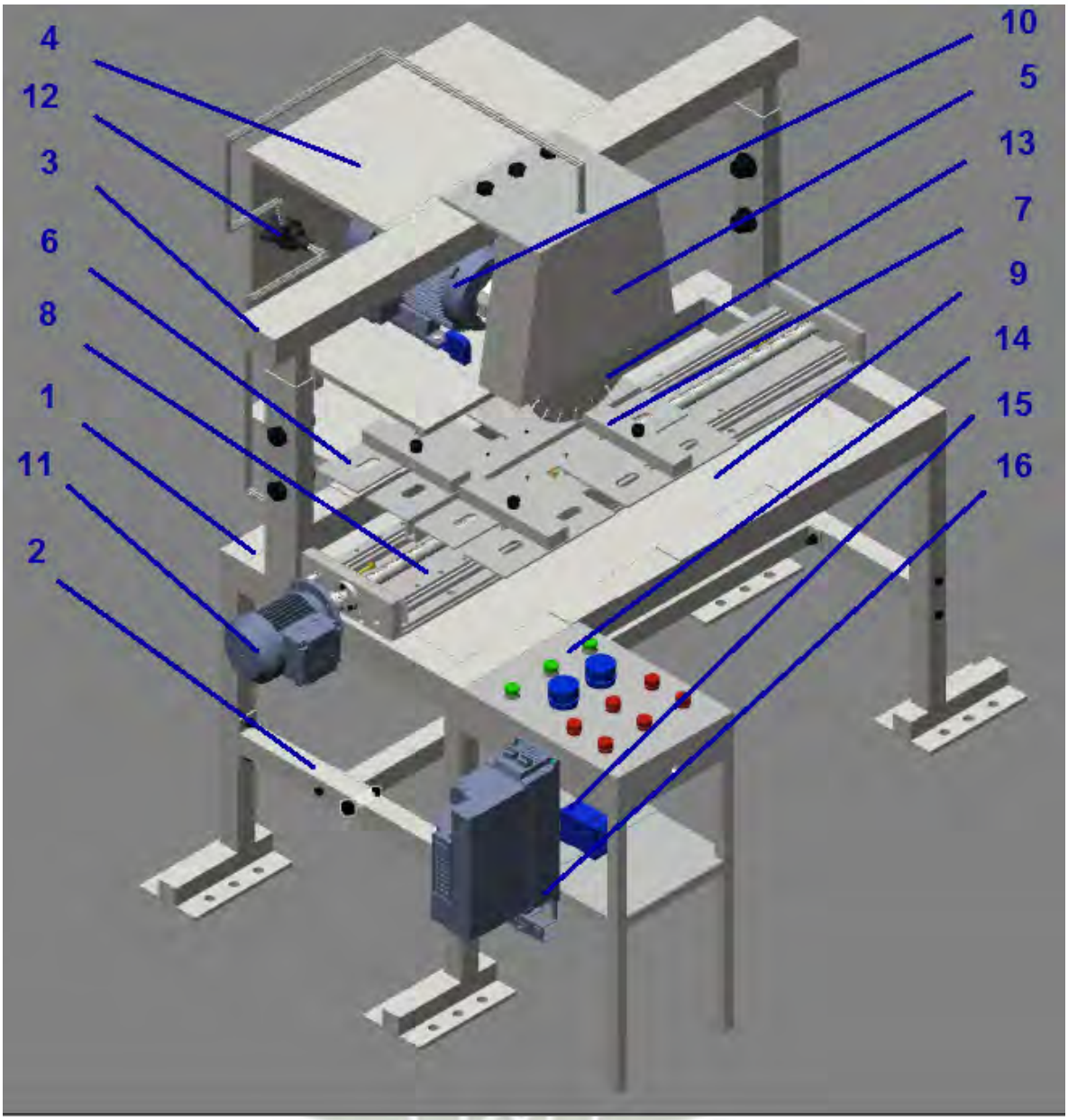


Figura Nº73 Vista Isométrica de la máquina

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cuadro Nº33 Detalle de Pesos de las Piezas del Conjunto

Nº de Pieza	Piezas del Conjunto	Descripción	Masa (M) Kg	Peso= M x $9.81^{m}/_{s^2}$ N
1 y 2	Estructura principal total (incluye la estructura principal y la estructura en forma de I)	Acero ASTM 514	237.7	2331.85
3	Estructura de soporte de piezas principales	Acero ASTM 514	81.028	794.88
4	Chapa en forma de C	Acero ASTM 514	104.35	1023.69
5	Guarda de seguridad	Aluminio serie 6000	4.17	40.91
6	Base para fijación de pieza	Aluminio serie 6000	3.93	38.55
7	Regletas	Aluminio serie 6000	6.2	60.8
8.1	Sistema de desplazamiento lineal Piezas móviles (patines, carro móvil y tuerca)	Aluminio/ SKF LinearMotion	5.9 (Masa móvil)	57.88
8.2	Sistema de desplazamiento lineal Piezas fijas	Aluminio/ SKF LinearMotion	29 (Masa fija)	284.49
8 Total	Sistema de desplazamiento lineal total	Aluminio/ SKF LinearMotion	34.9	342.37
9	Bandeja para refrigerante	Acero inoxidable AISI 302	19.36	189.9
10	Motor para el corte	SEW/ dvm2	27	264.87
11	Motor para el desplazamiento lineal	SEW/ dfr63l4	6.7	65.73
12	Sistema de refrigeración (bomba hidráulica)	Buhler Motor/BLDC Bomba hidráulica	2.55	25.02
13	Disco de corte	Disco de corte/ Nubira	1.55	15.21

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

14	Consola de control automático	Aluminio serie 6000	25.28	248
15	Controlador Lógico Programable – varia, controla y supervisa la velocidad de corte	PLC TWIDO/TWDLCAA24DRF	0,305	2.99
16	Variador de frecuencia	SEW/MDX61B0030 – 5A3 – 4 - 00	3.5	34.34
17	Carga de impacto (peso del bloque de piedra)			179.52
18	Fuerza de corte			68.22
19	Fuerza radial máxima generada por el giro del motor			16441.77

4.12.11 Análisis de la Carga de impacto sobre la estructura de la máquina cortadora de piedra natural

El bloque de piedra con peso de 179.52N se suelta a una altura de 700mm sobre la barra rectangular estructural de acero ASTM A514 con medidas 60x70 mm. El módulo de elasticidad del acero es 210000 MPa y la resistencia a la fluencia del acero es 689.48MPa. La longitud de la viga es de 500mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

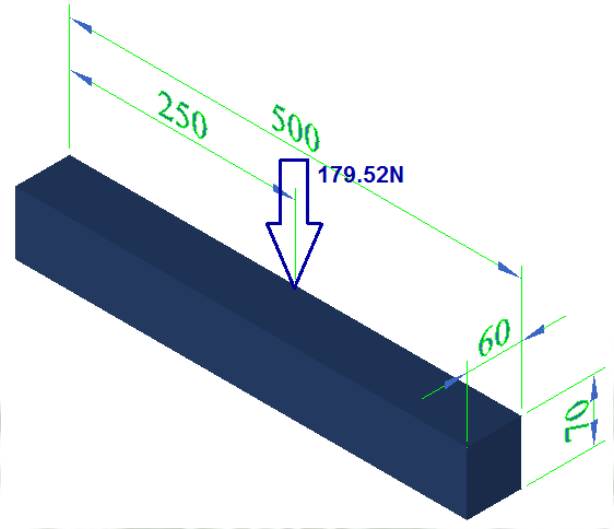


Figura Nº74 Carga de impacto sobre la barra principal lateral

Hallar El factor de seguridad con base en la fluencia de carga de impacto.

Solución:

$$\mathrm{I} = \mathrm{Momentodeinerciadelárea} = \frac{\mathrm{bh}^3}{12} = \frac{0.06\mathrm{X}0.07^3}{12} = 0.000001715\mathrm{m}^4$$

$$\mathrm{Longitud} = 0.500\mathrm{m}$$

$$\mathrm{C} = 35\mathrm{mm}$$

De la ecuación 5 del capítulo II la constante de la barra es k:

$$\mathrm{k} = \frac{3\left(210\mathrm{x}10^9\ {}^{\mathrm{N}}/_{\mathrm{m}^2}\right)(0.000001715\mathrm{m}^4)}{0.5\mathrm{m}^3}$$

$$\mathrm{k} = 8643600\ {}^{\mathrm{N}}/_{\mathrm{m}}$$

De la ecuación 4 del capítulo II el desplazamiento estático es:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$\delta_{st} = \frac{179.52N}{8643600\ {}^{N}/_{m}}$$

$$\delta_{st} = 2.07x10^{-5}m$$

$$\delta_{st} = 0.0207mm$$

De la ecuación 7 del capítulo II el factor de impacto se expresa como:

$$I_m = \frac{\delta_{máx}}{\delta_{st}} = 1 + \sqrt{1 + \frac{2(700)}{0.0207}} = 261.065$$

Despejando el desplazamiento máximo es:

$$\delta_{max} = I_m\delta_{st} = (261.065)(0.0207mm) = 5.4mm$$

De la ecuación 6 del capítulo II la fuerza máxima que se puede aplicar a la barra es:

$$P_{max} = k\delta_{máx} = \left(8643600\ {}^{N}/_{m}\right)(0.0054m)$$

$$P_{max} = 46675.44N$$

De la ecuación 8 del capítulo II el esfuerzo flexionante máximo por impacto es:

$$\sigma_{max} = \frac{P_{max}x.\ C}{I} = \frac{46675.44N\ x\ 0.25m\ x\ (0.035m)}{0.000001715m^4}$$

$$\sigma_{max} = 238.14MPa$$

De la ecuación 2 del capítulo II el factor de seguridad o diseño para la fluencia es:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

$$n_d = \frac{S_y}{\sigma_{max}} = \frac{689.48MPa}{238.14MPa}$$

$$n_d = 2.895 > 1$$

El factor de seguridad es mayor que 1; por lo tanto no ocurrirá la falla por cargas de impacto; el margen de seguridad se aproxima a un factor de 3.

4.12.12 Esfuerzo flexionante máximo

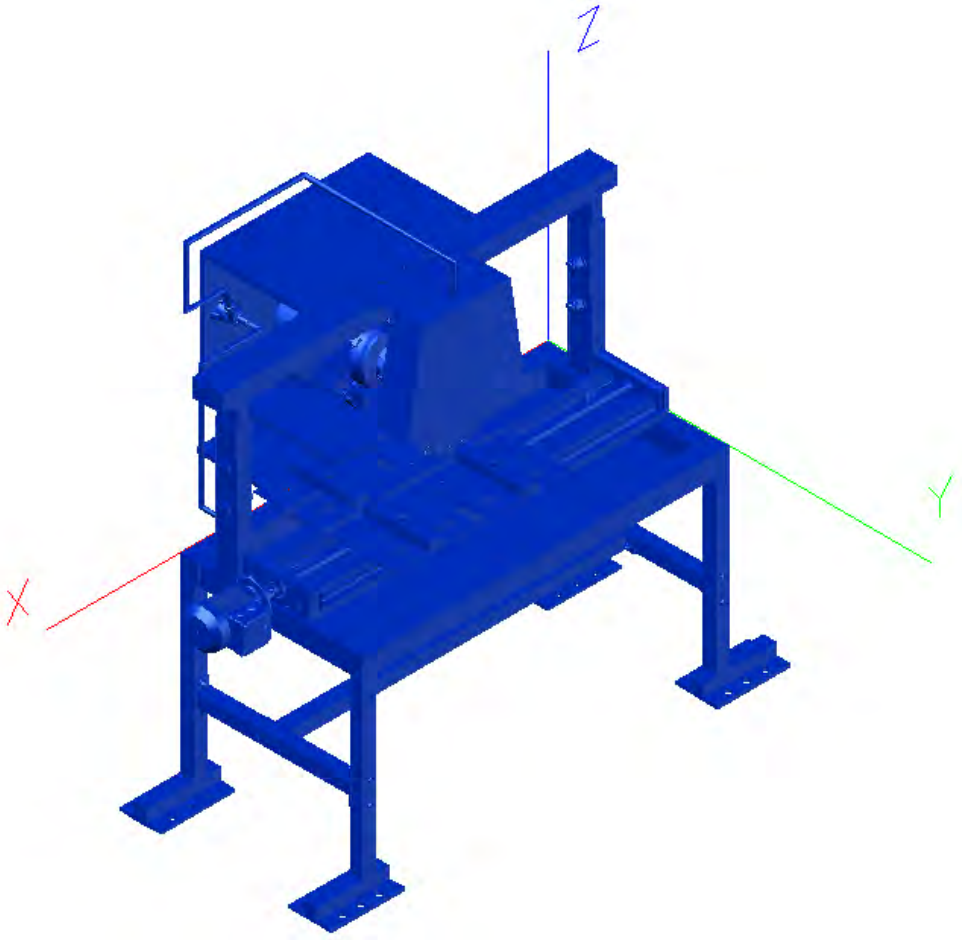


Figura Nº75 Origen de coordenadas cartesianas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

4.12.12.1 Diagrama de fuerzas de la estructura de soporte de piezas

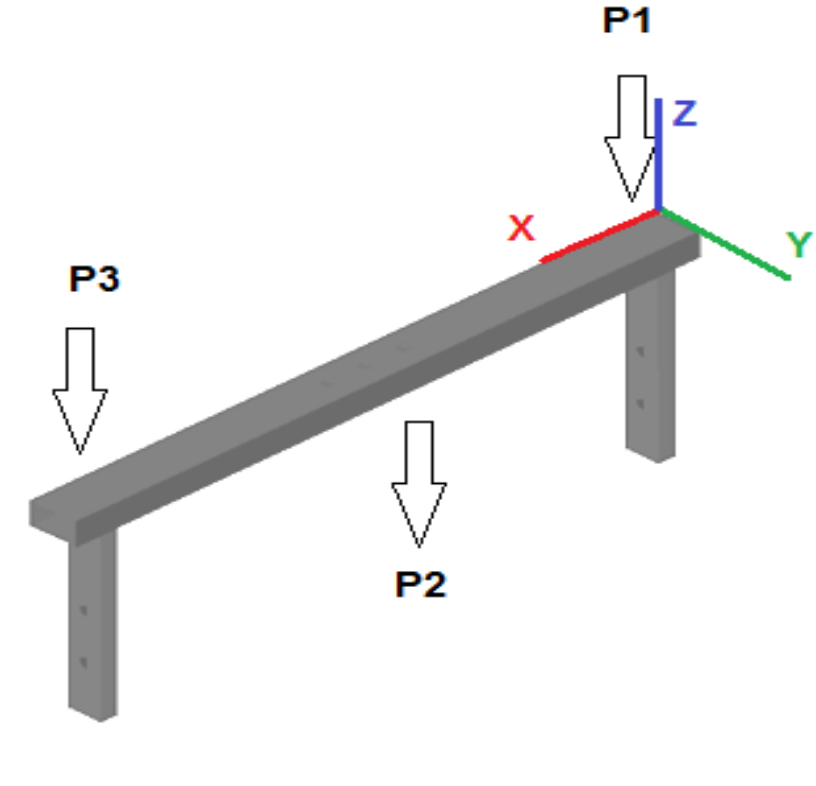


Figura Nº76 Diagrama de la estructura de soporte de piezas

Dimensiones: 2 barras rectangulares de 72mm x 37mm x 435mm y una barra rectangular de 100mm x 60mm x 1345mm

Centros de masas de cada pieza:

$r_1 = (72.5,\ 63.4, -277.5)\text{mm}$

$r_2 = (672.5,\ 50,\ 30)\text{mm}$

$r_3 = (1272.5,\ 63.4, -277.5)\text{mm}$

$m_1 = m_3 = 9.048\text{Kg}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$m_2 = 62.95\text{Kg}$

$P_1 = P_3 = 88.76\text{N}$

$P_2 = 617.54\text{N}$

$\sum F_{total} = 794.88\text{N}$

Hallando el centro de masa resultante de las 3 fuerzas:

$$\sum M_0 = r_1 x P_1 + r_2 x P_2 + r_3 x P_3$$

$$\sum M_0 = \begin{bmatrix} i & j & k \\ 72.5 & 63.4 & -277.5 \\ 0 & 0 & -88.76 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} i & j & k \\ 672.5 & 50 & -30 \\ 0 & 0 & -617.54 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} i & j & k \\ 1272.5 & 63.4 & -277.5 \\ 0 & 0 & -88.76 \end{bmatrix}$$

$$\sum M_0 = (-5627.38i + 6435.1j) + (-30877i + 415295.65j) + (-5627.38i + 112947.1j)$$

$$\sum M_0 = (-42131.76i + 534677.85j)$$

$$\sum M_{total} = \begin{bmatrix} i & j & k \\ x & y & 0 \\ 0 & 0 & -794.88 \end{bmatrix}$$

$$\sum M_{total} = -794.88yi + 794.88xj$$

$$\sum M_{total} x = \sum M_0 x$$

$$-42131.76 = -794.88y$$

$$y = 53\text{mm}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$\sum M_{total}y = \sum M_0 y$$

$$534677.85 = 794.88x$$

$$x = 672.65mm$$

El centro de masa resultante es:

$$r_{total}=(672.65,\ 53,\ 0)mm$$

Las coordenadas desde el origen hasta el centro de masa de la estructura de soporte de piezas son:

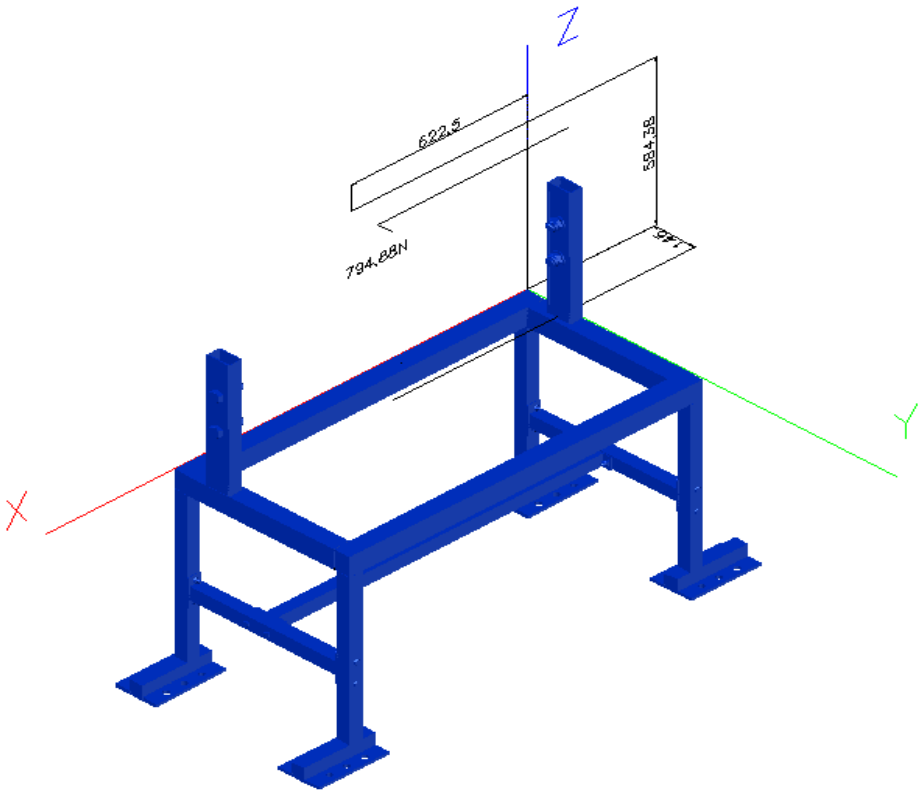


Figura Nº77 Coordenadas desde el origen hasta el centro de masa de la estructura de soporte de piezas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$r_1 = (622.5,\ 146,\ 584.4)\ mm$$

4.12.12.2 Diagrama de fuerzas de la chapa en forma de C

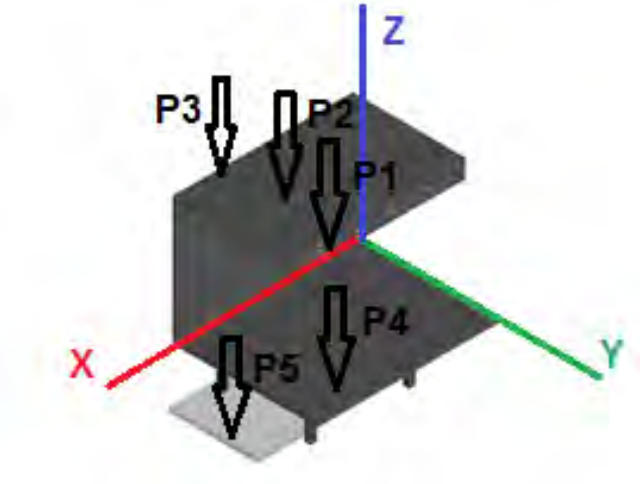


Figura Nº78 Diagrama de la chapa en forma de C

$P_1 = -39.46Nk\ \ r_1 = (286.5, 337.5, \quad 362.6)mm$

$P_2 = -226.9Nk\ \ r_2 = (286.5, 157.5, \quad 384.5)mm$

$P_3 = -247.9Nk\ \ r_3 = (286.5, -7.5, \quad 188.5)mm$

$P_4 = (30.87 + 2.25)x9.81$

$P_4 = -324.9Nk$

$r_4 = (286.5, 215.25, 97.5)mm$

En la base de soporte de la chapa en forma de C:

$P_5 = -184.53Nk$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$r_5 = (286.5, 113.75, 200.5)\text{mm}$

Hallando el centro de masa tenemos

Fuerza Total resultante

$$\sum F_{total} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5)k$$

$$\sum F_{total} = -1023.69\text{N}k$$

$$\overrightarrow{M_0} = \overline{r_1} x \overline{p_1} + \overline{r_2} x \overline{p_2} + \overline{r_3} x \overline{p_3} + \overline{r_4} x \overline{p_4} + \overline{r_5} x \overline{p_5}$$

$$\overrightarrow{M_0} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 286.5 & 337.5 & 362.6 \\ 0 & 0 & -39.46 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 286.5 & 157.5 & 384.5 \\ 0 & 0 & -226.9 \end{vmatrix} +$$

$$\begin{vmatrix} i & j & k \\ 286.5 & -7.5 & 188.5 \\ 0 & 0 & -247.9 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 286.5 & 215.25 & 97.5 \\ 0 & 0 & -324.9 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 286.5 & 113.75 & 200.5 \\ 0 & 0 & -184.53 \end{vmatrix}$$

$$\overrightarrow{M_0} = (-13317.75i + 11305.29j) + (-35736.75i + 65006.85j) + (1859.25i + 71023.35j) + (-69934.73i + 93083.85j) + (-20990.3i + 52867.8j)$$

$$\overrightarrow{M_0} = -138120.3i + 293287.14j + 0k$$

$$\sum M_{total} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ x & y & 0 \\ 0 & 0 & -1023.69 \end{vmatrix}$$

$$\sum M_{total} = -1023.69yi - (-1023.69x)j$$

$$\sum M_{total} = -1023.69yi + 1023.69xj$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

$$\sum M_0\, x = \sum M_{total}\, x$$

$$-138120.3 = -1023.69y$$

$$y = \frac{-138120.3}{-1023.69} = 134.92mm$$

$$\sum M_0\, y = \sum M_{total}\, y$$

$$293287.14 = 1023.69x$$

$$x = 286.499mm$$

El centro de masa resultante es:

$$r_{total} = (286.499, 134.92, \quad 0)mm$$

Las coordenadas desde el origen hasta el centro de masa de la chapa en forma de C son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

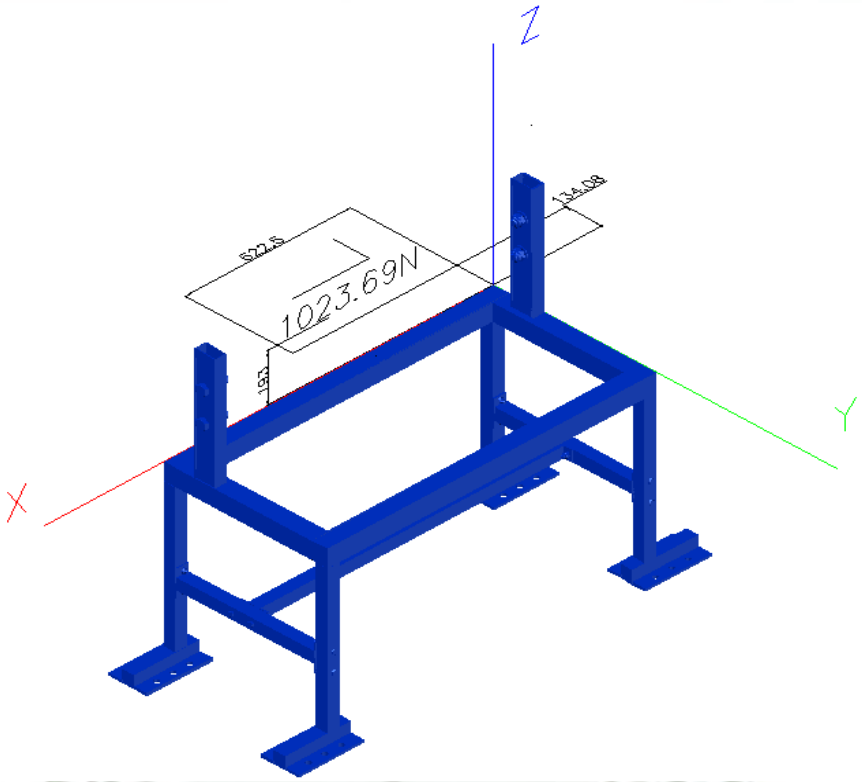


Figura Nº79 Coordenadas desde el origen hasta el centro de masa de la chapa en forma de C

$$r_2 = (622.5, -134.08, 193)\text{mm}$$

4.12.12.3 Diagrama de fuerzas de la guarda de seguridad

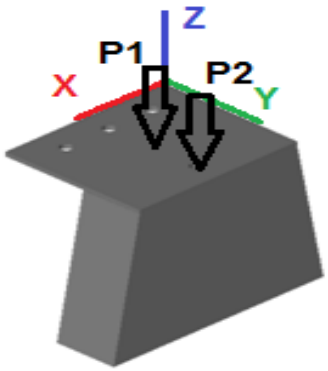


Figura Nº80 Diagrama de la guarda de seguridad

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$P_1 = 20.21N$$

$$P_2 = 20.7N$$

$$P_T = -40.91N$$

$$r_1 = (150i + 127.5j + 5k)$$

$$r_2 = (150i + 202j + 164k)$$

$$\overline{P_1} = -20.21k$$

$$\overline{P_2} = -20.7k$$

$$\overrightarrow{M_0} = \overline{r_1} x \overline{P_1} + \overline{r_2} x \overline{P_2}$$

$$\overrightarrow{M_0} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 150 & 127.5 & 5 \\ 0 & 0 & -20.21 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 150 & 202 & 164 \\ 0 & 0 & -20.7 \end{vmatrix}$$

$$\overrightarrow{M_0} = (-2576.77i + 3031.5j) + (-4181.4i + 3105j)$$

$$\overrightarrow{M_0} = -6758.17i + 6136.5j$$

$$M_{total} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ x & y & 0 \\ 0 & 0 & -40.91 \end{vmatrix} = -40.91yi + 40.91xj$$

$$\sum M_o = -6758.17i + 6136.5j$$

$$\sum M_{total} = -40.91yi + 40.91xj$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

$$\sum M_0 = \sum M_{total}$$

$$-6758.17i + 6136.5j = -40.91yi + 40.91xj$$

$$\sum M_{total}x = \sum M_0 x$$

$$-6758.17 = -40.91y$$

$$y = 165.2mm$$

$$\sum M_{total}y = \sum M_0 y$$

$$6136.5 = 40.91x$$

$$x = 150mm$$

El centro de masa resultante es:

$$r_{total} = (150, \quad 165.2, \quad 0)mm$$

Las coordenadas desde el origen hasta el centro de masa de la guarda de seguridad son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

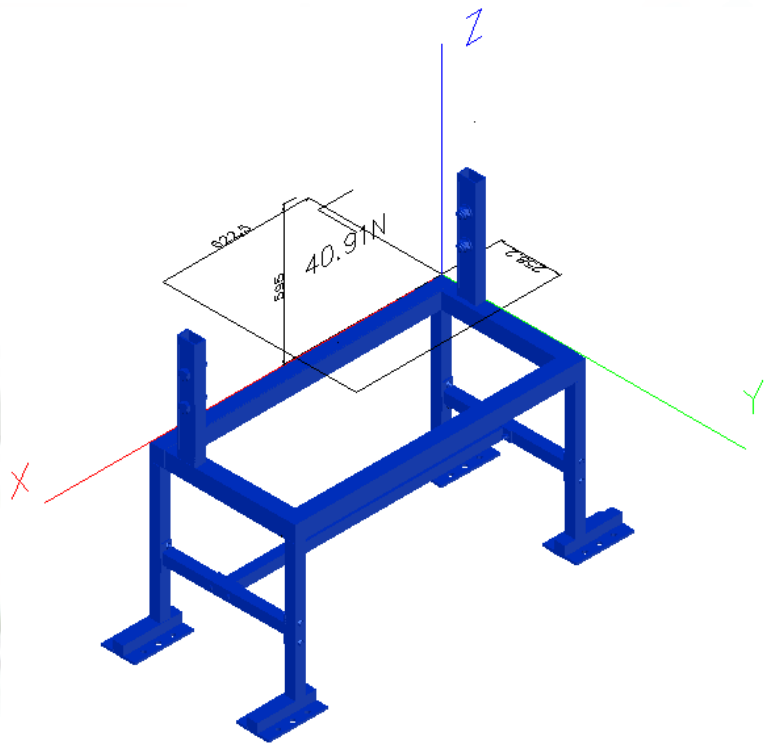


Figura Nº81 Coordenadas desde el origen hasta el centro de masa de la guarda de seguridad

$$r_3 = (622.5, 258.2, 595)\text{mm}$$

4.12.12.4 Base para fijación de pieza

Por la condición de simetría se puede decir que el centro de masa es a la mitad de la figura.

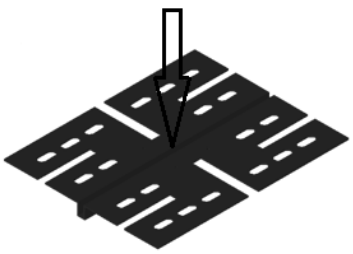


Figura Nº82 Diagrama de la base para pieza

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Dimensiones: 600mm x 485mm x 5mm

$$r_c = (300, 242.5, 2.5)\text{mm}$$

$M = 3.93\text{Kg}$

$P = 38.55\text{N}$

Las coordenadas desde el origen hasta el centro de masa de la base para fijación de la pieza.

$$r_4 = (622.5, 310, 122)\text{mm}$$

4.12.12.5 Regletas de fijación

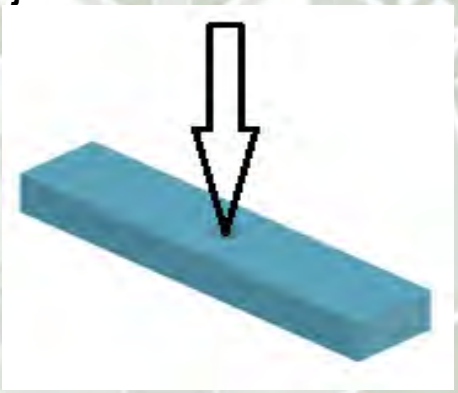


Figura Nº83 Diagrama de la regleta

Dimensiones: 50mm x 50mm x 230mm

El centro de masa es$r_c = (25, 115, 25)\text{mm}$

$M = 6.21\text{Kg}$

$P_{\text{Total}} = 60.92\text{N}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Las coordenadas desde el origen hasta el centro de masa de las 4 regletas son:

$$r_5 = (622.5, 310, 139.5)\text{mm}$$

4.12.12.6 Peso del sistema de desplazamiento lineal y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal

$$P_1 = -342.37\text{Nk}$$

$$r_6 = (622.5, 310, 86)\text{mm}$$

Nota: Es implícito que el centro de masa del sistema de desplazamiento lineal se ubica en el punto central de la estructura principal con dimensiones de 1245mm x 620mm.

4.12.12.7 Peso de la bandeja para el refrigerante y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal

$$P_1 = -189.9\text{Nk}$$

$$r_7 = (622.5, 310)\text{mm}$$

4.12.12.8 Peso del motor para el corte y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal

$$P_1 = -264.87\text{Nk}$$

$$r_8 = (622.5, 53, 293)\text{mm}$$

4.12.12.9 Peso del motor para el desplazamiento lineal y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal

$$P_1 = -65.73\text{Nk}$$

$$r_9 = (1342.5, 310, 45.5)\text{mm}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

4.12.12.10 Peso de la bomba hidráulica y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal

$$P_1 = -25.02\text{Nk}$$

$$r_{10} = (849, 208, 392.75)\text{mm}$$

4.12.12.11 Peso del disco de corte y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal

$$P_1 = -15.21\text{Nk}$$

$$r_{11} = (622.5, 310, 293)\text{mm}$$

4.12.12.12 Peso del bloque de piedra y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal

$$P_1 = -179.52\text{Nk}$$

$$r_{12} = (622.5, 310{,}0)\text{mm}$$

4.12.12.13 Fuerza radial máxima generada por el giro del motor y centro de masa respecto del eje de coordenadas principal

$F_{\text{radialmaxima}} = -16441.77\text{Nk}$

$r_{\text{fuerzaradialmaxima}} = (622.5, 88, 293\ )\text{mm}$ (Coordenadas cartesianas desde el eje principal hasta el inicio del eje del motor)

Nota: Las coordenadas de cada pieza respecto de la coordenada principal se dimensionan en el plano XY y con la altura y el peso respectivos en el eje Z.

A continuación realizaremos los cálculos para fijar la fuerza total hacia el sistema estructural principal y verificar la resistencia del mismo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cuadro Nº34 Resumen de distancia de centros de masa respecto al eje de origen, pesos de piezas y fuerzas externas sobre la estructura principal

Nº	Pieza	Material	Masa (Kg)	Peso (N)	Coordenadas del centro de masa respecto al eje de origen (mm)
1	Estructura de soporte de piezas principales	Acero ASTM 514	81.028	794,88	r_1=(622.5,146,584.4)
2	Chapa en forma de C	Acero ASTM 514	104.35	1023,69	r_2=(622.5,-134.08,193)
3	Guarda de seguridad	Aluminio serie 6000	4.17	40,91	r_3=(622.5,258.2,595)
4	Base para fijación de pieza	Aluminio serie 6000	3.93	38,55	r_4=(622.5, 310,122)
5	Regletas	Aluminio serie 6000	6.2	60,8	r_5=(622.5, 310, 139.5)
6	Sistema de desplazamiento lineal total	Aluminio / SKF	34.9	342,37	r_6=(622.5,310,86)
7	Bandeja para refrigerante	Acero inoxidable AISI 302	19.36	189,9	r_7=(622.5,310)mm
8	Motor para el corte	SEW/ dvm2	27	264,87	r_8=(622.5,53,293)
9	Motor para el desplazamiento lineal	SEW/ dfr63l4	6.7	65,73	r_9=(1342.5,310, 45.5)
10	Sistema de refrigeración (bomba hidráulica)	Bühler Motor/BLDC Bomba hidráulica	2.55	25,02	r_10=(849,208. 392.75)
11	Disco de corte	Disco de corte/ Maxi	1.55	15,21	r_11=(622.5,310, 293)
12	Carga de impacto (peso del bloque de piedra)			179,52	r_12=(622.5,310,0)
13	Fuerza radial máxima generada por el giro del motor			16441,77	r_fuerzaradialmaxima=(622.5,88,293)
			∑Total de Pesos	19483,22	

Sumatoria de momento resultante sobre la estructura:

$$\sum M_{RESULTANTE} = \overline{r_1 x P_1} + \overline{r_2 x P_2} + \overline{r_3 x P_3} + \overline{r_4 x P_4} + \overline{r_5 x P_5} + \overline{r_6 x P_6} + \overline{r_7 x P_7} + \overline{r_8 x P_8} + \overline{r_9 x P_9} + \overline{r_{10} x P_{10}} + \overline{r_{11} x P_{11}} + \overline{r_{12} x P_{12}} + \overline{r_{13} x P_{13}}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$\sum M_{RESULTANTE} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 146 & 584.4 \\ 0 & 0 & -794.88 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & -134.08 & 193 \\ 0 & 0 & -1023.69 \end{vmatrix} +$$

$$\begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 258.2 & 595 \\ 0 & 0 & -40.91 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 310 & 122 \\ 0 & 0 & -38.55 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 310 & 139.5 \\ 0 & 0 & -60.8 \end{vmatrix} +$$

$$\begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 310 & 86 \\ 0 & 0 & -342.37 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 310 & 0 \\ 0 & 0 & -189.9 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 53 & 293 \\ 0 & 0 & -264.87 \end{vmatrix} +$$

$$\begin{vmatrix} i & j & k \\ 1342.5 & 310 & 45.5 \\ 0 & 0 & -65.73 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 849 & 208 & 392.75 \\ 0 & 0 & -25.02 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 310 & 293 \\ 0 & 0 & -15.21 \end{vmatrix} +$$

$$\begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 310 & 0 \\ 0 & 0 & -179.52 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} i & j & k \\ 622.5 & 88 & 293 \\ 0 & 0 & -16441.77 \end{vmatrix}$$

$$\sum M_{RESULTANTE} = (-116052.48i + 494812.8j) + (137256.36i + 637247.03j) +$$

$$(-10562.96i + 25466.47j) + (-11950.5i + 23997.37j) + (-18848i + 37848j) +$$

$$(-106134.7 + 213125.33j) + (-58869i + 118212.75j) + (-14038.11i +$$

$$164881.57j) + (-20376.3i + 88242.52j) + (-5204.16i + 21241.98j) +$$

$$(-4715.1 + 9468.23j) + (-55651.2i + 111751.2j) + (-1446875.76i +$$

$$10235001.83j)$$

$$\sum M_{RESULTANTE} = (-1732021.91i + 12269539.6j)N.mm$$

Sumatoria de fuerza total sobre la estructura:

$$\sum F_{TOTAL} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12} + P_{13}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$\sum \mathrm{F_{TOTAL}} = (794{,}88 + 1023{,}69 + 40{,}91 + 38{,}55 + 60{,}8 + 342{,}37 + 189{,}9 + 264{,}87 + 65{,}73 + 25{,}02 + 15{,}21 + 179{,}52 + 16441{,}77)\mathrm{kN}$$

$$\sum \mathrm{F_{TOTAL}} = (-19483.22\mathrm{k})\mathrm{N}$$

La ubicación de esta fuerza no se conoce pero si conoce el momento total producido por la fuerza total, entonces el momento resultante se define como:

$$\mathrm{M_{TOTAL}} = \begin{vmatrix} \mathrm{i} & \mathrm{j} & \mathrm{k} \\ \mathrm{X} & \mathrm{Y} & 0 \\ 0 & 0 & -19483.22 \end{vmatrix}$$

$$\mathrm{M_{TOTAL}} = (-19483.22\mathrm{Yi} + 19483.22\mathrm{Xj})\mathrm{N.mm}$$

$$\sum \mathrm{M_{RESULTANTE}x} = \mathrm{M_{TOTAL}x}$$

$$-1732021.91 = -19483.22\mathrm{Y}$$

$$\mathrm{Y} = 88.9\mathrm{mm}$$

$$\sum \mathrm{M_{RESULTANTE}y} = \mathrm{M_{TOTAL}y}$$

$$12269539.6 = 19483.22\mathrm{X}$$

$$\mathrm{X} = 629.75\mathrm{mm}$$

$$\mathrm{r_{TOTAL}} = (88.9, 629.75)\mathrm{mm}$$

El punto de ubicación de la fuerza total se encuentra próximo a la barra larga de la estructura de principal:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

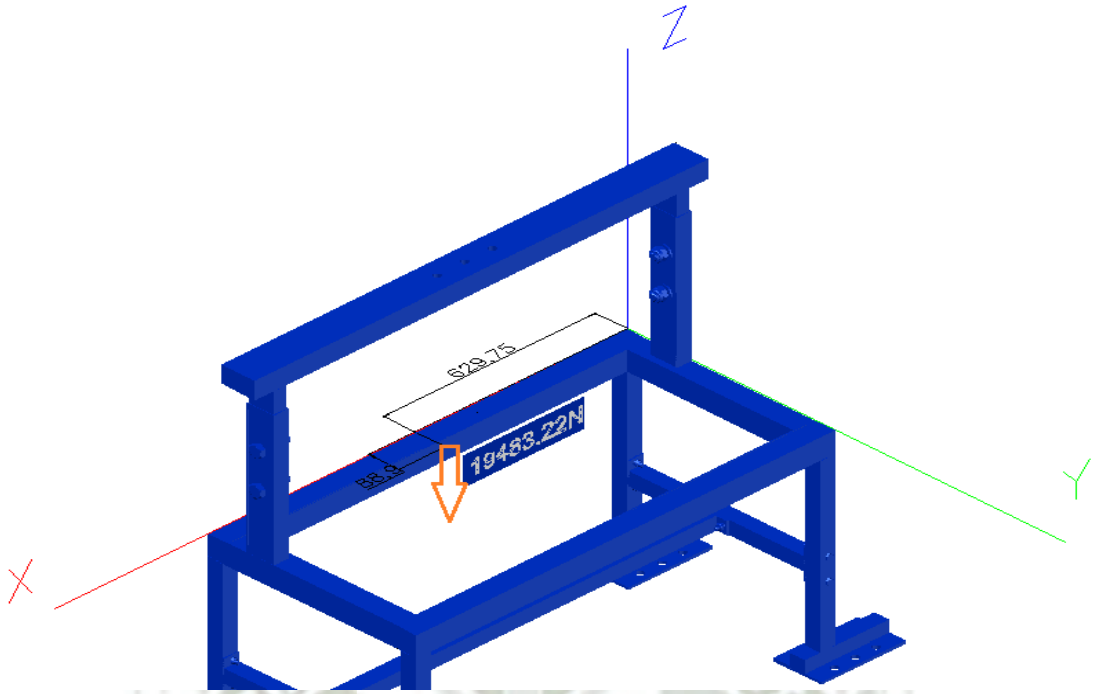


Figura Nº84 Coordenadas de ubicación del punto de concentración de la fuerza total

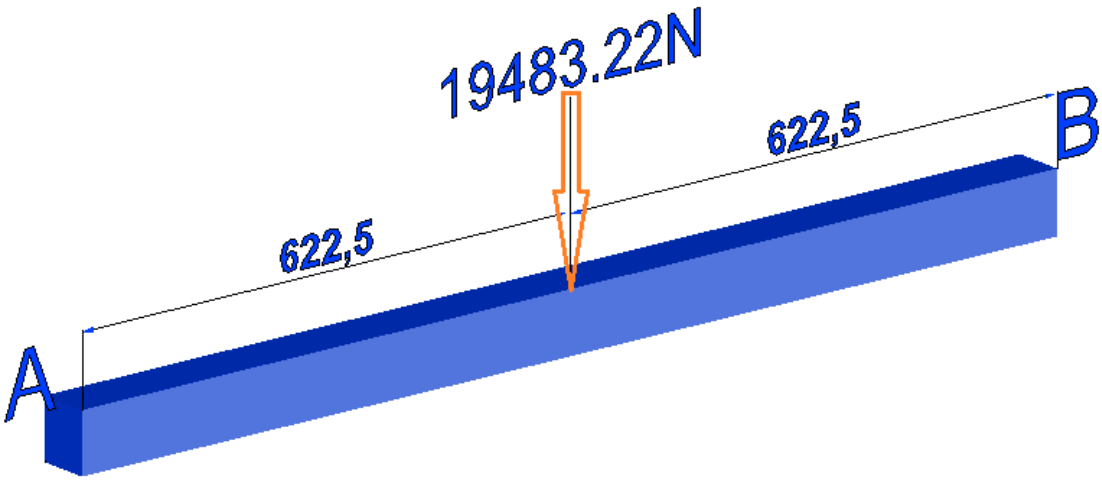


Figura Nº85 Ubicación del punto de concentración de la fuerza total en la barra larga

Hallando la fuerza de reacción en cada soporte A y B

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$\sum M_A = 0$$

$$-19483.22(622.5) + (2x622.5)B = 0$$

$$B = 9741.61N$$

$$A = 9741.61N$$

Hallando el momento máximo en la barra:

$$M_{máximo} = (9741.61x0.6225)N.m$$

$$M_{máximo} = 6064.15N.m$$

Hallando el esfuerzo flexionante máximo en la barra:

$$\sigma_{máximo} = \frac{M_{máximo}xC}{I}$$

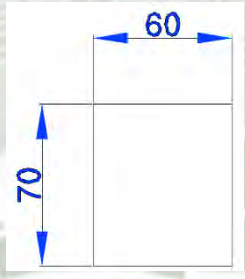


Figura Nº86 Dimensiones de la barra larga

$$I = \frac{1}{12}(0.06)x(0.07)^3 = 1.715x10^{-6}m^4$$

$$\sigma_{máximo} = \frac{6064.15N.mx0.035m}{1.715x10^{-6}m^4}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$\sigma_{máximo} = 123.76X10^{6}Pa$$

$$\sigma_{máximo} = 123.76MPa$$

El factor de seguridad para la fluencia del acero es:

$$n_s = \frac{S_{y\ acero}}{\sigma_{máximo}} = \frac{689.48MPa}{123.76Mpa}$$

$$n_s = 5..57 > 1$$

El factor de seguridad es mayor que 1; por lo tanto no ocurrirá falla en esta barra el margen de seguridad es muy elevado con factor de 5.

El módulo de elasticidad longitudinal es:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Donde:

$\sigma = Esfuerzo\ ejercido\ sobre\ el\ área\ transversal\ de\ la\ barra$

$\epsilon = Deformacionunitariaencualquierpuntodelabarra$

$E = 210000\ MPa\ para\ el\ acero$

La deformación unitaria es:

$$\epsilon = \frac{123.76MPa}{210000\ MPa}$$

$$\epsilon = 5.89x10^{-4}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

Nos indica que las deformaciones resultan menores para la barra con mayor módulo de elasticidad. En este caso, se dice que el material es más rígido.

4.12.13 Deflexión Máxima

Datos:

$$A = 9741.61N$$

$$B = 9741.61N$$

$$F_{TOTAL} = 19483.22N$$

$a = 622.5mm$ Distancia desde el apoyo hasta el medio de la barra, que es el punto con deflexion máxima

$I = \text{Momento de inercia del área} = 0.000001715m^4$

$E = \text{módulo de elasticidad} = 210000MPa$

4.12.13.1 Ecuación de la deflexión del sistema

$$\text{Momento} = EI\frac{d^2y}{dx^2}$$

La ecuación se generaliza para el momento en cualquier punto de la barra con una distancia X cualquiera.

$$EI\frac{d^2y}{dx^2} = B * X - F_{TOTAL}(X - a)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$$EI\frac{d^2y}{dx^2} = BX - F_{TOTAL}X + F_{TOTAL}a$$

$EI\frac{d^2y}{dx^2} = (B - F_{TOTAL})X + F_{TOTAL}a$ Ecuación de la aceleración del sistema

$EI\frac{dy}{dx} = \frac{(B-F_TOTAL)X^2}{2} + (F_{TOTAL}a)X + C1$ Ecuación de la velocidad del sistema

$$EIy = \frac{(B - F_{TOTAL})X^3}{6} + \frac{(F_{TOTAL}a)X^2}{2} + C1 * X$$

$+ C2$ Ecuación de la deflexión del sistema

Hallando las constantes de integración C1 y C2:

Con $X = 1245mm$ el desplazamiento es $y = 0$ entonces:

$$0 = \frac{(9741.61 - 19483.22)1.245^3}{6} + \frac{(19483.22 * 0.6225)X1.245^2}{2} + 1.245 * C1 + C2$$

$1.245 * C1 + C2 =$ -6266.39

Con $X = 622.5mm$ la velocidad es $\frac{dy}{dx} = 0$ entonces:

$$0 = \frac{(B - F_{TOTAL})X^2}{2} + (F_{TOTAL}a)X + C1$$

$$0 = \frac{(9741.61 - 19483.22)0.6225^2}{2} + 19483.22 * 0.6225^2 + C1$$

$C1 = -5662.317$

$C2 =$ -6266.39-(1.245*-5662.317)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

$C2 = 783.19$

Con $X = 622.5\text{mm}$ se ubica la deflexion máxima de la barra, entonces:

$$EIy = \frac{(9741.61 - 19483.22)0.6225^3}{6} + \frac{(19483.22 * 0.6225^3)}{2} + 1.245 * (-5662.317) + 783.19$$

$$EIy = -4308.15$$

$$y = \frac{-4308.15}{210x10^9 x\ 0.000001715}\text{m}$$

La deflexión máxima es:

$$y = -1.196x10^{-2}\text{m}$$

$$y = -11.96\text{mm}$$

Conclusión: la estructura principal si soporta las cargas estáticas y dinámicas ya que La deflexión es muy pequeña con 11.96mm y el factor de seguridad es de 5 sin una deformación significativa en las barras de la estructura principal.

4.13 ANÁLISIS ESTRUCTURAL EN ALGOR

4.13.1 Análisis de Fuerzas

- Fuerza generada por la estructura de soporte de piezas principales

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

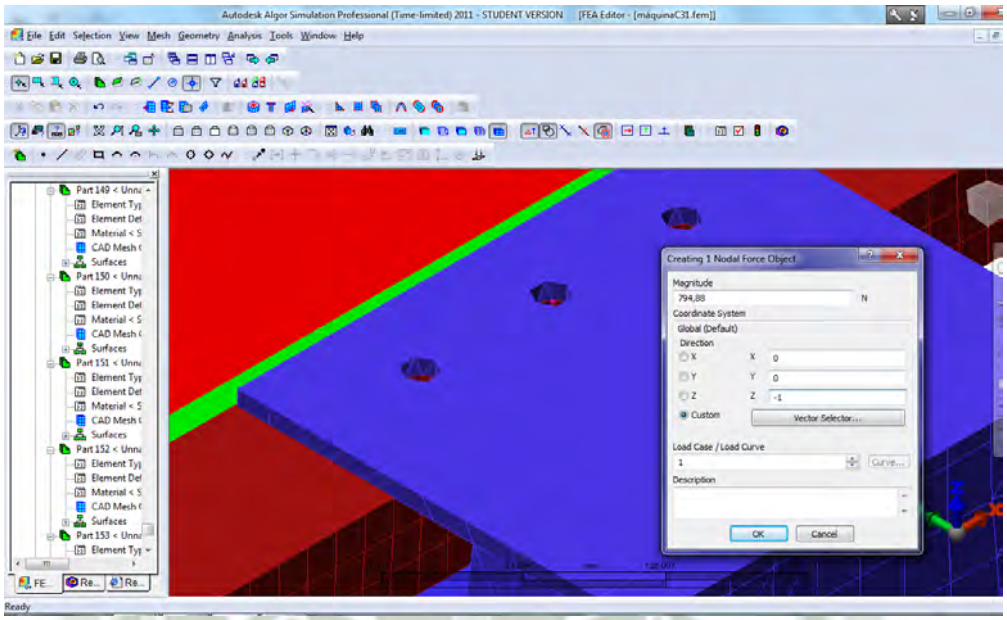


Figura Nº87 Fuerza generada por la estructura de soporte de piezas principales

- Fuerza generada por la chapa en forma de C de base para el motor de corte

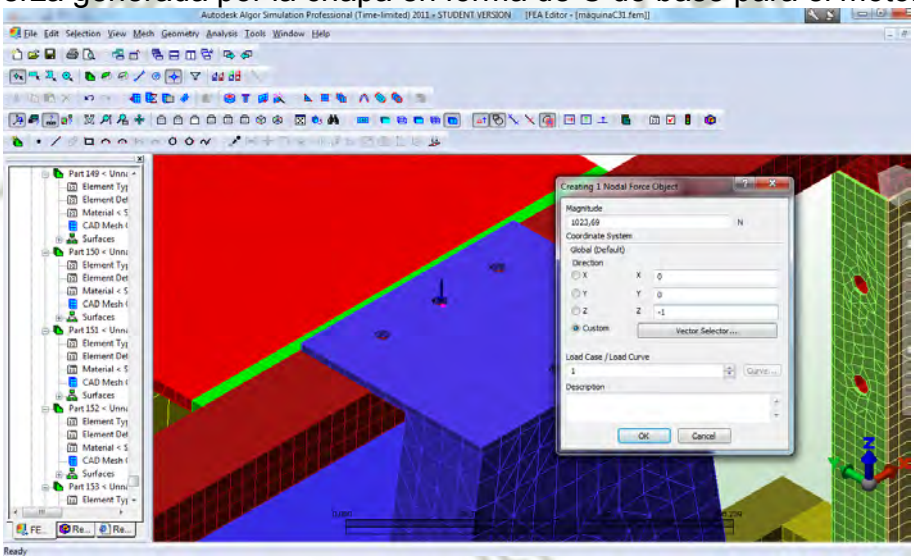


Figura Nº88 Fuerza generada por la chapa en forma de C de base para el motor de corte

- Fuerza generada por la guarda de seguridad sobre la estructura de soporte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

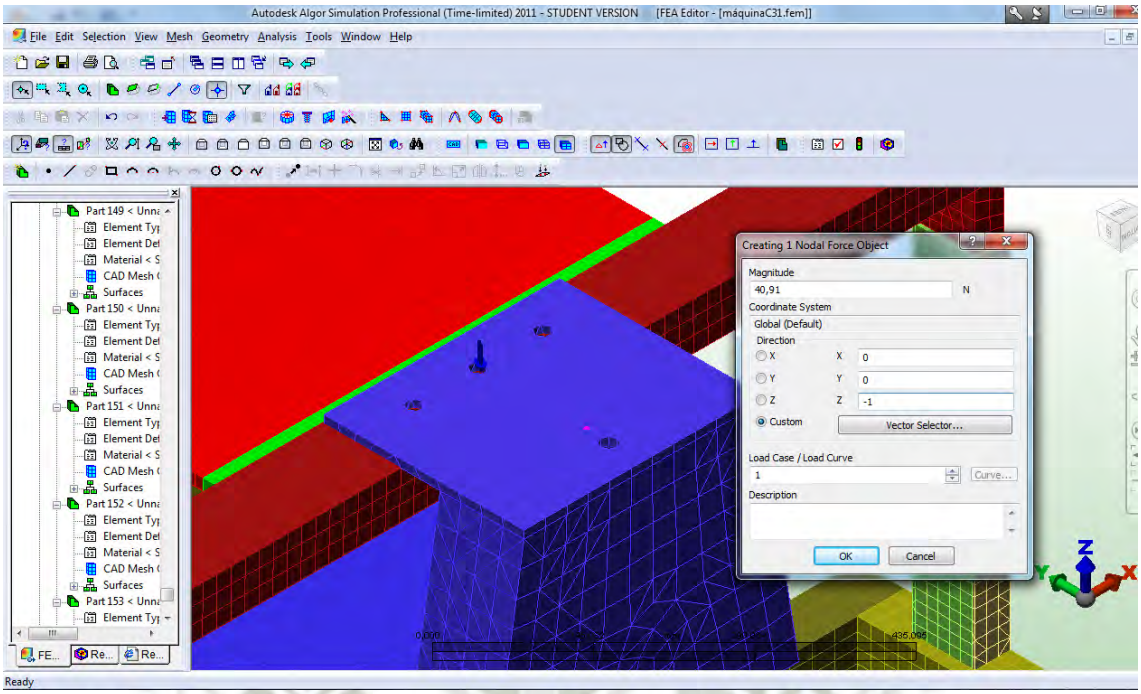


Figura Nº89 Fuerza generada por la guarda de seguridad sobre la estructura de soporte

- Fuerza generada por la sumatoria de la base para fijación de piezas, regletas, sistema de desplazamiento lineal, bandeja del refrigerante y fuerza radial máxima generada por el giro del motor sobre la barra larga de la estructura principal

$$\sum \mathrm{F_A} = (38.55 + 60.8 + 342.37 + 189.9 + 16441.8)\mathrm{N}$$

$$\sum \mathrm{F_A} = 17073.42\ \mathrm{N}$$

Esta fuerza se puede sustituir en ambas barras largas con el fin de verificar la deformación de cada una.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

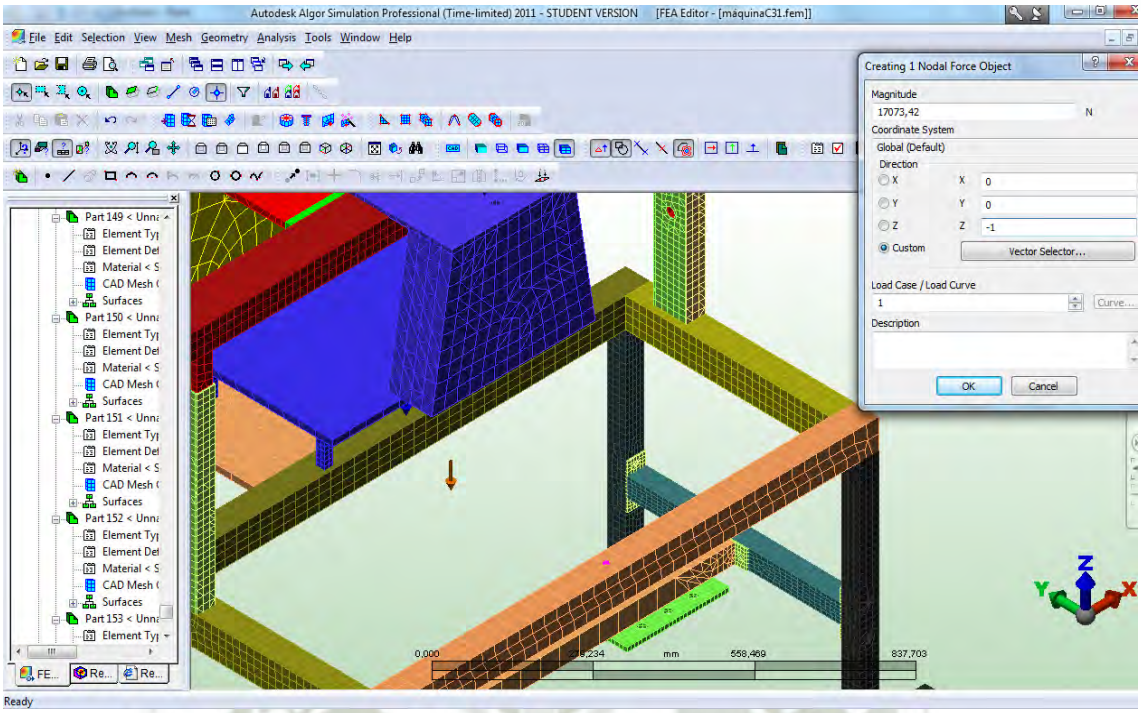


Figura Nº90 Fuerza generada sobre la barra larga de la estructura principal

- Fuerza y torque generados por el motor de corte

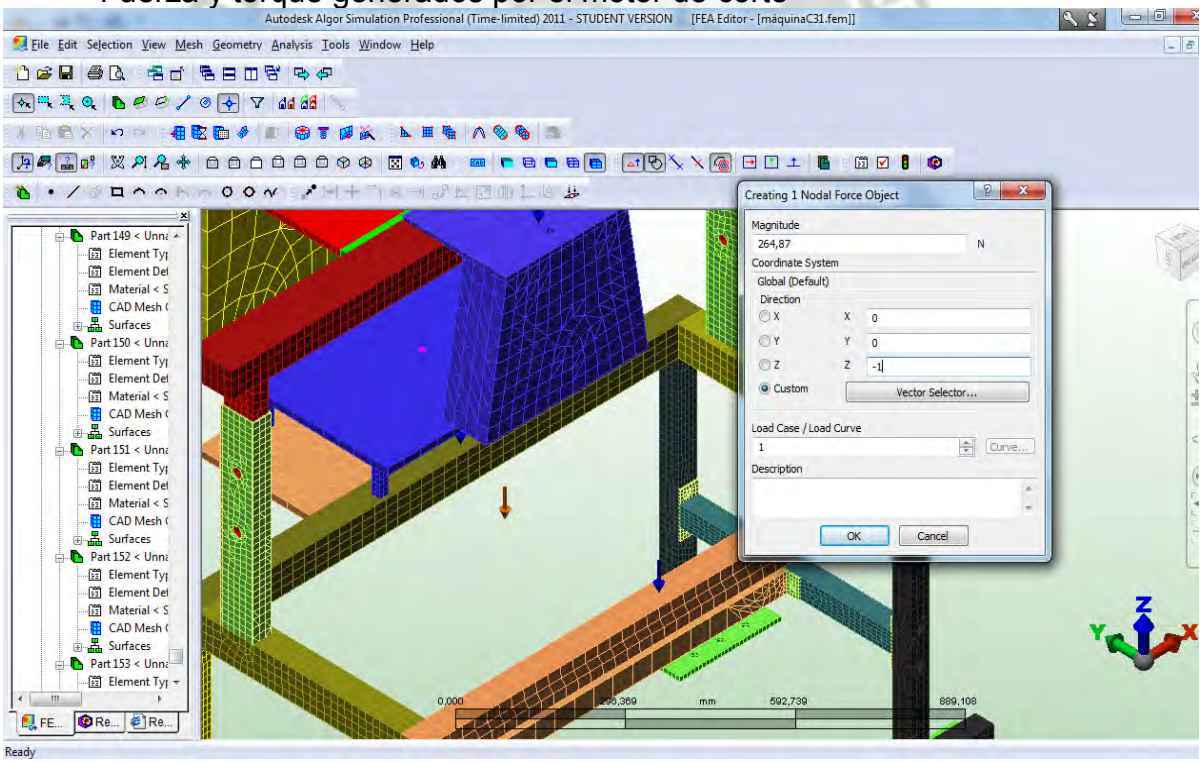


Figura Nº91 Fuerza generada por el motor de corte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

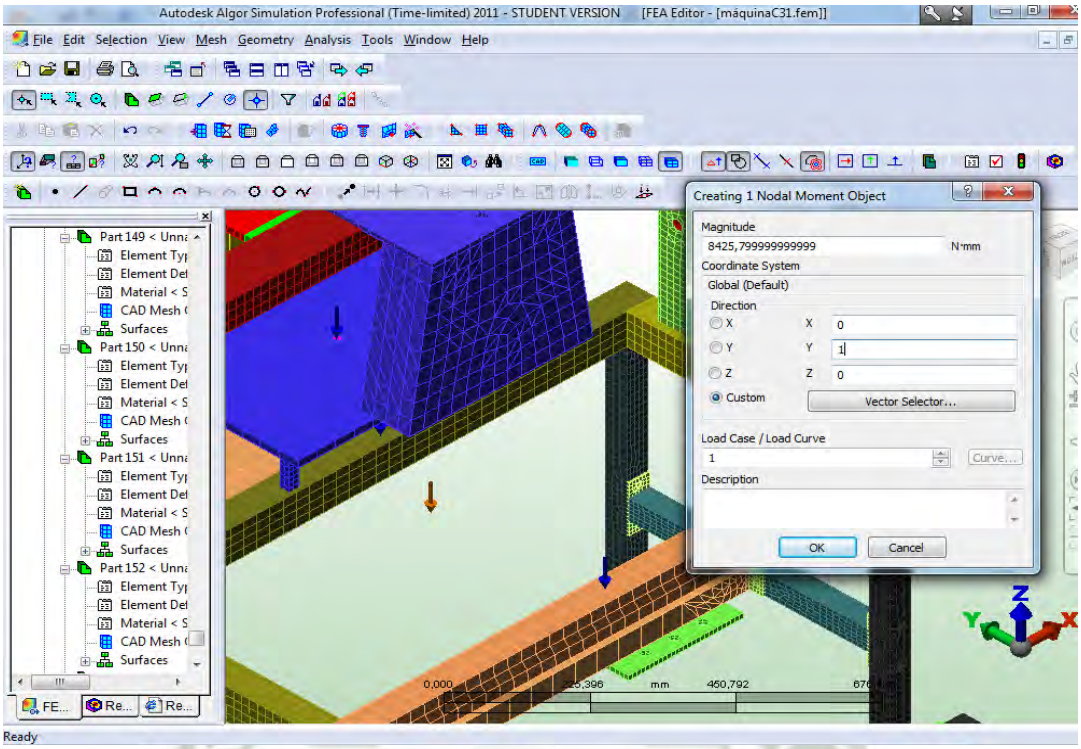


Figura Nº92 Torque generado por el motor de corte

- Fuerza y torque generados por el motor de desplazamiento lineal

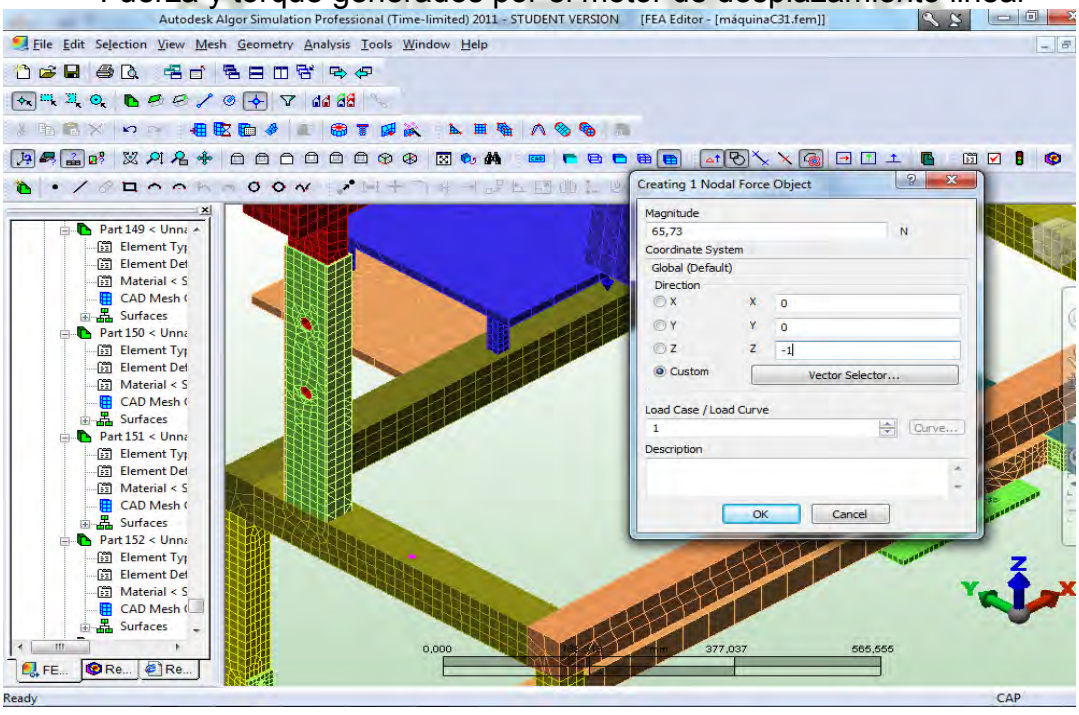


Figura Nº93 Fuerza generada por el motor de desplazamiento lineal

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

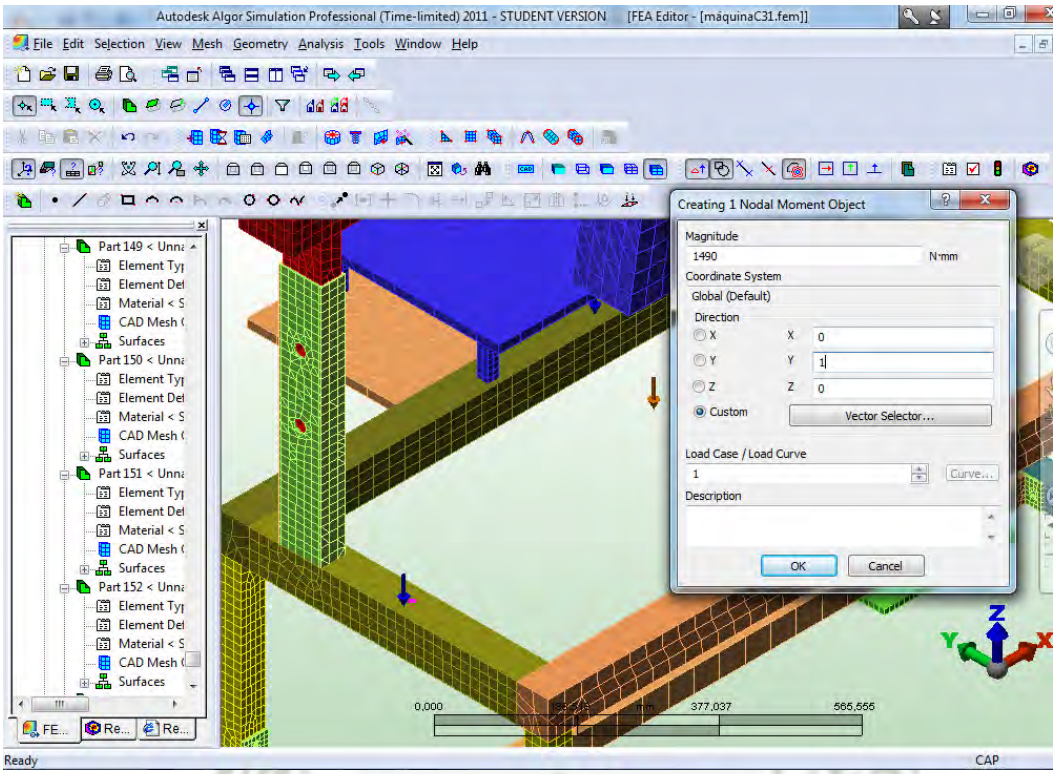


Figura Nº94 Torque generado por el motor de desplazamiento lineal

- Fuerza generada por la bomba hidráulica

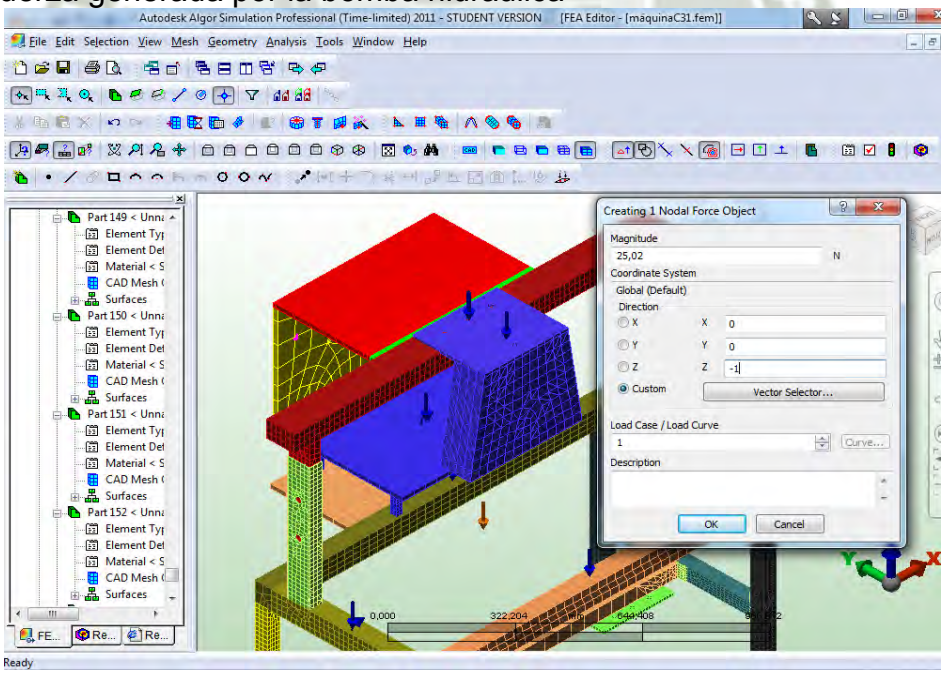


Figura Nº95 Fuerza generada por la bomba hidráulica

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Fuerza generada por el disco de corte

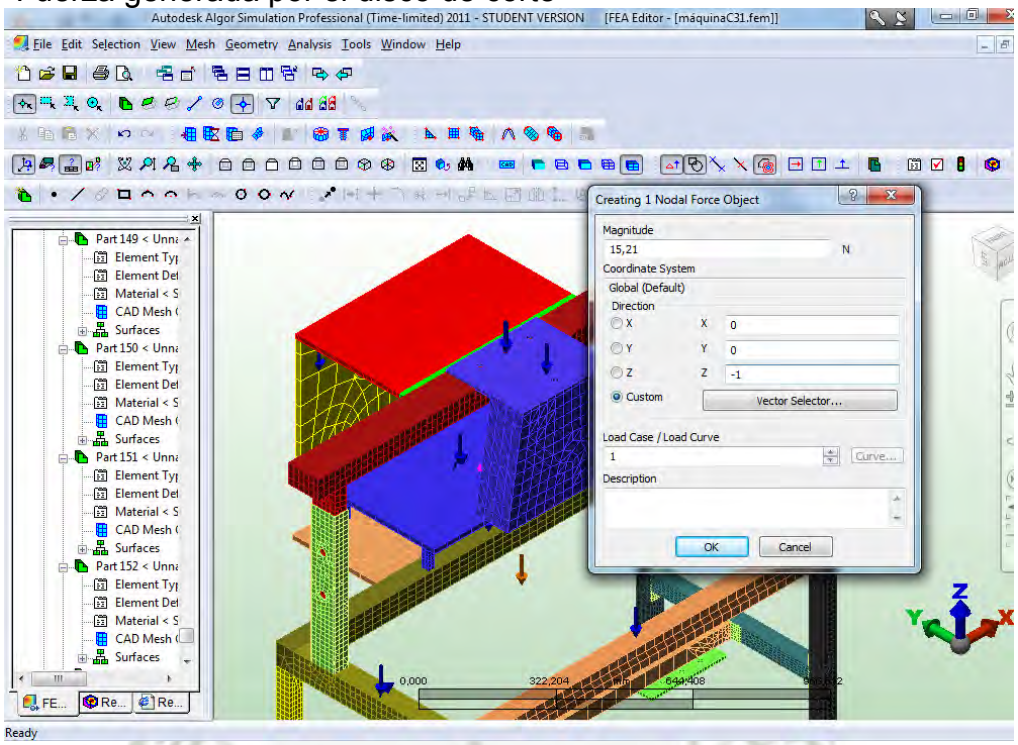


Figura Nº96 Fuerza generada por el disco de corte

- Fuerza generada por la carga de impacto sobre las barras laterales de la estructura principal

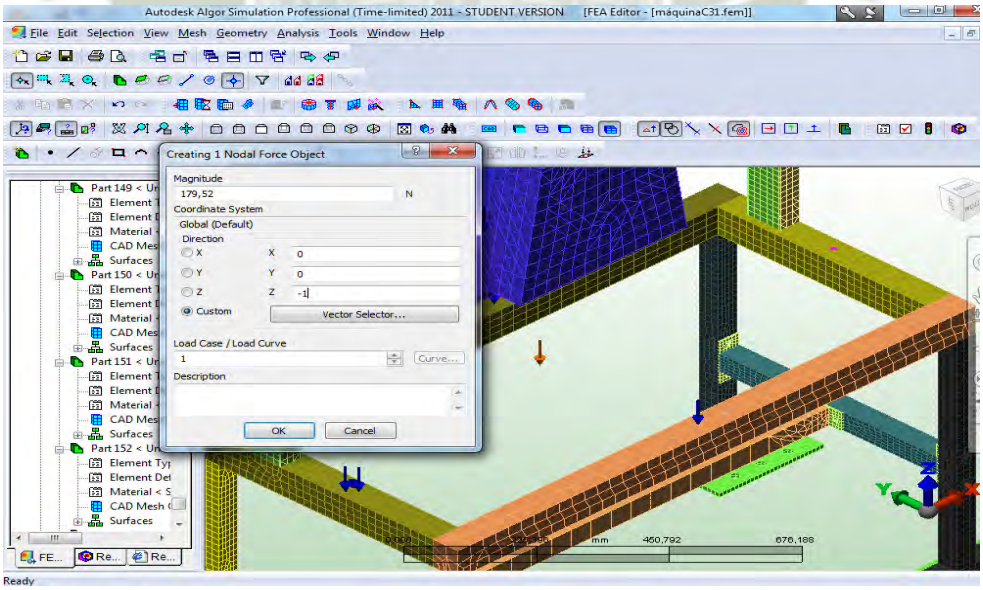


Figura Nº97 Fuerza generada por la carga de impacto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

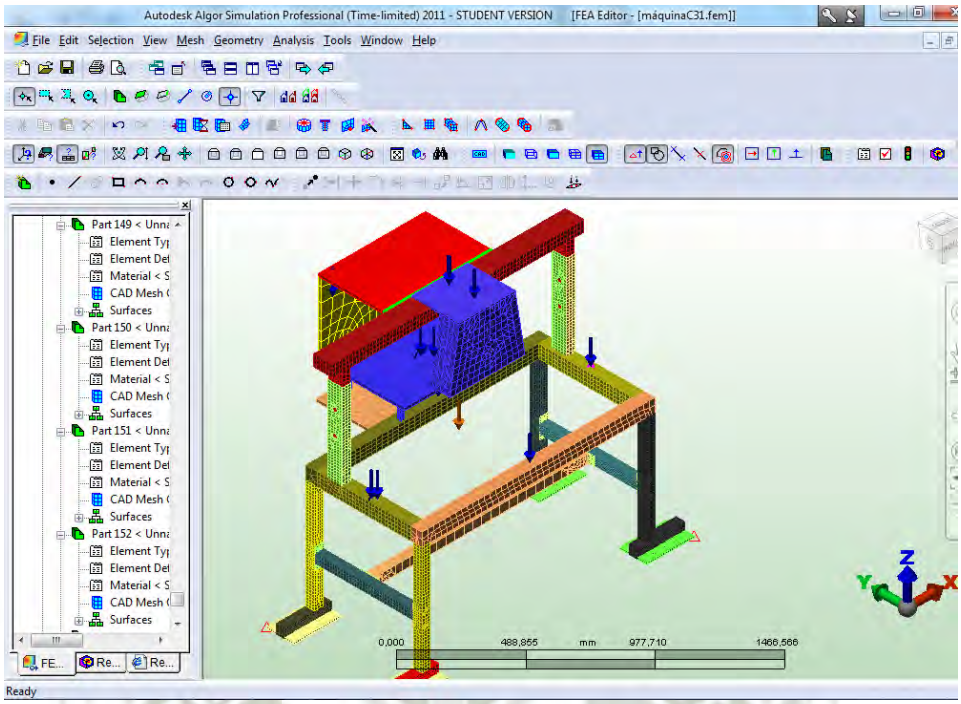


Figura Nº98 Fuerzas puntuales sobre la estructura principal

- Resultado del análisis estructural:

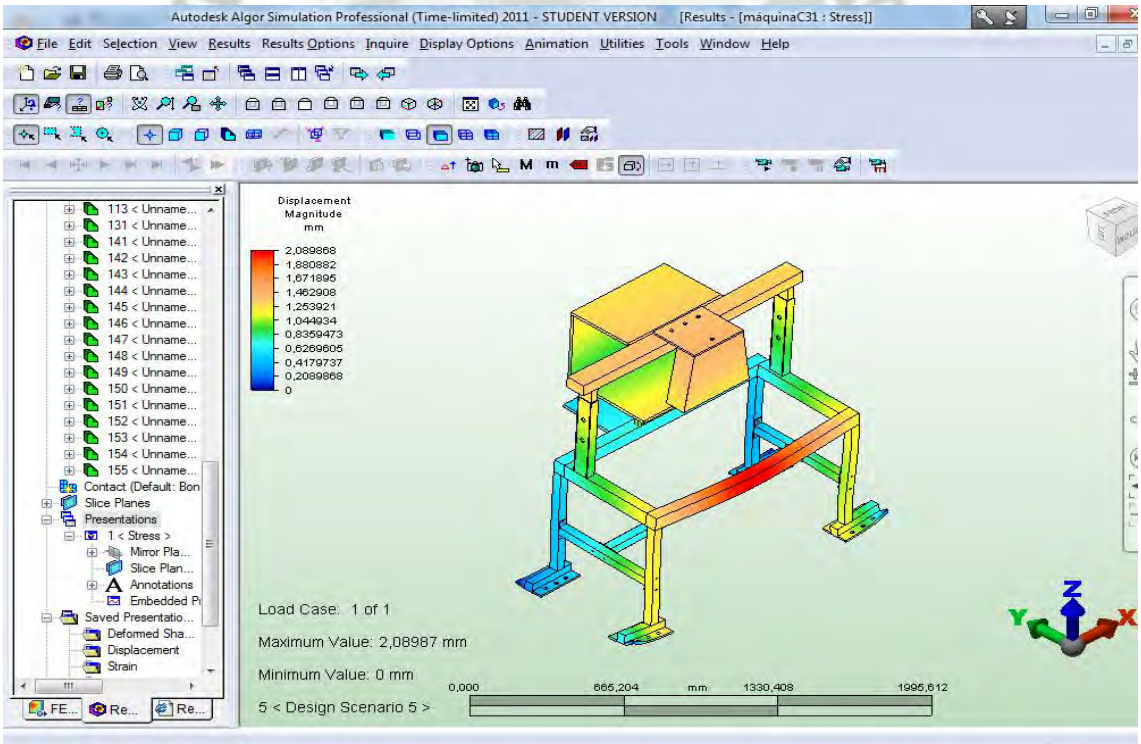


Figura Nº99 Desplazamiento máximo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

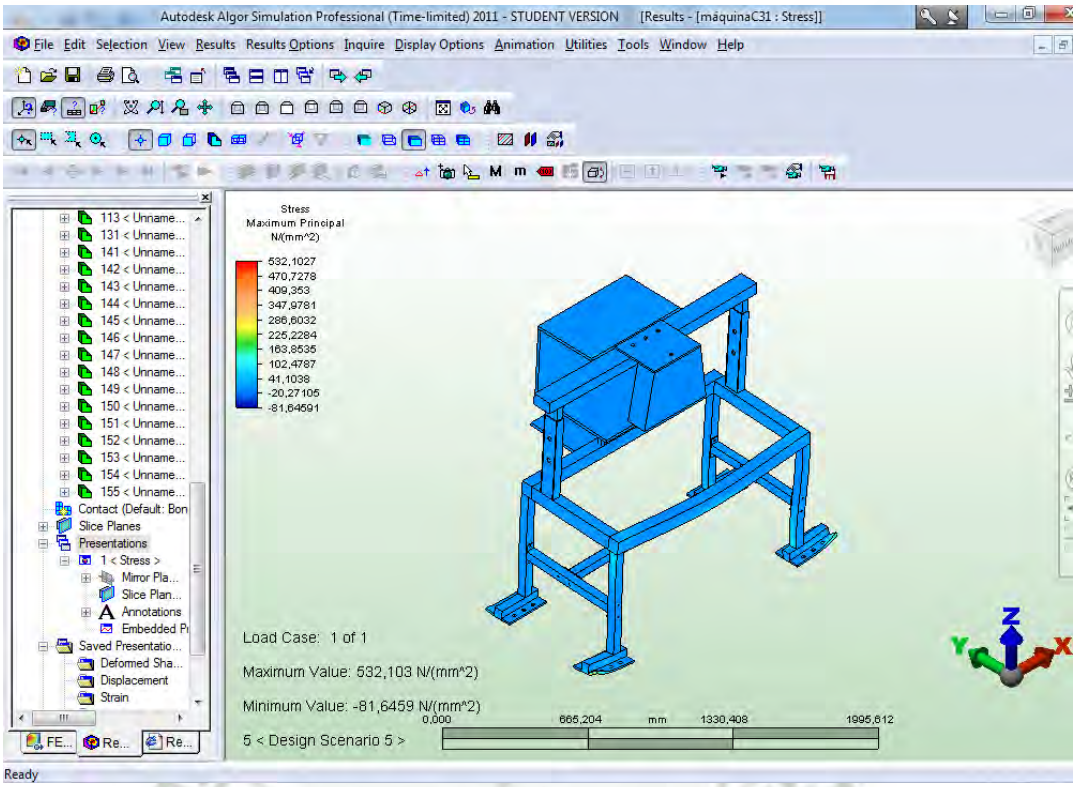


Figura Nº100 Compresión estructural máxima

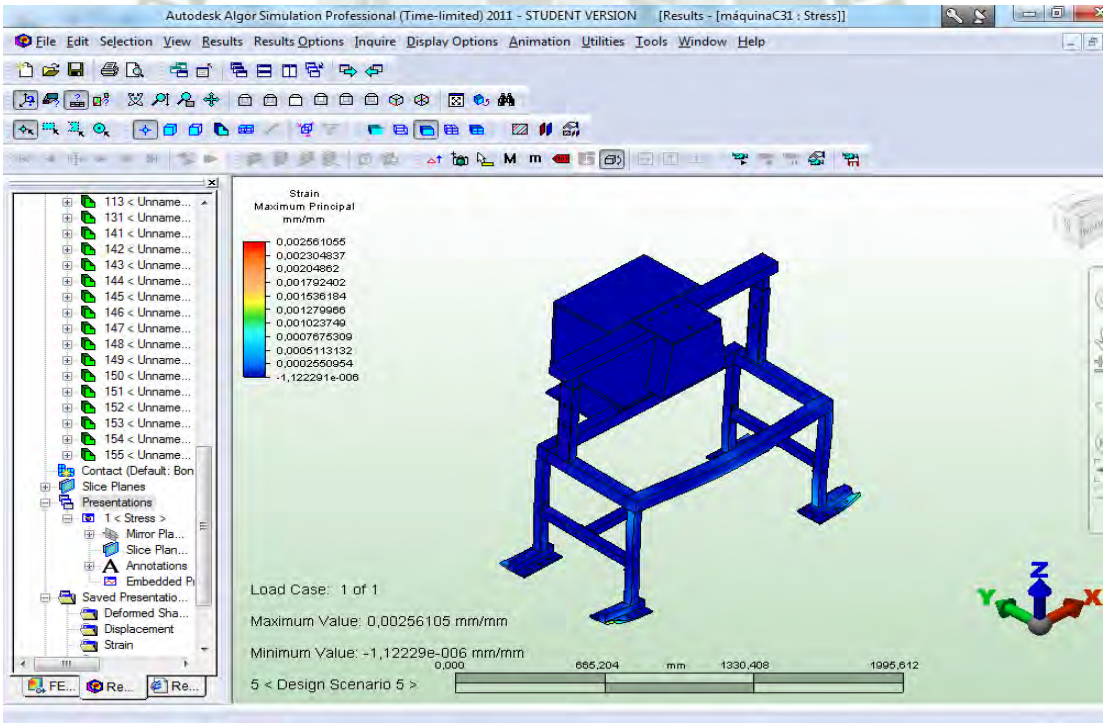


Figura Nº101 Tensión estructural máxima

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

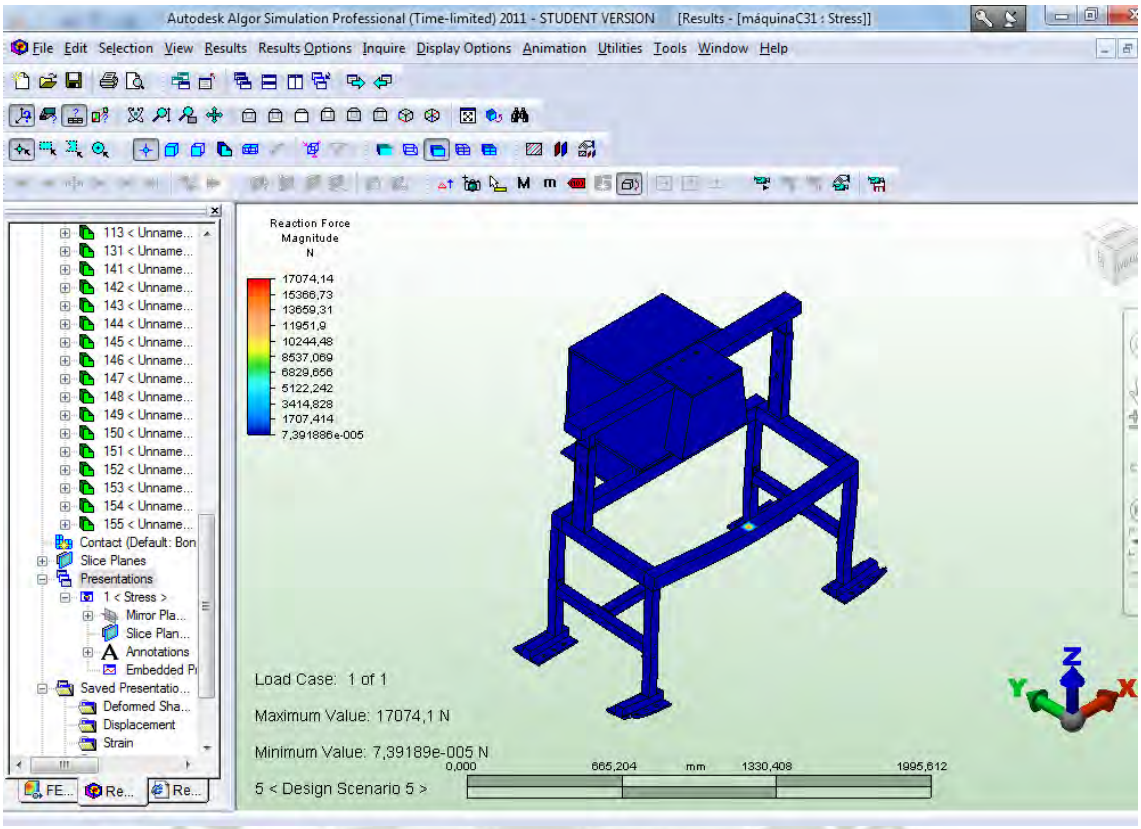


Figura Nº102 Fuerza de reacción máxima

Conclusión: El desplazamiento máximo es de 2.09mm es un valor mínimo y la estructura resistirá a las cargas estáticas y también las dinámicas producidas por el giro del motor de corte

4.13.2 Análisis de Vibraciones

Se Definen los parámetros del análisis de vibraciones:

La frecuencia del motor de corte es 60Hz (60 ciclos por segundo) se elige un intervalo entre 0 y 100 ciclos por segundo, el número de frecuencias a calcular es 5 en valores aleatorios del intervalo elegido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

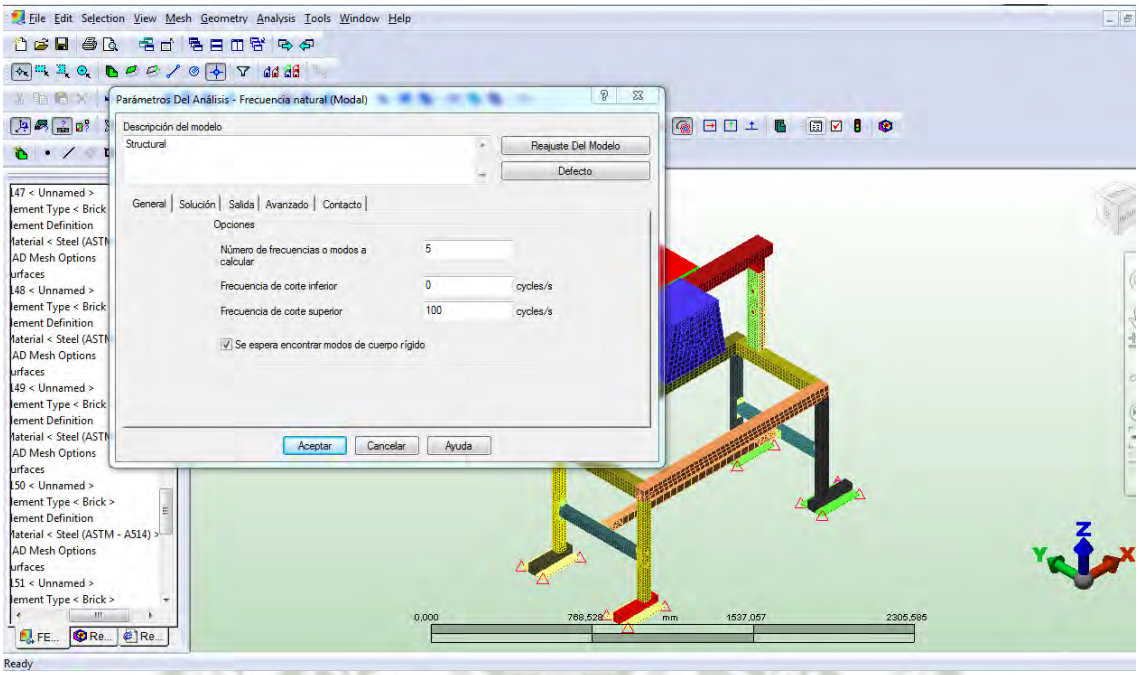


Figura Nº103 Intervalo de frecuencias de prueba

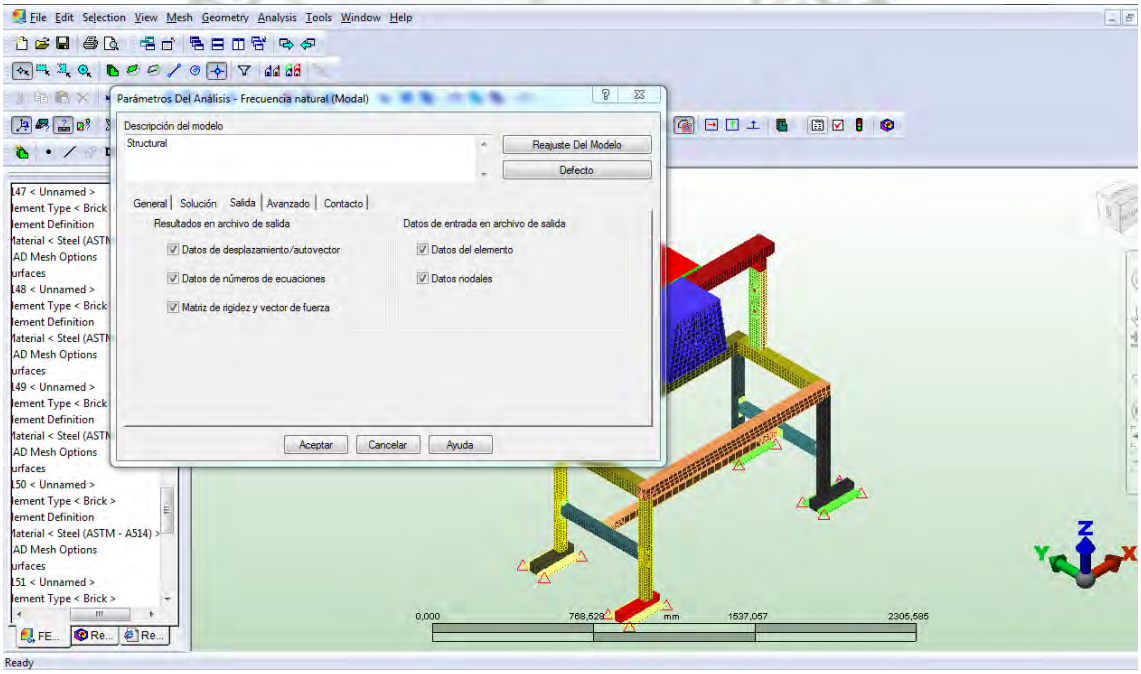


Figura Nº104 Parámetros que definen el análisis de vibraciones

Resultado Final de Vibraciones:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

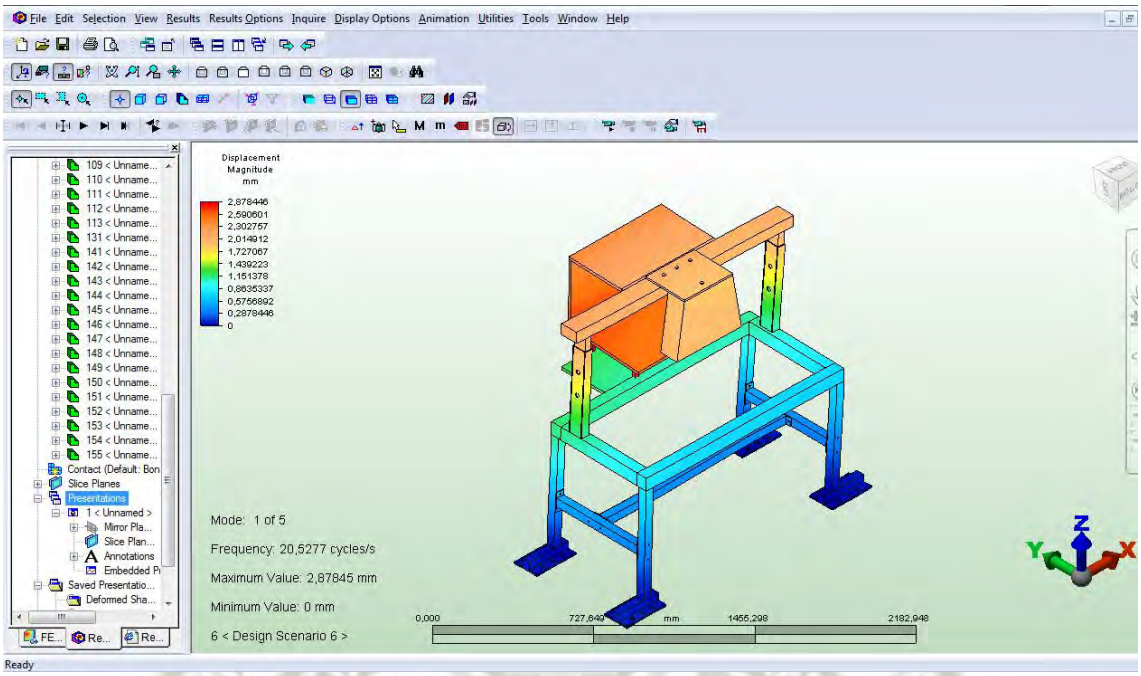


Figura Nº105 Modo 1

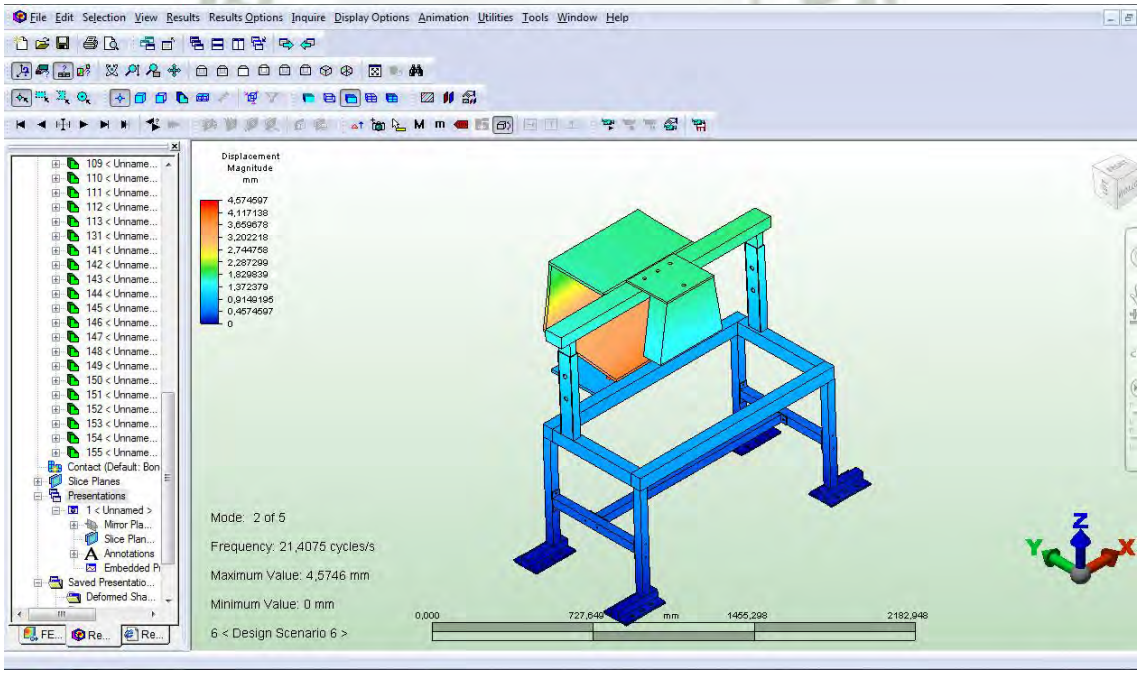


Figura Nº106 Modo 2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

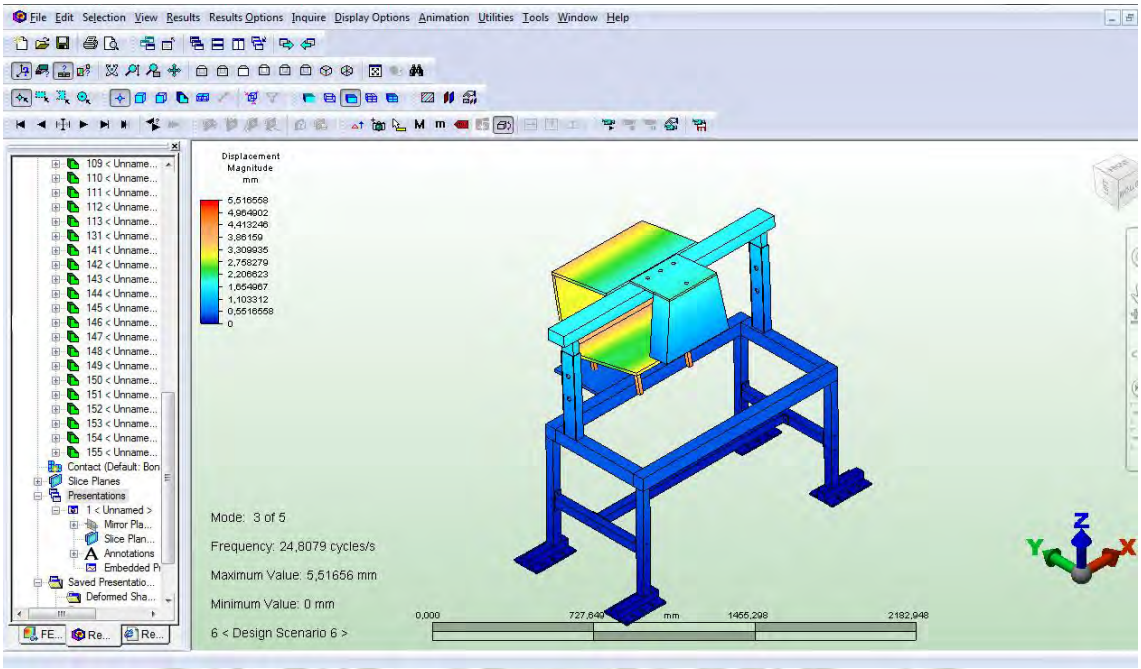


Figura Nº107 Modo 3

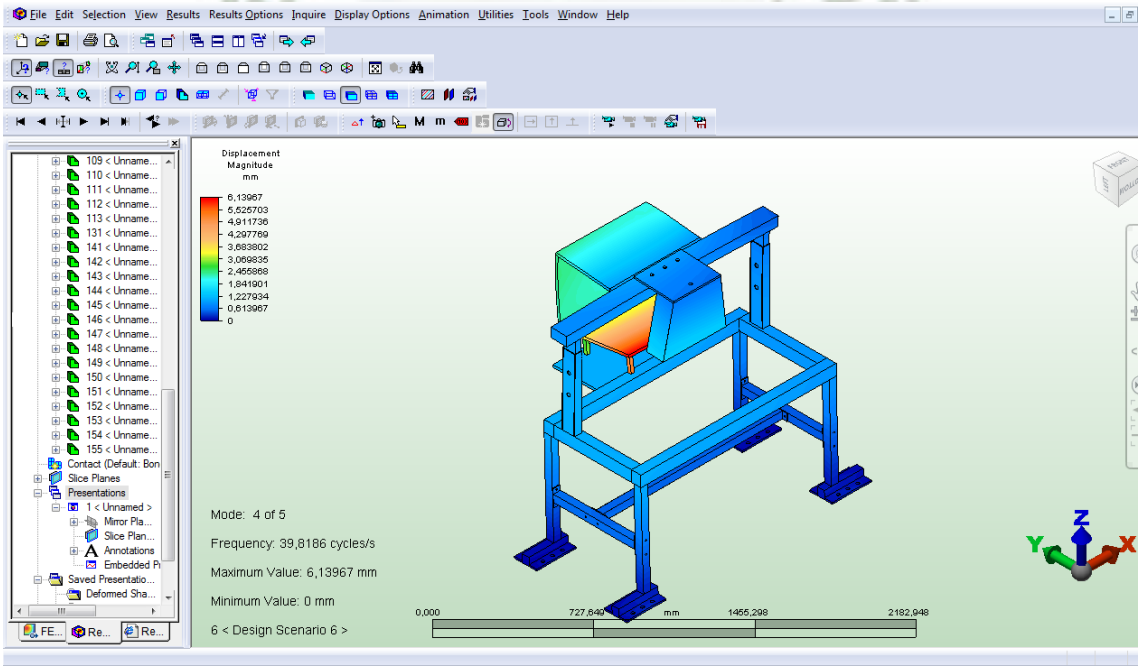


Figura Nº108 Modo 4

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

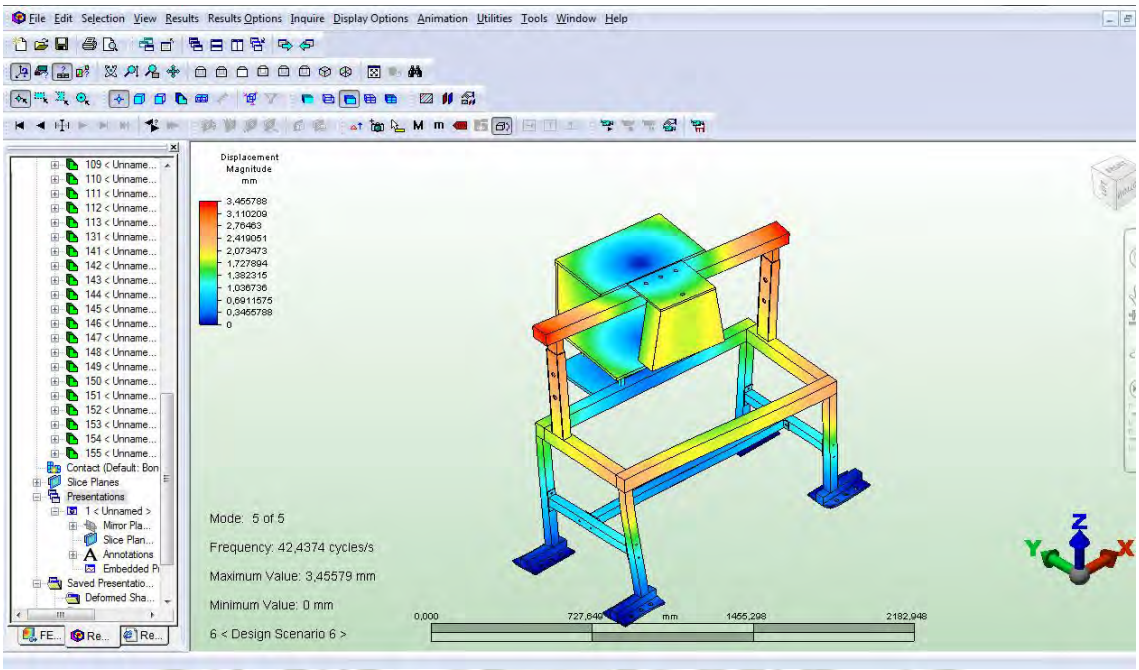


Figura Nº109 Modo 5

Conclusión: El valor máximo de desplazamiento de 6.14mm se producen en la chapa en forma de C que es la que soporta al motor de corte a una frecuencia de 39.82Hz en el modo 4, este desplazamiento es lógico ya que es la parte que requiere de mayor fijación debido a la vibración producida por el motor cuando está en activado. La velocidad de vibración máxima se produce en el modo 3 y es:

$$V_{vibr} = \frac{5.52mm}{24.81cps} = 0.22\,{}^{mm}/_{s}$$

Verificando este resultado en la tabla de severidad de vibración ISO 10816-3 del anexo 23, se asume que la máquina está en el grupo 4 ya que la potencia máxima del motor de corte es de 3Kw y está integrado a la estructura principal, se verifica:

El rango admisible en este grupo es: $0 - 1.4\,{}^{mm}/_{s}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

La máquina cortadora se encuentra en la zona A: Máquinas nuevas o reacondicionadas; la conclusión es: Condición óptima.

4.13.3 Características Generales de la Máquina cortadora

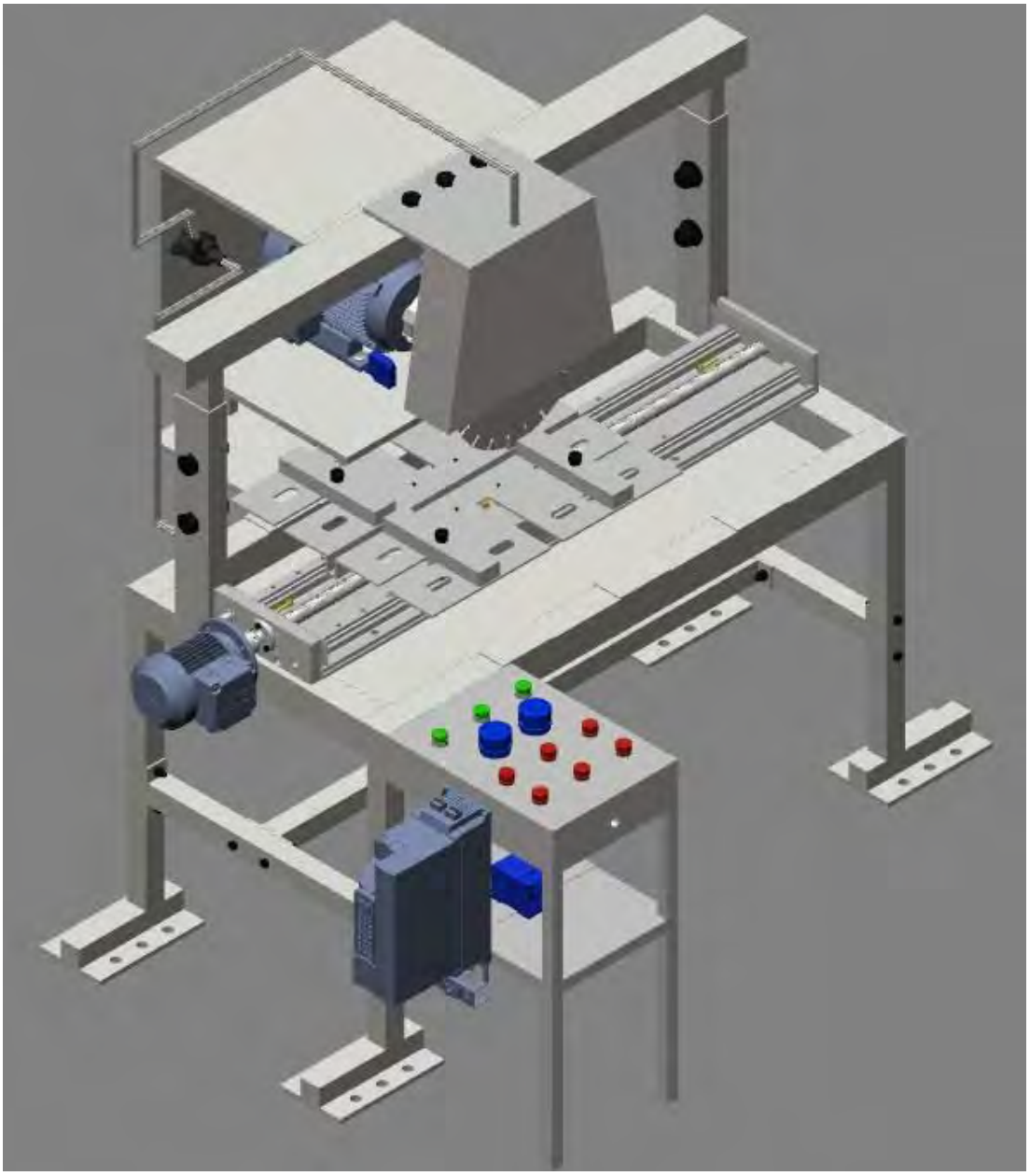


Figura Nº110 Máquina Cortadora de Piedra Natural Automatizada Terminada (Inventor Fusion 2013)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

Cuadro Nº35 Ficha Técnica

MCA31	
PARÁMETRO	**DESCRIPCIÓN**
Máx. longitud corte	600 mm.
Máx. profundidad corte	100 mm.
Máx. Diámetro del disco	300 mm.
Diámetro eje	25,4 mm.
Potencia motor para disco de corte	3 Kw/380 Volt 3~/ 60 Hz/3400rpm
Potencia motor mesa lineal	0.25Kw/380 Volt. 3~/ 60 Hz/1600rpm
Velocidad de desplazamiento lineal máximo	10m/min
Peso de la estructura principal	238Kg
Dimensiones exteriores	1563mm de largo x 1289mm de ancho x 1288mm de altura
Capacidad de Producción	1000 unidades terminadas al día
Automatización	Diseño de una consola con botones de selección de material, e inicio y parada, 5 sensores FESTO de detección de piezas y posición, sistema de movimiento con desplazamiento lineal accionado por un motor SEW AC y husillo de bolas SKF, y sistema de corte accionado por un motor SEW AC acoplado al disco de corte, variador de frecuencia SEW y controlador TWIDO.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO V

AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA

5.1 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

El proceso de automatización del corte tiene por objetivos:

- Controlar todos el procesos de corte teniendo en cuenta la seguridad del operario y de la máquina
- Implementar el control del proceso de corte de la máquina usando un software de controlador lógico programable
- Diseñar un programa para el control, supervisión y simulación; a fin de que la máquina cortadora de piedra natural cumpla con las condiciones de funcionamiento requerido
- Incrementar la producción actual en la transformación de la piedra natural aumentando la velocidad de corte y desplazamiento se producen más piezas cortadas.
- Garantizar la seguridad en la operación de corte
- Aumentar o disminuir la velocidad de corte de acuerdo con el material seleccionado

5.1.1 Partes de la máquina que Intervienen en la Automatización

1. Guarda de seguridad (G)
2. Disco de Corte (D)
3. Mesa de movimiento lineal con husillo de bolas (M)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

4. Sensor final de carrera izquierda (Sen_izq)
5. Motor para el accionamiento de la mesa de movimiento lineal (Motm)
6. Sensor final de carrera derecha (Sen_der)
7. Variador de velocidad acoplado al motor para el corte (Va)
8. Motor para el accionamiento del disco de corte (Motdi)
9. Base para la pieza (Bp)
10. Sensor para la detección de la pieza (Sen_pieza)
11. Sensores para la detección de objetos extraños 2 Unidades (sen_disco_1, sen_disco_2)
12. Consola de control (Cc):

12.1 Entradas: Pulsador corte granito, Pulsador corte sillar, Pulsador corte materiales similares, Pulsador de encendido de la máquina INICIO, Pulsador Parada de emergencia PARO, Luz de indicación: El sensor de la base para la pieza está activado, Luz de indicación: El sensor de detección de posición derecha está activado, Luz de indicación: El sensor de detección de posición izquierda está activado.

12.2 Salidas: Luz de indicación : Proceso de corte activo (el motor del disco de corte está activado), Luz de indicación : Sistema con desplazamiento lineal se desplaza a la derecha (el motor para el desplazamiento gira en sentido horario), Luz de indicación : Sistema con desplazamiento lineal se desplaza a la izquierda (el motor para el desplazamiento gira en sentido anti horario)

12.3 El protocolo de comunicación del PLC Twido con el variador de velocidad es vía **TCP/IP Modbus.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

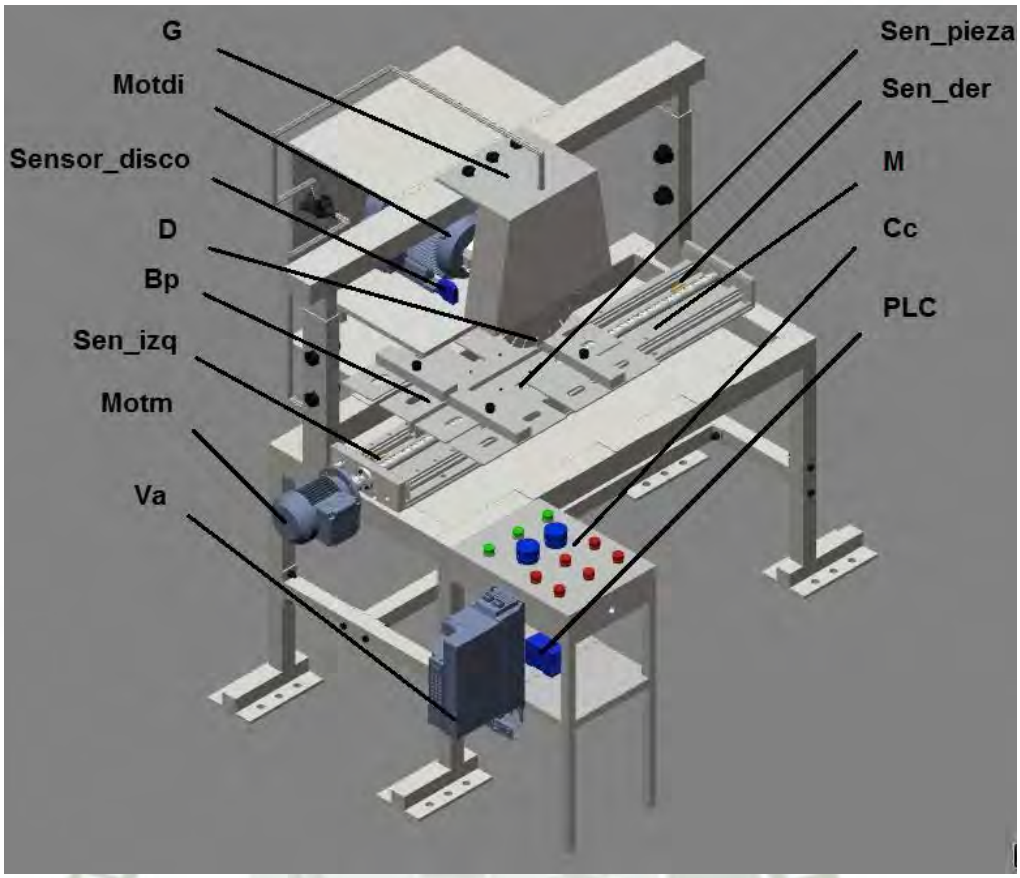


Figura Nº111 Vista Isométrica de la Máquina con Accesorios de Funcionamiento

Cuadro Nº36 Lista de Piezas que Intervienen en la Automatización

NÚMERO DE PIEZAS	DENOMINACIÓN	MARCA
1	Guarda de seguridad	G
1	Disco de corte	D
1	Sistema de desplazamiento lineal con husillo de bolas	M
1	Consola de control	Cc
1	Motor para el accionamiento del sistema de desplazamiento lineal	Motm
1	Controlador lógico programable	PLC
1	Variador de velocidad acoplado al motor para el corte y conectado al PLC Twido (Modbus)	Va
1	Sensor para la detección de la pieza	Sen_pieza
1	Sensor inductivo final de carrera izquierda	Sen_izq

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

1	Base para la pieza	Bp
1	Sensor inductivo final de carrera derecha	Sen_der
2	Sensor óptico para la detección de objetos extraños y protección al operario detiene el proceso de corte	Sensor_disco_1 y Sensor_disco_2
1	Motor para el accionamiento del disco de corte	Motdi

5.2 SOFTWARE DE PLC TWIDO SUITE PARA EL CONTROL, SUPERVISIÓN Y SIMULACIÓN DEL PROCESO AUTOMATIZADO

5.2.1 Selección y características del Controlador Lógico Programable

El proceso de corte tiene 10 entradas y 3 salidas, entonces Se selecciona el PLC TWIDO modelo TWDLCAA24DRF (24E/S) y un módulo de ampliación analógica TWDAMM3HT, la frecuencia es de 60Hz, protección según norma IP20, la tensión de alimentación 100-240VAC y función complementaria PID. Los Datos complementarios de comunicación para la administración del sistema se detallan en el anexo 7.



Figura Nº112 PLC TWIDO modelo TWDLCAA24DRF (24E/S)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

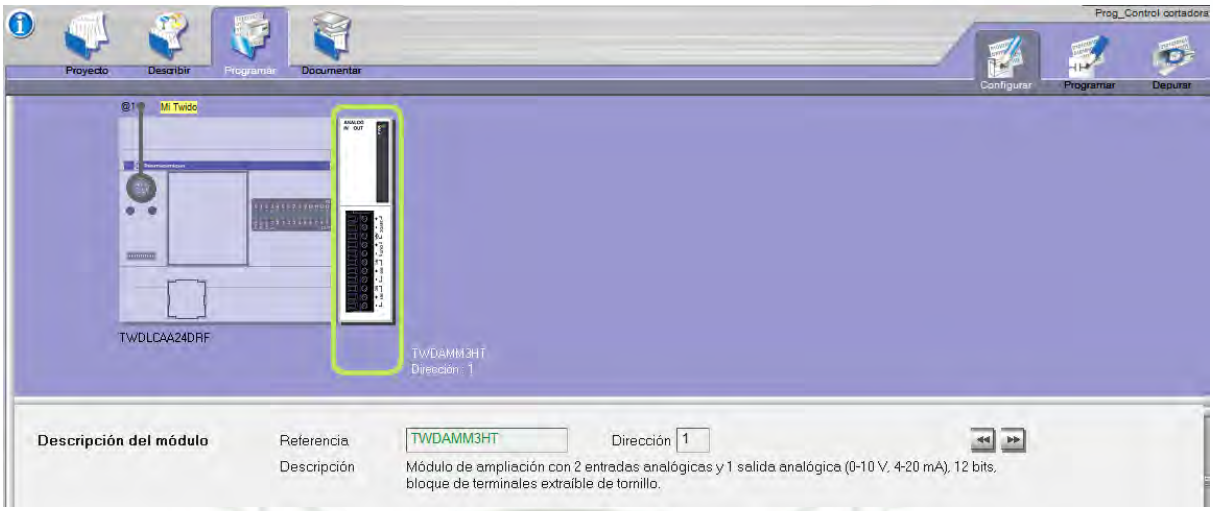


Figura Nº113 Módulo de ampliación analógica TWDAMM3HT

5.2.2 Parámetros de diseño del control automático

a) Entradas del sistema a controlar

Se tiene 10 entradas al sistema:

- El botón de encendido INICIO que es un contacto normalmente abierto.
- El botón de parada de emergencia PARO que está constituido por un contacto también normalmente abierto.
- Los 3 botones de selección de material con sus respectivas velocidades: Granito (VEL3), Sillar (VEL2) y Afines (VEL1).
- Los 3 sensores que intervienen en el proceso de corte son: el sensor de detección de la pieza (SEN_PIEZA) que está encima de la sobremesa, el sensor final de carrera izquierda (SEN_IZQ) que está al inicio y el sensor final de carrera derecha (SEN_DER) que está al final del recorrido de la mesa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- El sistema solamente se acciona si el sensor de detección de la pieza (SEN_PIEZA) está activado, esto significa que hay una pieza.
- La protección activa incluye 2 sensores ópticos SENSOR_DISCO_1 y SENSOR_DISCO_2 de detección de piezas y/o partes del cuerpo del operario cerca del disco de corte cuando este está activado y detienen el proceso de corte.

La lista de ordenamiento de las entradas se resume y se muestra en la tabla siguiente:

Tabla de entradas

Uso	Dirección	Símbolo	Utilizado por	Filtrado
☑	%I0.0	PARO	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.1	VEL1_AFINES	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.2	VEL2_SILLAR	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.3	VEL3_GRANITO	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.4	INICIO	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.5	SEN_DER	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.6	SEN_IZQ	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.7	SEN_PIEZA	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.8	SENSOR_DISCO_1	Lógica aplicación	3 ms
☑	%I0.9	SENSOR_DISCO_2	Lógica aplicación	3 ms

Figura Nº114 Tags de entrada

b) Salidas del sistema a controlar

Se tienen 3 salidas del sistema:

- Una salida que activa el motor acoplado al disco de corte, un variador regula la velocidad del motor en 3 velocidades de acuerdo al material a cortar (PROC_CORTE_ACT)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

- Una salida para controlar el sentido de giro del motor para que la mesa se desplace a la derecha (MESA_DER)
- Una salida para controlar el sentido de giro del motor para que la mesa se desplace a la izquierda (MESA_IZQ)

Tabla de salidas

Uso	Dirección	Símbolo	¿Estado?	Utilizado por
☑	%Q0.0	MESA_DER		Lógica aplicación
☑	%Q0.1	MESA_IZQ	☐	Lógica aplicación
☑	%Q0.2	PROC_CORTE_ACT	☐	Lógica aplicación

Figura Nº115 Tags de salida

c) Salidas Analógicas

La salida analógica es la que permitirá controlar al variador de velocidad que es el que finalmente controlará la velocidad del disco de corte

Como en el proyecto se considera el corte de tres materiales distintos, entonces la velocidad del disco de corte será distinta según la dureza de cada uno de los materiales, así tenemos tres velocidades que son 20m/s, 30m/s y 40m/s.

Haciendo las “pruebas” respectivas se ha determinado que para conseguir estas velocidades el variador de frecuencia deberá cambiar entre 36, 48 y 60Hz. Considerando que la salida analógica para este PLC está dada en voltaje con un alcance de 0 a 10v, entonces hacemos la siguiente relación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cuadro Nº37 Alcance de Voltaje y Frecuencia del PLC

Salida Analógica	Frecuencia del variador
0v	0 Hz
10v	60 Hz

Por tanto haciendo las relaciones apropiadas para las frecuencias dadas tenemos:

Cuadro Nº38 Frecuencias y Voltajes del Variador de Velocidad

36 Hz	Se consigue con un voltaje de 6v
48 Hz	Se consigue con un voltaje de 8v
60 Hz	Se consigue con un voltaje de 10v

Ahora como la salida analógica está definida por la variable analógica y considerando que el modulo analógica elegido tiene una resolución de 12 bits, entonces tenemos la siguiente relación:

Cuadro Nº39 Variable de Salida en el Rango de Voltaje

Salida Analógica	Valor de palabra de salida
0V	0
10V	4095 (2 elevado a la 12 -1)

Es decir para este módulo se tiene una resolución de

$$\frac{10v}{2^{12}-1} = \frac{10v}{4095} = 0.0024$$

Entonces las frecuencias obtenidas corresponden a:

36Hz equivale a una palabra con valor de 2457

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

48Hz equivale a una palabra con valor de 3276

60Hz equivale a una palabra con valor de 4095

Estos valores son los ingresados en el programa mediante la variable (MAT_VEL_DISCO)

Tabla de entradas y salidas

Uso	Dirección	Símbolo	Tipo	Ampliada	Mínimo	Máximo	Unidades
☐	%IW1.0		No utilizado	Normal	0	4095	Ninguno
☐	%IW1.1		No utilizado	Normal	0	4095	Ninguno
☑	%QW1.0	MAT_VEL_DISCO	0 - 10 V	Normal	0	4095	Ninguno

Figura Nº116 Tag de memoria para almacenar las velocidades

5.3 DEFINICIÓN DE SÍMBOLOS

Cuadro Nº40 Direcciones de Entrada y Salida

Dirección	Símbolo	Comentario
%I0.0	PARO	Botón que permite detener el sistema en cualquier instante si es que se presenta algún problema
%I0.1	VEL1_AFINES	Botón que selecciona la velocidad 1 de 20m/s para el corte de materiales menos duros que los anteriores
%I0.2	VEL2_SILLAR	Botón que selecciona la velocidad 2 de 30m/s para el corte de sillar
%I0.3	VEL3_GRANITO	Botón que selecciona la velocidad 3 de 40m/s para el corte de granito
%I0.4	INICIO	Botón que inicia el proceso de corte, una vez las otras condiciones se cumplan
%I0.5	SEN_DER	Sensor que se activa cuando la mesa se encuentra en la posición final derecha

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

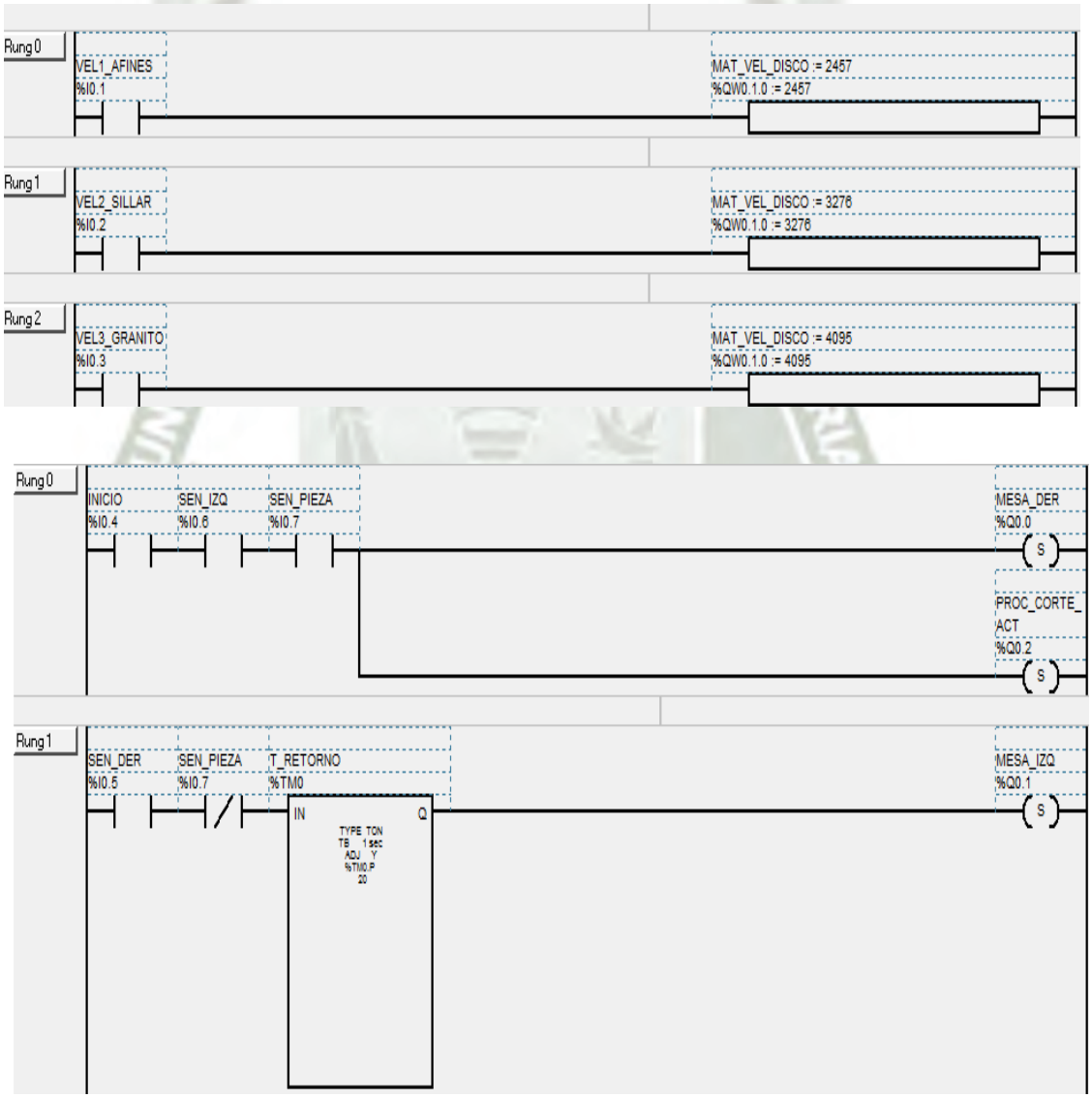
%I0.6	SEN_IZQ	Sensor que se activa cuando la mesa se encuentra en la posición inicial izquierda
%I0.7	SEN_PIEZA	Sensor que se activa cuando detecta la presencia de alguna pieza de piedra natural
%I0.8	SENSOR_DISCO_1	Protección activa, detección de piezas y/o partes del cuerpo del operario cerca del disco de corte cuando este está activado y detienen el proceso de corte.
%I0.9	SENSOR_DISCO_2	Protección activa, detección de piezas y/o partes del cuerpo del operario cerca del disco de corte cuando este está activado y detienen el proceso de corte.
%Q0.0	MESA_DER	Salida que permite el giro del motor para el desplazamiento de la mesa a la derecha
%Q0.1	MESA_IZQ	Salida que permite el giro del motor para el desplazamiento de la mesa a la izquierda
%Q0.2	PROC_CORTE_ACT	Salida del controlador que activa el motor del disco de corte
%QW1.0	MAT_VEL_DISCO	Salida analógica que permite controlar al variador de frecuencia que conectado al motor de corte regula la velocidad del sistema
%TM0	T_RETORNO	Temporizador que detiene ambos motores el de corte y el de la mesa por un tiempo de 20 segundos para retirar la pieza cortada
%TM1	T_PARO	Temporizador que detiene el sistema por un tiempo de 10 segundos en caso de algún problema

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

5.4 PROGRAMA DE CONTROL, SUPERVISIÓN Y SIMULACIÓN CON EL SOFTWARE TWIDO SUITE

El control que se ha diseñado para este proceso es un control de tipo ON – OFF que combina variables analógicas como las discretas. Al analizar la cantidad y tipo de variables tanto discretas como analógicas.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

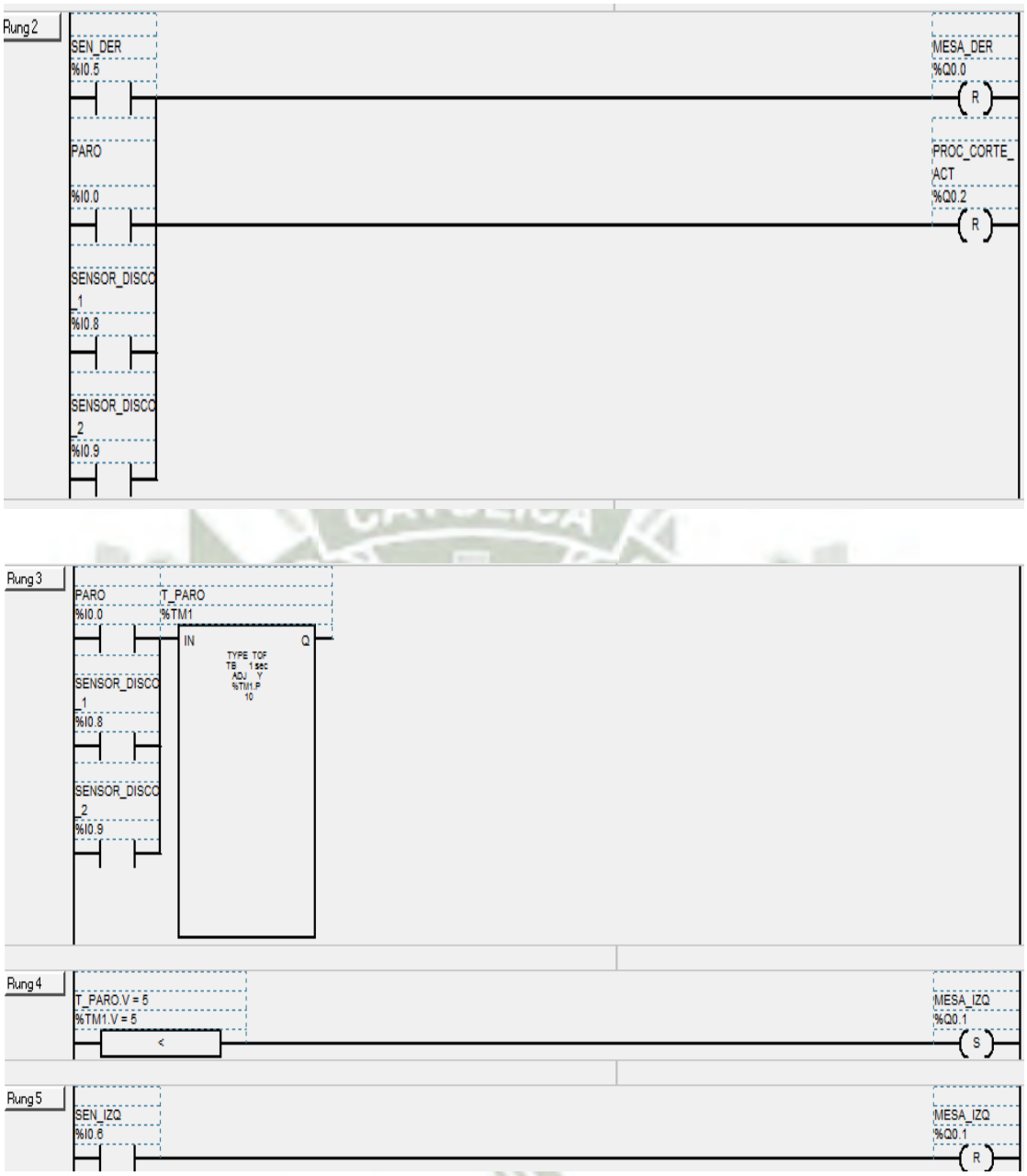


Figura Nº117 Programa tipo Ladder para el control, protección y variación de la velocidad del sistema de corte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

5.5 EXPLICACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL

En un tablero de control se seleccionarán los parámetros para el corte. Los materiales a cortar son 3: granito, sillar y materiales afines; para cortar estos materiales el sistema tiene la capacidad de variar la velocidad del motor de corte según el material, un variador conectado al motor de corte seleccionará la velocidad adecuada.

Las condiciones para el inicio:

- Una vez que la plancha de piedra se pone en la sobremesa se activa el sensor de detección de la pieza (Sen_pieza)
- Que el sensor final de carrera izquierda este activado (Sen_izq)
- Cualquiera de los 3 botones de selección de tipo de material este activado ya sea (granito, sillar o afines)
- El botón de encendido INICIO se presione

Una vez activadas las 4 entradas, se inicia el ciclo de corte, donde la mesa se desplaza de izquierda a derecha (la mesa está accionada por un motor) y el disco de corte empieza a girar a la velocidad seleccionada de acuerdo al material (el disco esta accionado por un motor) una vez la mesa llega a la posición derecha se activa el sensor final de carrera derecha y se detiene la mesa y el disco de corte; al retirar la pieza o piezas cortadas se activa un temporizador por 20 segundos, transcurridos los cuales la mesa vacía regresa a la posición izquierda inicial. El proceso se repite bajo las condiciones indicadas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

En caso de surgir algún imprevisto el botón PARO detiene la mesa y el disco de corte en la posición que se encuentre; en ese instante se inicia un temporizado, transcurridos 10 segundos, la mesa inicia el retorno automático a la posición inicial izquierda.

Si durante el proceso de corte de corte existen materiales cercanos al punto de operación de la máquina esta se detiene, los sensores ópticos de detección de objetos y/o partes del cuerpo del operario (sen_disco_1 y sen_disco_2) son los encargados de realizar esta función; en ese instante se inicia un temporizado, transcurridos 10 segundos, la mesa inicia el retorno automático a la posición inicial izquierda.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO VI

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LA MÁQUINA

6.1 PAUTAS PRINCIPALES DE FUNCIONAMIENTO Y LIMPIEZA

A) Durante el proceso de corte de la piedra se desprenden pequeñas partículas de diamante y partículas de piedra natural, así como salpicaduras de refrigerante, el operario debe controlar y eliminar dichas salidas nocivas.

B) Para la correcta limpieza, verificación y posibles averías de la máquina el operario debe conocer el nombre y la función de cada pieza, aplicar el proceso correspondiente según el catálogo y la experiencia.

C) Verificar que el líquido refrigerante recircule correctamente, ya que es fundamental mantener la temperatura de corte y reducir la fricción entre la piedra y el disco con esto se evitan desgastes prematuros del disco y del motor de corte, del motor para el desplazamiento y de piezas que permiten el movimiento (rodamientos, husillo roscado, patines)

D) Verificar que el husillo de bolas del sistema de movimiento lineal este lubricado; el volumen, distribución y frecuencia de la aplicación del lubricante se deben seleccionar y monitorizar correctamente.

E) La inspección, control y mantenimiento es diaria ya que es una máquina pequeña

F) Los puntos clave para el correcto funcionamiento son: el estado de la estructura principal, fisuras debido a la vibración, un chequeo de posible

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

corrosión es importante, el ajuste de tuercas adecuado, que la estructura esté libre de polvo, o algún material extraño

G) De acuerdo a los manuales de accesorios contar con dispositivos, herramientas y kits de limpieza, lubricación, ajuste, y control.

H) Las operaciones de mantenimiento se anotan en forma periódica en una ficha de control, con nombres de piezas, marcas, servicio realizado

I) En el caso de la mesa lineal viene sellada con fuelles de protección de acero, para desmontar dicha estructura consultar con SKF

J) Actualizar sistemáticamente los datos de los equipos, esto se realiza descargando software reciente de control y supervisión (posibilidad de nueva tecnología, repuestos y materiales)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

1. Se diseñó con éxito una máquina cortadora automatizada para fabricar listones de sillar, granito y afines según la secuencia ordenada de pasos de la norma VDI 2221, con las siguientes características principales:

- Capacidad de corte de 1000 piezas/día ($6\mathrm{m}^3$/día trabajando 8 horas al día)
- Dimensiones Exteriores 1563mm de largo x 1289mm de ancho x 1288mm de altura; peso de la estructura 238Kg
- Longitud de corte máxima 600mm
- Potencia del motor de corte 3Kw, 3440rpm, 60Hz y 380V de alimentación trifásica
- Potencia del motor para desplazamiento lineal 0.25Kw, 1600rpm, 60Hz y 380V de alimentación trifásica
- Velocidad de corte máxima 40 m/s
- Velocidad de desplazamiento lineal máxima 10m/min
- Consola de control de aluminio con botones de inicio, parada, selección de materiales y luces de indicación de proceso

2. Se automatizó el desplazamiento lineal del carro móvil (SKF LinearMotion) regulando el proceso de corte y la producción de piezas al día.
3. Se diseñó un programa en el Twido Suite de la marca Schneider Electric bajo lenguaje Ladder para automatizar el proceso de corte que permite: la selección de corte de distintos materiales, un arranque y corte adecuados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4. Se pudo adecuar elementos de la Norma OSHA 29CFR1910, Sub parte O en: Guardas de protección de Maquinaria - Definición de términos relacionados al funcionamiento del equipo y dimensiones estandarizadas de guardas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

1. La protección activa de la máquina tiene: una guarda de seguridad, un botón de parada y 2 sensores de detección de presencia que paran el proceso si algún elemento extraño y/o cuerpo del operario está cerca del disco de corte.
2. El sistema de control tiene: una consola de control con 3 botones de selección de material, 1 botón de inicio y 3 sensores que detectan posición y presencia de pieza.
2. La implementación de un sistema de refrigeración del proceso de corte permite reducir el polvo, enfriar y aumentar la duración del motor de corte y el filo de los dientes del disco diamantado
3. El diseño de la estructura principal es preferentemente con Acero estructural ASTM A514, acero de alta resistencia, alta límite de fluencia, muy soldable y de baja deformación.
4. Se propone un recubrimiento del acero con Fosfato y Zincado que crea una capa protectora para evitar corrosión y mejorar la resistencia. Las piezas de aluminio requieren un Anodizado para mejorar las propiedades contra la corrosión y adicionalmente se indica un coloreado electrolito a las piezas de acero inoxidable con fines de protección y para otorgar un diseño atractivo.
5. Se utilizó el Autocad Mechanical para el diseño de la forma y piezas en 3D de la maquina cortadora y acotación de piezas.
6. Se utilizó el Inventor Fusión para establecer propiedades de materiales estructurales y piezas; y transferir este tipo de archivo al Algor Simulation.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

7. Se utilizó el Algor Simulation para realizar el análisis estructural con cargas y momentos para hallar las fuerzas máximas aplicadas y la deformación máxima de la estructura.
8. Para mejorar el problema de diseño en el tiempo, El desarrollo completo de este diseño para producción de máquinas cortadoras de piedra natural en serie, se puede realizar con una herramienta importante para administrar el proyecto de diseño, asignación de recursos materiales, humanos y computacionales a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuestos, analizar cargas de trabajo y fijar un plazo de entrega del diseño terminado; esta herramienta es el Microsoft Project.
9. La mejora que se puede implementar en la maquina es un sistema de Corte en los 3 ejes X-Y-Z con unidades de accionamiento por husillo y conexión de un sistema descentralizado de movimiento por un PLC (Tecnología SEW-MOVIFIT: Control de un determinado número de módulos MOVIGEAR, supervisados por el MOVITOOLS®-MotionStudio).
10. Se puede mejorar el proceso de corte, implementando el corte por chorro de agua ya que es una herramienta muy versátil en el mecanizado de piezas, corte de gran variedad de materiales e interactúa con el computador en un recorrido de corte programado.
11. Se puede mejora el proceso de corte con un sistema neumático de sujeción, limpieza de equipo, refrigeración y retirada de piezas terminadas (Tecnología Festo Pneumatic & Electric Automation).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

12. El precio de un paquete de 200 piezas estándar de sillar es actualmente de 1200 soles.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

BIBLIOGRAFÍA

- Serway, R. A, (1997) Física Tomo I. 4ta edición. México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. (Consulta: enero 2012)
- Mikell P. Groover, (1997) Fundamentos de manufactura moderna materiales procesos y sistemas. 2da edición. Prentice- hall Hispanoamérica s.a. (Consulta: enero 2012)
- Joseph E. Shigley y Charles R. Mischke, (2002) Diseño en ingeniería mecánica. 6ta edición. México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. (Consulta: enero 2012)
- J. Mata, C. Álvarez, T. Vidondo, Técnicas de expresión gráfica 1.2 Rama del Metal. 2da edición. Barcelona: Ediciones Don Bosco. (Consulta: enero 2012)
- Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr., (1999) Mecánica vectorial para Ingenieros Estática. 6ta edición. México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. (Consulta: Octubre 2012)
- Norma VDI2221 (Consulta: Febrero 2012)
- Hamrock, Bernard J.; Jacobson, Bo O.; Schmid, Steven R.(2000). Elementos de máquinas. 2da edición. México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. (Consulta: Junio 2012)
- Sew Eurodrive, (2008) Manual de Reductores y Motor reductores. (Consulta: enero 2013)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

WEBGRAFÍA

- https://portal.drivegate.biz/configurator (Consulta: junio 2012)
- www.industriadelsillar.com.pe (Consulta: marzo 2012)
- http://skf-linearmotion.partcommunity.com/portal/portal/skf-linearmotion (Consulta: setiembre 2012)
- www.festo.com/cms/es-pe_pe (Consulta: junio 2013)
- www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/pe (Consulta: junio 2013)
- www.sew-eurodrive.com.pe (Consulta: junio 2012)
- Students.autodesk.com (Consulta: febrero 2012)
- www.osha.gov/pls/oshaweb/owasrch.search_form?p_doc_type=STANDARDS&p_toc_level=1&p_keyvalue=1910 (Consulta: Julio 2013)
- http://www.iec.ch/ (Consulta: Abril 2012)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO I

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Gama de Materiales a Cortar

Lista de materiales a cortar	Velocidad periférica de corte($^{m}/_{s}$)
Mármoles	
Media dureza	40
Duros y compactos	40
Muy duros o con cuarzo	35-40
Terrazos	
Silíceos	40
Granitos	
Bajo contenido en cuarzo	35-40
Alto contenido en cuarzo	25-30
Materiales de Construcción	
Abrasivos	40
Duros	30-40
Hormigones (concreto)	
Curados y duros	30-40
Asfalto junto con hormigón curado	40-50
Pizarra	
Dura	30-35
Media	35
Arenisca	
Dura	35-40
Media	40
Basalto	
Medio	35-40
Calizas	
Dura	35- 40
Sillar	35-40

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO II

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Motor de Corte



Motorreductor AC

DRS100M2/FF/LN

Velocidad nominal del motor	[1/min]	3440
Posición de montaje / IM		B5
Posición de la caja de bornas	[°]	180
Entrada de cable/ Posición del conector		2
Eje de salida	[mm]	28X60
Diámetro de la birda	[mm]	250 (IEC)
Potencia del motor	[kW]	3
Factor de duración		S1-100%
Clase eficiente		IE1
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%]	87,8 / 87,5 / 85,9
Marcado CE		No
Tensión del motor	[V]	220/380
Esquema de conexionado		R13
Frecuencia	[Hz]	60
Corriente nominal	[A]	9,8 / 5,7
Cos Phi		0,93
Aislamiento térmico		130(B)
Tipo protección del motor		IP65
Requisito del diseño		IEC
Peso neto	[Kg]	26

Caracteristicas adicionales y Opciones:
LN- Caperuza ventilador de bajo nivel sonoro
Protección IP 65 - motor estándar
Tensión, frecuencia o bobinado especial

Los datos técnicos son sujetos a la inspección técnica final.
Esta inspección es hecha cuando una oferta es creada.
Puede encontrar el peso neto exacto en la confirmación del pedido. Por razones técnicas, el peso real puede diferir de esta información.
Creado en: 28/10/2013 6:21:09

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO III

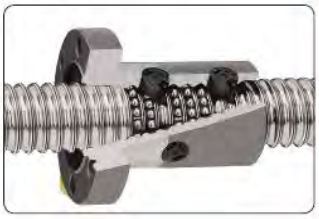
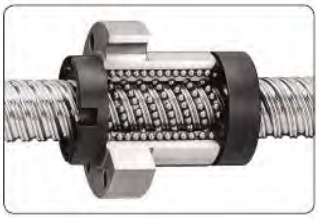
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Husillos de Bolas SKF

A

Referencia husillo	Tipo de recirculación	Referencia	d_0	P_h	p.
			mm	mm	
		SN/BN/PN	16	5	
		SN/BN/PN	20	5	
		SN/BN/PN	25	5–10	
		SN/BN/PN	32	5–10	
		SN/BN/PN	40	5–10	
		SN/BN/PN	50	10	
SN/BN/PN	*Interno, mediante guías*	SN/BN/PN	63	10	28
		SL/TL	25	20–25	
		SL/TL	32	20–32–40	
		SLD/TLD	32	32	
		SL/TL	40	20–40	
		SL/TL	50	50	
SL/TL – SLD/TLD	*Por las paredes de la tuerca*				32
		SLT/TLT	25	20–25	
		SLT/TLT	32	20–32–40	
		SLT/TLT	40	20–40	
		SLT/TLT	50	50	
SLT, TLT, Tuercas rotativas					34
		FLBU/PLBU/BUF	16		
		FLBU/PLBU/BUF	20		
		FLBU/PLBU/BUF	25		
		FLBU/PLBU/BUF	32		
		FLBU/PLBU/BUF	40		
		FLBU/PLBU/BUF	50		
		FLBU/PLBU/BUF	63		
Unidad de soporte con rodamientos: FLBU, PLBU, BUF					44

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Husillos de precisión SND/BND, norma DIN 69051

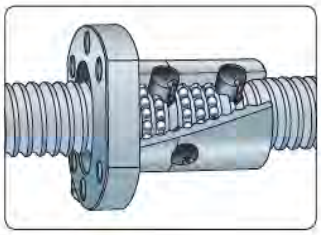
Husillos de bolas de rosca laminada. Tuerca con recirculación interna.

Versión estándar: con guía de recirculación de material compuesto.
Versión especial: con guía de recirculación de acero, que puede actuar como mecanismo de seguridad, para requerimientos severos o aplicaciones verticales.
Contacte con nosotros.

- Diámetro nominal: de 16 a 63 mm
- Paso: de 5 a 10 mm
- Agujero de lubricación para engrasadores manuales o automáticos del tipo SKF SYSTEM 24
- Tuerca compacta con brida integrada para fácil montaje y juego axial
- Tuerca con brida rectificada: precisión en el montaje
- Rascadores disponibles
- Eliminación de juego con bolas sobredimensionadas bajo demanda (referencia BND)
- El eje roscado puede ser fosfatado bajo demanda
- Accesorios de montaje: FLBU–PLBU y BUF (→ **páginas 42** a **47**).



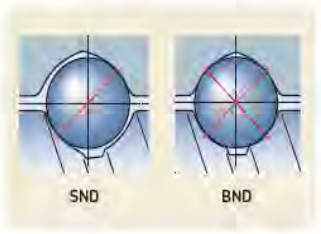
Estándar



Recirculación



Con soporte de brida

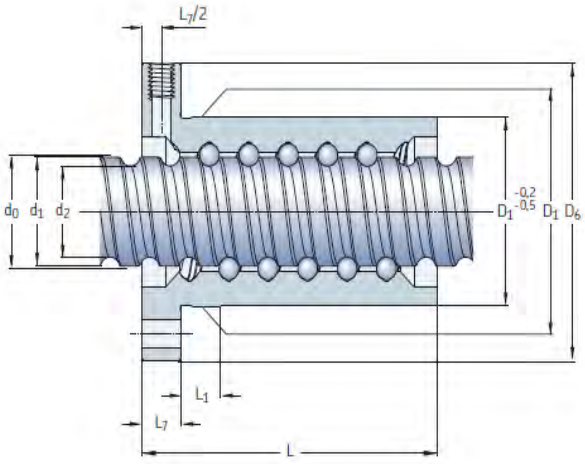


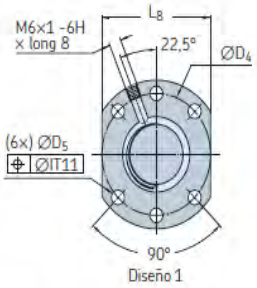
Diámetro nominal	Paso	Tuerca								Husillo			Referencia
	(derecha)	Coef. de carga dinámica	estática	Número de circuitos de bolas	Máx. juego	Reducción del juego (bajo demanda)	Par de precarga sin juego	Inercia	Grasa	Peso	Masa	Inercia	Grasa	
d_0	P_h	C_a	C_{oa}				T_{pr}							
mm	mm	kN		–	mm		Nm	kgmm²	cm³	kg	kg/m	kgmm²/m	cm³/m	–
16	5	8,1	12,4	3	0,08	0,05	0,05	40	1	0,23	1,3	33	2,1	**SND/BND 16×5 R**
	10	10,7	17	2×1,8	0,07	0,03	0,15	41	1,6	0,18	1,21	30,7	2,1	**SND/BND 16×10 R**
20	5	11,7	18,3	3	0,1	0,05	0,08	86	1,1	0,24	2	85	2,7	**SND/BND 20×5 R**
25	5	13	22,7	3	0,1	0,05	0,11	117	1,6	0,29	3,3	224	3,4	**SND/BND 25×5 R**
25	10	25,8	43,7	4	0,12	0,08	0,23	144	4,5	0,38	3,2	255	3,2	**SND/BND 25×10 R**
32	5	19,1	40,4	4	0,1	0,05	0,21	364	2,1	0,54	5,6	641	4,5	**SND/BND 32×5 R**
	10	22,6	41,8	3	0,12	0,08	0,25	384	4,6	0,58	5,6	639	4,2	**SND/BND 32×10 R**
40	5	25,4	63,2	5	0,1	0,05	0,36	855	3,1	0,92	9	1 639	5,6	**SND/BND 40×5 R**
	10	63,6	127,1	5	0,12	0,08	0,64	1 010	10,7	1,3	8,4	1 437	5,1	**SND/BND 40×10 R**
50	10	70,6	157,6	5	0,12	0,08	0,88	2 130	13,1	1,8	13,6	3 736	6,5	**SND/BND 50×10 R**
63	10	78,4	202,9	5	0,12	0,08	1,23	4 075	16,1	2,4	22	9 913	8,4	**SND/BND 63×10 R**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

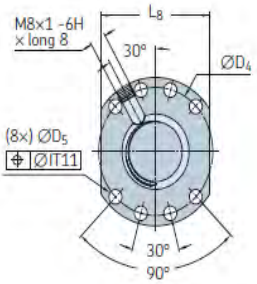
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA





Diseño 1



Diseño 2

Husillo	Tuerca								Husillo			Rodamiento soporte Tipo de rodamiento axial recomendado	Tipo de rodamiento soporte recomendado
$d_0 \times P_h$	D_1 g6	D_4	Diseño	D_5 H13	D_6 h13	L	L_1	L_7	L_8 h13	long. máx.	d_2	d_1		
mm	mm		–	mm						mm			–	
16×5	28	38	1	5,5	48	43,5	10	10	40	2 000	12,7	15,2	**FLBU 16/PLBU 16**	**BUF 16**
16×10	28	38	1	5,5	48	47	37	10	40	2 000	12,6	15,2	**FLBU 16/PLBU 16**	**BUF 16**
20×5	36	47	1	6,6	58	44,5	10	10	44	4 700	16,7	19,4	**PLBU 20/FLBU 20**	**BUF 20**
25×5	40	51	1	6,6	62	44,5	10	10	48	4 700	21,7	24,6	**PLBU 25/FLBU 25**	**BUF 25**
25×10	40	51	1	6,6	62	75	10	10	48	4 700	20,5	24,6	**PLBU 25/FLBU 25**	**BUF 25**
32×5	50	65	1	9	80	51,5	10	12	62	5 700	28,7	31,6	**PLBU 32/FLBU 32**	**BUF 32**
32×10	50	65	1	9	80	62,5	10	12	62	5 700	27,8	32	**PLBU 32/FLBU 32**	**BUF 32**
40×5	63	78	2	9	93	58,5	10	14	70	5 700	36,7	39,6	**PLBU 40/FLBU 40**	**BUF 40**
40×10	63	78	2	9	93	91	20	14	70	5 700	34	39,4	**PLBU 40/FLBU 40/FLRBU 4**[1)]	**BUF 40**
50×10	75	93	2	11	110	93	10	16	85	5 700	44	49,7	**PLBU 50/FLBU 50/FLRBU 5**[1)]	**BUF 50**
63×10	90	108	2	11	125	95	10	18	95	5 700	57	62,8	**PLBU 63/FLBU 63**	**BUF 63**

[1)] para aplicaciones de carga elevada utilice el tipo FLRBU y consulte las definiciones de rodamientos para extremo de eje y rodamientos soporte en el catálogo de husillos de rodillos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Fórmulas para cálculos

Coeficientes de duración de vida

$$L_{10} = \left(\frac{C_a}{F_m}\right)^3$$

Coeficientes de carga

$$C_{req} = F_m \, (L_{10})^{1/3}_{req}$$

donde
L_{10} = vida [en millones de revoluciones]
C_a = coef. de carga dinámica [N]
C_{req} = coef. de carga dinámica requerida [N]
F_m = carga media constante [N]

Carga media constante

$$F_m = \frac{(F_1^3 L_1 + F_2^3 L_2 + F_3^3 L_3 + ...)^{1/3}}{(L_1 + L_2 + L_3 + ...)^{1/3}}$$

donde
L_n = período de carga n (→ **fig. 12**)
F_n = carga media durante el período n (→ **fig. 12**)

$$F_m = \frac{F_{min} + 2F_{max}}{3}$$

donde
F_{min} = carga mínima (→ **diagrama 2**)
F_{max} = carga máxima (→ **diagrama 2**)

Velocidad crítica del eje del husillo (sin factor de seguridad)

$$n_{cr} = 49 \times 10^6 \frac{f_1 \, d_2}{l^2}$$

donde
n_{cr} = velocidad crítica [r/min]
d_2 = diámetro del fondo de la rosca [mm]
l = longitud, o distancia entre el centro de los rodamientos soporte [mm]
f_1 = factor de corrección del montaje
0,9 ●● —— fijo, libre
3,8 ●● ——● fijo, con soporte
5,6 ●● ——●● fijo, fijo

Nota: generalmente se recomienda un factor de 0,8.

Velocidad límite del mecanismo (velocidad máxima aplicada durante cortos períodos de tiempo)

Recirculación por desviadores (SH/SHS-SD/SDS/BD/BDS-SX/BX-SN/BN/PN-SND/BND/PND):

$n\,d_0 < 50\,000$

Con recirculación a través de la brida (SL/TL-SLD/TLD):

$n\,d_0 < 90\,000$

Si $n\,d_0 > 50\,000$ o 90 000 respectivamente, consulte a SKF.

donde
n = velocidad de rotación [r/min]
d_0 = diámetro nominal del eje del husillo [mm]
La máxima aceleración admisible es 4 000 rad/s²

Carga de compresión (pandeo) con un factor de seguridad: 3

$$F_c = \frac{34 \times 10^3 \, f_3 \, d_2^4}{l^2}$$

donde
F_c = carga de compresión [N]
d_2 = diámetro del fondo de la rosca [mm]
l = longitud, o distancia entre el centro de los rodamientos soporte [mm]
f_3 = factor de corrección del montaje
0,25 ●● —— fijo, libre
1 ●——● con soporte, con soporte
2 ●●——● fijo, con soporte
4 ●●——●● fijo, fijo

Fig. 12

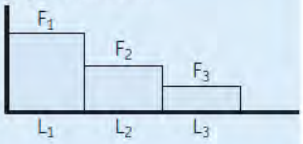


Diagrama 2



Fig. 13



Fig. 14



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Eficacia teórica

directa (→ **fig. 13**)

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{\pi\, d_0}{P_h}\,\mu}$$

donde
μ = 0,0065 para SH/SHS
μ = 0,006 para SD/SDS/BD/BDS, SX/BX, SL/TL/SLT/TLT, SN/BN, SND/BND, PN/PND
d_0 = diámetro nominal del eje del husillo [mm]
P_h = paso [mm]

indirecta (→ **fig. 14**)

$$\eta' = 2 - \frac{1}{\eta}$$

Eficacia práctica

$$\eta_p = 0{,}9\,\eta$$

El coeficiente utilizado de 0,9 es un promedio entre la eficacia práctica de un husillo nuevo y la realizada por un husillo usado correctamente. Se debería utilizar para aplicaciones industriales bajo condiciones de trabajo normales. Para casos extremos, consúltenos.

Par de entrada en estado de reposo

$$T = \frac{F\,P_h}{2\,000\,\pi\,\eta_p}$$

donde
T = par de entrada [Nm]
F = carga máxima del ciclo [N]
P_h = paso [mm]
η_p = eficacia práctica

Potencia requerida en estado de reposo

$$P = \frac{F\,n\,P_h}{60\,000\,\eta_p}$$

donde
P = potencia requerida [W]
n = revoluciones por minuto [r/min]

Par de precarga [Nm]

$$T_{pr} = \frac{F_{pr}\,P_h}{1\,000\,\pi}\left(\frac{1}{\eta_p} - 1\right)$$

donde
T_{pr} = par de precarga [N]
F_{pr} = fuerza de precarga [N]

Par de frenado (considerando un sistema reversible)

$$T_B = \frac{F\,P_h\,\eta'}{2\,000\,\pi}$$

donde
T_B = par de frenado [Nm]
F = carga [N]

Por seguridad, utilizamos la eficacia teórica indirecta.

Par de motor nominal en la aceleración

Para un husillo horizontal

$$T_t = T_f + T_{pr} + \frac{P_h\,[F + m_L\,\mu_f\,g]}{2\,000\,\pi\,\eta_p} + \dot{\omega}\,\Sigma I$$

Para un husillo vertical

$$T_t = T_f + T_{pr} + \frac{P_h\,[F + m_L\,g]}{2\,000\,\pi\,\eta_p} + \dot{\omega}\,\Sigma I$$

donde
T_t = par nominal [Nm]
T_f = par producido por la fricción en los soportes de rodamiento, motor, obturaciones, etc. [Nm]
T_{pr} = par de precarga [Nm]
μ_f = coeficiente de fricción
$\dot{\omega}$ = aceleración angular [rad/s²]
m_L = masa de la carga [kg]
g = aceleración de la gravedad [9,8 m/s²]
$\Sigma I = I_M + I_L + I_S\,l\,10^{-9}$

Par de frenado nominal en la deceleración

Para un husillo horizontal

$$T'_t = T_f + T_{pr} + \frac{P_h\,\eta'\,[F + m_L\,\mu_f\,g]}{2\,000\,\pi} + \dot{\omega}\,\Sigma I$$

Para un husillo vertical

$$T'_t = T_f + T_{pr} + \frac{P_h\,\eta'\,[F + m_L\,g]}{2\,000\,\pi} + \dot{\omega}\,\Sigma I$$

donde

$$I_L = m_L\left(\frac{P_h}{2\,\pi}\right)^2 10^{-6}$$

donde
I_M = inercia del motor [kgm²]
I_S = inercia del eje del husillo por metro [kgmm²/m]
l = longitud [mm]

Rigidez axial estática

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_p}$$

Fijo-libre o fijo-con soporte

$$R_s = 165\,\frac{d_2^{\,2}}{l}$$

Montaje fijo-fijo

$$R_s = \frac{165\,d_2^{\,2}\,l}{l_2\,(l - l_2)}$$

donde
R_s = rigidez del eje [N/µm]
R_n = rigidez de la tuerca [N/µm]
R_p = rigidez de la unidad soporte de rodamientos [N/µm]

Para obtener los detalles, vea la **página 10**.

Para más información, contacte con SKF.

D

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Designación de pedido

SN 32 × R5 330/445 G7 L – HA + K **/** WPR

Tipo de tuerca
SD = Husillo miniatura, juego axial, tuerca con recirculación interna
SDS = Husillo miniatura, juego axial, acero inoxidable
BD = Husillo miniatura, eliminación de juego con bolas sobredimensionadas
BDS = Husillo miniatura, eliminación de juego, acero inoxidable
SH = Husillo miniatura, juego axial, recirculación por tubo integrado
SHS = Husillo miniatura, juego axial, acero inoxidable
SX = Husillo universal, juego axial
BX = Husillo universal, eliminación de juego con bolas sobredimensionadas
SN = Husillo de precisión, juego axial
BN = Husillo de precisión, eliminación de juego con bolas sobredimensionadas
SND = Husillo de precisión, juego axial, tuerca DIN
BND = Husillo de precisión, eliminación de juego con bolas sobredimensionadas, tuerca DIN
PN = Husillo de precisión con rigidez óptima
PND = Husillo de precisión con rigidez óptima, tuerca DIN
SL = Husillo de paso largo, juego axial
SLD = Husillo de paso largo, juego axial, tuerca DIN
TL = Husillo de paso largo, eliminación de juego
TLD = Husillo de paso largo, eliminación de juego, tuerca DIN
SLT = Tuerca rotativa con juego axial
TLT = Tuerca rotativa con eliminación de juego

Diámetro nominal × Paso

Sentido de giro
R = derecha L = izquierda (bajo pedido)

Longitud de rosca / Longitud total, mm

Precisión de paso : G9, G7, G5

Orientación de la tuerca
Roscado o brida de la tuerca orientado hacia el extremo mecanizado corto (S) o largo (L).
En caso de tener el mismo mecanizado en ambos extremos : (–)

Combinaciones de extremos
Véase la **página 36**

Longitudes requeridas para: AA - SA - UA (ambos lados)
Véase la **página 36**

WPR: con rascadores • NOWPR: sin rascadores • RING: anillo de seguridad (sólo para SH-SD)

REDPLAY:
Reducción de juego axial

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO IV



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Sistemas de desplazamiento Lineal SKF

Design and characteristic features

General

SKF profile rail guide slides are state-of-the-art slides with high load carrying capacity and high accuracy.

Sizes
SKF profile rail guide slides with ball screw drive are available in widths of 110, 170, 235, 320 and 400 mm. SKF profile rail guide slides with linear motor drive can be supplied in widths of 154, 182 and 212 mm.

Drives
SKF profile rail guide slides are available with ball screw drive and linear motor drive.

Cover
The profile rail guide slides can be supplied in three different versions: without cover, with bellows and with steel cover (ball screw drive only).

Precision classes
The profile rail guide slides can be supplied in different precision classes depending on the respective application demands:
P5, P2, (ball screw drive)
P2 (linear motor drive)

Customer benefits
- Modular and compact design
- Variants having high load carrying capacity and stiffness
- Wide variety of drive options, providing the optimum solution for any application
- Different covers to suit the ambient conditions
- Cost optimization due to selection of required precision class

Guide

SKF profile rail guide slides are equipped with a pair of profile rails fitted with a total of four carriages (with the exception of size 212 with linear motor 1FN3-150-3K which has six carriages).

Customer benefit
- Profile rail guide with high load carrying capacity and stiffness

Refer to table 1 for further technical information.



Profile rail guide slide with ball screw drive



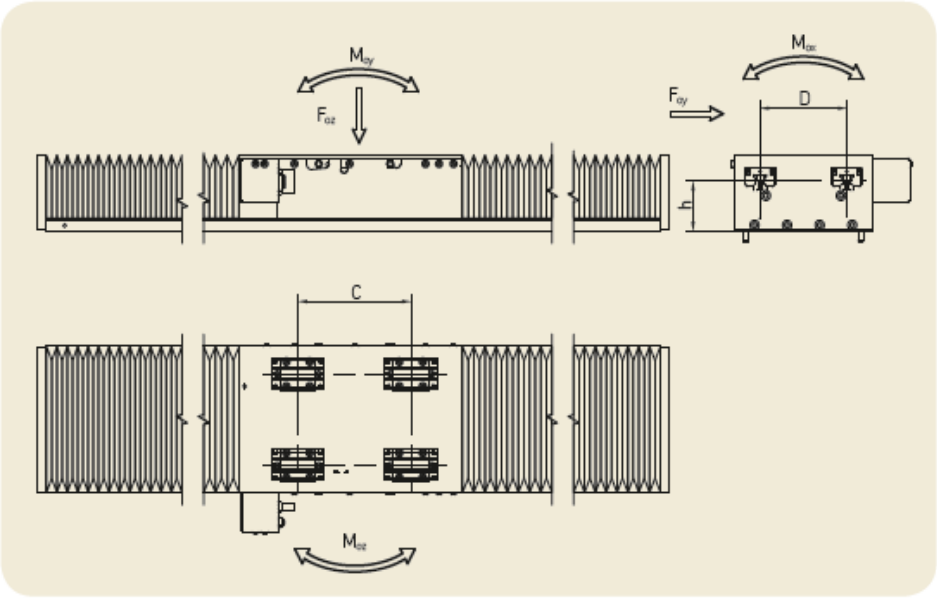
Profile rail guide slide with linear motor

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Load carrying capacity of slides



Type Size	Precision class	Load rating per carriage		No. carr. [1]				Maximum static load per slide[2]				
		C_{dyn}	C_0	z	C	D	h[3]	F_{oz}	F_{oy}	M_{ox}	M_{oy}	M_{oz}
		N		-	mm			N		Nm		
LTB 110.L1.SD/TN	P5 - P2	2 295	4 270	4	69	81	23	17 080	8 540	690	580	290
LTB 170.L1.SD/TN	P5 - P2	7 800	13 500	4	92	116	35	54 000	27 000	3 130	2 480	1 240
LTB 235.L1.SX/TN/TL	P5 - P2	18 800	24 400	4	140	156	46	97 600	48 800	7 610	6 830	3 410
LTB 320.L1.SX/TN/TL	P5 - P2	22 800	30 400	4	221	220	70	121 600	60 800	13 370	13 430	6 710
LTB 400.L1.SX/TN/TL	P5 - P2	41 900	54 000	4	270	270	77	216 000	108 000	29 160	29 160	14 580
LTS 154.L1.1FN3-050-1K	P2	5 400	8 100	4	72	96	53	31 670	16 200	1 520	1 140	1 140
LTS 154.L1.1FN3-050-2K	P2	7 800	13 500	4	125	96	53	52 540	27 000	2 522	3 284	3 284
LTS 182.L1.1FN3-100-1K	P2	5 400	8 100	4	72	124	53	30 940	16 200	1 918	1 114	1 114
LTS 182.L1.1FN3-100-2K	P2	7 800	13 500	4	125	124	53	51 090	27 000	3 168	3 193	3 193
LTS 182.L1.1FN3-100-3K	P2	10 000	20 200	4	185	124	53	76 430	40 400	4 739	7 070	7 070
LTS 212.L1.1FN3-150-1K	P2	5 400	8 100	4	72	154	56,5	30 220	16 200	2 327	1 088	1 088
LTS 212.L1.1FN3-150-2K	P2	10 000	20 200	4	125	154	56,5	76 430	40 400	5 885	4 777	4 777
LTS 212.L1.1FN3-150-3K	P2	10 000	20 200	6	225	154	56,5	114 650	60 600	8 828	8 599	8 599

Table 1: Load carrying capacity of slides

[1] Number of carriages
[2] Loads F_{oz} and F_{oy} apply under central load, but not to slides with steel cover (data available on request)
Moments M_{ox} and M_{oz} apply under pure moment load (without force), but not to slides with steel cover (data available on request)
[3] Distance up to the middle of the rail

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Drive: Slides with ball screw drive

These slides are equipped with precision rolled thread ball screw drives.

Screws SD and SX have a nut with internal ball recirculation. The axial clearance of this version is 0.1 mm maximum. These screws are the standard for precision class P5 slides.

Screws TN and TL are fitted with an internally preloaded nut. TL screws have long leads and are therefore suitable for high speed motion. They are used for precision class P2 slides.

Customer benefits:
- Robust drive
- Suitable for high axial forces
- Can be fitted with manual drive as well as servo motor or stepper motor
- Attachment via motor flange or indirect tooth belt drive.

Refer to table 2 for further technical information.

Slide		Screw					Load rating[2]		Slide drive torque	
Type	Precision class	Type	Nominal Ø	Lead	Lead accuracy[1]		dynamic	static	idling	max. permissible
Size		Size	d_o	p	acc. to ISO	V_{300p}	C_a	C_{oa}	M_s	M_a
			mm			µm/300 mm	N		Nm	
LTB 110	P5	SD1205	12	5	G9	87	3 100	5 100	0,17	2,6
	P2	TN1205	12	5	G7	40	6 060	7 100	0,27	2,6
	P2	TN1210	12	10	G7	40	3 730	3 550	0,30	2,6
LTB 170	P5	SD1605	16	5	G9	87	5 200	8 700	0,33	5,8
	P2	TN1605	16	5	G7	40	10 710	12 720	0,48	8,4
	P2	TN1610	16	10	G7	40	10 710	12 720	0,52	12,0
	P2	TN1616	16	16	G7	40	6 590	6 360	0,55	12,0
LTB 235	P5	SX2505	25	5	G9	87	15 600	31 000	0,49	20,6
	P5	SX2510	25	10	G9	87	18 800	31 000	0,49	32,9
	P2	TN2505	25	5	G7	40	12 700	22 440	0,79	14,9
	P2	TN2510	25	10	G7	40	12 700	22 440	0,89	29,8
	P2	TL2520	25	20	G7	40	12 700	22 440	0,86	32,9
	P2	TL2525	25	25	G7	40	7 820	11 220	0,87	32,9
LTB 320	P5	SX3205	32	5	G9	87	17 800	50 400	0,81	33,4
	P5	SX3210	32	10	G9	87	27 500	55 000	0,82	72,9
	P2	TN3205	32	5	G7	40	14 210	30 960	1,21	20,5
	P2	TN3210	32	10	G7	40	23 390	40 960	1,42	54,3
	P2	TL3220	32	20	G7	40	23 390	40 960	1,28	96,0
	P2	TL3232	32	32	G7	40	14 400	20 480	1,35	86,9
	P2	TL3240	32	40	G7	40	14 400	20 480	1,36	96,0
LTB 400	P5	SX4005	40	5	G9	87	19 500	63 100	1,01	41,8
	P5	SX4010	40	10	G9	87	29 000	64 000	1,03	84,9
	P2	TN4005	40	5	G7	40	20 350	59 580	1,61	39,3
	P2	TN4010	40	10	G7	40	29 000	64 000	2,43	84,9
	P2	TL4020	40	20	G7	40	29 000	64 000	1,61	169,7
	P2	TL4040	40	40	G7	40	25 500	35 120	1,66	186,3

Table 2: Ball screw technical details

[1] Lead accuracy G5 with V_{300p}=23 µm / 300 mm available on request.
[2] Value indicated = minimum load rating of either screw or locating bearing

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Stroke

The strokes S1 (with bellows), S2 (without bellows) and S (with steel cover) given in the LTB dimensional tables are the maximum travel distances between the mechanical end stops. Depending on the speed and the moving mass, the operating stroke must be correspondingly reduced. The overrun on both sides must be larger than the length of the brake path of the drive. The value of 2 x p (screw lead) can be considered to be a reliable guideline value. The standard pre-setting of the electrical stroke corresponds to the mechanical stroke minus 10 mm on both sides. This value can be individually adjusted.

The maximum electrical stroke is indicated in the LTS dimensional table. The limit switches can be adjusted by 50 mm on each side. This will reduce the stroke accordingly.

Materials

As standard, the slide components are made of anodized aluminium. On request the bottom part and the top part are also available in steel.

Permissible operating temperatures

Slides with ball screw drive:
-20 °C to +80 °C constant temperature
Slides with linear motor drive:
0 °C to + 55 °C constant temperature.

Lubrication

The guides and slide screw are supplied with SKF all-purpose grease LGEP2.

The carriages and the screw nut can be relubricated. For further information please refer to the operating instructions. The slides can be fitted with a central lubricating connection on request. In this case, five lube ports are provided in the side plate. (Not possible for carriages with steel cover.) Relubrication intervals depending on operating conditions: 20 - 200 km or after 1 year at the latest.

Load carrying capacity and life

For exact dimensioning and design of SKF profile rail guide slides and drives, please contact SKF. In order to provide the required data correctly, please fill in the specification sheet on page 24.

Accessories

Limit and reference switches
Slides with ball screw drive are fitted with inductive limit switches as standard. These are integrated in the slide and connected via a central plug connection on the screw bearing plate (see dimensional tables). Inductive reference switches are available on request.

Slides with linear motor drive are fitted with 2 limit switches PNP/NC as standard.

Cross table assembly
Individual slides can be mounted to form a cross table. Please note the details in the corresponding column of the dimensional tables.

Linear encoder
As standard, slides with linear motor drive are equipped with an open linear encoder on the side. For further information please refer to table 3.

On request slides with ball screw drive can be also supplied with an encapsulated linear encoder. This is fitted externally on the side of the slide.

Motor flange
Slides with ball screw drive can be equipped with a motor flange and coupling on request. When ordering please indicate the motor manufacturer, model and type.

Indirect toothed belt drive
If space is restricted, an indirect drive using a toothed belt may be the best choice. The motor can be mounted on either the right or left hand side. Standard transmission ratio 1:1.

Motors
Slides with ball screw drive can be equipped with stepper motors or servo motors on request.

Motor control units and control components
The following components are available for controlling the motors:
- Servo module
- Point-to-point or continuous path control

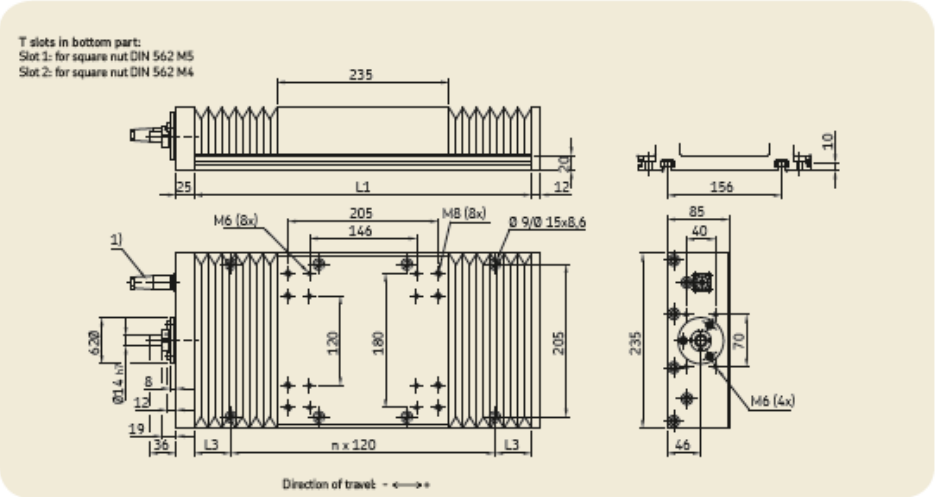
Further information available on request or in the offer as submitted.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

LTB 235.L1.SX/TN/TL25xx-BL:
Slides with ball screw drive, with or without bellows



1) Plug connection for limit and reference switches (optional)

Length						Screw data					
			2)	Stroke3)		SX2505	TN2505	SX2510	TN2510+2520+2525	Weight4)	
L1	L3	n	KN	S1	S2	n_{max}	n_{max}	n_{max}	n_{max}	G_A	G_0
mm		-		mm		1/min				kg	
280	20	2		25	35	2 000	3 600	2 000	3 600	14,5	
340	50	2		75	95	2 000	3 600	2 000	3 600	15,9	
400	20	3	✓	125	155	2 000	3 600	2 000	3 600	17,2	
460	50	3	✓	175	215	2 000	3 600	2 000	3 600	18,6	
520	20	4		225	275	2 000	3 600	2 000	3 600	20,0	
580	50	4		270	335	2 000	3 600	2 000	3 600	21,3	
640	20	5	✓	325	395	2 000	3 600	2 000	3 600	22,7	
700	50	5	✓	375	455	2 000	3 600	2 000	3 600	24,1	
760	20	6		425	515	2 000	3 600	2 000	3 600	25,4	
820	50	6		475	575	2 000	3 600	2 000	3 600	26,8	
880	20	7	✓	525	635	2 000	3 600	2 000	3 600	28,1	
940	50	7	✓	575	695	2 000	3 600	2 000	3 600	29,5	5,9
1 000	20	8		625	755	2 000	3 600	2 000	3 600	30,9	
1 060	50	8		680	815	2 000	3 600	2 000	3 600	32,2	
1 120	20	9	✓	730	875	2 000	3 390	2 000	3 390	33,6	
1 180	50	9	✓	780	935	2 000	3 010	2 000	3 010	34,9	
1 240	20	10		825	995	2 000	2 690	2 000	2 690	36,3	
1 300	50	10		875	1 055	2 000	2 410	2 000	2 410	37,7	
1 360	20	11	✓	925	1 115	2 000	2 180	2 000	2 180	39,0	
1 420	50	11	✓	980	1 175	1 990	1 980	1 880	1 980	40,4	
1 480	20	12		1 030	1 235	1 810	1 800	1 710	1 800	41,8	
1 540	50	12		1 080	1 295	1 660	1 650	1 570	1 650	43,1	
1 600	20	13	✓	1 130	1 355	1 530	1 520	1 440	1 520	44,5	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Length						Screw data					
			[1]	Stroke[2]		SX2505	TN2505	SX2510	TN2510+2520+2525	Weight[3]	
L1	L3	n	KN	S1	S2	n_{max}	n_{max}	n_{max}	n_{max}	G_A	G_D
mm		-		mm		1/min				kg	
1 660	50	13	✓	1 180	1 415	1 410	1 400	1 330	1 400	45,8	
1 720	20	14		1 230	1 475	1 300	1 290	1 230	1 290	47,2	
1 780	50	14		1 280	1 535	1 210	1 200	1 140	1 200	48,6	
1 840	20	15	✓	1 335	1 595	1 120	1 120	1 060	1 120	49,9	
1 900	50	15	✓	1 380	1 655	1 050	1 040	990	1 040	51,3	
1 960	20	16		1 430	1 715	980	970	920	970	52,7	
2 020	50	16		1 480	1 775	920	910	870	910	54,0	
2 080	20	17	✓	1 530	1 835	860	860	810	860	55,4	
2 140	50	17	✓	1 580	1 895	810	800	760	800	56,7	
2 200	20	18		1 635	1 955	760	760	720	760	58,1	
2 260	50	18		1 685	2 015	720	720	680	720	59,5	5,9
2 320	20	19	✓	1 735	2 075	680	680	640	680	60,8	
2 380	50	19	✓	1 785	2 135	640	640	610	640	62,2	
2 440	20	20		1 835	2 195	610	610	580	610	63,6	
2 500	50	20		1 880	2 255	580	580	550	580	64,9	
2 560	20	21	✓	1 930	2 315	550	550	520	550	66,3	
2 620	50	21	✓	1 985	2 375	520	520	490	520	67,6	
2 680	20	22		2 035	2 435	500	500	470	500	69,0	
2 740	50	22		2 085	2 495	480	470	450	470	70,4	
2 800	20	23	✓	2 135	2 555	450	450	430	450	71,7	
2 860	50	23	✓	2 185	2 615	430	430	410	430	73,1	

[1] Suitable as top axis for central cross table mounting

[2] Maximum stroke between end stops:
S1 with bellows (standard version)
S2 without bellows (special version)

[3] G_A = Total mass of slide
G_D = Linear moving mass of slide top

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Order code LTB

Slide designation

LTB 235 . 1600 . SX2505 - BL - P5

Slide width:	refer to dimensional tables
110 to 400	width of bottom part
Slide length:	refer to dimensional tables
150 to 2 860	L1 length of bottom part
Ball screw drive:	refer to table 2 for further information
SD	no preload
SX	no preload
TN	preloaded
TL	preloaded
12 to 40	screw diameter
05 to 40	screw lead
Cover:	refer to page 8 for further information
BL	with bellows
–	without cover
SC	with steel cover
SCAP	with steel cover and adapter plate
Precision class of slide:	see page 8 for further information
P5, P2	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

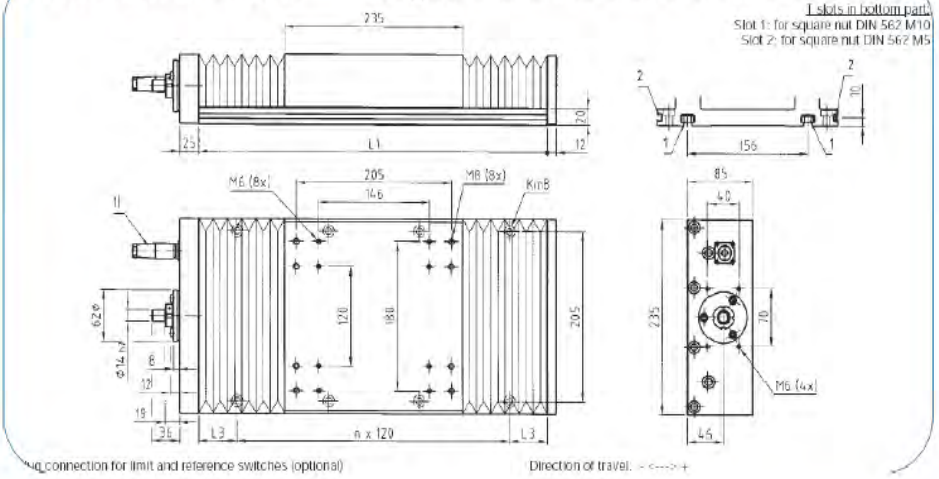
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Product information

Name: Profile railguide slides with ball screw
Designation: LTB 235.1180.SX2505-BL

LTB 235.L1.SX/TN/TL25xx-BL **Rail guide tables with ball screw drive with or without bellow**



Product specifications

Drive		Ball screws
Cover		With bellows
Stroke needed	[mm]	780
max stroke with bellows	S1 [mm]	780
max stroke w/o bellows	S2 [mm]	935
V max range	[m/min]	10
V max	[m/min]	10
Preloaded nut		No
Width	B [mm]	235
length	L1 [mm]	1 180
n max	[1/min]	2 000
screw diameter	do [mm]	25
screw pitch	p [mm/rot.]	5
screw idling torque	Ms [Nm]	0,49
screw max. torque	Ma [Nm]	20,6
Precision		P10-P5
Mobile mass	G [kg]	5,9
Total mass	G [kg]	34,9

www.linearmotion.skf.com

Please choose your country with the top menu

®SKF is a registered trademark of the SKF Group. ©SKF Group 2007. The content of this publication are the copyright of the publisher and may not be reproduced (even extracts) unless permission is granted. Every care has been taken to ensure the accuracy of the information contained in this publication but no liability can be accepted for any loss or damage whether direct,indirect or consequential arising out of the use of the information contained herein.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Product specifications (Next page)		
L3	[mm]	50
n		9
screw dynamic axial load	Ca [N]	15 600
screw static axial load	Coa [N]	31 000
dynamic load rating per carriage	C [N]	18 800
static load rating per carriage	C0 [N]	24 400
No. of carriages		4
b	[mm]	156
l	[mm]	140
h	[mm]	46
Foz	[N]	97 600
Foy	[N]	48 800
Mox	[Nm]	7 610
Moy	[Nm]	6 830
Moz	[Nm]	3 410

www.linearmotion.skf.com

Please choose your country with the top menu

®SKF is a registered trademark of the SKF Group. ©SKF Group 2007. The content of this publication are the copyright of the publisher and may not be reproduced (even extracts) unless permission is granted. Every care has been taken to ensure the accuracy of the information contained in this publication but no liability can be accepted for any loss or damage whether direct,indirect or consequential arising out of the use of the information contained herein.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO V

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Motor AC para el Desplazamiento



Motorreductor AC

DFR63L4/BR/EH1T

Velocidad nominal del motor	[1/min]	1600
Posición de montaje / IM		B5
Posición de la caja de bornas	[°]	180
Entrada de cable/ Posición del conector		2
Eje de salida	[mm]	11x23
Diámetro de la birda	[mm]	140 (IEC)
Potencia del motor	[kW]	0,25
Factor de duración		S1-100%
Eficiencia (50/75/100% Pn)	[%]	- / - / 66,1
Marcado CE		Si
Tensión del motor	[V]	220/380
Esquema de conexionado		DT13
Frecuencia	[Hz]	60
Corriente nominal	[A]	1,25 / 0,72
Cos Phi		0,81
Aislamiento térmico		B
Tipo protección del motor		IP65
Peso neto	[Kg]	8,5
Par de frenado	[Nm]	3,2
Voltaje del freno	[V]	230

Caracteristicas adicionales y Opciones:
BMG/BM/BR- SEW - freno de disco
EH1T- encoder (U=5V, TTL RS-422)
Protección anticorrosión -Frenomotor
Protección IP 65 - motor freno

Los datos técnicos son sujetos a la inspección técnica final.
Esta inspección es hecha cuando una oferta es creada.
Puede encontrar el peso neto exacto en la confirmación del pedido. Por razones técnicas, el peso real puede diferir de esta información.
Creado en: 18/10/2013 7:31:57

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO VI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Variador de Frecuencia MOVIDRIVE MDX60/61B 0030-5A3-4-0_

Size 1 (AC 400/500 V units)

MOVIDRIVE® MDX61B		0015-5A3-4-0_	0022-5A3-4-0_	0030-5A3-4-0_	0040-5A3-4-0_
INPUT					
Supply voltage	U_{mains}	3 × AC 380 V –10 % ... 3 × AC 500 V +10 %			
Supply frequency	f_{mains}	50 Hz ... 60 Hz ± 5 %			
Rated supply current[1] (at V_{mains} = 3 × AC 400 V)	I_{mains} 100 % 125 %	AC 3.6 A AC 4.5 A	AC 5.0 A AC 6.2 A	AC 6.3 A AC 7.9 A	AC 8.6 A AC 10.7 A
OUTPUT					
Apparent output power[2] (at V_{mains} = 3 × AC 380...500 V)	S_N	2.8 kVA	3.8 kVA	4.9 kVA	6.6 kVA
Rated output current[1] (at V_{mains} = 3 × AC 400 V)	I_N	AC 4 A	AC 5.5 A	AC 7 A	AC 9.5 A
Continuous output current (= 125 % I_N) I_D (at U_{mains} = 3 × AC 400 V and f_{PWM} = 4 kHz)		AC 5 A	AC 6.9 A	AC 8.8 A	AC 11.9 A
Continuous output current (= 100 % I_N) I_D (at U_{mains} = 3 × AC 400 V and f_{PWM} = 8 kHz)		AC 4 A	AC 5.5 A	AC 7 A	AC 9.5 A
Current limitation	I_{max}	Motor and regenerative 150 % I_N, duration depending on capacity utilization			
Internal current limitation		I_{max} = 0...150 % adjustable			
Minimum permitted braking resistor value (4Q operation)	R_{BRmin}	68 Ω			
Output voltage	U_A	Max. V_{mains}			
PWM frequency	f_{PWM}	Can be set: 4/8/12/16 kHz			
Speed range / resolution	n_A / Δn_A	–6000 ... 0 ... +6000 min^{-1} / 0.2 min^{-1} across the entire range			
GENERAL INFORMATION					
Power loss at S_N[2]	P_{Vmax}	85 W	105 W	130 W	180 W
Cooling air consumption		40 m^3/h			
Weight		3.5 kg			
Dimensions	W × H × D	105 × 314 × 234 mm			

1) The system and output currents must be reduced by 20 % from the nominal values for V_{mains} = 3 × AC 500 V.
2) The performance data applies to f_{PWM} = 4 kHz.

MDX61B Standard version		0015-5A3-4-00	0022-5A3-4-00	0030-5A3-4-00	0040-5A3-4-00
Part number		827 957 8	827 958 6	827 959 4	827 960 8
MDX61B Application version		0015-5A3-4-0T	0022-5A3-4-0T	0030-5A3-4-0T	0040-5A3-4-0T
Part number		827 975 6	827 976 4	827 977 2	827 978 0
Constant load Recommended motor power	P_{Mot}	1.5 kW	2.2 kW	3.0 kW	4.0 kW
Variable torque load or constant load without overload Recommended motor power	P_{Mot}	2.2 kW	3.0 kW	4.0 kW	5.5 kW
Recommended motor power		→ MOVIDRIVE® B system manual, section 'Motor Selection'			

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Size 1

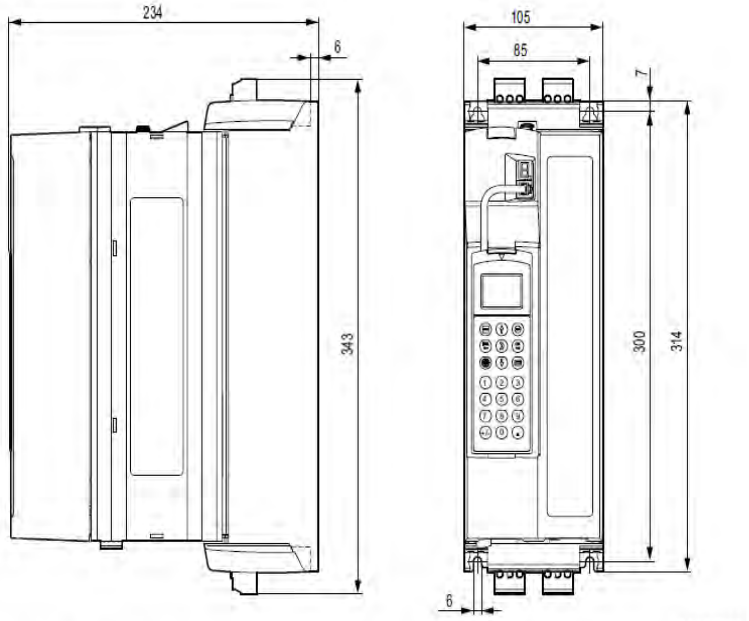
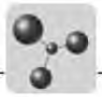


Figure 48: Dimension drawing for MDX61B size 1, dimensions in mm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Convertidor de frencuencia

MDX61B0030-5A3-4-00

Ref. de pieza variador		: 08279594
Tamaño		: 1
Potencia nominal	[kW]	: 3
Tensión	[V]	: 3x380-500
Corriente nominal de entrada	[A]	: 6,3
Tensión de salida	[V]	: 3x400
Corriente nominal de salida	[A]	: 7
Grado de protección IP		: 20
Peso	[Kg]	: 3,5

Caracteristicas adicionales y Opciones:
DBG60B-01 (18204031)
DCS31B (18209580)
DFE33B (18213464)
SW-ROM 7 Vers 5.70 (17105145)
USB11A (08248311)

Los datos técnicos son sujetos a la inspección técnica final.
Esta inspección es hecha cuando una oferta es creada.
Puede encontrar el peso neto exacto en la confirmación del pedido. Por razones técnicas, el peso real puede diferir de esta información.
Creado en: 18/10/2013 7:39:23

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO VII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Esquema de conexionado de equipos Tecnología SEW EURODRIVE

Drehstrommotor
Eine Drehzahl

AC Motor
Single-speed

Moteur triphasé
Monovitesse

SEW EURODRIVE

Schaltbild
Circuit diagram
Schema de branchement

Seite 1 von 2
Page 1 of 2
Page 1 de 2

08 798 376

DT 13

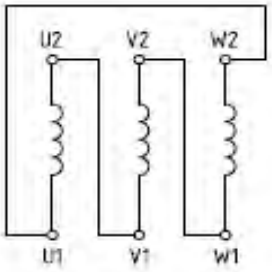
Für alle Motoren mit einer Drehzahl, direkte Einschaltung oder Y∆-Anlauf

For all single-speed motors, direct on-line starting or star delta starting

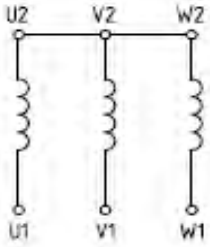
Pour tous les moteurs monovitesse, démarrage direct ou démarrage Y∆

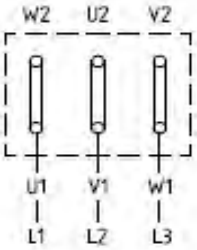
Niedere Spannung, ∆-Schaltung
Low voltage, delta-connection
Basse tension, branchement ∆

Hohe Spannung, Y-Schaltung
High voltage, star-connection
Haute tension, branchement Y



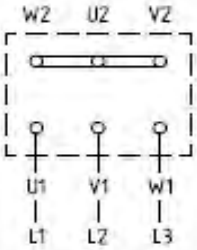
Motor-Wicklung
Motor winding
Bobinage moteur





Zuleitungen
Supply leads
Alimentation

Motor-Klemmenplatte
Motor terminal board
Plaque à bornes du moteur



Zuleitungen
Supply leads
Alimentation

Drehrichtungsumkehr: Vertauschen von 2 Zuleitungen (L1-L2)

Mit Motorschutz TF oder TH, siehe Rückseite

To reverse: Interchange 2 supply leads (L1-L2)

With motor protection TF or TH, see overleaf.

Changement du sens de rotation
Inverser deux conducteurs d'alimentation (L1-L2).
Avec protection intégrale TF ou TH, voir au verso.

SEW-EURODRIVE GmbH & Co Ernst-Blickle-Straße 42 D-76646 Bruchsal Telefon (07251)75-0 Telefax (07251)75-1970 Telex 7 822 391

Für diese technische Unterlage behalten wir uns alle Rechte vor.
Copyright reserved! Tous droits de modification reserved!

EM0102

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Drehstrommotor
Eine Drehzahl

AC Motor
Single-speed

Moteur triphasé
Monovitesse

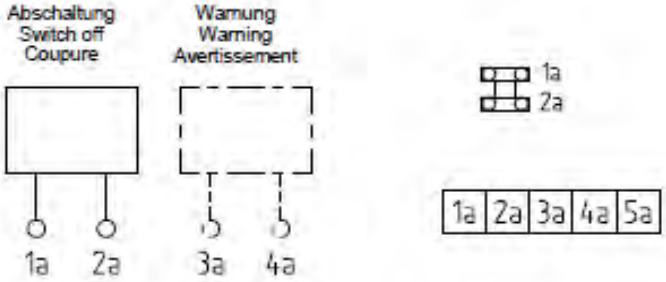
SEW EURODRIVE

Schaltbild
Circuit diagram
Schema de branchement

08 798 376

DT 13

Motorschutz mit Kaltleiter-Temperaturfühler TF / Bimetall-Temperaturwächter TH
Motor protection with PTC thermistor sensors TF / bimetal thermostats TH
Protection du moteur par sondes thermométriques TF / contacts bilames TH



Zum Anschluss an das Auslösegerät (TF max. 2,5 VDC / TH max. 250 VAC) steht eine zwei-polige Verbindungsklemme oder eine fünf-polige Klemmenleiste zur Verfügung.

For connecting to the trip switch (TF max. 2,5 VDC / TH max. 250 VAC) a two pole connection terminal or a five pole terminal strip is available.

Le raccordement au dispositif de déclenchement (TF max. 2,5 VDC / TH max. 250 VAC) s'effectue au moyen d'un connecteur bipolaire ou d'une barrette de connexion pentapolaire.

SEW-EURODRIVE GmbH & Co Ernst-Blickle-Straße 42 D-76646 Bruchsal Telefon (07251)75-0 Telefax (07251)75-1970 Telex 7 822 391

Für diese technische Unterlage behalten wir uns alle Rechte vor
Copyright reserved! Tous droits de modification reservés!

EM0102

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



1500 1/min - S1

Motor type	P_N / M_N [kW] [Nm]	n_N [1/min]	I_N 380-415 V (400 V) [A]	cosφ	EFF 2	$\eta_{75\%}$ / $\eta_{100\%}$ [%]	I_A/I_N	M_A/M_N / M_H/M_N	J_{Mot} 2 [10^{-4} kgm²]	J_{Mot} 3 [10^{-4} kgm²]	Z_0 BG[4] BGE[5] [1/h]	M_{Bmax} [Nm]	m^1 2 [kg]	m^1 3 [kg]
DT56M4	0.09 0.66	1300	0.31 (0.29)	0.68	-	-	2.6	2.1 1.8	1.1	1.2	10000 -	0.8	6	
DT56L4	0.12 0.88	1300	0.46 (0.42)	0.68	-	-	2.6	2.2 1.9	1.1	1.2	10000 -	1.2		
DR63S4	0.12 0.83	1380	0.39 (0.39)	0.69	-	-	3.3	2.4 2.2	3.6	4.8	10000 -	2.4	6.1	7.6
DR63M4	0.18 1.3	1320	0.55 (0.55)	0.78	-	-	2.9	1.8 1.7	3.6	4.8	10000 -	3.2	6.1	7.6
DR63L4	0.25 1.8	1300	0.73 (0.68)	0.81	-	-	2.8	1.8 1.7	4.4	5.6	10000 -	3.2	6.7	8.2
DT71D4	0.37 2.6	1380	1.24 (1.15)	0.76	-	-	3.0	1.8 1.7	4.6	5.5	6000 9500	5	7.0	9.9
DT80K4	0.55 3.9	1360	1.75 (1.75)	0.72	-	-	3.4	2.1 1.8	6.6	7.5	4100 11000	10	9.9	12.7
DT80N4	0.75 5.2	1380	2.15 (2.1)	0.73	-	-	3.8	2.2 2.0	8.7	9.6	5200 14000	10	11.5	14.3
DT90S4	1.1 7.5	1400	2.8 (2.8)	0.77	EFF 2	77.5 76.5	4.3	2.0 1.9	25	31	2500 6300	20	16	26
DT90L4	1.5 10.2	1410	3.7 (3.55)	0.78	EFF 2	80.2 79.0	5.3	2.6 2.3	34	40	3000 7600	20	18	28
DV100M4	2.2 15	1410	4.9 (4.7)	0.83	EFF 2	82.8 82.0	5.9	2.7 2.3	53	59	1800 8500	40	27	37
DV100L4	3 20.5	1400	6.5 (6.3)	0.83	EFF 2	84.5 83.0	5.6	2.7 2.2	65	71	1800 7600	40	30	40
DV112M4	4 26.9	1420	8.7 (8.7)	0.84	EFF 2	85.9 84.2	5.4	2.4 2.1	98	110	- 3800	55	36	45
DV132S4	5.5 36.7	1430	11.4 (11.0)	0.85	EFF 2	87.6 85.7	6.0	2.7 2.4	146	158	- 3000	75	45	54
DV132M4	7.5 50.1	1430	15.5 (15.5)	0.85	EFF 2	89.5 87.5	6.2	2.1 2.0	260	330	- 1700	100	66	90
DV132ML4	9.2 61	1440	18.7 (18.1)	0.84	EFF 2	89.6 88.0	6.0	2.5 2.0	330	380	- 1200	150	75	100
DV160M4	11 72.9	1440	22.5 (22.5)	0.83	EFF 2	88.9 88.5	6.0	2.5 2.3	398	448	- 1200	150	84	109
DV160L4	15 98.1	1460	31.0 (29.5)	0.82	EFF 2	90.3 90.0	5.5	2.4 1.8	925	1060	- 1000	200	124	166
DV180M4	18.5 121	1465	38.5 (37)	0.80	EFF 2	90.8 90.0	5.9	2.6 2.0	1120	1255 1350[7]	- 1300	300 300[7]	147	188 192[7]
DV180L4	22 143	1465	46 (42.5)	0.82	EFF 2	91.4 90.5	6.0	2.7 2.0	1290	1425 1520[7]	- 650	300 300[7]	158	200 204[7]
DV200L4	30 195	1470	57 (55)	0.86	EFF 2	91.8 91.5	6.5	2.8 2.0	2340	2475 2570[7]	- 600	300 600[7]	244	295 299[7]
DV225S4	37 240	1470	70 (67)	0.87	EFF 2	93.2 92.5	6.5	2.8 2.0	3010	3145 3240[7]	- 360	300 600[7]	296	347 351[7]
DV225M4	45 292	1470	86 (83)	0.85	EFF 2	93.8 93.0	7.3	3.3 2.0	3570	3705 3800[7]	- 300	300 600[7]	325	377 381[7]
DV250M4	55 356	1475	106 (102)	0.83	EFF 2	94.0 93.8	6.0	2.7 2.0	6300	6600 6730[7]	- 200	600 1200[7]	448	528 538[7]
DV280S4	75 483	1480	142 (138)	0.83	EFF 2	94.2 94.4	7.2	3.2 2.2	8925	9225 9355[7]	- 150	600 1200[7]	520	600 610[7]
DV280M4	90 581	1480	173 (170)	0.81	EFF 2	94.4 94.3	7.1	3.3 2.2	8925	9225 9355[7]	- 100	600 1200[7]	520	600 610[7]

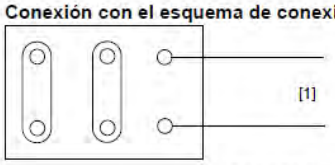
1 applies to flange motor
2 without brake
3 with brake
4 Operation with BG brake control system
5 Operation with BGE brake control system
6 Combined with helical gear units R07, RF07, R07F or Spiroplan® gear units W10, WF10, WA10, WAF10 only
7 Double disc brake

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

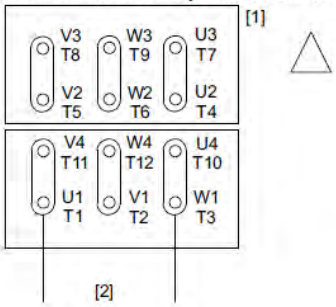
Conexión con el esquema de conexiones R13:



2336250251

[1] Transformador

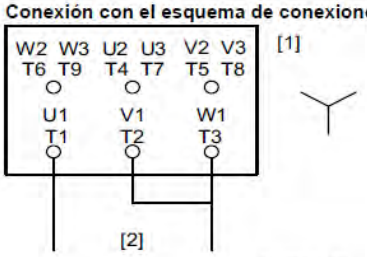
Conexión con el esquema de conexiones R72:



2343045259

[1] Cuadros de bornas del motor
[2] Transformador

Conexión con el esquema de conexiones R76:



2343047179

[1] Cuadro de bornas del motor
[2] Transformador

Finalice el proceso de secado cuando se haya superado la resistencia de aislamiento mínima.

Compruebe en la caja de bornas si:

- el interior está seco y limpio
- las piezas de conexión y fijación no presentan corrosión
- las juntas y las superficies de sellado están en buen estado
- los prensaestopas están ajustados; de lo contrario, límpielos o sustitúyalos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

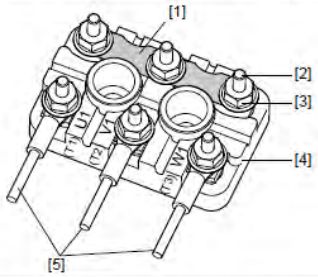
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.11 *Conexión del motor mediante tablero de bornas*

5.11.1 Según esquema de conexiones R13

Disposición de los enlaces entre bornas en caso de conexión en ⅄



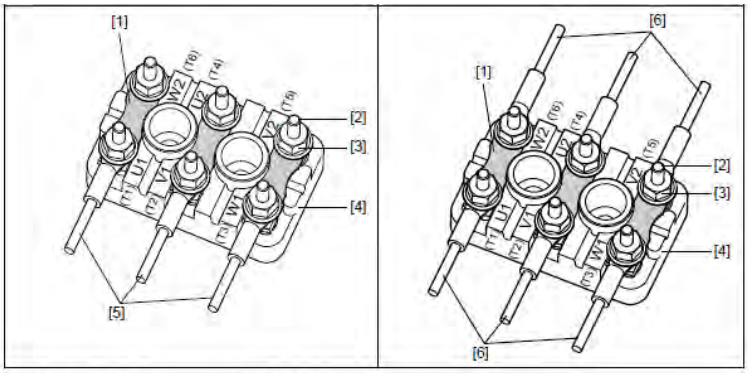
Disposición de los enlaces entre bornas en caso de conexión en △

Tamaño del motor DR.71 – DR.280: **Tamaño del motor DR.250 – 315:**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



[1] Enlace entre bornas
[2] Perno de conexión
[3] Tuerca de brida
[4] Placa de bornas
[5] Conexión de cliente
[6] Conexión de cliente con cable de conexión dividido

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

10 Apéndice

10.1 Esquemas de conexiones

NOTA

La conexión del motor se llevará a cabo según el esquema de conexiones o el esquema de asignación adjunto al motor. El siguiente capítulo contiene únicamente una selección de las variantes de conexión habituales. SEW-EURODRIVE le proporcionará de forma gratuita los planos de conexiones válidos.

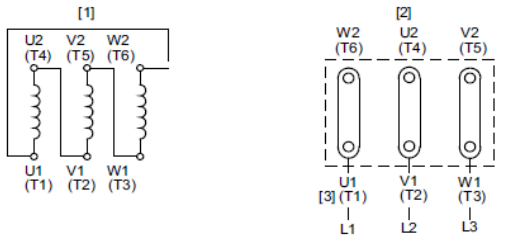
10.1.1 Conexión en triángulo y en estrella con esquema de conexiones R13

Motor de CA

Para todos los motores con una velocidad, conexión directa o arranque en 人/△.

Conexión en △

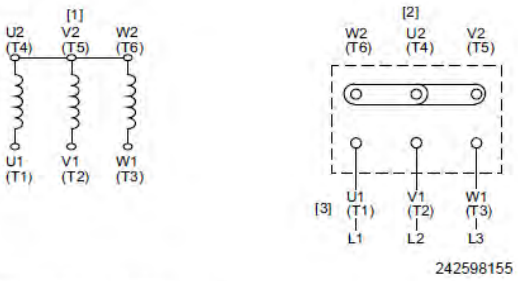
La siguiente imagen muestra la conexión en △ para baja tensión.



[1] Devanado del motor
[2] Cuadro de bornas del motor
[3] Cables de alimentación

Conexión en 人

La siguiente imagen muestra la conexión en 人 para alta tensión.



[1] Devanado del motor
[2] Cuadro de bornas del motor
[3] Cables de alimentación

Para invertir el sentido de giro: Intercambio de 2 cables de alimentación, L1-L2.

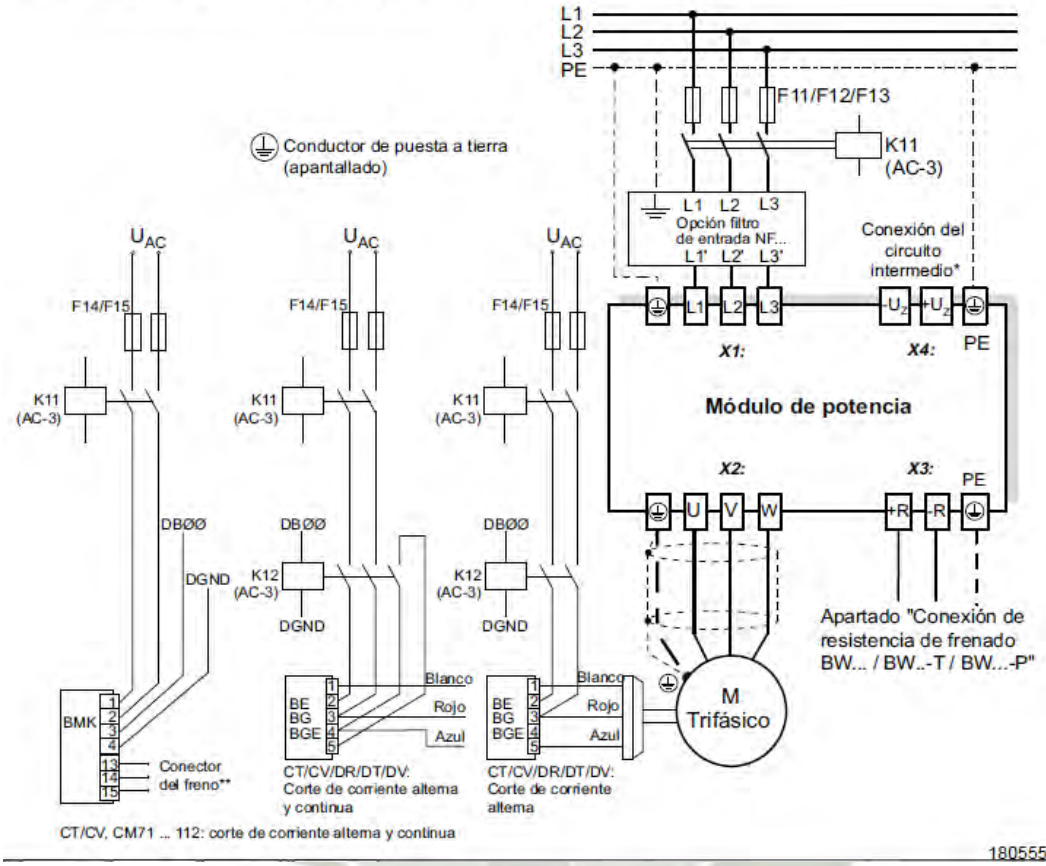
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7 *Esquema de conexiones de la unidad básica*

4.7.1 Etapa de potencia y freno (tamaños 1 – 6)



1805559691

* En los tamaños 1, 2 y 2S no se dispone de una conexión de puesta a tierra junto con las bornas de conexión a la red y al motor (X1, X2). En este caso emplee la borna de puesta a tierra junto con la conexión del circuito intermedio (X4).

** **Respete** sin excepción la **secuencia de conexión del conector de freno**. Una conexión errónea puede provocar la destrucción del freno. **Respete** para la conexión del freno a través de caja de bornas las **instrucciones de funcionamiento de los motores.**

	INDICACIONES
	• Conecte el rectificador del freno a través de un cable de alimentación de red separado. • ¡No está permitida la alimentación a través de la tensión del motor!

Utilice siempre la desconexión de corriente continua y de corriente alterna del freno en

- todas las aplicaciones de mecanismo de elevación,
- accionamientos que requieran un tiempo rápido de respuesta de frenado y
- en los modos de funcionamiento CFC y SERVO.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3 Estructura del equipo

3.1 Designación de modelo, placa de características y contenido de suministro

3.1.1 Ejemplo: Designación de modelo

MDX60 B 0011 - 5 A 3 - 4 00

Versión	00 = Estándar 0T = Tecnológica XX = Modelo especial XX/L = Circuitos impresos pintados
Cuadrantes	4 = 4Q (con freno chopper) 2 = 2Q
Tipo de conexión	3 = Trifásica
Supresión de interferencias en la parte de red	B = Grado de supresión de interferencias C1 A = Grado de supresión de interferencias C2 0 = Sin supresión de interferencias
Tensión de conexión	5 = 380 ... 500 V 2 = 200 ... 230 V
Potencia de motor recomendada	0011 = 1,1 kW
Versión B	
Serie	60 = tarjetas opcionales no instalables 61 = tarjetas opcionales instalables

3.1.2 Ejemplo: Placa de características completa tamaño 0

La **placa de características completa** del MDX60B/61B.. tamaño 0 está situada en el lateral de la unidad.



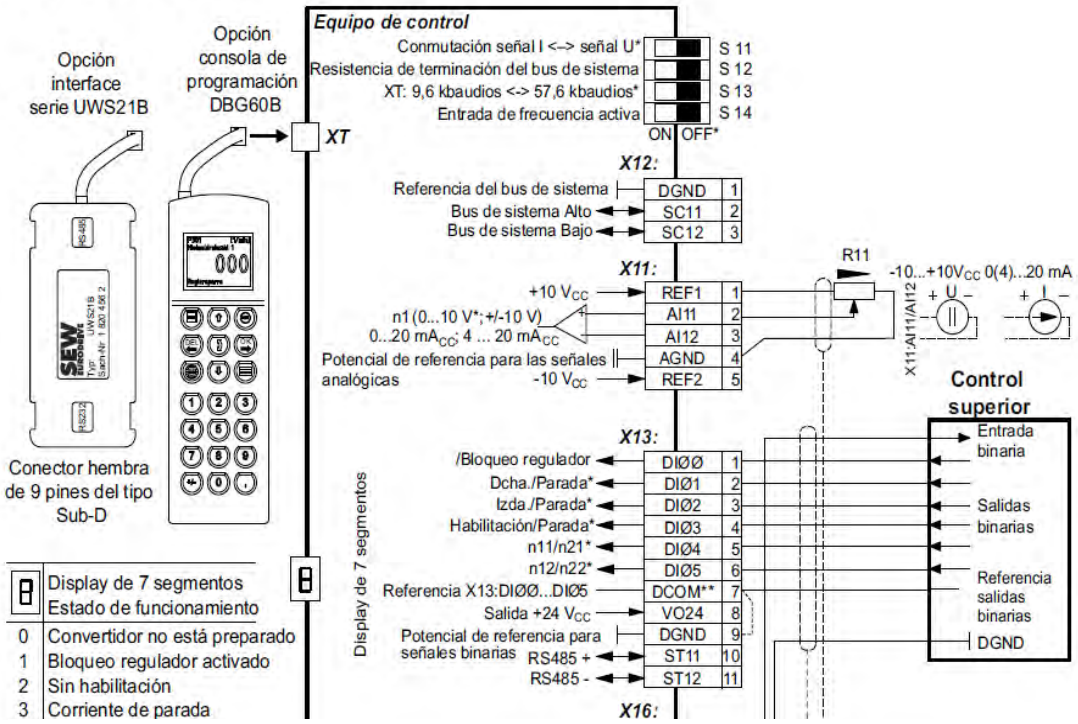
1799724171

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.7.5 Bornas de señal

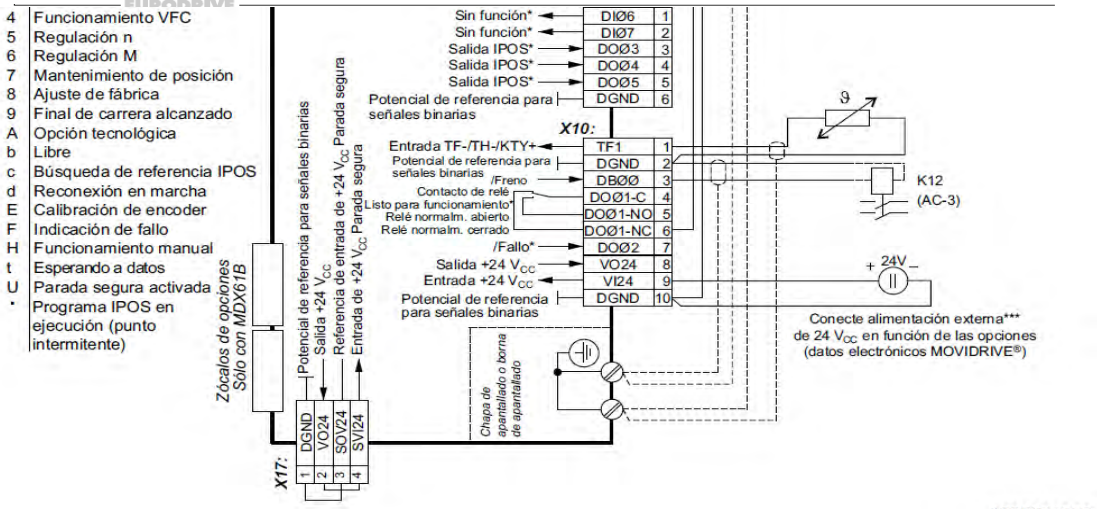


	Display de 7 segmentos Estado de funcionamiento
0	Convertidor no está preparado
1	Bloqueo regulador activado
2	Sin habilitación
3	Corriente de parada

* Ajuste de fábrica

** Si se conectan las entradas binarias con la alimentación de tensión de 24 V_{CC} X13:8 "VO24", conecte en el MOVIDRIVE® un puente entre X13:7 (DCOM) y X13:9 (DGND).
DGND (X10, X12, X13, X16, X17) está conectada de fábrica con PE (orificio roscado véase el capítulo "Estructura de la unidad"). Retirando el tornillo de toma a tierra M4 x 14 puede crear el aislamiento eléctrico.

*** Alimentación de tensión a través de X:10 solo en los tamaños 0-6. En el tamaño 7, la tensión de apoyo de 24 V se conecta a través del bloque de alimentación CC.



1805566603

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.7.6 Descripción de función de las bornas de la unidad básica (etapa de potencia y cabeza de control)

Borna		Función	
X1:1/2/3 X2:4/5/6 X3:8/9 X4:	L1/L2/L3 (PE) U/V/W (PE) +R/-R (PE) +U_Z/-U_Z (PE)	Conexión a la red Conexión del motor Conexión de la resistencia de frenado Conexión del circuito intermedio	
9,10,11,12	L1/L2/L3/PE	Conexión de la fuente de alimentación de conmutación (solo para tamaño 7)	
S11: S12: S13: S14:		Conmutación señal I_{CC} (0(4)...20 mA) ↔ señal U_{CC} (-10 V...0...10 V, 0...10 V), ajuste de fábrica señal U. Conectar/desconectar resistencia de terminación para el bus del sistema, ajuste de fábrica: desconectado Ajustar la velocidad en baudios para la interface RS485 XT. Seleccionable, 9,6 ó 57,6 kbaudios, ajuste de fábrica a 57,6 kbaudios. Conectar/desconectar entrada de frecuencia, ajuste de fábrica: desconectado	
X12:1 X12:2 X12:3	DGND SC11 SC12	Potencial de referencia del bus del sistema Bus de sistema Alto Bus de sistema Bajo	
X11:1 X11:2/3 X11:4 X11:5	REF1 AI11/12 AGND REF2	+10 V_{CC} (máx. 3 mA_{CC}) para el potenciómetro de consigna Entrada del valor de consigna n1 (entrada diferencial o entrada con potencial de referencia AGND), forma de señal → P11_ / S11 Potencial de referencia para señales analógicas (REF1, REF2, AI.., AO..) –10 V_{CC} (máx. 3 mA_{CC}) para el potenciómetro de consigna	
X13:1 X13:2 X13:3 X13:4 X13:5 X13:6	DIØØ DIØ1 DIØ2 DIØ3 DIØ4 DIØ5	Entrada binaria 1, asignación fija "/Bloqueo regulador" Entrada binaria 2, ajuste de fábrica "Derecha/Parada" Entrada binaria 3, ajuste de fábrica "Izquierda/Parada" Entrada binaria 4, ajuste de fábrica "Habilitación/Parada" Entrada binaria 5, ajuste de fábrica "n11/n21" Entrada binaria 6, ajuste de fábrica "n12/n22"	• Las entradas binarias están aisladas mediante optoacopladores. • Posibilidad de programación para las entradas binarias 2 a 6 (DIØ1...DIØ5) → menú de parámetros P60_
X13:7	DCOM	Referencia para entradas binarias X13:1 a X13:6 (DIØØ...DIØ5) y X16:1/X16:2 (DIØ6...DIØ7) • Conmutación de entradas binarias con +24 V_{CC} de tensión externa: Necesaria unión X13:7 (DCOM) con el potencial de referencia de la tensión externa. – sin puente X13:7-X13:9 (DCOM-DGND) → entradas binarias aisladas – con puente X13:7-X13:9 (DCOM-DGND) → entradas binarias no aisladas • Conexión de las entradas binarias con +24 V CC de X13:8 o X10:8 (VO24) → necesario puente X13:7-X13:9 (DCOM-DGND).	
X13:8 X13:9 X13:10 X13:11	VO24 DGND ST11 ST12	Salida de tensión auxiliar de +24 V_{CC} (carga máx. X13:8 y X10:8 = 400 mA) para el interruptor de mando externo Potencial de referencia para señales binarias RS485+ (velocidad en baudios ajustada de forma fija a 9,6 kbaudios) RS485 -	
X16:1 X16:2 X16:3 X16:4 X16:5 X16:6	DIØ6 DIØ7 DOØ3 DOØ4 DOØ5 DGND	Entrada binaria 7, ajuste de fábrica "Sin función" Entrada binaria 8, ajuste de fábrica "Sin función" Salida binaria 3, ajuste de fábrica "Salida IPOS" Salida binaria 4, ajuste de fábrica "Salida IPOS" Salida binaria 5, ajuste de fábrica "Salida IPOS" **¡No ponga tensión externa en las salidas binarias X16:3 (DOØ3) a X16:5 (DOØ5)!** Potencial de referencia para señales binarias	• Las entradas binarias están aisladas mediante optoacopladores. • Posibilidad de selección para las entrada binarias 7 y 8 (DIØ6/DIØ7) → menú de parámetros P60_ • Posibilidad de selección para las salidas binarias 3 a 5 (DIØ3...DIØ5) → menú de parámetros P62_

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Borna		Función
X10:1	TF1	Conexión KTY+/TF/TH (unir a través de TF/TH con X10:2), ajuste de fábrica "Sin reacción" (→ P835)
X10:2	DGND	Potencial de referencia para señales binarias / salida binaria KTY–
X10:3	DBØØ	Salida binaria DBØØ, asignación fija "/Freno", capacidad de carga máx. 150 mA_{CC} (resistente a cortocircuito, resistente a tensión externa hasta 30 V_{CC})
X10:4	DOØ1-C	Contacto común salida binaria 1, ajuste de fábrica "Listo para funcionamiento"
X10:5	DOØ1-NO	Contacto normalmente abierto salida binaria 1, capacidad de carga de los contactos de relé máx. 30 V_{CC} y 0,8 A_{CC}
X10:6	DOØ1-NC	Contacto normalmente cerrado salida binaria 1
X10:7	DOØ2	Salida binaria DOØ2, ajuste de fábrica "/Fallo", capacidad de carga máx. 50 mA_{CC} (resistente al cortocircuito, resistente a tensión externa hasta 30 V_{CC}) Posibilidad de programación para las salidas binarias 1 y 2 (DOØ1 y DOØ2) → menú de parámetros P62_. ¡No ponga tensión externa en las salidas binarias X10:3 (DBØØ) y X10:7 (DOØ2)!
X10:8	VO24	Salida de tensión auxiliar de +24 V_{CC} (carga máx. X13:8 y X10:8 = 400 mA) para el interruptor de mando externo
X10:9	VI24	Entrada de tensión de alimentación de +24 V_{CC} (tensión de apoyo en función de las opciones, diagnóstico de aparato desconectado de red)
X10:10	DGND	Potencial de referencia para señales binarias **Nota en torno a X:10.9: Aplicar tensión de apoyo externa +24 V CC solo en los tamaños 0-6. En el tamaño 7, el bloque de alimentación debe alimentarse con tensión de la red. En relación a este punto, tenga en cuenta el capítulo "Etapa de potencia y bloque de alimentación CC (tamaño 7)" (→ pág. 58).**
X17:1	DGND	Potencial de referencia para X17:2
X17:2	VO24	Salida de tensión auxiliar +24 V_{CC}, **sólo para la alimentación de X17:4 del mismo aparato**
X17:3	SOV24	Potencial de referencia para la entrada de +24 V_{CC} "Parada segura" (contacto de seguridad)
X17:4	SVI24	Entrada de +24 V_{CC} "Parada segura" (contacto de seguridad)
XT		Sólo interface de servicio. Zócalo de opción: DBG60B / UWS21B / USB11A

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7 Planificación de proyecto y puesta en marcha (Modbus/TCP)

En este capítulo encontrará información sobre la configuración del maestro Modbus/TCP y sobre la puesta en marcha del variador vectorial para el funcionamiento con bus de campo. Requisito para ello son la conexión correcta y el ajuste debido de los parámetros de dirección IP de la DFE33B conforme al capítulo "Indicaciones para la instalación y el montaje".

7.1 Archivo de descripción de la unidad para Modbus/TCP

	NOTA
	Para Modbus/TCP no están especificados archivos de descripción de la unidad.

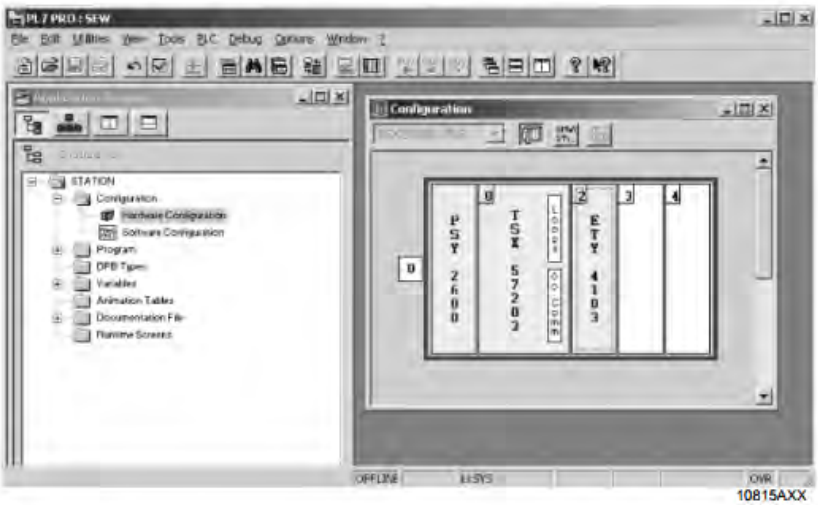
7.2 Planificación del maestro (escáner Modbus)

El primer ejemplo está relacionado con la planificación y la programación de un control Schneider Electric TSX Premium P57203 con el software de programación PL7 PRO. Un ETY4103 funciona como módulo Ethernet. Las indicaciones y las figuras se refieren a la versión inglesa de PL7 PRO.

	NOTA
	• Introduzca en PL7 PRO los valores numéricos mediante el bloque numérico del teclado. • Utilice módulos maestro del bus Ethernet de la empresa Schneider Electric que sean compatibles con I/O Scanning. No puede accederse a la conexión Modbus/TCP de los accionamientos SEW a través de "Peer Cop". Los maestros de bus Ethernet compatibles únicamente con "Peer Cop" pueden no obstante acceder a los accionamientos a través de comandos Read y Write del programa del PLC.

Configuración del hardware (estructura de control)

- Inicie PL7 PRO e introduzca el tipo de control.
- Introduzca en Application Browser dentro de `STATION / Configuration / Hardware Configuration` la estructura hardware del control.



10815AXX

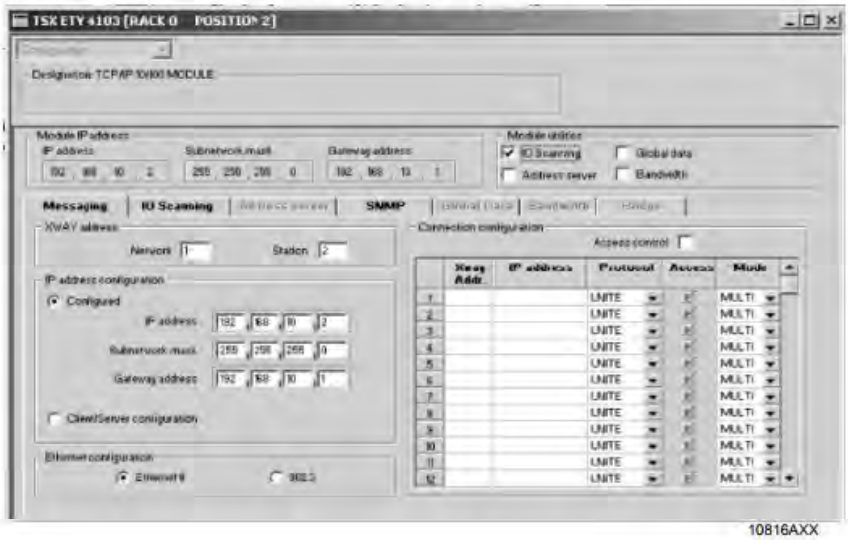
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ajustes para el módulo Ethernet

- Haciendo doble clic en el módulo Ethernet, abre la ventana para la planificación.
- Dentro del grupo "XWAY address", introduzca en el campo de entrada "Network" un "1" en el caso en que tenga un cuadro de equipo no ampliable.
- Dentro del grupo "XWAY address", introduzca en el campo de entrada Station el número del zócalo en el que está conectado el módulo Ethernet (aquí: 2). la dirección XWAY es por tanto 1.2.
- Marque la opción "Configured" dentro del grupo "IP-address configuration". Introduzca la dirección IP y los parámetros de la red en los campos de entrada "IP address", "Subnetwork mask" y "Gateway address". En el caso de que el control adquiera los parámetros de la dirección a través de DHCP, marque la opción "Client/Server configuration" dentro del grupo "IP address configuration".
- Marque la opción "Ethernet II" dentro del grupo "Ethernet configuration".
- Marque la opción "IO Scanning" dentro del grupo "Module utilities"



10816AXX

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

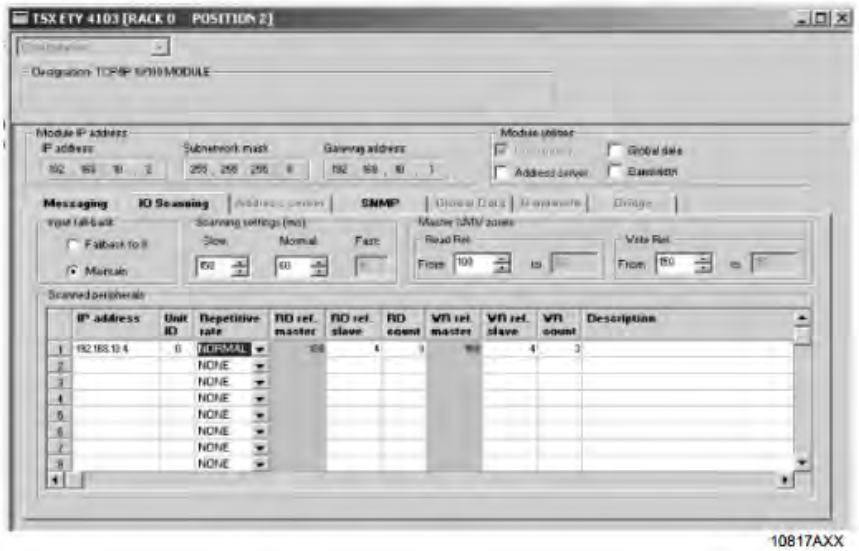
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7.2.1 Configuración de la DFE33B como opción en MOVIDRIVE® MDX61B

Direccionamiento del accionamiento mediante IO Scanning

- Seleccione la ficha "IO Scanning". Indique aquí las unidades del Modbus con las que se vaya a realizar un intercambio de datos cíclicos.
- En el grupo "Master %MW zones", indique las áreas de memoria del control sobre las que se realizará el intercambio cíclico de datos con las unidades del Modbus. Utilizará más tarde dichas direcciones de memoria en su programa para el PLC.
- Introduzca lo siguiente en del grupo "Scanned peripherals":
  - La dirección IP del accionamiento SEW en el campo de entrada "IP address".
  - El valor "0" en el campo de entrada "Unit ID".
  - El tiempo de ciclo para el acceso a la unidad en el menú desplegable "Repetitive rate".
  - El valor "4" en los campos de entrada "RD ref.slave" y "WR ref. slave", ya que los datos de proceso cíclicos se encuentran a partir del offset 4.
  - El número de palabras a intercambiar en el campo de entrada "RD count" y "WR count". Los valores han de ser idénticos. Para la opción DFE33B puede ajustarlo entre 1 y 10 palabras.



10817AXX

- Haga clic en el botón "Confirmar" para confirmar la configuración del cuadro de equipo así como la configuración global.
- Una vez transmitido e iniciado el programa, el color del LED "NETWORK/STATUS" de la DFE33B cambia a verde (véase el capítulo "LED de estado de la opción DFE33B").

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7.2.2 Configuración de la DFE33B como opción en MOVITRAC® B o en la carcasa de pasarela UOH11B

Direccionamiento del accionamiento mediante IO Scanning

- Seleccione la ficha "IO Scanning". Indique aquí las unidades del Modbus con las que se vaya a realizar un intercambio de datos cíclicos.
- En el grupo "Master %MW zones", indique las áreas de memoria del control sobre las que se realizará el intercambio cíclico de datos con las unidades del Modbus. Utilizará más tarde dichas direcciones de memoria en su programa para el PLC.
- Introduzca lo siguiente en del grupo "Scanned peripherals":
  - La dirección IP del accionamiento SEW en el campo de entrada "IP address".
  - El valor "0" en el campo de entrada "Unit ID".
  - El tiempo de ciclo para el acceso a la unidad en el menú desplegable "Repetitive rate".
  - El valor "4" en los campos de entrada "RD ref.slave" y "WR ref. slave", ya que los datos de proceso cíclicos se encuentran a partir del offset 4.
  - El número de palabras a intercambiar en el campo de entrada "RD count" y "WR count". Los valores han de ser idénticos. Para la opción DFE33B puede ajustarlo en el funcionamiento como pasarela entre 3 y 24 palabras (en pasos de 3).



10817AXX

- Haga clic en el botón "Confirm√" para confirmar la configuración del cuadro de equipo así como la configuración global.
- Una vez transmitido e iniciado el programa, el color del LED "NETWORK/STATUS" de la DFE33B cambia a verde (véase el capítulo "LED de estado de la opción DFE33B").

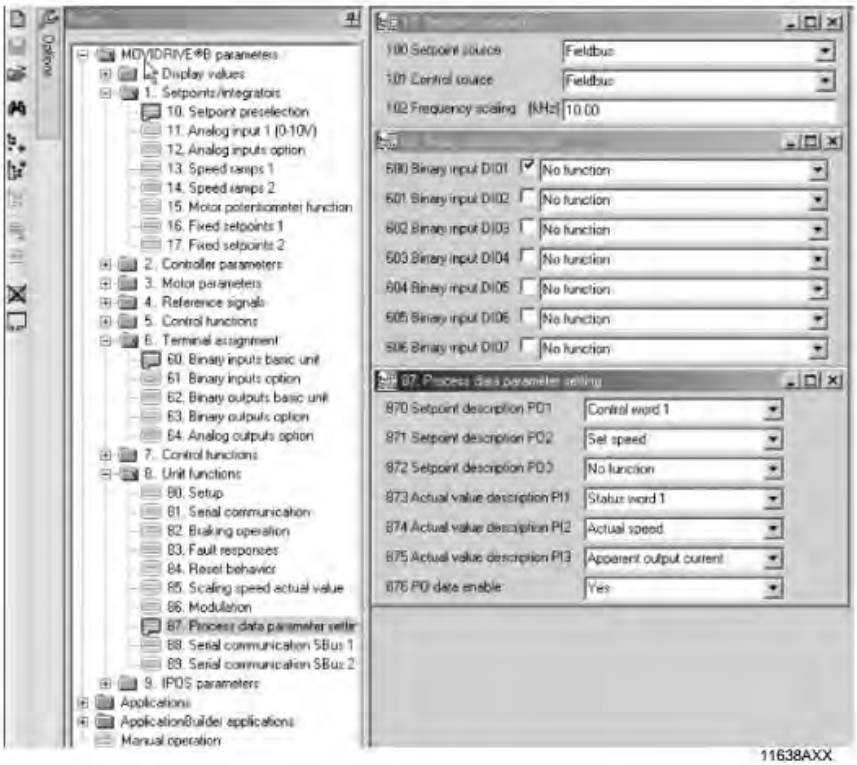
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7.3 *Ajuste del variador vectorial MOVIDRIVE® MDX61B*

Para el funcionamiento sencillo con bus de campo, son necesarios los siguientes ajustes.



11638AXX

Para controlar el variador vectorial MOVIDRIVE® B mediante Modbus/TCP, éste deberá conmutarse previamente a fuente de control (P101) y fuente de valor de consigna (P100) = BUS DE CAMPO. Con el ajuste a BUS DE CAMPO, los parámetros del variador vectorial se ajustan a la aceptación del valor de consigna de Modbus/TCP. A continuación, el variador vectorial MOVIDRIVE® B reacciona a los datos de salida de proceso enviados por la unidad de automatización superior.

Es posible ajustar los parámetros del variador vectorial MOVIDRIVE® B inmediatamente después de la instalación de la tarjeta opcional de Modbus/TCP a través de Modbus/TCP, sin necesidad de efectuar ajustes adicionales. De este modo, por ejemplo, todos los parámetros pueden ser ajustados por la unidad de automatización superior tras la conexión.

El control superior señalizará la activación de la fuente de control y de consigna BUS DE CAMPO con el bit "Modo de bus de campo activo" en la palabra de estado.

Por motivos de seguridad, el variador vectorial MOVIDRIVE® B con control a través del bus de campo se debe habilitar también en el lado de las bornas. Por lo tanto, las bornas deben conectarse y programarse de tal modo que el variador sea habilitado mediante las bornas de entrada. La variante más sencilla para habilitar el variador en el lado de las bornas es p. ej. conectar la borna de entrada DIØØ (función /BLOQUEO REGULADOR) con señal de +24 V y programar las bornas de entrada DIØ1 ... DIØ7 a SIN FUNCIÓN.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

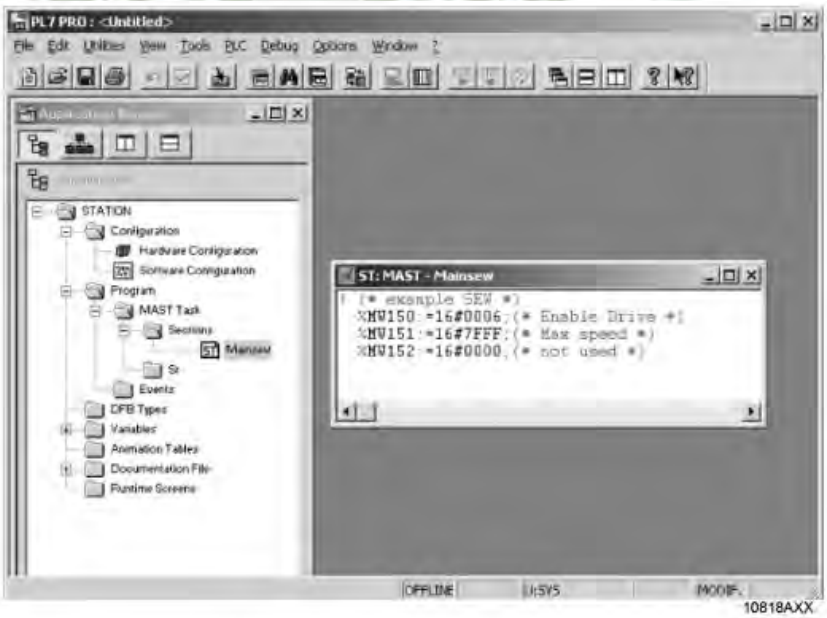
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7.5 *Ejemplos de planificación en PL7 PRO*

7.5.1 MOVIDRIVE® B con intercambio de datos de 3 PD

1. Ajuste la dirección IP de la DFE33B (véase capítulo "Ajuste de los parámetros IP").
2. Incorpore MOVIDRIVE® B con la opción DFE33B en la configuración para el IO-Scanning según los capítulos 7.2 y 7.2.1.
3. Configure los parámetros de comunicación del MOVIDRIVE® B conforme al capítulo 7.3.
4. Ahora puede efectuarse la integración en el proyecto PLC.
5. Introduzca una nueva sección en PL7 PRO, en el Application Browser dentro de Station / Program / Mast Task / Sections.
6. Los valores de consigna para el accionamiento comienzan a partir de MW150 (véase siguiente imagen). En la configuración de fábrica, la primera palabra contiene la palabra de control, la segunda palabra contiene la velocidad y la tercera palabra se encuentra vacía. Puede extraer la codificación de los valores de consigna y de los valores reales a partir del perfil de la unidad del bus de campo y del directorio de parámetros.



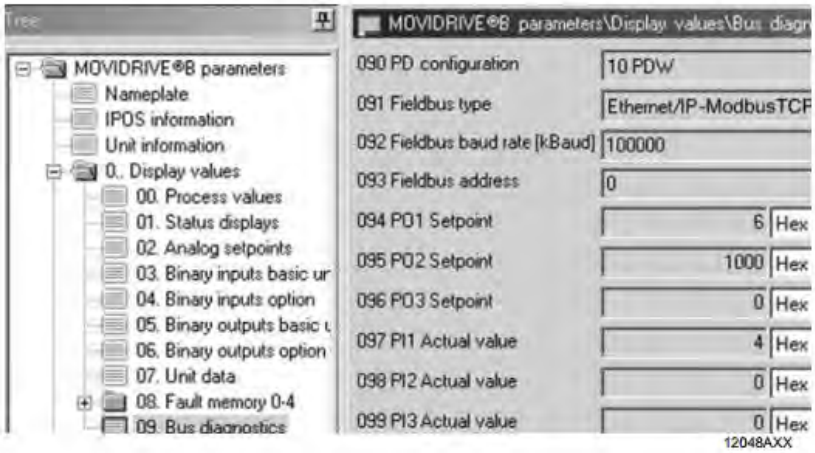
10818AXX

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7. Los datos de proceso deberían coincidir con los valores visualizados en el árbol de parámetros de MOVITOOLS® MotionStudio (véase siguiente imagen).



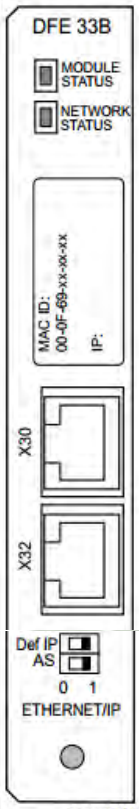
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

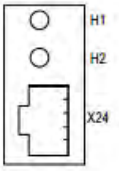
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4 Conexión y descripción de bornas de la opción DFE33B

Referencia Opción interface de bus de campo EtherNet/IP y Modbus TCP tipo DFE33B: 1821 346 4

Vista frontal DFE33B	Descripción	Interruptor DIP	Función
	**LED MODULE STATUS** (rojo/verde) **LED NETWORK STATUS** (rojo/verde) **Dirección MAC** **Campo de entrada de IP** **X30: Conexión Ethernet** **LED Link (verde)** **LED Activity (amarillo)** **X32: Conexión Ethernet** **LED Link (verde)** **LED Activity (amarillo)**		Muestra el estado actual de la DFE33B. Muestra el estado de la conexión EtherNet/IP o Modbus TCP de control. Dirección MAC, p. ej. para la configuración del servidor DHCP En este campo puede introducir la dirección IP asignada.
	Interruptor DIP	**DEF IP** **AS**	Restaura los parámetros de dirección a los valores preestablecidos y desactiva DHCP • Dirección IP: 192.168.10.4 • Máscara de subred: 255.255.255.0 • Pasarela: 1.0.0.0 Autoajuste para el servicio de pasarela

Vista frontal en MOVITRAC® B y UOH11B	Descripción	Función
	**LED H1 (rojo)** **LED H2 (verde)** **Terminal X X24**	Fallo del bus de sistema (sólo para el funcionamiento como pasarela) Reservado Interface RS485 para el diagnóstico mediante PC y MOVITOOLS®-MotionStudio (compatible sólo con MOVITRAC® B)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO VIII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Controlador Lógico Programable Twido

Product data sheet
Characteristics

TWDLCAA24DRF
CPU extendible Twido - alimentac 100-240 V CA - 14 E 24 V CC - 10 S y relé



Principal

Rango de producto	Twido
Tipo de producto o componente	Controlador de base compacta
Número de E/S digitales	24
Número de entrada digital	14
Tensión de entrada digital	24 V
Tipo de voltaje entrada discreto	CC
Número de salida digital	10 relé
Nº mód. expansión de E/S	4
Tensión de alimentación	100...240 V AC
Uso de la ranura	Cartucho mem o cartucho de reloj tiempo real
Datos copiados	RAM interna litio 30 días 10 hrs 10 yr
Tipo de conexión integrada	Adaptador interfaz enlace serie RS232C/RS485 Alimentación Enlace serie sin aislar mini DIN modo Modbus/de carácter maestro/esclavo RTU/ASCII RS485 dúplex med. 38.4 kbit/s
Función complementaria	PID Procesamiento de evento

Complementario

Lógica de entrada digital	Recep. o fuent.
Límites de tensión de entrada	20.4...28.8 V
Corriente de entrada digital	7 mA I0.2 a I0.13 11 mA I0.0 a I0.1
Impedancia de entrada	2100 Ohm I0.0 a I0.1 3400 Ohm I0.2 a I0.13
Tiempo de filtro	35 µs + tiempo de filtro programado para I0.0 a I0.5 en estado 1 40 µs + tiempo de filtro programado para I0.6 a I0.8 en estado 1 45 µs + tiempo de filtro programado para I0.0 a I0.5 en estado 0 150 µs + tiempo de filtro programado para I0.6 a I0.8 en estado 0
Aislamiento entre canal y lógica interna	1500 Vrms para 1 minuto
Resistencia de aislamiento entre canal	Ninguno
Carga mínima	0,1 mA
Resistencia de los contactos	≤ 30000 µOhm
Corriente de carga	2 A 240 V AC resistivo 30 cyc/mn salidas relé 2 A 30 V CC resistivo 30 cyc/mn salidas relé 2 A 240 V AC inductivo 30 cyc/mn salidas relé 2 A 30 V CC inductivo 30 cyc/mn salidas relé
Endurancia mecánica	≥ 20000000 cycles salidas relé
Endurancia eléctrica	≥ 100000 cycles salidas relé
Consumo de corriente	5 mA 5 V CC en estado 0 36 mA 5 V CC en estado 1 55 mA 24 V CC en estado 1
Conexión de E/S	Bornero de tornillo no extraíble
Número de entrada/salida	≤ 120 bornero de resorte con módulo de expansión de E/S ≤ 152 conector HE-10 con módulo de expansión de E/S ≤ 88 bornero de tornillo extraíble con módulo de expansión de E/S

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Frecuencia asignada de empleo	50/60 Hz
Límites tensión alimentación	85...264 V
Límites de Frecuencia asignada de empleo	47...63 Hz
Corriente de salida fuente de alimentación	0,25 A dectector 24 V CC
Corriente de entrada de alimentación	450 mA
Corriente de entrada	≤ 40 A
Tipo de protección	Protección de alimentac. fusible interno
Consumo	33 VA 100 V 40 VA 264 V
Resistencia de aislamiento	> 10 MOhm a 500 V, entre suministro y terminales a tierra > 10 MOhm a 500 V, entre E/S y terminales a tierra
Memoria de programa	3000 instrucciones
Hora exacta para 1 Kinstruction	1 ms
Línea aérea del sistema	0,5 ms
Descripción de memoria	RAM interna 256 bitios internos, no flotantes, no trigonométricos RAM interna 3000 palabras internas, no flotantes, no trigonométrico RAM interna 128 temporizadores, no flotantes, no trigonométrico RAM interna 128 contadores, no flotantes, no trigonométrico RAM interna palabras dobles, no flotantes, no trigonométrico
Ranuras libres	1
Reloj en tiempo real	Sin
Número de entrada de contaje	1 20000 Hz 32 bits 3 5000 Hz 16 bits
Puntos de ajuste analógicos	1 punto ajustable de 0 a 1.023 1 punto ajustable de 0 a 511
DESC	CE
LED de estado	1 LED verde PWR 1 LED verde RUN 1 LED rojo error de módulo (ERR) 1 LED luz piloto usuario (STAT) 1 LED por canal verde estado E/S
Peso del producto	0,305 kg

Entorno

Inmunidad a microcortes	10 ms
Resistencia dieléctrica	1500 V para 1 minuto, entre suministro y terminales a tierra 1500 V para 1 minuto, entre E/S y terminales a tierra
Certificados de producto	CSA UL
Temperatura ambiente de funcionamiento	0...55 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-25...70 °C
Humedad relativa	30...95 % sin condensación
Grado protección IP	IP20
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Altitud de almacenamiento	0...3000 m
Resistencia a las vibraciones	0.075 mm 10...57 Hz perfil DIN simétrico de 35 mm 1.6 mm 2...25 Hz placa o panel con juego de fijación 1 gn 57...150 Hz perfil DIN simétrico de 35 mm 4 gn 25...100 Hz placa o panel con juego de fijación
Resistencia a los choques	15 gn 11 ms
RoHS EUR conformidad de fecha	0630
RoHS EUR status	Adecuado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

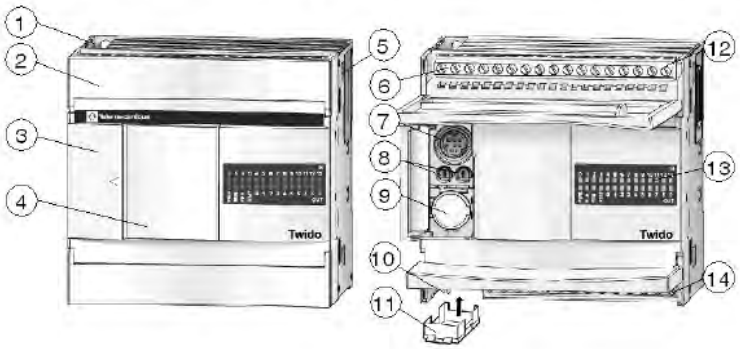
Descripción de los componentes de una base compacta

Introducción

En la siguiente sección se describen los componentes de una base compacta. Su base puede ser distinta de la que aparece en las ilustraciones, pero las partes siempre serán las mismas.

Descripción de los componentes de una base compacta

La siguiente figura muestra los componentes de una base compacta. Esta figura corresponde al módulo TWDLCAA24DRF



Leyenda

Etiqueta	Descripción
1	Orificio de montaje
2	Cubierta de terminal
3	Tapa con bisagra
4	Cubierta extraíble del conector de monitor de operación
5	Conector de ampliación (en ambos autómatas base de las series 24DRF y 40DRF)
6	Terminales de potencia del sensor
7	Puerto serie 1
8	Potenciómetros analógicos (TWDLCAA10DRF y TWDLCAA16DRF disponen de uno)
9	Conector de puerto serie 2 (TWDLCAA10DRF no dispone de ninguno)

Etiqueta	Descripción
10	Terminales de fuente de alimentación de 100 a 240 V CA en la serie TWDLCA•••DRF Terminales de fuente de alimentación de 24 V CC en la serie TWDLCD•••DRF
11	Conector de cartuchos (ubicado en la parte inferior de la base)
12	Terminales de entradas
13	Indicadores luminosos
14	Terminales de salidas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

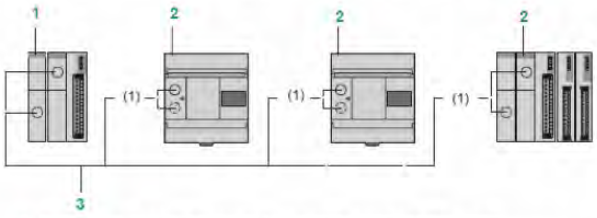
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.4 Descripción general de las comunicaciones:

Los controladores Twido disponen de un puerto serie, o de un segundo puerto opcional, que se utiliza para servicios en tiempo real o de administración de sistemas. Los servicios en tiempo real proporcionan funciones de distribución de datos para intercambiar datos con dispositivos de E/S, así como funciones de administración para comunicarse con dispositivos externos. Los servicios de administración de sistemas controlan y configuran el controlador por medio de TwidoSoft. Cada puerto serie se utiliza para cualquiera de estos servicios, pero sólo el puerto serie 1 es válido para comunicarse con TwidoSoft.

Para poder utilizar estos servicios, existen tres protocolos implícitos disponibles en cada controlador:

- **Remote Link (Conexión remota):** permite realizar una comunicación entre autómatas Twido vía RS-485, utilizado para ver **E/S a distancia** (sin programa en las CPUs deportadas) o para red de Twidos con programa, con una longitud máxima de **200 m** y hasta **8 equipos** en una red (**maestro + 7 esclavos**).



1 Controlador de base compacta o modular denominado "maestro".
2 Bases compacta o modular Twido utilizadas en ampliación de E/S o "réflex" local.
3 Cable RS 485, 3 hilos, a partir del puerto de enlace serie integrado o del 2.º puerto de enlace serie opcional.

Esquema ejemplo de Conexión Remota

- **ASCII:** permite comunicar el autómata, vía **RS-485 y RS-232**, con un gran número de dispositivos: **impresoras** (para la impresión periódica de raports de producción), lectores de códigos de barras y módems.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Modbus:** comunicación Modbus Maestro/Esclavo por ambos puertos (RS485 o 232), permite conectar Twido a un gran número de equipos industriales, basado en mensajería aperiódica entre equipos.

Nota: El controlador compacto TWDLCAE40DRF proporciona un puerto de comunicación RJ45 Ethernet integrado. Las comunicaciones **Ethernet** implementan el protocolo **TCP/IP Modbus**.

Además, se pueden implementar más comunicaciones agregando módulos de comunicación, existen varios tipos en función del protocolo que se desee:

- Modulo de comunicación Maestro **ASI**.
- Modulo de comunicación Maestro **CANOpen**.
- Modulo de comunicación Maestro/Esclavo **Modbus**.



Maestro CANopen | Maestro AS-Interface | Enlace serie asíncrono integrado o opcional

1.4.1 Bus de comunicación Modbus:

El enlace serie Modbus permite responder a las arquitecturas maestro/esclavo (no obstante, es necesario comprobar que los servicios Modbus útiles para la aplicación se implanten en los equipos implicados).

El bus está constituido por una estación maestro y por estaciones esclavo. Sólo la estación maestro puede iniciar el intercambio (la comunicación directa entre estaciones esclavo no es posible). Existen dos mecanismos de intercambio:

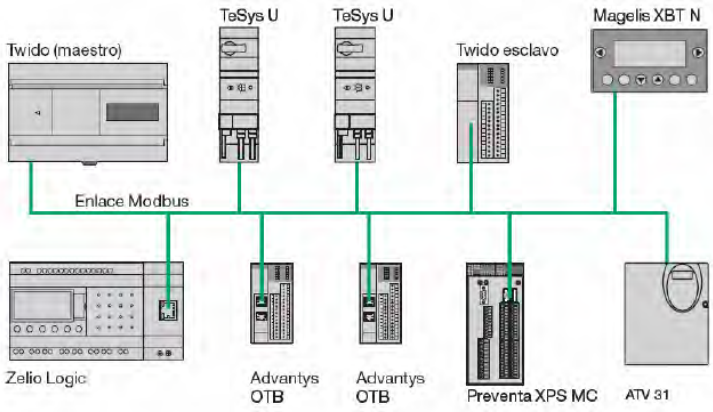
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Pregunta/respuesta, las peticiones del maestro se dirigen a un esclavo determinado. El esclavo interrogado espera de vuelta la respuesta.

- Difusión, el maestro difunde un mensaje a todas las estaciones esclavo del bus. Éstas últimas ejecutan la orden sin emitir respuesta.



Esquema ejemplo de comunicación MODBUS

- **Modo maestro de Modbus**: el modo maestro de Modbus permite que el controlador pueda iniciar una transmisión de solicitudes Modbus, esperando una respuesta desde un esclavo Modbus.

- **Modo esclavo Modbus:** el modo esclavo Modbus permite que el controlador pueda responder a las solicitudes de Modbus desde un maestro Modbus. Se trata del modo de comunicación predeterminado si no existe ninguna comunicación configurada.

La comunicación Modbus Maestro/Esclavo se puede realizar por ambos puertos (RS485 o 232).

Este protocolo permite conectar Twido a un gran número de equipos industriales, como variadores de velocidad, arrancadores de motor, sensores...etc.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.4.2 Bus de comunicación ASI-interface:

El bus AS-I (la abreviatura del término inglés Actuator-Sensor-Interface) es un bus de campo (nivel 0) que se emplea para realizar interconexiones de sensores/ accionadores. Permite ejecutar información de tipo «binario» o analógico entre un equipo «maestro» de bus y equipos «esclavo». El bus AS-Interface está formado por tres elementos básicos principales:

- Una fuente de alimentación específica que suministra una tensión de 30 VDC.
- Un maestro de bus
- Uno o varios equipos esclavos (sensores, accionadores y otros).



Esquema ejemplo de comunicación ASI

El módulo maestro **TWD NOI 10M3** gestiona con el perfil AS-I M3:

- Equipos esclavo **"Todo o Nada"** (**62 equipos máx**. organizados en 2 bancos A y B de 31direcciones cada uno).

- Equipos **analógicos** (**7 equipos máx.** en banco A). El perfil AS-Interface M3 admite el perfil analógico **7.3** (7 esclavos), pero no así el perfil analógico S-**7.4**.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El número máximo de módulos de ampliación **TWD NOI 10M3** por controlador Twido es de **2**.

La alimentación AS-Interface resulta indispensable para alimentar los distintos equipos conectados a AS-Interface, que debe situarse preferentemente cerca de las estaciones que consuman más energía.

1.4.2 Bus de comunicación CANopen:

Desarrollado originalmente para sistemas de vehículos automotores, el bus de comunicación CAN se utiliza en la actualidad en muchos campos, como por ejemplo: transporte, dispositivos de piezas móviles, dispositivos médicos, control automático industrial. La implementación bus CAN ofrece unas ventajas a la aplicación como: sistema de asignación del bus, detección de errores y fiabilidad en el intercambio de datos.

Las comunicaciones en el bus se realizan **peer to peer**; en cualquier momento, cada dispositivo puede enviar una solicitud en el bus y la respuesta de los dispositivos pertinentes. La prioridad de las solicitudes que circulan por el bus la determina un identificador en el nivel de mensaje individual.

El módulo maestro **TWD NCO1M** para bus CANopen permite al controlador programable Twido, asegurar la función maestro CANopen.



Ejemplo de arquitectura CANopen

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El bus consta de una estación maestro, el controlador Twido y varias estaciones esclavo. El maestro se encarga de la configuración, los intercambios y el diagnóstico hacia los esclavos. El bus CANopen es un bus de tipo comunicación y permite gestionar diversos esclavos como:

- Esclavos "Todo o Nada",
- Esclavos analógicos,
- Variadores de velocidad,
- Arranques motor,
- Servomotores.

El maestro CANopen Twido controla hasta 16 esclavos, cada uno con un objeto de datos de proceso PDO (Process Data Object) en la entrada y un objeto de datos de proceso PDO en la salida. Si un esclavo dispone de más de un objeto de datos de proceso PDO, se reduce entonces el máximo de esclavos.

1.4.3 Bus de comunicación Ethernet:

TwidoPort ConneXium aporta conectividad Ethernet a la línea de productos Twido. Es la pasarela entre un único dispositivo Twido Modbus/RTU (RS-485) y la capa física de las redes Modbus/TCP en el modo esclavo. Este módulo de pasarela sólo admite el modo esclavo.



Ejemplo de arquitectura Ethernet

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las principales características del módulo TwidoPort son las siguientes:

- Clase **A10** (Sin servidor web, ni I/O scanning).
- **Mensajería** Modbus (lectura/escritura de palabras de datos).
- Función **BOOTP**.
- Admite la configuración manual utilizando Telnet.
- Interface físico 10BASE-T/100BASE-TX, con conector normalizado de tipo RJ45.
- Caudal binario **10/100 Mbits/s**, con reconocimiento automático de par trenzado

La gama de los controladores programables Twido ofrece una base compacta con puerto Ethernet integrado. **TWD LCAE 40DRF** y **TWD LCDE 40DRF**.

El módulo TwidoPort **499 TWD 01100** es un interface Ethernet fácil de utilizar y destinado al controlador programable Twido versión ≥3.0, compacto o modular.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

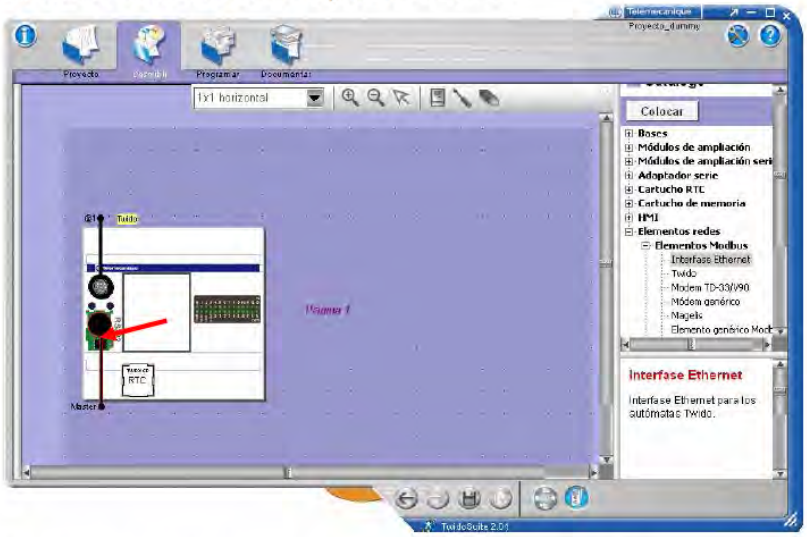
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5. Comunicaciones

5.1 Configuración de una red Modbus:

Para la configuración de una red Modbus, con el software TwidoSuite, el usuario tendrá que seguir los siguientes pasos:

Configurar uno de los puertos del Twido (puerto 1 o puerto 2 si está instalado) como maestro Modbus en la pestaña de **"Describir"**, haciendo doble clic sobre el puerto deseado.



En el cuadro que aparece, Seleccionar **Modbus** en el cuadro Tipo de protocolo, con la dirección como maestro **"Maestro"** y confirmar la configuración del puerto.

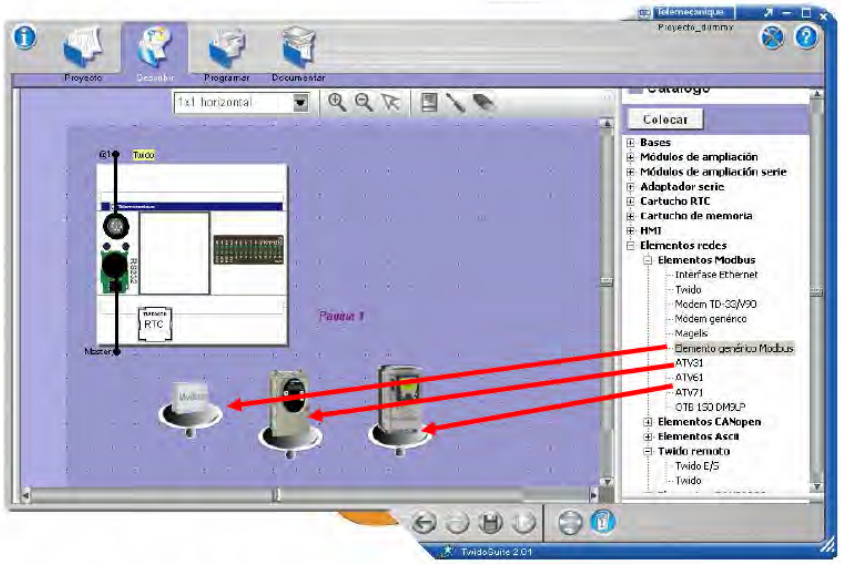


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

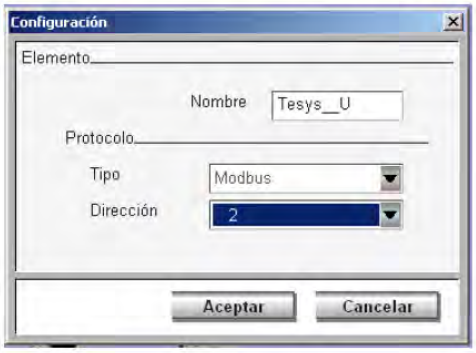
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Una vez configurado el puerto del Twido como maestro de Modbus, se tiene que insertar los diferentes esclavos de la red Modbus, con las direcciones que hayamos configurado físicamente en los esclavos. Se seleccionan los dispositivos del catalogo de hardware (si no se encuentra se tiene que seleccionar **elemento genérico modbus**).



Haciendo doble clic en los esclavos, aparece la ventana de configuración, donde se especifica el **"Protocolo"** Modbus y la **"Dirección"** que dentro de la red Modbus tendrá el esclavo en cuestión, una vez configurado confirmar con **"Aceptar"**.

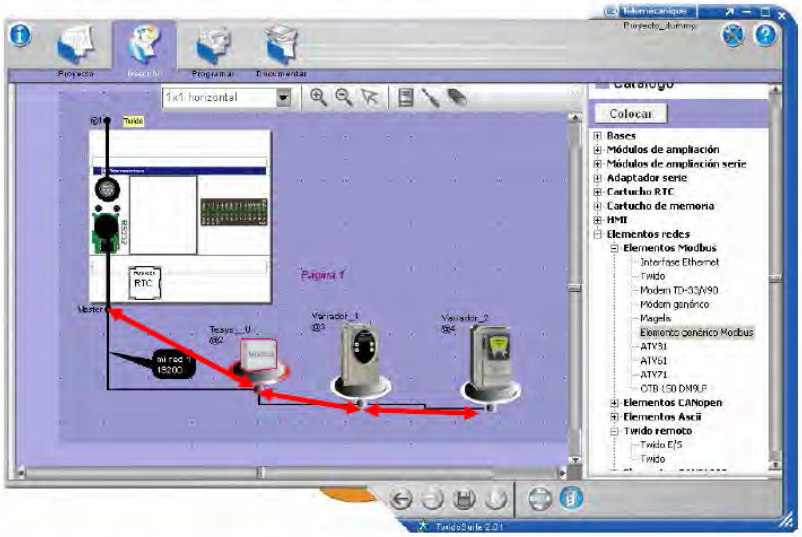


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

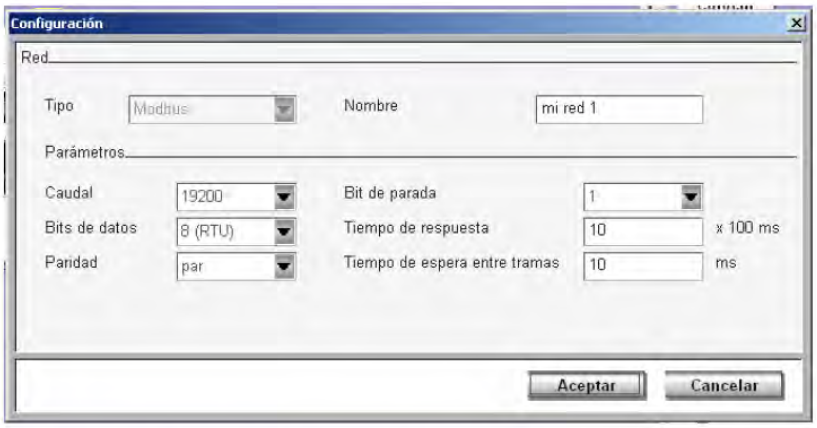
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Cuando se tengan todos los esclavos configurados de la red, unirlos con el puerto del Twido que hace de maestro de la red Modbus.



Ahora tras haber creado la red Modbus, se debe configurar la velocidad de transmisión, así como el protocolo, para ello se pulsará sobre cualquier parte de la línea de bus (color negro) que se ha generado y aparecerá la ventana de configuración del protocolo Modbus.



En esta se puede definir la velocidad de transmisión **"Caudal"**, así como el formato del protocolo y el Timeout, generalmente con el que viene predeterminado ya es suficiente (Caudal: 19200, 8 bits de datos, Paridad: Par, 1 bit de parada)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO IX

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Bomba hidráulica Bühler motor

Bühler Motor

STOCK SERVICE

BLDC Water Pump 1.24.021.XXX

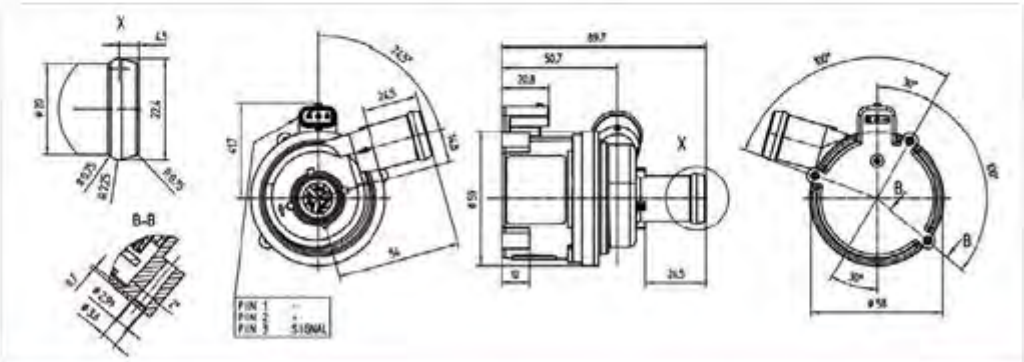


1.24.021.XXX

Design	
Pump	Wet-rotor principle not self-priming Intake fitting axial
Motor	Inner rotor design Overload protection Integrated RFI Protection against false polarity
Protection class	IP6K6K / IPX9K

Type 1.24.021.XXX			301
Characteristics*			**axial**
Rated voltage	U	V	24
Feed pressure	ΔP_0	bar	0.14
Feed output	V	l / h	720
Current	I_N	A	0.95
Overall efficiency	η	%	17
max. Constant current	I_{max}	A	1.2
max. Feed pressure	ΔP_{Smax}	bar	0.22
max. Feed output	V_{max}	l / h	1000

Motor Parameters*			
Weight	G	g	255



1.24.021.301

* Lead wire 300 mm long will be included

Operational conditions			
Temperature range	T	°C	-40 - +125
Medium temperature	TM	°C	-40 - +125
Pressure range (absolute) - constant operations	P	bar	0.1 - 3.0

* at 25 °C

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO X



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Especificaciones del Disco diamantado de Corte Nubira

Apto para cortar todo tipo de materiales duros o abrasivos de forma alternada: ladrillo, teja, hormigón, hormigón armado, granito, piedra. Gran poder de corte incluso en los materiales más resistentes			Ø mm	Ø eje mm	Especificaciones Segmentos			
					Long mm	Ancho mm	Altura mm	Núm. Seg.
	Segmentado con soldadura láser. Centro metálico reforzado.	Corte con agua Disco Ø300 para mesa de corte con agua y altura de corte de 100mm	Ø300	25.4	40	2.8	10	20

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XI



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

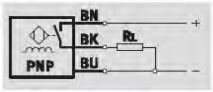
Detectores de Proximidad SIEN, Inductivo

Detectores de proximidad SIEN, inductivo

FESTO

Hoja de datos: distancia de detección normalizada, tipo básico

Función[1)]



1) Por ejemplo, contacto normalmente abierto con salida PNP y cable

- Distancia normalizada de conmutación
- Para corriente continua
- Forma redonda



Datos técnicos generales							
Tamaño	4 mm	M5	6,5 mm	M8	M12	M18	M30
Corresponde a la norma	EN 60947-5-2						
Certificación	c UL us - Listed (OL)						
	C-Tick						
Símbolo CE (consultar declaración de conformidad)	Según directiva de máquinas UE CEM[1)]						
Características del material	No contiene cobre ni PTFE						
	Conformidad con RoHS						
	–		Contiene substancias agresivas para la laca				

1) Para obtener información sobre las condiciones de utilización, véase la declaración CE de conformidad del fabricante: www.festo.com → Soporte técnico → Documentación para usuarios. En caso de aplicarse limitaciones a la utilización de los equipos en zonas urbanas, comerciales e industriales, así como en pequeñas empresas, puede ser necesario adoptar medidas complementarias para reducir la emisión de interferencias.

Señal de entrada / elemento de medición								
Tamaño		4 mm	M5	6,5 mm	M8	M12	M18	M30
Temperatura ambiente	[°C]	–25 ... +70						

Salida, general											
Tipo de montaje		Enrasado							Sin enrasar			
Tamaño		4 mm	M5	6,5 mm	M8	M12	M18	M30	M8	M12	M18	M30
Precisión de repetición	[mm]	0,04	0,04	0,07	0,07	0,1	0,25	0,5	0,12	0,2	0,4	0,75

Salida conmutada												
Tipo de montaje		Enrasado							Sin enrasar			
Tamaño		4 mm	M5	6,5 mm	M8	M12	M18	M30	M8	M12	M18	M30
Salida conmutada		PNP							PNP			
		NPN							NPN			
Funcionamiento del elemento de maniobra		Contacto normalmente abierto							Contacto normalmente abierto			
		Contacto normalmente cerrado							Contacto normalmente cerrado			
Distancia de conmutación calculada	[mm]	0,8	0,8	1,5	1,5	2	5	10	2,5	4	8	15
Distancia de detección asegurada	[mm]	0,64	0,64	1,21	1,21	1,62	4,05	8,1	2,03	3,24	6,48	12,15
Factores de reducción												
Aluminio		0,4	0,4	0,25	0,25	0,4	0,4	0,45	0,25	0,5	0,5	0,5
Acero inoxidable 18/8		0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,85
Cobre		0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,5	0,4	0,43
Latón		0,4	0,4	0,35	0,35	0,5	0,5	0,55	0,35	0,6	0,5	0,53
Acero 37		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Histéresis	[mm]	–	–	≤ 0,07	≤ 0,07	≤ 0,18	≤ 0,55	≤ 1,1	≤ 0,12	≤ 0,36	≤ 0,88	≤ 1,65
Frecuencia máxima de maniobra	[Hz]	3 000	3 000	5 000	5 000	3 000	2 000	1 200	3 000	2 000	2 000	700
Corriente máxima de salida	[mA]	200										
Caída de tensión	[V]	0 ... 2										

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Salida, más datos								
Tamaño		4 mm	M5	6,5 mm	M8	M12	M18	M30
Resistencia a cortocircuitos		Sincronizado						
Circuito protector inductivo		Incorporada						
Protección contra tensión inductiva		Incorporada		–				

Parte electrónica								
Tamaño		4 mm	M5	6,5 mm	M8	M12	M18	M30
Tensión de funcionamiento	[V DC]	10 ... 30						
Ondulación residual	[%]	10		±10			±20	
Intensidad en reposo	[mA]	0 ... 10						
Protección contra polarización inversa		En todas las conexiones eléctricas						

Electromecánica								
Tamaño		4 mm	M5	6,5 mm	M8	M12	M18	M30
Cable								
Conexión eléctrica		Cable trifilar						
Longitud del cable	[m]	2,5						
Material del recubrimiento del cable		PUR						
Conector tipo clavija								
Conexión eléctrica		Conector tipo clavija M8x1, 3 contactos	Conector tipo clavija M8x1, 3 contactos	Conector tipo clavija M8x1, 3 contactos	Conector tipo clavija M8x1, 3 contactos	Conector tipo clavija M12x1, 3 contactos	Conector tipo clavija M12x1, 3 contactos	Conector tipo clavija M12x1, 3 contactos

Parte mecánica												
Tamaño		4 mm	M5	6,5 mm	M8		M12		M18		M30	
Tipo de fijación		Con fijación por apriete	Con tuerca	Con fijación por apriete	Con tuerca							
Tipo de montaje		Enrasado			Enrasado	Sin enrasar	Enrasado	Sin enrasar	Enrasado	Sin enrasar	Enrasado	Sin enrasar
Par de apriete	[Nm]	–	2	–	–		–		20		40	
Cable												
Peso del producto	[g]	48	48	45	53	53	110	90	108	105	155	150
Información sobre el material del cuerpo		Acero de aleación fina, inoxidable					Latón cromado					
		–	PA		–							
			–		PBTP							
Conector tipo clavija												
Peso del producto	[g]	9	9	4	18	18	30	25	43	40	100	100
Información sobre el material del cuerpo		Acero de aleación fina, inoxidable					–					
		–	–	Latón cromado								
			PA									
			–		PBTP							

Indicación / utilización	
Indicación de estado de conmutación	LED amarillo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

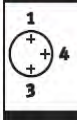
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Recepción/emisión						
Tamaño	4 mm	M5	6,5 mm	M8	M12	M18	M30
Temperatura ambiente con cableado móvil [°C]	–	−5 ... +70	−5 ... +70			−5 ... +70	
Clase de protección	–		IP65			–	
	IP67		IP67			IP67	
Resistencia a sobretensión [kV]	–	1	–			0,8	
Clase de resistencia a la corrosión[1)]	–	4	2			–	
Grado de ensuciamiento	–	3	–			3	

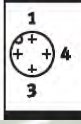
1) Clase de resistencia a la corrosión 2 según norma de Festo 940 070
Válida para piezas expuestas a moderado peligro de corrosión. Piezas exteriores en contacto directo con substancias usuales en entornos industriales, tales como disolventes, detergentes o lubricantes, con superficies principalmente decorativas.
Clase de resistencia a la corrosión 4 según norma de Festo 940 070
Componentes con considerable exposición al peligro de corrosión. Componentes en contacto con substancias agresivas, por ejemplo en la industria alimentaria o química. Si es necesario, estas aplicaciones deberán comprobarse efectuando pruebas especiales utilizando las substancias en cuestión.

Ocupación de los contactos del conector tipo clavija, según EN 60947-5-2

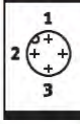
M8x1, 3 contactos
Normalmente abierto/Normalmente cerrado

	Pin	Color del hilo	Asignación
	1	Marrón	+
	3	Azul	–
	4	Negro	Salida

M12x1, 3 contactos
Contacto normalmente abierto

	Pin	Color del hilo	Asignación
	1	Marrón	+
	3	Azul	–
	4	Negro	Salida

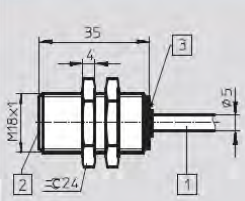
Contacto normalmente cerrado

	Pin	Color del hilo	Asignación
	1	Marrón	+
	3	Azul	–
	2	Blanco	Salida

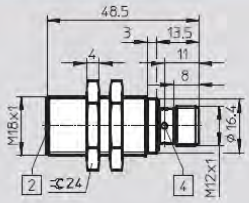
Dimensiones: M18 Datos CAD disponibles en ➔ www.festo.com

Montaje enrasado

Cable

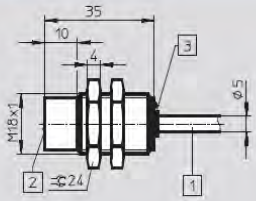


Conector tipo clavija

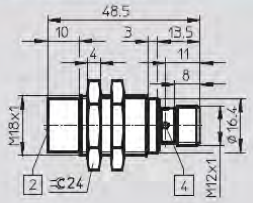


Montaje saliente

Cable



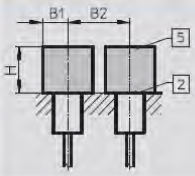
Conector tipo clavija



1 Cable de conexión
2 Superficie activa
3 Diodo luminoso
4 4 diodos luminosos

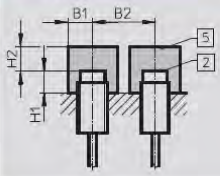
Instrucciones para el montaje

Montaje enrasado



2 Superficie activa
5 Espacio sin metal

Montaje saliente



2 Superficie activa
5 Espacio sin metal

Tamaño	B1	B2	H
4 mm	2,5	5	2
M5	3,3	5	2,4
6,5 mm	5	9,5	4,5
M8	5,5	10	4,5
M12	8	18	6
M18	14	32	15
M30	25	60	30

Tamaño	B1	B2	H1	H2
M8	9	16	8	7,5
M12	12	28	6	12
M18	20	50	10	24
M30	30	75	15	45

Referencias

Tamaño	S_n[1)] [mm]	Tipo de montaje	Salida conmutada	Funcionamiento del elemento de maniobra	Conexión eléctrica	
					Cable	Conector tipo clavija
					Nº art. Tipo	Nº art. Tipo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

M18								
	5,0	Enrasado	PNP	Contacto normalmente abierto	150418	SIEN-M18B-PS-K-L	150419	SIEN-M18B-PS-S-L
				Contacto normalmente cerrado	150422	SIEN-M18B-PO-K-L	150423	SIEN-M18B-PO-S-L
			NPN	Contacto normalmente abierto	150416	SIEN-M18B-NS-K-L	150417	SIEN-M18B-NS-S-L
				Contacto normalmente cerrado	150420	SIEN-M18B-NO-K-L	150421	SIEN-M18B-NO-S-L
	8,0	Sin enrasar	PNP	Contacto normalmente abierto	150426	SIEN-M18NB-PS-K-L	150427	SIEN-M18NB-PS-S-L
				Contacto normalmente cerrado	150430	SIEN-M18NB-PO-K-L	150431	SIEN-M18NB-PO-S-L
			NPN	Contacto normalmente abierto	150424	SIEN-M18NB-NS-K-L	150425	SIEN-M18NB-NS-S-L
				Contacto normalmente cerrado	150428	SIEN-M18NB-NO-K-L	150429	SIEN-M18NB-NO-S-L

1) Sn Distancia de conmutación de referencia [mm]

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Rodamiento con base de montaje en forma de T de 25mm Misumi

Technical Information

Bearing No.	d		D (H7)		B		dh	b	h	L	L1	L2	C	T	S	d1	Compatible Bolt
	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch											
6000ZZ	10	0.3937	26	1.0236	8	0.315	0.866	0.125	H+0.625	2.063	1.625	1.188	0.375	0.563	0.38	0.206	#10
6001ZZ	12	0.4724	28	1.1024	8	0.315	0.945	0.125	H+0.688	2.375	1.875	1.375	0.375	0.563	0.38	0.206	#10
6002ZZ	15	0.5906	32	1.2598	9	0.354	1.102	0.125	H+0.750	2.625	2.125	1.500	0.375	0.625	0.50	0.281	1/4
6003ZZ	17	0.6693	35	1.3780	10	0.394	1.220	0.125	H+0.813	2.813	2.250	1.688	0.375	0.688	0.50	0.281	1/4
6004ZZ	20	0.7874	42	1.6535	12	0.472	1.417	0.094	H+1.000	3.250	2.625	1.938	0.500	0.750	0.63	0.344	5/16
6005ZZ	25	0.9843	47	1.8504	12	0.472	1.614	0.094	H+1.125	3.500	2.875	2.188	0.500	0.750	0.63	0.344	5/16

The D (H7) is a standard fit representing clearance fit tolerance. P.608



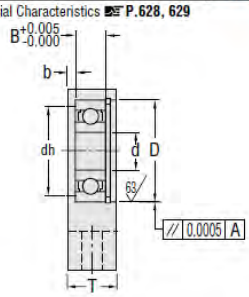
General Tolerance
Unless otherwise specified use the table below.

From	To	Tolerance
0.000	5.000	±0.01
5.001	16.000	±0.02
16.001	60.000	±0.05

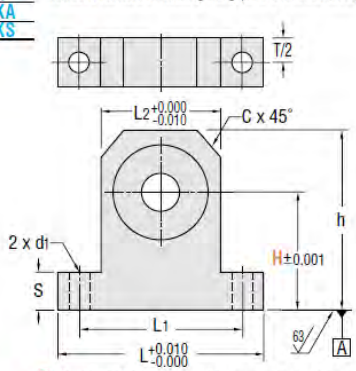
Thread or hole location tolerance: ±0.005" non-cumulative.

Material	Surface Treatment	Type
1045 Steel	Electroless Nickel Plating	U-BGHK
2017 Aluminum	Clear Anodizing	U-BGHKA
304 Stainless Steel	—	U-BGHKS

Material Characteristics P.628, 629



Bearing Tolerance: ABEC-1 ANSI/ABMA 20-1987 P.274
Included Hardware: Retaing Ring (304 Stainless Steel)



Surface Roughness: Unless otherwise specified 250

Part No.		H Selection					
Type	Bearing No.	3/4	1"	1-1/4	1-1/2	2"	2-1/2
U-BGHK U-BGHKA U-BGHKS	6000ZZ	0.75		1.25	1.50		
	6001ZZ		1.00	1.25	1.50		
	6002ZZ			1.25	1.50	2.00	
	6003ZZ			1.25	1.50	2.00	
	6004ZZ				1.50	2.00	2.50
	6005ZZ				1.50	2.00	2.50

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XIII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Sensor Óptico FESTO

Sensores SOE..., optoelectrónicos

FESTO

Cuadro general de productos



- Sensores de reflexión directa y barreras de luz
- Sensor de reflexión con supresión de fondo
- Sensores de fibra óptica
- Sensores de distancias
- Sensores láser de contraste, de reflexión directa y con supresión de fondo
- Sensor de colores
- Alcance hasta 20 m
- Ajuste mediante potenciómetro o Teach-In

Informaciones detalladas sobre los productos
➔ www.festo.com/catalogue/soe

Cuadro general de productos

Ejecución	Tipo	Tensión de funcionamiento	Salida digital	Salida analógica	Forma	➔ Página/Internet
Sensor de reflexión directa	SOEG-RT Tipo básico	10 ... 36 V DC 10 ... 30 V DC	PNP NPN	–	Redonda Montaje en bloque	3
	SOEG-RTZ Con haz de luz cilíndrico		PNP NPN	–	Redonda	5
Sensor con supresión de fondo	SOEG-RTH		PNP NPN	–	Redonda Montaje en bloque	6
Sensores de retro reflexión	SOEG-RSP Tipo básico	10 ... 36 V DC 10 ... 30 V DC	PNP NPN	–	Redonda Montaje en bloque	8
	SOEG-RSG Para objetos transparentes		PNP NPN	–	Montaje en bloque	10
Barrera de luz	SOEG-S Emisor	10 ... 36 V DC 10 ... 30 V DC	–	–	Redonda Montaje en bloque	11
	SOEG-E Receptor	10 ... 36 V DC 10 ... 30 V DC	PNP NPN	–	Redonda Montaje en bloque	11
Sensor de fibra óptica	SOEG-L Tipo básico	10 ... 30 V DC	PNP NPN	–	Montaje en bloque	13
Sensor de distancia	SOEG-RTD	15 ... 30 V DC	PNP	0 ... 10 V	Montaje en bloque	14
Sensor de reflexión directa láser	SOEL-RT Sensor de contraste	10 ... 30 V DC	PNP NPN	–	Montaje en bloque	15
Sensor láser con supresión de fondo	SOEL-RTH		PNP NPN	–	Montaje en bloque	15
Sensores de retro reflexión láser	SOEL-RSP	10 ... 30 V DC	PNP NPN	–	Montaje en bloque	16
Sensor de distancia láser	SOEL-RTD	16 ... 30 V DC 18 ... 28 V DC	2x PNP –	4 ... 20 mA 0 ... 10 V	Montaje en bloque	17
Sensor de colores	SOEC-RT	10 ... 30 V DC	3x PNP	–	Montaje en bloque	18

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Sensores de reflexión directa SOEG-RT

FESTO

Hoja de datos

Datos técnicos generales								
Tamaño		Ø 4 mm	M5	M12x1	M18x1, recto	M18x1, acodado	20x32x12 mm	30x30x15 mm
Alcance	[mm]	50		70 ... 300	40 ... 600	0 ... 600	10 ... 300	0 ... 600
Tipo de luz		Infrarroja		Rojo			Rojo	Infrarroja
Posibilidades de ajuste		–		Potenciómetro			Teach-In y mediante conexión eléctrica	Potenciómetro

Datos eléctricos								
Tamaño		Ø 4 mm	M5	M12x1	M18x1, recto	M18x1, acodado	20x32x12 mm	30x30x15 mm
Conexión eléctrica	Cable	Trifilar			Tetrafilar	Trifilar	Tetrafilar	Trifilar
	Conector tipo clavija	M8x1, 3 contactos		M12x1, 3 contactos	M12x1, 4 contactos	M12x1, 3 contactos	M8x1, 4 contactos	M8x1, 3 contactos
Tensión de funcionamiento	[V DC]	10 ... 30		10 ... 36			10 ... 30	
Corriente de salida máxima	[mA]	100		200			100	200
Frecuencia máxima de conmutación	[Hz]	250		1 000			1 000	
Resistencia a cortocircuitos		Sincronizado						
Protección contra polarización inversa		En todas las conexiones eléctricas						
Clase de protección		IP67		IP65, IP67			IP67	IP65

Materiales								
Tamaño		Ø 4 mm	M5	M12x1	M18x1, recto	M18x1, acodado	20x32x12 mm	30x30x15 mm
Cuerpo		Acero inoxidable de aleación fina		Latón cromado			Estireno de butadieno acrílico	Polibutilenotereftalato reforzado
Cubierta del cable		Poliuretano						

Condiciones de funcionamiento y del entorno								
Tamaño		Ø 4 mm	M5	M12x1	M18x1, recto	M18x1, acodado	20x32x12 mm	30x30x15 mm
Temperatura ambiente	[°C]	0 ... 55		–25 ... +55			–20 ... +60	–25 ... +55
Temperatura ambiente con cableado móvil	[°C]	0 ... 55		–5 ... +55			–5 ... +60	–5 ... +55
Símbolo CE (consultar declaración de conformidad)		Según directiva UE de máquinas CEM						
Certificación		c UL us - Listed (OL)						
		C-Tick						

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

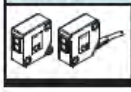
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Sensores de reflexión directa SOEG-RT

FESTO

Hoja de datos

Referencias

Tamaño	Alcance [mm]	Funcionamiento de salida	Salida digital	Conexión eléctrica			
				Cable		Conector tipo clavija	
				Nº art.	Tipo	Nº art.	Tipo
∅ 4 mm							
	50	Activación con luz	PNP	537671	SOEG-RT-4-PS-K-L	537673	SOEG-RT-4-PS-S-L
			NPN	537674	SOEG-RT-4-NS-K-L	537676	SOEG-RT-4-NS-S-L
M5							
	50	Activación con luz	PNP	537677	SOEG-RT-M5-PS-K-L	537679	SOEG-RT-M5-PS-S-L
			NPN	537680	SOEG-RT-M5-NS-K-L	537682	SOEG-RT-M5-NS-S-L
M12							
	70 ... 300	Activación con luz	PNP	547908	SOEG-RT-M12-PS-K-2L	547909	SOEG-RT-M12-PS-S-2L
			NPN	547906	SOEG-RT-M12-NS-K-2L	547907	SOEG-RT-M12-NS-S-2L
M18, salida recta del haz de luz							
	40 ... 600	Antivalente	PNP	547912	SOEG-RT-M18-PA-K-2L	547913	SOEG-RT-M18-PA-S-2L
			NPN	547910	SOEG-RT-M18-NA-K-2L	547911	SOEG-RT-M18-NA-S-2L
M18, salida del haz de luz en ángulo recto							
	0 ... 600	Activación con luz	PNP	537701	SOEG-RT-M18W-PS-K-2L	537702	SOEG-RT-M18W-PS-S-2L
			NPN	537717	SOEG-RT-M18W-NS-K-2L	537718	SOEG-RT-M18W-NS-S-2L
20x32x12 mm							
	10 ... 300	Conmutable	PNP	537732	SOEG-RT-Q20-PP-K-2L-TI	537731	SOEG-RT-Q20-PP-S-2L-TI
			NPN	537734	SOEG-RT-Q20-NP-K-2L-TI	537733	SOEG-RT-Q20-NP-S-2L-TI
30x30x15 mm							
	0 ... 600	Activación con luz	PNP	165350	SOEG-RT-Q30-PS-K-2L	165351	SOEG-RT-Q30-PS-S-2L
			NPN	165348	SOEG-RT-Q30-NS-K-2L	165349	SOEG-RT-Q30-NS-S-2L

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XIV

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Coeficientes de Fricción Estático

Superficies en contacto	μ_e
Acero sobre acero	0.74
Aluminio sobre acero	0.61
Cobre sobre acero	0.53
Hule sobre concreto	1.0
Madera sobre madera	0.25-0.5
Vidrio sobre vidrio	0.94
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14
Metal sobre metal (lubricados)	0.15
Hielo sobre hielo	0.1
Teflón sobre teflón	0.04
Diamante	0.02
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01
Madera sobre piedra	0.7

Fuente: Serway, R. A, (1997) Física Tomo I, pp 127. 4ta edición. México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A. (Consulta: enero 2012)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XV

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Rugosidad Absoluta de Materiales para Tuberías hidráulicas

Material	ε (mm)		Material	ε (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015		Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01		Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024		Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015		Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024		Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024		Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003		Hormigón	0,3-3,0

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XVI

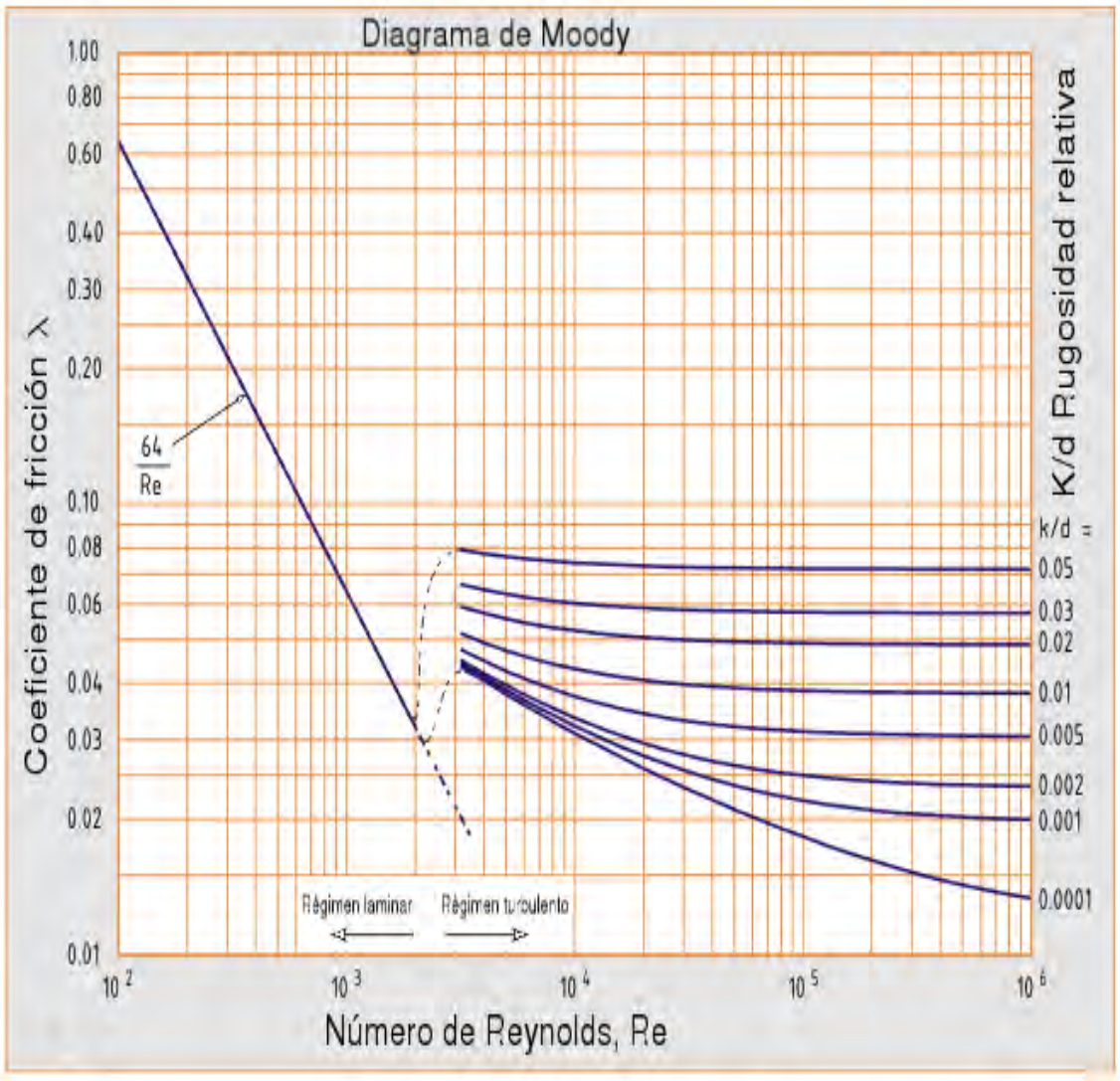


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diagrama de Moody



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

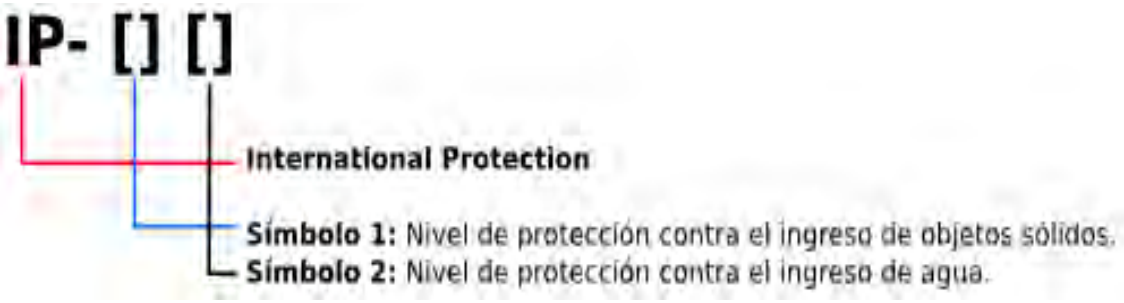
ANEXO XVII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Nomenclatura estándar ANSI/IEC 60529-2004 en el Grado de Protección de Equipos Eléctricos



Primer dígito (IP_X)

El estándar ANSI/IEC 60529-2004 establece para el primer dígito que el equipo a ser certificado debe cumplir con alguna de las siguientes condiciones.

Nivel	Tamaño del objeto entrante	Efectivo contra
0	—	Sin protección
1	>50 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 50 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
2	>12.5 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 12,5 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
3	>2.5 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 2,5 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
4	>1 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 1 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
5	Protección contra polvo	La entrada de polvo no puede evitarse, pero el mismo no debe entrar en una cantidad tal que interfiera con el correcto funcionamiento del equipamiento.
6	Protección fuerte contra polvo	El polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia

Segundo dígito (IPX_)

Nivel	Protección frente a	Método de prueba	Resultados esperados
0	Sin protección.	Ninguno	El agua entrará en el equipamiento.
1	Goteo de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, desde 200 mm de altura respecto del equipo, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm3 por minuto)
2	Goteo de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua cuando de la deja caer, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm3 por minuto). Dicha prueba se realizará cuatro veces a razón de una por cada giro de 15° tanto en sentido vertical como horizontal, partiendo cada vez de la posición normal de trabajo.
3	Agua nebulizada. (spray)	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua nebulizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical a un promedio de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100kN/m2 durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos.
4	Chorros de agua	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada desde cualquier ángulo a un promedio de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100kN/m2 durante un tiempo que no sea menor a 5 minutos.
5	Chorros de agua.	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 6,3 mm de diámetro, a un promedio de 12,5 litros por minuto y a una presión de 30kN/m2 durante un tiempo que no sea menor a 3 minutos y a una distancia no menor de 3 metros.
6	Chorros muy potentes de agua.	Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual.	No debe entrar el agua arrojada a chorros (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro, a un promedio de 100 litros por minuto y a una presión de 100kN/m2 durante no menos de 3 minutos y a una distancia que no sea menor de 3 metros.
7	Inmersión completa en agua.	El objeto debe soportar (sin filtración alguna) la inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos.	No debe entrar agua.
8	Inmersión completa y continua en agua.	El equipamiento eléctrico / electrónico debe soportar (sin filtración alguna) la inmersión completa y continua a la profundidad y durante el tiempo que especifique el fabricante del producto con el acuerdo del cliente, pero siempre que resulten condiciones más severas que las especificadas para el valor 7.	No debe entrar agua

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XVIII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Baldosas para uso exterior norma UNE EN 1341

Controles dimensionales	Desviaciones permitidas
- lados = 700 mm	± 3 mm
- lados <700 mm	± 2 mm
- diagonales = 700 mm	6 mm
- diagonales <700 mm	3 mm
- espesores <30 mm	± 10 %
- espesores = 30 mm y = 60 mm	± 3 mm
- espesores >60 mm	± 4 mm
Rectitud de las aristas	Desviaciones permitidas
- longitud de la arista <500 mm	± 2 mm
- longitud de la arista = 500 mm y <1000 mm	± 3 mm
- longitud de la arista = 1000 mm y <5000 mm	± 4 mm
Rectitud de las aristas	Desviaciones permitidas
- longitud media = 300 mm	convexidad = 2 mm; concavidad = 1 mm
- longitud media >300 mm	convexidad = 2 mm; concavidad = 2 mm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XIX

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SEGURIDAD OCUPACIONAL

Síntesis de la Norma OSHA 29CFR1910 Sub Parte O - Guardas de protección de Maquinaria - Definición de términos relacionados al funcionamiento del equipo y dimensiones estandarizadas de guardas

1910.211 (b) (12)
"Protector de seguridad" significa un recinto diseñado para sujetar la rueda amoladora o rueda de corte y proporcionar toda la protección posible en el caso de que la rueda se rompa en funcionamiento.
1910.211 (b) (14)
"Rueda abrasiva o de corte" significa una herramienta de corte que consta de granos abrasivos mantenidos juntos por enlaces orgánicos o inorgánicos.
1910.211 (d) (12)
"Dispositivo de detección de presencia", un dispositivo diseñado, construido y dispuesto para crear un campo de detección en el área del control funciona como dispositivo de parada, para desactivar la máquina cuando cualquier parte del cuerpo del operador o herramienta de mano estén dentro de dicha área.
1910.211 (d) (32)
"Guarda" significa una barrera que evita la entrada de las manos del operador o los dedos en el punto de operación.
1910.211 (d) (44)
"Punto de pellizco, pesca" significa cualquier punto o punto de operación en el equipo en el que es posible que una parte del cuerpo quede atrapada entre las piezas móviles y estacionarias de un equipo de prensa o auxiliar.
1910.211 (d) (59)
"El sistema de control" se refiere a los sensores, y los elementos de entrada manual de selección de modo, de enclavamiento y el circuito de toma de decisiones, y los elementos de salida en el mecanismo de operación de prensa y/o equipo mecánico.

1910.212 (a)
Guardas de protección de máquinas
1910.212(a) (1)
Tipos de protección. Uno o más métodos de protección de máquinas se proporcionan para proteger al operador y otros empleados en el área de la máquina de peligros tales como los creados por el punto de operación, los puntos de pellizco entrante, piezas giratorias, virutas y chispas. Ejemplos de métodos de protección de barrera son los guardas, los dispositivos de disparo a dos manos, dispositivos electrónicos de seguridad, etc.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1910.212(a) (2)
Requisitos generales para los protectores de la máquina. Las guardas fijas se colocarán en la máquina cuando sea posible y se colocarán en otro lugar si por alguna razón, adjunto a la máquina no es posible. El protector deberá ser tal que no ofrezca un riesgo de accidente en sí mismo.
1910.212 (a) (3) (i)
El punto de operación es el área en un equipo donde se realiza el trabajo sobre el material que se procesa.
1910.212(a) (3)(ii)
El punto de operación de las máquinas cuyo funcionamiento expone a los empleados a una lesión, deberá estar resguardado. Las guardas de seguro (interlock) deberán estar diseñadas para evitar que cualquier parte del cuerpo del operario esté en la zona de peligro durante el ciclo de funcionamiento. Cuando esta guarda se mueve se detiene automáticamente el proceso.
1910.212 (b)
Anclaje de maquinaria fija. Las máquinas diseñadas para un lugar fijo deben estar firmemente ancladas para evitar moverse.
1910.213 (a)
Máquinas de construcción general.
1910.213 (a) (1)
Cada máquina deberá estar construida de manera que sea libre de vibraciones sensibles cuando la herramienta de mayor tamaño está montada y funcione en vacío a toda velocidad.
1910.213 (b)
Controles de maquinaria y equipamiento.
1910.213 (b) (1)
Un control de potencia mecánica o eléctrica se proporciona en cada máquina para hacer posible que el operador corte la alimentación de cada máquina sin salir de su posición en el punto de operación.
1910.213 (h)

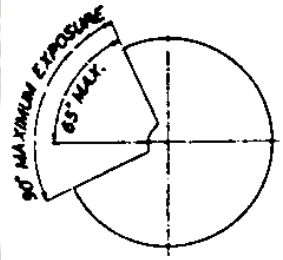
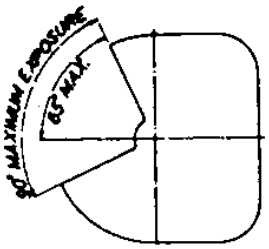
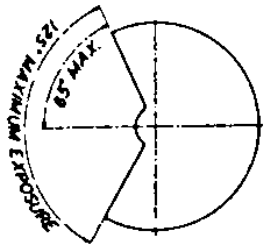
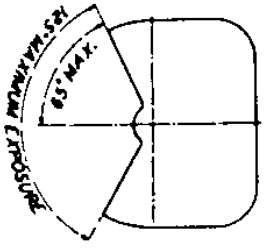
Las sierras radiales.
1910.213 (h) (1)
La sierra radial invertida debe de tener una guarda que cubra toda la parte superior de la cuchilla y Una guarda ajustable que se retracte cuando termine el corte

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1910.213 (h) (2)
Cada sierra radial utilizada para extracción deberá estar provista de bloqueo de retroceso ubicados a ambos lados de la sierra con el fin de oponerse a la orientación o la tendencia de la sierra para recoger el material o para lanzarlo hacia el operador. Serán diseñados para proporcionar una alimentación adecuada para todos los valores de espesor de material a cortar.
1910.213 (h) (3)
Un sensor ajustable se proporciona para prevenir el desplazamiento hacia adelante de la hoja más allá de la posición necesaria para completar el corte en operaciones repetitivas.

1910.215 (b) (2) 1
Ángulos de exposición de Guarda. Los ángulos máximos de exposición especificados en los párrafos (b) (3) a (8) de esta sección no deberán superarse. Biseles y otros equipos accesorios no se incluyen como parte de la guarda en la medición del ángulo apertura de la protección.
1910.215 (b) (3)
Máquinas de Bancos. La exposición angular de la periferia y los lados muela para los guardas de seguridad utilizadas en las máquinas conocidas como banco y suelo de stands no debe exceder los 90 grados o una cuarta parte de la periferia. Esta exposición comenzará en un punto no más de 65 grados por encima del plano horizontal del eje de la rueda.
 FIGURE NO. O–6  FIGURE NO. O–7
Siempre que sea la naturaleza del trabajo requiere el contacto con la rueda por debajo el plano horizontal del husillo, la exposición no excederá 125 grados.
 FIGURE NO. O–8  FIGURE NO. O–9
Amoladoras cilíndricas. La exposición máxima angular de la periferia y los lados de muela para las guardas de seguridad utilizadas en máquinas rectificadoras cilíndricas no excederá de 180 grados. Esta exposición comenzará en un punto no más de 65 grados por encima del plano horizontal del eje de la rueda.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

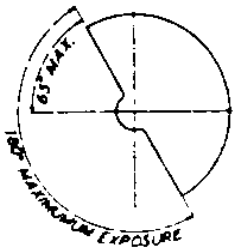


FIGURE NO. O–10

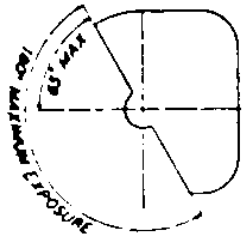


FIGURE NO. O–11

1910.215 (b) (5)

Rectificadoras planas y máquinas de corte. La exposición máxima angular de la periferia y los lados muela para las guardas de seguridad utilizados en las máquinas de corte y en las máquinas de rectificado de superficies que emplean a la periferia de la rueda no excederá de 150 grados. Esta exposición comenzará en un punto no menos de 15 grados. por debajo del plano horizontal del eje del disco

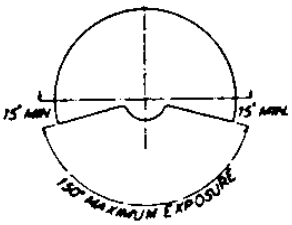


FIGURE NO. O–12

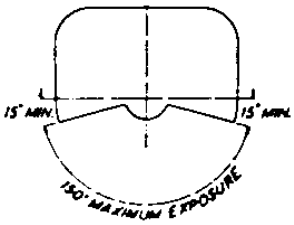


FIGURE NO. O–13

1910.215 (b) (6)

Amoladoras giratorias. La exposición máxima angular de la periferia y los lados de muela para los guardas de seguridad utilizadas en las máquinas conocidas como amoladoras giratorias marco no excederá de 180 grados, y la mitad superior de la rueda se adjuntarán en todo momento.

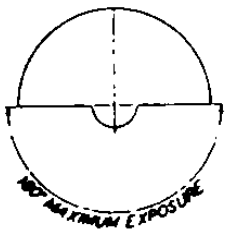


FIGURE NO. O–14

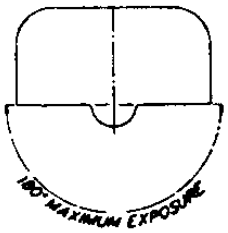


FIGURE NO. O–15

1910.215 (b) (7)

Máquinas automáticas de enganche. La exposición máxima angular de la periferia y los lados muela para los guardas de seguridad utilizados en molinos conocidos como máquinas de enganches automáticos no excederá de 180 grados. y la mitad superior de la rueda se acompañará en todo momento

1910.215 (b) (8)

Máquina de molienda. Cuando se aplica el trabajo a la rueda por encima de la línea central horizontal, la exposición de la periferia de la rueda de molienda deberá ser tan pequeña como sea posible y no deberá exceder de 60 grados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

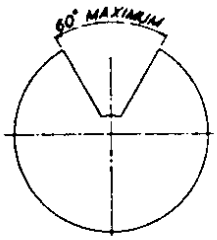


FIGURE NO. O–16

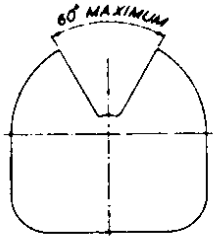


FIGURE NO. O–17

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XX

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Norma VDI 2221 (Enfoque sistemático para el diseño de sistemas técnicos y de productos)

DETALLAR EL PROBLEMA

Por lo general como datos de inicio para el diseño se recibe una descripción de una situación problemática o una serie de exigencias (lista de exigencias)

Asumir el problema en forma crítica

Se debe asumir el problema en forma crítica y en base a las aclaraciones o precisiones necesarias debe ser comprendido el pedido sin lugar a dudas.

Averiguar el estado de la Tecnología

Esto se hace averiguando lo que hace la competencia y buscando literatura especializada, catálogos, información técnica y patentes. También se debe buscar recomendaciones y normas.

La calidad del diseño depende del grado de información técnica que posee el diseñador.

Analizar la situación del Problema

La experiencia del solicitante del diseño da al diseñador las posibilidades de realización del problema. Esas posibilidades se deben tratar para ir moldeando las propiedades del diseño.

Comprobar las posibilidades de la realización

Estas posibilidades se basan en 2 puntos de vista, el técnico tecnología y ciencia y el económico que se refiere al empleo de los recursos humanos y materiales que se deben aplicar para alcanzar resultados exitosos.

Completar las exigencias, ordenarlas y cuantificarlas, colocar prioridades

En esta fase del diseño se debe completar y ordenar la información recibida del cliente en cuanto a las condiciones que debe satisfacer el diseño. Esto se hace en 2 fases:

- **Formular las exigencias**

Debe ser neutra frente a la solución del problema. Las exigencias se deben formular haciendo las siguientes preguntas.

¿Qué finalidad tiene que satisfacer la solución? (**Función**)

¿Qué propiedades debe tener esta solución?v

¿Qué propiedades no debe tener esta solución?

Tener en cuenta los datos tanto de calidad como de cantidad. Se debe distinguir e indicar las características de las exigencias, colocando una E (exigencia) cuando son exigencias fijas o una D (deseo) si se trata solo de aspiraciones sin consecuencias contradictorias con el objetivo del diseño.

- **Ordenar las exigencias**

En primer lugar debe ir la función y los datos principales o las propiedades (características) del objeto de diseño. Dividir cuando sea necesario en subsistemas fácilmente reconocibles, grupos funcionales, conjuntos y ordenar los subsistemas según sus características principales. Luego se colocan el resto de exigencias

Características Principales para redactar una lista de exigencias

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Características	**Ejemplos**
Geometría	Tamaño, altura, ancho, largo, diámetro, disposición, conexión, extensión y ampliación
Cinemática	Tipo de movimiento, dirección del movimiento, velocidad, aceleración
Fuerzas	Dirección de las fuerzas, magnitud de las fuerzas, frecuencia de las fuerzas, peso, carga, deformación, rigidez, propiedades elásticas, fuerzas de inercia, estabilidad, posición de resonancia.
Energía	Potencia, eficiencia, pérdidas, fricción, ventilación, estado, presión, temperatura, calentamiento, enfriamiento, energía de conexión, almacenamiento, absorción del trabajo, transformación de energía.
Materia	Flujo de material y transporte de material. Propiedades físicas y químicas de los productos de entrada y salida, materiales adicionales, materiales prescritos (leyes sobre alimentos y otros)
Señales (información)	Magnitud de entrada y salida, formas de las señales, indicadores, aparatos de control y funcionamiento.
Seguridad	Técnicas de seguridad inmediata, sistemas de protección, seguridad del trabajo y medio ambiente.
Ergonomía	Relación hombre-máquina: manejo, altura de manejo, tipo de servicio, claridad, disposición, confort del asiento, iluminación, configuraciones de formas, apariencia
Fabricación	Limitaciones por los talleres de producción, dimensión máxima fabricable, procedimiento preferido de fabricación, medios de fabricación, calidad y tolerancias posibles, cuotas de desperdicio.
Control	Posibles pruebas y mediciones, prescripciones especiales (DIN, ISO), implementar un control automatizado.
Montaje	Prescripciones especiales de montaje, ensamble, instalación, montaje en obra, fundamentos.
Transporte	Limitación por las grúas, perfil de las líneas, condiciones de transporte según el tipo de vía, por tamaño, peso y tipo de envío.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Uso	Sin ruidos, coeficiente de desgaste, uso en lugares apartados, lugar de empleo.
Mantenimiento	Sin mantenimiento o bien tiempos y frecuencia de mantenimiento, inspección, cambio y reparación de piezas, pintura, limpieza
Costos	Costos máximos admisibles de fabricación, costos de herramientas y dispositivos, inversión, amortización.
Plazos	Fin del desarrollo, plan de redes para los pasos intermedios, diagrama de barras, tiempos de entrega.

Detallar completamente la lista de exigencias

La lista de exigencias reúne todas las exigencias ordenadas y clasificadas; es un contrato donde están de acuerdo el solicitante y el diseñador. Por un lado el solicitante está seguro de lo que espera del diseño y el diseñador de lo que está obligado a diseñar.

Modelo de Lista de Exigencias

LISTA DE EXIGENCIAS	EDICION		Pág.___de___	
Proyecto:	Cliente:		Nº de Identificación	
			Redactado por: Fecha:	
Cambios (Fecha)	D o E	Exigencias		Responsable

Preparar, planear y organizar el desarrollo del problema

Consiste en hacer un plan de trabajo en base al método de diseño y en las condiciones tanto de parte de la oficina de diseño (desarrollo) y la complejidad del problema y sus exigencias. Esto es hacer una asignación y distribución de recursos humanos y materiales para efectuar el diseño.

Diagrama de barras para determinar el tiempo de un diseño

***Tiempo (horas, días, semanas, meses)**

Actividad	Tiempo/hombre*	Tiempo
1. Lista de exigencias 2. Estructura de funciones		

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

TOTAL	

ELABORACIÓN DEL CONCEPTO

La elaboración del concepto es una parte del proceso de diseño que se realiza después de detallar el problema a través de la abstracción del problema.

La formulación de una estructura de funciones y la búsqueda de principios de solución apropiados para cada una de las funciones, así como el procesamiento de la combinación de los posibles caminos de solución, nos permitirán determinar un concepto óptimo de solución.

La Función es una tarea que debe realizar el sistema.

Determinar la estructura de funciones

Se inicia con los datos que reúne la lista de exigencias, el proceso de elaboración de la lista de exigencias y la solicitud de un diseño muchas veces trae consigo ideas fijas para la solución del problema. Para evitar el bloqueo de nuevas ideas se hace necesario un proceso de abstracción (uso de tecnología actual, nuevos materiales, nuevos procesos de fabricación). Esto nos facilitará la búsqueda de un concepto óptimo de solución.

PROCESO TÉCNICO---------- PRINCIPIO TECNOLÓGICO

Tarea Solución

Abstracción: Black-box

Cualquier función, o una función total se puede representar en forma de una caja negra, Black box, en donde solo se tiene en cuenta 3 magnitudes básicas de entrada y salida: señales, energía y materia.

Determinar los principios tecnológicos

Para poder transformar las magnitudes de entrada en la caja negra (Black- box) es necesario escoger principios tecnológicos que lleven a la práctica la transformación deseada.

La transformación ocurre por lo general paso a paso en una serie de operaciones. Las operaciones necesarias (para las transformaciones) y sus secuencias son decididas por la tecnología, la cual a su vez se basa en fenómenos naturales.

Para un proceso técnico puede haber varios principios tecnológicos.

Fijar los procesos técnicos

Para la transformación de los objetos (sus propiedades) que ingresan a la caja negra se necesita fijar un proceso técnico; es decir el diagrama de flujo de principios tecnológicos escogidos (tecnología) y sus combinaciones así como la secuencia de operaciones.

En la elaboración de un proceso técnico en bloques es posible fijar una estructura completa (con efectos secundarios, efectos de accionamiento, etc.) O solamente un diagrama de flujo principal. La segunda alternativa es recomendable por su sencillez para entenderla.

Las alternativas del proceso técnico se originan a través de la aplicación o combinación adecuada de la tecnología y la secuencia de operaciones.

Basándose en una evaluación se puede encontrar la alternativa óptima del proceso técnico.

Determinar la aplicación de los sistemas técnicos y sus limitaciones

La distribución de la ejecución o producción de los efectos, ya sea estos ejecutados por el hombre o por un sistema técnico, pueden ser extraordinariamente diferentes. Esta distribución

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

depende de muchos factores o puntos de vista; cualquiera que sea la distribución da origen a una mecanización o automatización. La decisión a cargo del diseñador puede dar lugar a importantes consecuencias políticas y sociales, cuando se trata de proyectar grandes instalaciones.

Uno no se debe olvidar de los límites de la capacidad humana en la distribución.

Según sea la distribución, se distinguen los siguientes procesos:

- Procesos manuales, en donde la mayor parte de los efectos, tanto en energía como en control, la tiene el hombre.
- Procesos mecánicos, donde el sistema técnico asume los efectos de energía.
- Procesos automáticos, donde el sistema técnico (mecatrónica) asume la mayoría de los efectos de control.

Determinar y representar la estructura de función óptima

En la estructura de funciones se representan las funciones principales, pero también se puede añadir las funciones secundarias que pudieran ser encontradas al fijar el proceso técnico.

Las alternativas de las estructuras de funciones aparecen con el cambio de las características del diseño (aplicación y limitaciones del sistema técnico), así como la agrupación de las funciones, partiendo por supuesto de uno o más procesos técnicos.

Estructura de función óptima

PROCESO TÉCNICO (PRT)	PRINCIPIO TECNOLÓGICO (PT)
Función o tarea que el sistema debe satisfacer	Entre varias soluciones, encontrar la solución óptima y qué tipo de proceso o procesos se incluyen ante la tarea a cumplir

Determinar el concepto

Los datos de entrada en esta etapa del diseño son la estructura de funciones y la lista de exigencias.

Al confeccionar la estructura de funciones se ha dividido el proceso técnico (función total) en funciones parciales; entonces el objetivo de esta etapa del diseño es transformar la estructura de funciones, a través de principios de solución para cada una de las funciones parciales, en una estructura de construcción (síntesis).

Determinar los inputs y modo de acción

Esto se refiere a los operandos que ingresan (o salen a la caja negra), del proceso técnico. Para la realización del proceso técnico se debe tener en cuenta diversas magnitudes de entrada como energía, materiales auxiliares, etc.

Para la transformación de los inputs en el proceso técnico son necesarios ciertos efectos, para su realización. Durante el proceso técnico aparecen diversos materiales, como desperdicios (viruta, humo, etc.) así como otras magnitudes de salida, como calor, vibraciones, ruido, etc. En general son designadas estas magnitudes de entrada o salida como inputs u outputs adicionales.

Los inputs y outputs adicionales se deben tener en cuenta muy seriamente, ya que la humanidad hoy en día está amenazada por los outputs de los procesos técnicos.

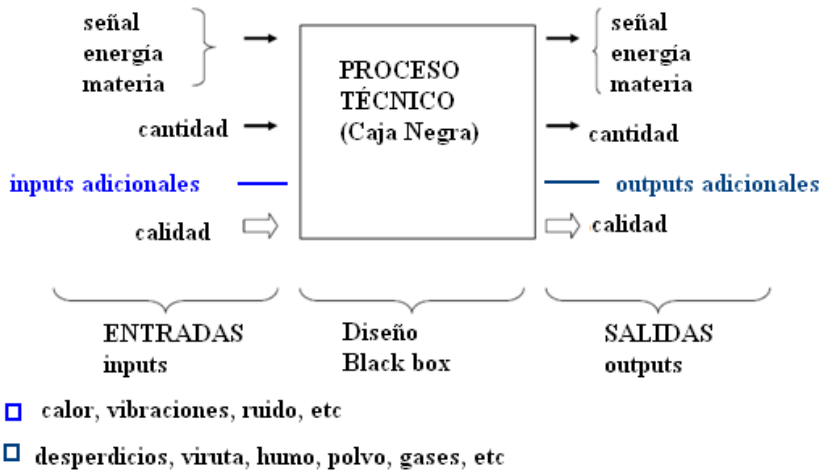
Para la realización del proceso técnico se debe analizar la influencia de los inputs/outputs perjudiciales que aunque no son deseados existen:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Black- Box de un Proceso Técnico



- calor, vibraciones, ruido, etc
- desperdicios, viruta, humo, polvo, gases, etc

Determinar las clases de los portadores de funciones (matriz morfológica)

La matriz morfológica; por lo general se puede subdividir una función total en funciones parciales (a menudo se puede hacer de estas funciones parciales nuevas funciones totales secundarias y nuevamente dividirlas en funciones parciales). El método de la matriz morfológica se puede aplicar cuando la función total se divide en funciones parciales.

Su aplicación es sencilla, en la primera columna se escriben las funciones parciales, y para cada función parcial en su respectiva línea se busca y se agotan todos los "portadores de las funciones", los principios que realizan los efectos buscados y las mencionadas clases de los portadores de funciones. La búsqueda debe tener metas precisas.

Diagrama de Matriz Morfológica

MATRIZ MORFOLÓGICA (ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS)			
FUNCIONES	SOLUCION 1	SOLUCION 2	SOLUCION 3
Función parcial			
Funciones secundarias	A1	A2	A3

Combinar los portadores de funciones. Probar sus relaciones

Teóricamente se obtiene un concepto total de la estructura de construcción a través de cada combinación de todos los correspondientes portadores de funciones (matriz morfológica). Así sería el número de soluciones inmenso. Pero se puede descubrir que no todas las soluciones son adecuadas, que no todos los elementos son compatibles entre sí. Se recomienda concentrarse en las combinaciones 'reales', de tal manera que se reduzca el campo de las soluciones y con esto también se reduce el trabajo de la evaluación.

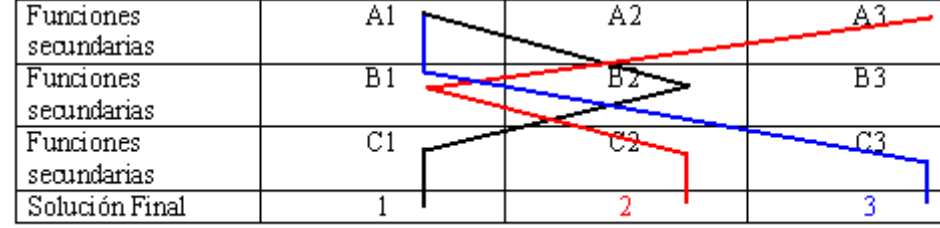
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Recomendación: 3 Portadores de Funciones

MATRIZ MORFOLÓGICA (ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS)			
FUNCIONES	**SOLUCION 1**	**SOLUCION 2**	**SOLUCION 3**
Función parcial			
Funciones secundarias	A1	A2	A3
Funciones secundarias	B1	B2	B3
Funciones secundarias	C1	C2	C3
Solución Final	1	2	3



Determinar el concepto optimo, mejorar y verificar

La evaluación total es difícil porque las características de diseño del sistema ofrecen muy pocos puntos de referencia para la cuantificación de la mayoría de las exigencias (si éstas son usadas como criterios de evaluación).

Especialmente el criterio económico tiene deficiencias como para tomarse como criterio de evaluación. Sin embargo se debe formular criterios que permitan la comparación de las variantes en miras a obtener una variante óptima. La comparación con la solución ideal puede ser una ayuda para encontrar la solución óptima.

Ideas para hacer una evaluación del concepto de solución

Técnicos	**Económicos**
Buen uso de la fuerza o energía	Número de piezas
Seguridad	Facilidad de montaje
Rapidez	Productividad
Estabilidad	Costos diversos
Rigidez	Pocos desperdicios
Manipulación	
Facilidad de manejo	
Transportabilidad	
Calidad del trabajo	
Complejidad	
Lista de exigencias	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PROYECTAR

En esta fase del diseño se trata de llegar a un proyecto definitivo a partir de la estructura de construcción óptima encontrada en la fase anterior.

En esta fase se entra profundamente en la concretización del diseño.

Determinar el proyecto preliminar

Los datos de entrada en esta etapa del diseño son el bosquejo del concepto de solución, la lista de exigencias y la estructura de funciones.

Los datos de entrada de esta etapa son: Lo que se persigue en esta etapa es lograr aproximadamente la descripción de la estructura de construcción del sistema técnico, es decir al final de la etapa se debe obtener un documento de diseño plasmado en un bosquejo del proyecto preliminar.

Determinar los puntos de orientación para la elaboración de la forma (proyecto)

Como puntos de partida para la configuración de los elementos o del sistema mismo se deben fijar algunos puntos de orientación (dimensiones).

Estos puntos de orientación se pueden encontrar en los sistemas técnicos con los cuales trabajaría el sistema en diseño, en las limitaciones humanas (ergonomía) y en las exigencias del sistema a diseñar.

La normalización se debe tener en cuenta.

La comparación con sistemas parecidos pueden servir de ayuda. Los cálculos aproximados de resistencia de materiales así como la experiencia del diseñador también juegan un papel importante.

La elaboración de la forma del proyecto no debe, de ninguna manera, responder a un cálculo detallado (por resistencia de materiales) de sus elementos. Se debe tratar de lograr solo una forma aproximada del proyecto.

Disponer, asumir, elaboración de la forma aproximada (dimensiones en parte)

A partir del bosquejo del concepto de solución uno se puede dedicar a la disposición de los sistemas parciales o piezas. Las posibilidades de disposición son numerosas, sin embargo la decisión en la disposición es precisamente el primer punto más importante en el proyecto preliminar. El segundo punto importante es la configuración básica de cada una de las piezas.

Si nos planteamos dos preguntas:

¿Qué significa configuración o elaboración de formas?

¿A través de qué está definida la configuración o la forma de un cuerpo?

Las respuestas nos conducen a elementos básicos que ayudan a la elaboración de las formas de un cuerpo (así como también a su disposición). Estas reglas son:

- cambio de forma: forma de las superficies

- cambio de posición: posición relativa de una superficie con respecto a las otras

- cambio de número: el número de superficies que limitan al cuerpo

- cambio de dimensiones: dimensiones de las superficies

Las mismas reglas antes mencionadas se pueden emplear tanto para la configuración de piezas como para la elaboración de conjuntos en el sistema técnico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Esta etapa es iterativa y se puede realizar muchas veces dando lugar a variantes.

Determinar el tipo de material, clase de los procesos de fabricación, tolerancias y calidad del acabado superficial en cada uno de los casos

Por lo general no es necesario para el proyecto preliminar fijar las características de diseño antes mencionadas. La excepción son las superficies de efecto, donde a menudo los datos del material se recomiendan, cuando se trata de una propiedad fijada, también aunque sin mucha fuerza de decisión en el proyecto preliminar, la forma de los elementos de construcción implícitamente fijan los procesos de fabricación así como su montaje. La selección del material o algunas propiedades del diseño se van perfilando en forma iterativa, sin embargo una decisión definitiva no es posible (con cálculos aproximados) ni tampoco indispensable en esta etapa.

Las anotaciones sobre los bosquejos pueden ser una ayuda para registrar las propiedades de las piezas cuando sea necesario.

Representar el proyecto preliminar

La representación de una estructura aproximada se hace a través de un bosquejo del proyecto. En este punto se bosqueja usando un software de dibujo.

Determinar el proyecto óptimo, mejorar, evaluar y verificar

La evaluación de las alternativas de las estructuras de construcción y los bosquejos del proyecto son más exactos, porque las características del diseño están ya fijadas. De estos bosquejos se puede ver claramente el valor de los criterios escogidos

Ya es posible obtener o estimar los factores que influyen en los costos de fabricación (p.e. peso, tamaño, datos básicos de procediendo); existe entonces la primera posibilidad de proceder a un estimado aproximado del costo.

Características Principales para la Evaluación de Diseños en la Fase de Proyecto Preliminar Definitivo

Característica Principal	**Ejemplo**
Función	Satisfacción de la función con los principios técnicos- efectos escogidos; uniformidad, densidad, grado de eficiencia, sensibilidad (a malograrse), pérdidas.
Forma	Tamaño, necesidad de espacio, peso, disposición, situación, adaptación.
Diseño	Aprovechamiento, solidez, deformación, capacidad de variación de forma, duración, desgaste, resistencia a choques, estabilidad, resonancia.
Seguridad	Técnicas de seguridad inmediata, seguridad de trabajo, protección del medio ambiente.
Ergonomía	Relación hombre- máquina, molestias de trabajo servicio, puntos de vista estéticos, configuración de las formas.
Fabricación	Procesamiento sin riesgos, tiempo de fraguado (corto), tratamiento térmico,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	tratamiento superficial (evitar), tolerancias (en tanto no sean comprendidas en los costos).
Control de calidad	Mantenimiento de las propiedades de calidad. Comprobabilidad.
Montaje	Claro, fácil, agradable, ajustable, reequipabilidad.
Transporte	Dentro y fuera de la empresa, tipo de envío, embalaje.
Uso	Manipulación, comportamiento de funcionamiento, características de corrosión, necesidad de materiales auxiliares.
Mantenimiento	Mantenimiento, inspección, separación, cambio
Costos	Especialmente en la evaluación económica
Plazos	Características que determinan los plazos de entrega.

´ **Disposición definitiva, elaboración de las formas (dimensionar en parte)**

Como no se trata de dibujos de taller en la representación de los conjuntos se pueden consignar medidas, acabados superficiales, materiales y tratamientos térmicos, cuando esto aclara o asegura la función del sistema técnico; esto se aclara en los planos detallados respectivos de dicho diseño.

Fijar completamente y definitivamente el material y los procesos de fabricación

Comprobar que los materiales y los procesos de fabricación de las piezas sean compatibles con las formas que se requieren lograr. A veces la concurrencia o consejo de los especialistas (metalurgistas, especialistas en fabricación como soldadores, torneros, fresadores, etc.) es necesario.

En cuanto a las tolerancias y el acabado superficial estas deben ser dadas solo para que garanticen la función del sistema técnico y faciliten el control de la producción.

Representar el proyecto de construcción (diseño)

La representación del proyecto debe cumplir todas las reglas de dibujo. Se debe presentar un dibujo de ensamble a escala adecuada en la posición de trabajo o la que muestre el mayor número de piezas.

El dibujo debe ser claro, donde se reconoce el funcionamiento del sistema así como la posición o posiciones de los inputs y outputs. La lista de piezas y sus materiales es indispensable.

Se pueden consignar todas las medidas que sean necesarias para tener una idea de las proporciones (y función); también donde sea necesario tolerancias (si estas aclaran el funcionamiento).

Las secciones o detalles a escalas ampliadas también son permitidas.

La calidad del dibujo puede ser decisiva para la aceptación del proyecto por el cliente o para tomar la decisión de su continuación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ELABORACIÓN DE DETALLES

Detallar, elaboración de los detalles

Como datos de entrada tenemos en esta fase del diseño el proyecto del sistema óptimo.

Una vez aceptado el proyecto, ya sea por el cliente o por la instancia superior de la oficina de diseño (o fuera de ella) entra en su fase final. En esta fase se complementará y elaborará la documentación necesaria para su fabricación.

Proporcionar la fundamentación

Se trata aquí únicamente de completar los cálculos justificativos del proyecto y comprobaciones (de resistencia de materiales) de las piezas que conforman el conjunto diseñado.

Elaboración de las formas, dimensiones definitivas y completas

Para cada una de las piezas que se deben fabricar se tiene que elaborar los planos respectivos en el software de dibujo. Por ejemplo para fabricar engranajes se debe dar la geometría y sus datos de fabricación como módulo, ángulos, correcciones, tratamiento térmico, etc.

Determinar completa y definitivamente el material, clases de fabricación, tolerancias y calidad del acabado superficial

Si de fabricar se trata, se tienen que fijar los tipos de materiales y su estado.

Los materiales y los procesos de fabricación de cada una de las piezas no siempre dependen de cálculos que se han hecho, sino del tamaño de la producción (producto único, pequeña serie, producción en masa). Pero las tolerancias de las piezas se fijan principalmente por la función y la fabricación. Esto último también vale para el acabado superficial.

Representar las piezas, dimensionar, dar las tolerancias, la calidad del acabado superficial y material

Basta con cumplir minuciosamente con las reglas de dibujo mecánico.

Cualquiera que sea la representación, se debe escoger la escala y el formato de papel adecuado al tamaño de la pieza. De preferencia dibujar a escala 1:1; cuando esto no es posible usar las otras escalas normalizadas.

Cada dibujo de una pieza debe tener su nombre, el material, el acabado superficial indicado en cada superficie y los no indicados (acabados superficiales generales) y la escala en que se dibuja.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XXI



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Velocidades de rotación (r.p.m.)
En función de la velocidad periférica (m/s) y Ø del disco para el corte de piedra natural

Ø	25	30	35	40	45	50	55	60
300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3500	3800
350	1400	1600	1900	2200	2500	2700	3000	3300
400	1200	1400	1700	1900	2100	2400	2600	2900
450	1100	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500
500	950	1100	1300	1500	1700	1900	2100	2300
550	870	1000	1200	1400	1600	1700	1900	2100
600	800	950	1100	1300	1400	1600	1800	1900
625	760	920	1100	1200	1400	1500	1700	1800
700	680	820	950	1100	1200	1400	1500	1600
725	660	790	920	1100	1200	1300	1400	1600
800	600	720	840	950	1100	1200	1300	1400
900	530	640	740	850	950	1100	1200	1300
1000	480	570	670	760	860	950	1100	1100
1100	430	520	610	690	780	870	950	1000
1200	400	480	560	640	720	800	880	950
1300	370	440	510	590	660	730	810	880

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XXII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Hoja Técnica de especificación Norma ISO 4063:2009 e ISO 2553:1992

Tipo de proceso de soldadura, medidas del cordón y representación de símbolos

NOTA – Los términos seguidos de la indicación /B/ y /USA/ se emplean en Bélgica y en los Estados Unidos respectivamente.

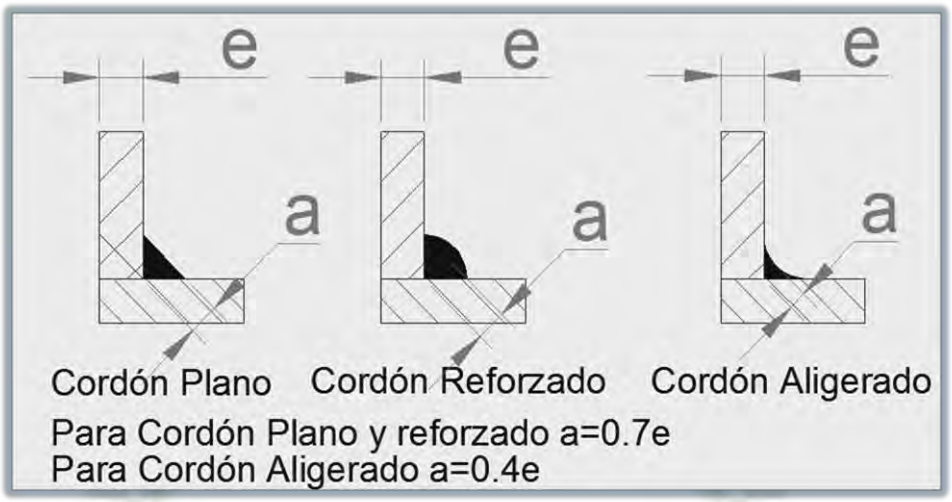
Los términos entre paréntesis se deben evitar.

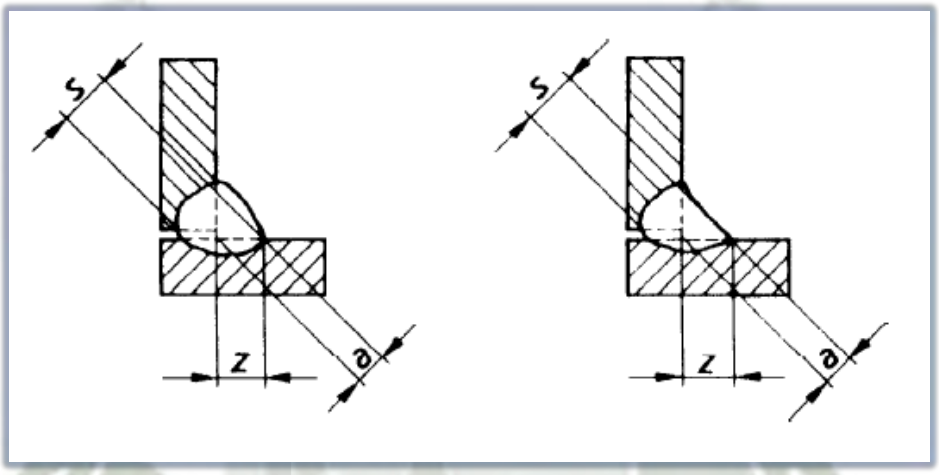
N° referencia	Término en Español	Término en Ingles
1	**Soldadura por arco**	**Arc welding**
101	Soldadura por arco con electrodo de aporte	Metal arc welding
11	Soldadura por arco con electrodo de aporte sin protección gaseosa	Metal arc welding without gas protection
111	Soldadura manual por arco con electrodo revestido	Manual metal arc welding (metal arc welding with covered electrode); shielded metal arc welding /USA/
112	Soldadura por gravedad mediante arco con electrodo revestido	Gravity (arc) welding with covered electrode; gravity feed welding /USA/
114	Soldadura por arco con alambre tubular auto protegido	Self- shielded tubular- cored arc welding
12	Soldadura por arco sumergido	Submerged arc welding
121	Soldadura por arco sumergido con un alambre electrodo	Submerged arc welding with one wire electrode
122	Soldadura por arco sumergido con banda electrodo	Submerged arc welding with one strip electrode
***123**	Soldadura por arco sumergido con múltiples alambre electrodos	Submerged arc welding with multiple wire electrode
124	Soldadura por arco sumergido con adición de polvo metálico	Submerged arc welding with metallic powder addition
125	Soldadura por arco sumergido con alambre tubular	Submerged arc welding with tubular cored electrode
13	Soldadura por arco protegido por gas y electrodo de aporte	Gas-shielded metal arc welding; gas metal arc welding /USA/
131	Soldadura por arco protegido por gas inerte; soldadura MIG	Metal inert gas welding; MIG welding; gas metal arc welding
135	Soldadura por arco protegido por gas activo; soldadura MAG	Metal active gas welding; MAG welding: gas metal arc welding
136	Soldadura por arco con alambre tubular y protección de gas activo	Tubular cored metal arc welding with active gas shield; flux cored arc welding /USA/
137	Soldadura por arco con alambre tubular y protección de gas inerte	Tubular cored metal arc welding with inert gas shield; flux cored arc welding /USA/
14	Soldadura con protección gaseosa y electrodo no consumible	Gas-shield welding with non-consumable electrode
141	Soldadura por arco con electrodo de Wolframio protegido por gas inerte	Tungsten inert gas welding; TIG welding; gas tungsten arc welding /USA/
15	Soldadura por arco plasma	Plasma arc welding
151	Soldadura MIG por arco plasma	Plasma MIG welding
152	Soldadura por arco plasma con polvo	Powder plasma arc welding
18	Otros procesos de soldadura por arco	Other arc welding processes
185	Soldadura por arco magnéticamente impulsado	Magnetically impelled arc butt welding
2	**Soldadura por resistencia**	**Resistance welding**
21	Soldadura por punto	Spot welding; resistance spot welding /USA/
***211**	Soldadura por puntos indirecto	Indirect spot welding; indirect welding /USA/
***212**	Soldadura por puntos directo	Direct spot welding
22	Soldadura por costura	Seam welding; resistance seam welding /USA/

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA





Simbolos:

$\mathbf{e = Espesor\ de\ la\ pieza\ de\ union\ (mm)}$

$\mathbf{a = Altura\ de\ la\ soldadura\ \ (mm)}$

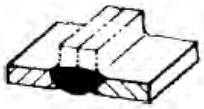
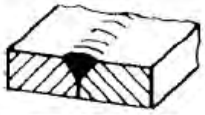
$\mathbf{z = a\sqrt{2} = Ancho\ de\ la\ soldadura}$

$\mathbf{s = Espesor\ de\ la\ garganta(mm) < espesor\ de\ la\ placa\ más\ delgada(mm)}$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

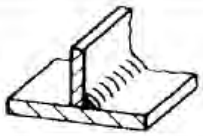
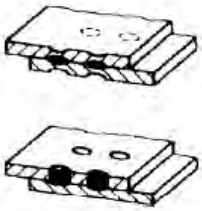
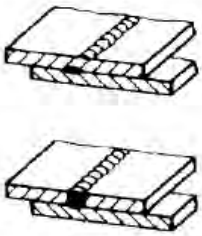
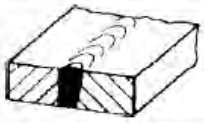
Nº	Designación	Ilustración	Símbolo
1	Soldadura a tope de chapas con bordes levantados[1]; soldadura de borde en canto/USA/ (los bordes levantados se fundirán completamente)		
2	Soldadura a tope con bordes planos		
3	Soldadura a tope en V simple		
4	Soldadura a tope en bisel simple		
5	Soldadura a tope en V simple con talón de raíz amplio		
6	Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
7	Soldadura a tope en U simple (lados paralelos o en pendiente)		
8	Soldadura a tope en J simple		
9	Cordón de respaldo; soldadura de reverso o de respaldo /USA/		

(Continúa)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

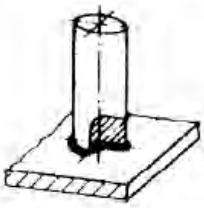
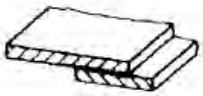
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Nº	Designación	Ilustración	Símbolo
10	Soldadura en ángulo		
11	Soldadura de tapón o de ojal /USA/		
12	Soldadura por punto		
13	Soldadura por costura		
14	Soldadura a tope en V simple con flancos empinados		
15	Soldadura a tope en bisel simple con flancos empinados		
16	Soldadura de canto		

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Nº	Designación	Ilustración	Símbolo
17	Recargue		
18	Unión superficial		
			
19	Unión inclinada		
20	Unión en pliegue		

Forma de la soldadura o de su superficie	Símbolo
a) Plano (normalmente acabado a paño)	
b) Convexa	
c) Cóncava	
d) Acuerdos de transición suave	
e) Empleo de pletina de respaldo permanente	
f) Empleo de pletina de respaldo eliminable	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

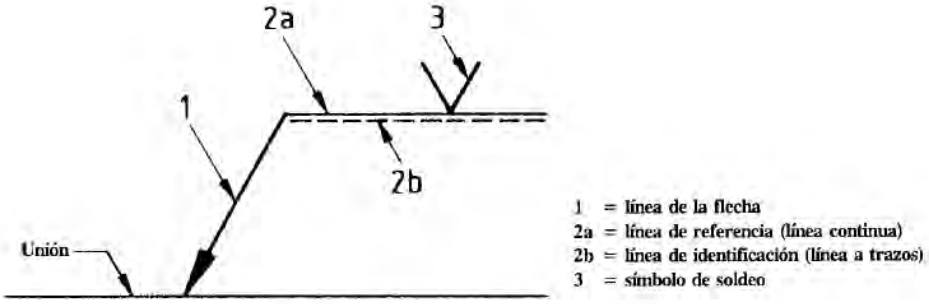


Fig. 1 – Método de representación

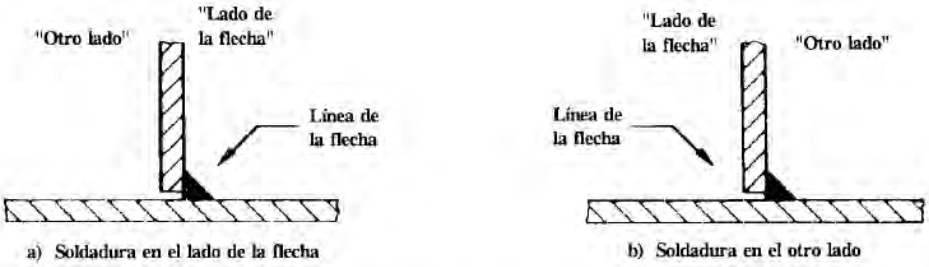


Fig. 2 – Unión en T con una soldadura en ángulo

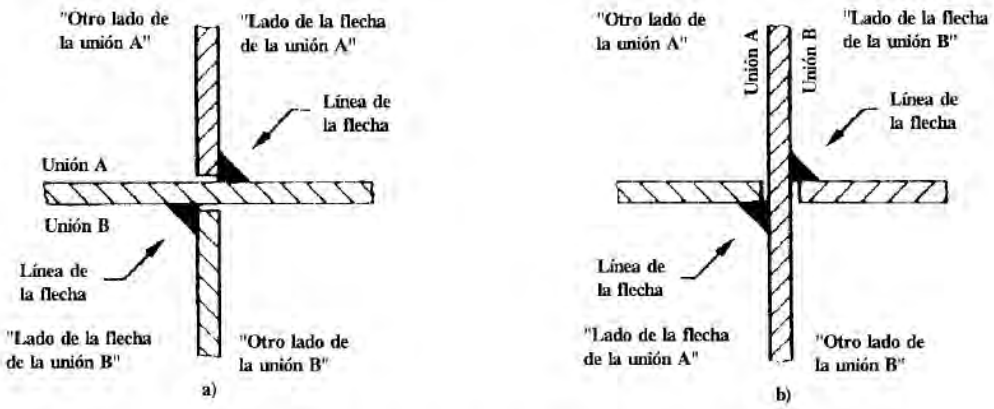


Fig. 3 – Unión cruciforme con dos soldaduras en ángulo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XXIII

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Cuadro Analítico de Severidad de Vibración Permisible

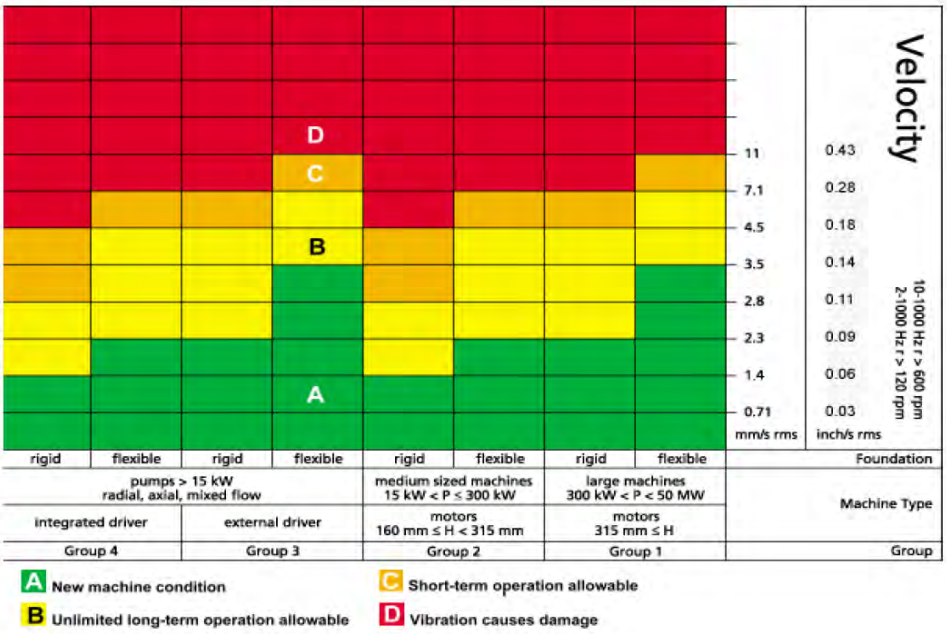
ISO 10816-3

Evaluation standard for vibration monitoring

The effective value of the vibration velocity is used for assessing the machine condition. This value can be determined by almost all conventional vibration measurement devices.

DIN ISO 10816-3 separates the machines into different groups and takes the type of installation into account.

Green: Zone A
Vibration values from machines just put into operation.
Yellow: Zone B
Machines can run in continuous operation without any restrictions
Orange: Zone C
Vibration values in yellow indicate that the machine condition is not suitable for continuous operation, only for a limited period of time. Corrective measures should be taken at the next opportunity.
Red: Zone D
Dangerous vibration values – damage could occur to the machine.



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO XXIV

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

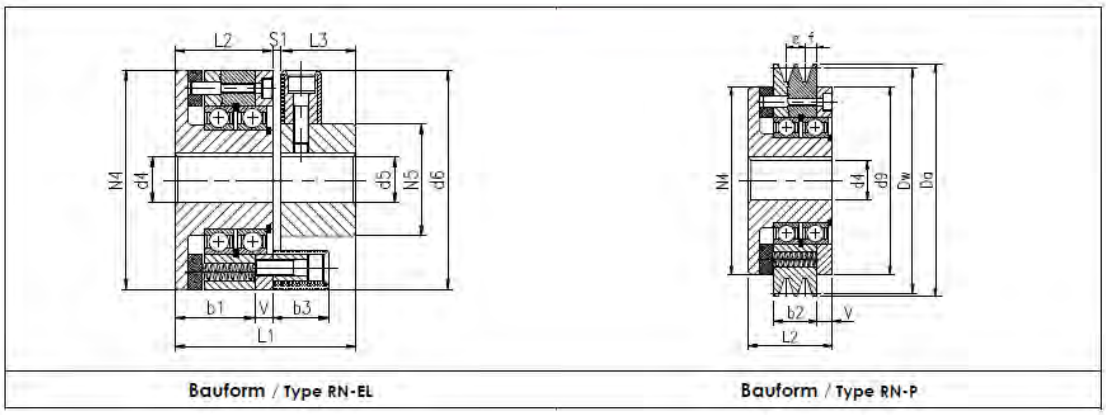
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Acople para eje de Motor - eje del disco de Corte, Veko, 1802rl0040ko-23-28

VEKO
Sicherheitsrutschkupplung

Stemin

VEKO
Safety Slip Clutch



Bauform / Type RN-EL | **Bauform / Type RN-P**

Bauform RN-EL

Die Bauform RN-EL ist eine Kombination von einer VEKO und einer superelastischen Kupplung, um zwei Achsen elastisch zu verbinden. Der zulässige Wellenversatz der superelastischen Kupplungen wird in Tabelle 1 (Seite 4) gezeigt.

Type RN-EL

Type RN-EL is a combination with a super elastic coupling suitable for connecting adjacent shafts. The misalignment capacity of these super elastic couplings is shown in Table 1 (Page 4).

Größe / Size		3	6	13	20	40	75	150	240	360	601	950	1500	2200
RN-EL		422 1	622 2	832 4	832 4	1032 8	1032 8	1232 16	1632 30	1632 30	1642 50	2132 90	2142 140	2842 250
N_4	(mm)	65	80	95	105	120	134	155	178	205	234	268	318	378
d_4		14	19	24	28	30	38	42	48	60	60	75	80	85
d_5		19	26	30	30	38	38	48	65	65	65	85	85	115
N_5		30	40	45	45	60	60	70	100	100	100	125	125	160
d_6		56	85	100	100	120	120	150	200	200	200	260	260	340
L_2		39	45	50	55	55	70	80	85	94	115	115	130	150
S_1		2	4	4	4	4	4	6	8	8	8	8	8	8
L_3		24	28	30	30	42	42	50	66	66	66	80	80	100
b_1		32	37	42	45	45	55	67	69	78	93	95	103	123
V		7	8	8	10	10	15	13	16	16	22	20	27	27
b_3		24	24	28	28	32	32	42	58	58	58	70	70	85
L_1		65	77	84	89	101	116	136	159	168	189	203	218	258
m	(kg)	0,9	1,7	2,6	3,3	4,8	7,1	10,6	18,7	24,2	35,0	48,3	74,6	121,7
J	($kg.cm^2$)	4,2	11,9	26,5	38,6	72,5	129,4	255,5	688,4	1.041,0	1.955,1	3.627,9	8.231,8	19.090,6

Bauform RN-P

Die Bauform RN-P ist eine VEKO in deren Gehäuse Keilriemenrillen angebracht worden sind (passend für Keilriemen nach DIN 2217).

Type RN-P

Type RN-P incorporates a driving pulley for use in combination with high capacity V-belts (according to DIN 2217).

Größe / Size		3	6	13	20	40	75	75	150	150
Rillen Grooves		1xSPZ	1xSPZ	2xSPZ	2xSPZ	2xSPZ	3xSPZ	2xSPA	4xSPZ	3xSPA
N_4	(mm)	65	80	95	105	120	134	134	155	155
d_4		14	19	24	28	30	38	38	42	42
d_9		65	85	100	105	120	134	134	150	150
D_w		80	100	112	125	140	160	160	180	180
D_a		84	105	117	130	147	165	167	185	187
e		-	-	12	12	12	12	15	12	15
f		9	8	8	8	8	8	12,5	7	10
b_2		18	23	28	28	28	40	40	50	50
V		7	8	8	10	10	15	15	13	13
L_2		39	45	50	55	55	70	70	80	80
m	(kg)	0,7	1,5	2,3	3,2	4,2	7,1	6,9	10,1	9,6
J	($kg.cm^2$)	5,1	12,9	29,0	51,1	84,3	177,3	172,6	291,4	270,5

Tel (+31) - (0)573 - 252043 • Fax (+31) - (0)573 - 257113 • info@stemin.nl • www.stemin.nl

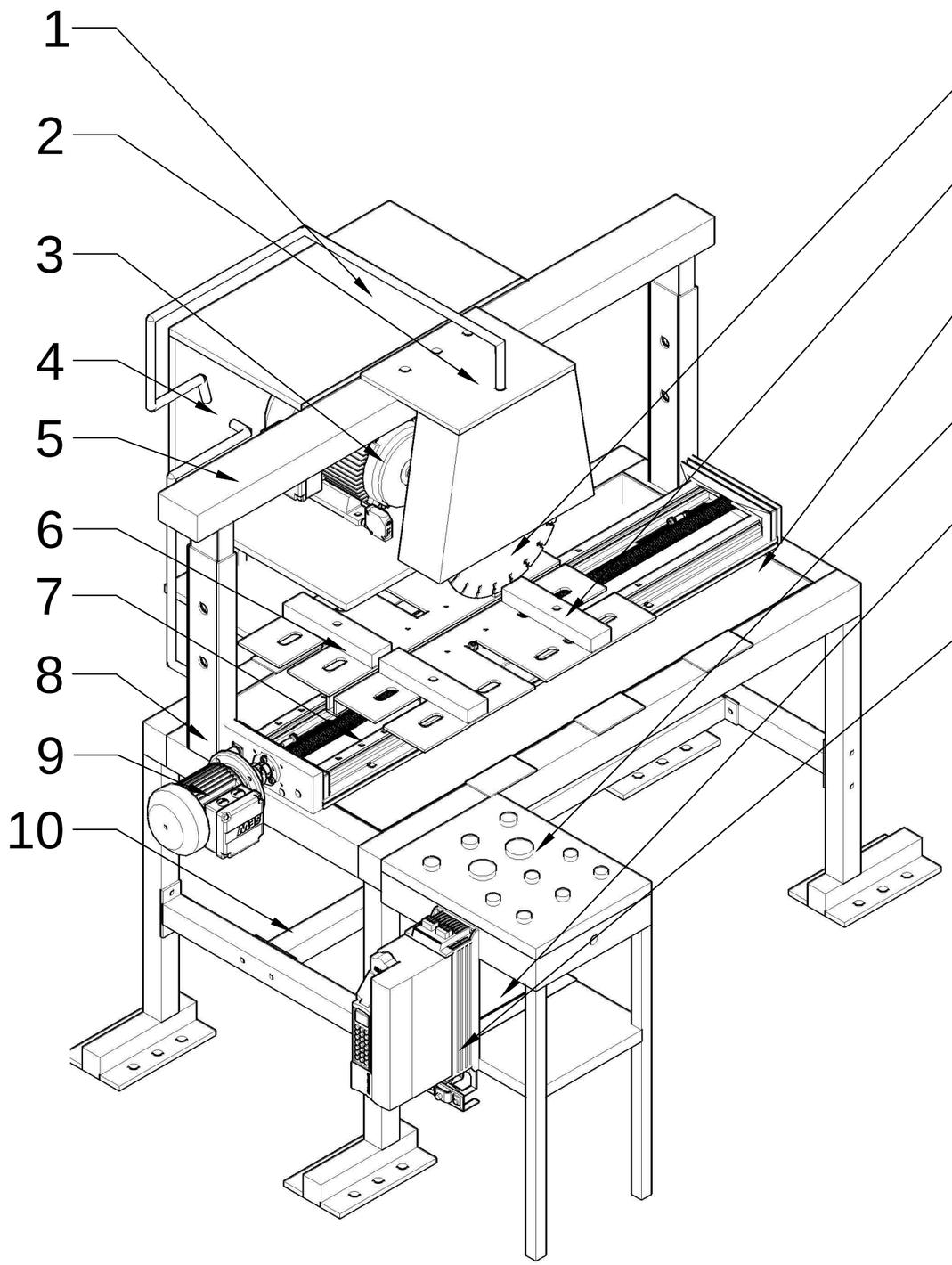
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

PLANOS

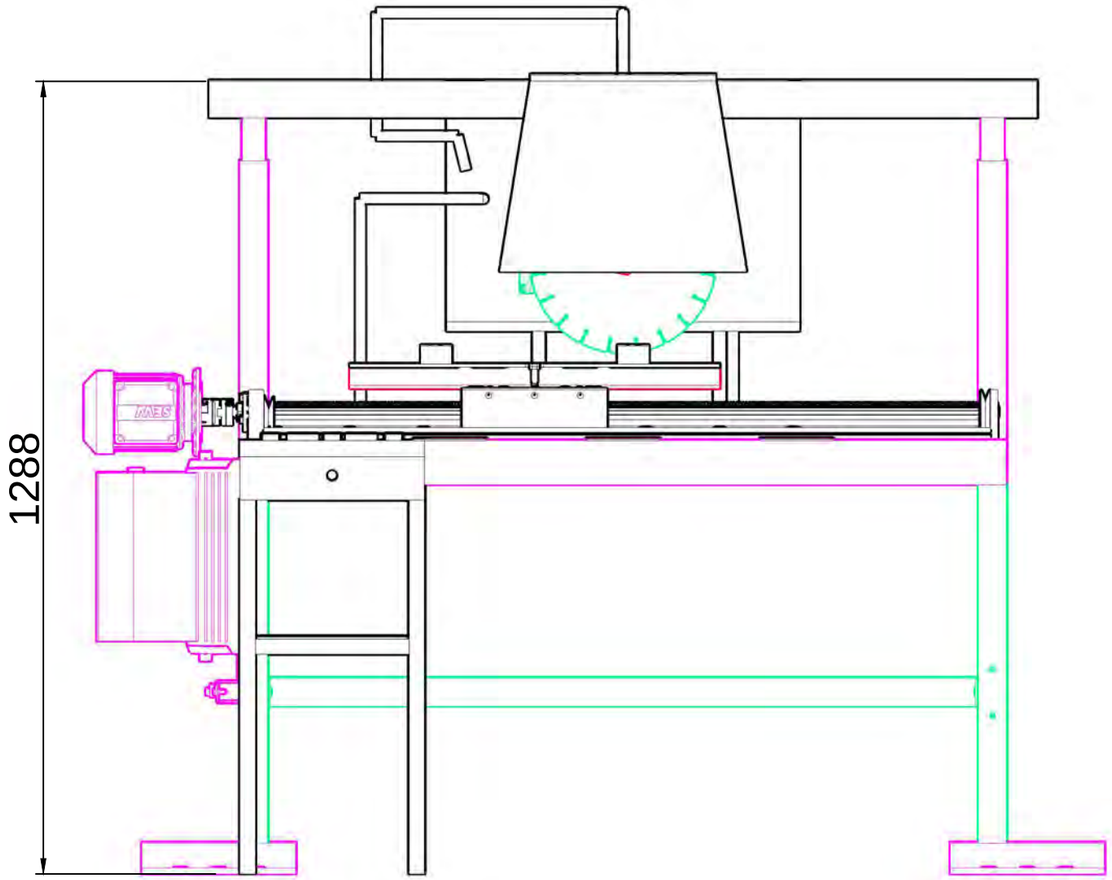
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

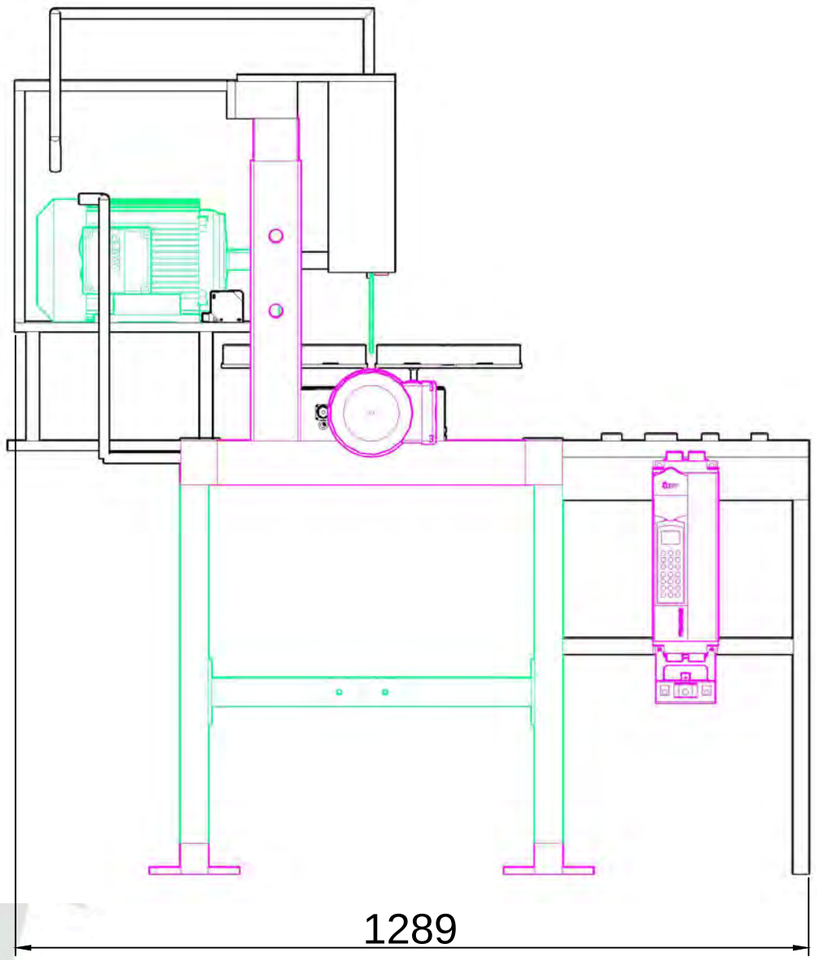


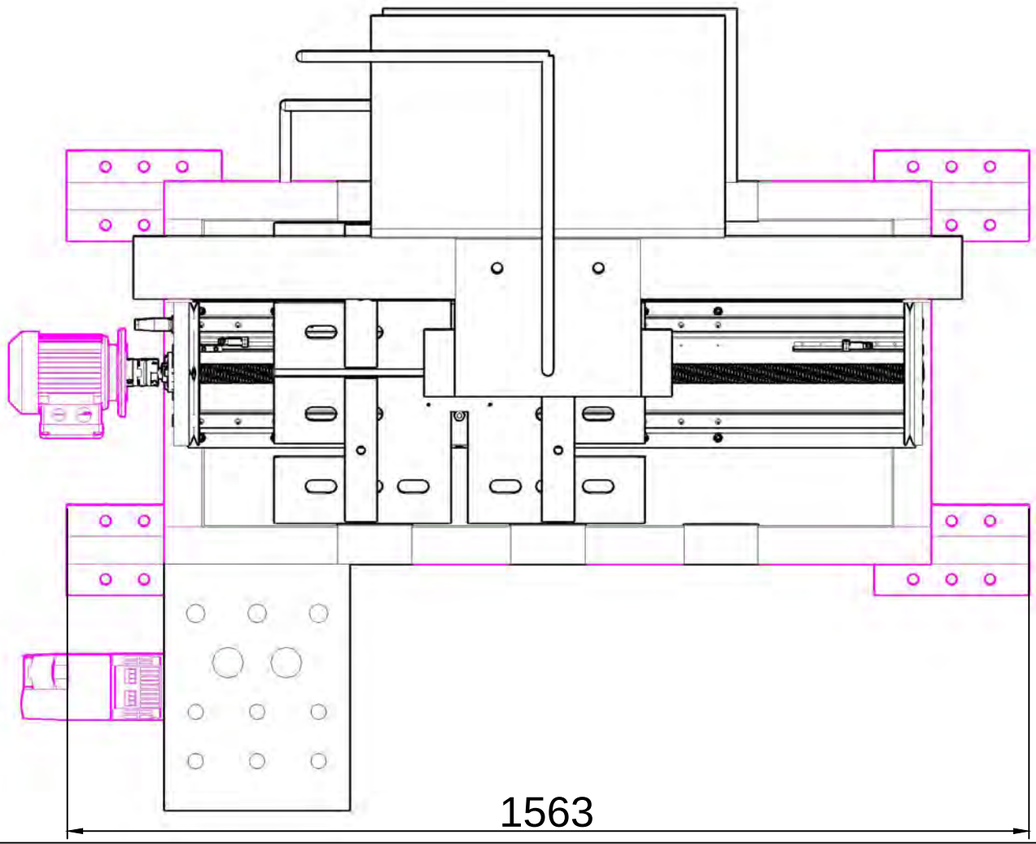
ítem	Denominaci· n, Normas, Material	Cantidad	Descripci· n
16	Convertidor de frecuencia Sew modelo MDX61B0030-5A3-4-00	1	Potencia nominal 3 [Kw], frecuencia 60Hz
15	Controlador Twido modelo TWDLCAA24DRF	1	Controlador de base compacta, tensión de entrada digital 24V, tensión de alimentación 100-240V AC
14	Consola de control y colocación de piezas automáticas, serie 6000,aluminio	17	Permite el intercambio de información y controla las funciones realizadas por la máquina
13	Bandeja para el refrigerante, AISI 304, Acero Inoxidable	8	Chapas laminadas de acero inoxidable de acabado superficial coloreada electrolíticamente
12	Regletas para medición y fijación del material, serie 6000, Aluminio	4	Fijan la pieza a la mesa de corte se ajustan con tornillos cilíndricos con hexagono int. (tipo allen DIN 912)
11	Disco de corte, núcleo de acero, con dientes de diamante sintético	1	Disco de corte con diámetro de 300mm, ancho de diente de 2.8 mm y altura de corte de 100mm
10	Estructura de soporte en forma de I (2 tubos laterales y 1 tubo central), ASTM A514, Acero	9	Estructura que mejora la rigidez de la estructura principal
9	Motor que genera el movimiento de desplazamiento lineal de la mesa, estándarANSI/IEC 60529-2004 (incluye norma IP Y NEMA para protección de equipos eléctricos), SEW, Modelo DFR63L4	1	Velocidad nominal del motor 1600 [1/min], Potencia del motor 0.25 [Kw]
8	Estructura Principal, ASTM A514, Acero	22	Estructura soldada por arco con electrodo metálico
7	Sistema de movimiento lineal con husillo de bolas, Aluminio (estructura y piezas), Acero AISI 1045 (husillo) y Acero AISI 52100 (Tuerca estándar) SKF LINEARMOTION	24	Vmax 10m/min, longitud 1180mm, diámetro del husillo 25mm y masa de 34.9Kg
6	Mesa para colocar la pieza, serie 6000, Aluminio	1	Pieza soldada, acotación según norma ISO 2553, ISO 4063
5	Estructura de soporte de piezas principales, ASTM A514, Acero	3	Estructura que sujeta a las piezas de implicadas en el corte
4	Bomba Hidráulica Buhler motor, estándar ANSI/IEC 60529-2004 (incluye norma IP Y NEMA en la protección de equipos eléctricos)	1	Máxima salida de caudal 1000 L/h
3	Motor que genera el movimiento para el corte, estándar ANSI/IEC 60529-2004 (incluye norma IP Y NEMA en la protección de equipos eléctricos), SEW, Modelo DV100M2	1	Velocidad nominal del motor 3400 [1/min], Potencia del motor 3 [Kw]
2	Protección para el disco de corte, norma OSHA 29 1910 Sub parte O - Guardas y Sistemas de Protección en Maquinaría, Serie 6000, Aluminio	2	Pieza soldada, acotación según norma ISO 2553, ISO 4063
1	Chapa en forma de C, serie 6000, Aluminio	4	Pieza soldada, acotación según norma ISO 2553, ISO 4063

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:10	MÓQUINA CORTADORA AUTOMATIZADA DE PLANCHAS DE PIEDRA NATURAL- MCA31	1 de 24



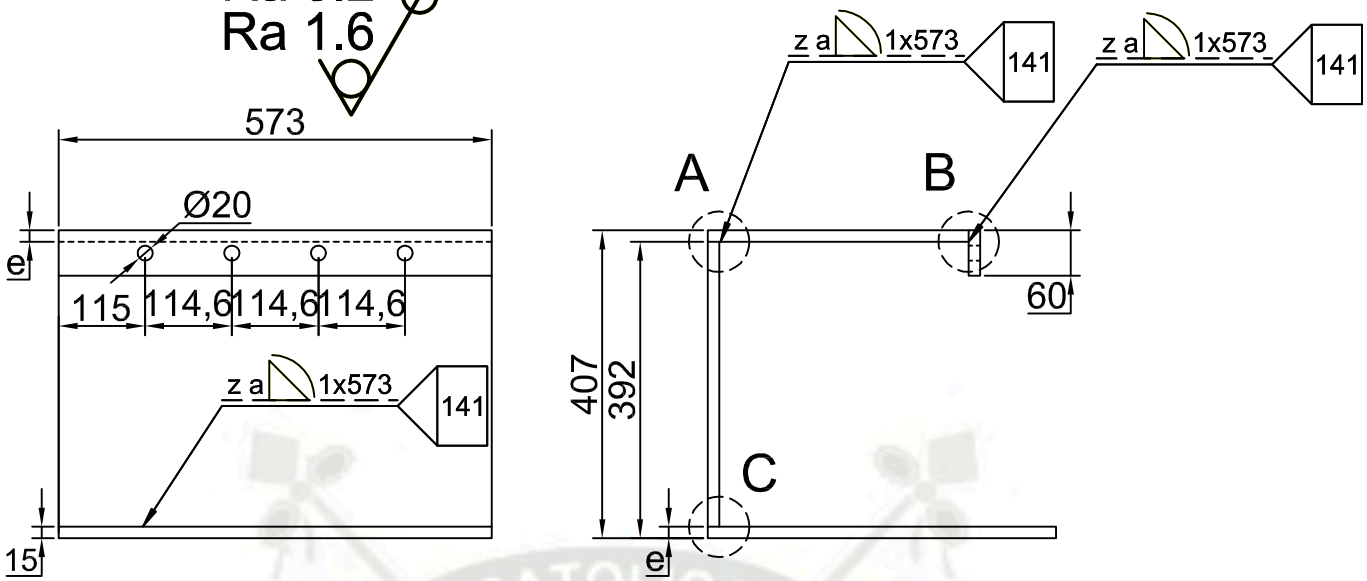


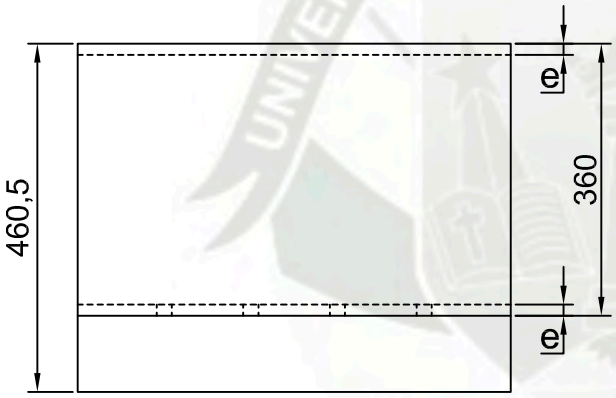


	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		
Escala 1:10	MĆQUINA CORTADORA AUTOMATIZADA DE PLANCHAS DE PIEDRA NATURAL- MEDIDAS EXTERIORES			2 de 24

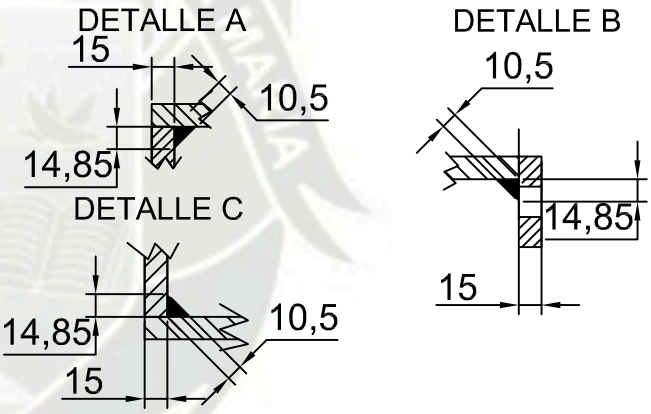
Ra 3.2
Ra 1.6

Anodizado En todas las superficies





ESCALA 1:5

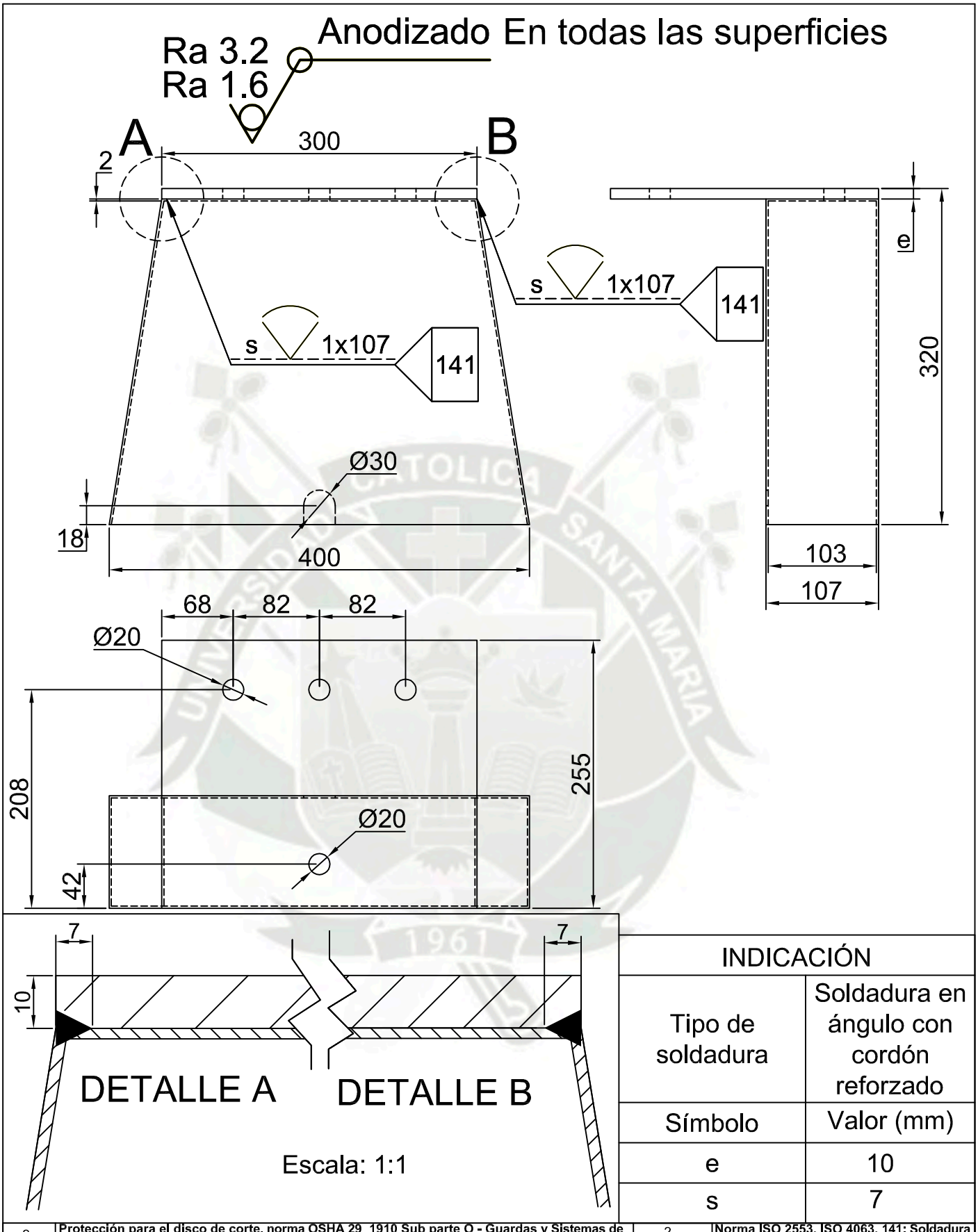


INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	Soldadura en ángulo con cordón reforzado
Símbolo	Valor (mm)
e= Espesor de pieza de unión	15
z	14.85
a	10.5

1	Chapa en forma de C, ASTM A514, Acero	4	Norma ISO 2553 e ISO 4063, 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:10	**Chapa en Forma de C**	3 de 24

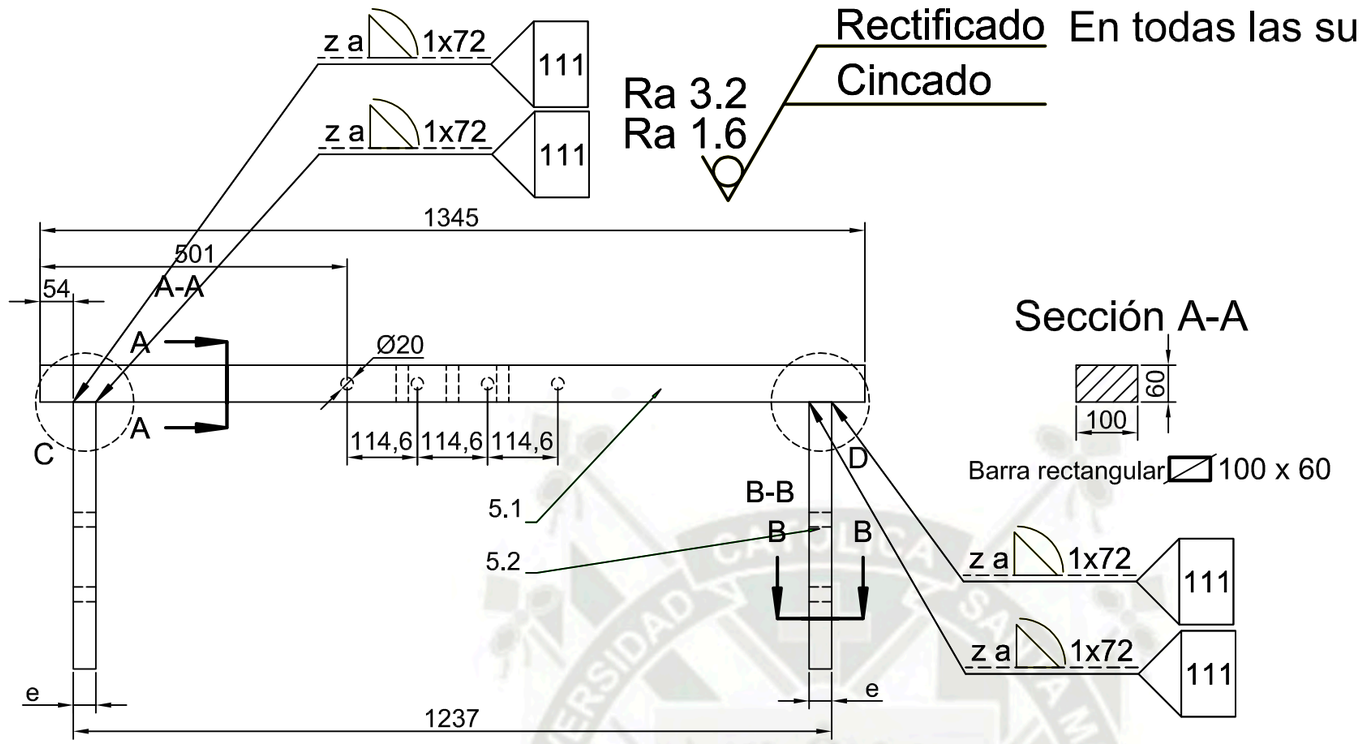


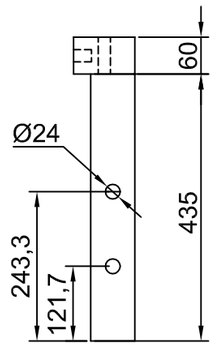
INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	Soldadura en ángulo con cordón reforzado
Símbolo	Valor (mm)
e	10
s	7

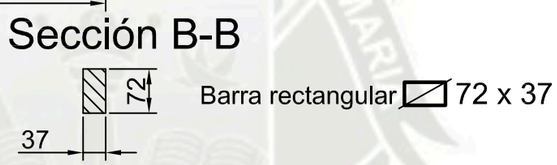
2	Protección para el disco de corte, norma OSHA 29 1910 Sub parte O - Guardas y Sistemas de Protección en Maquinaria, Serie 6000, Aluminio	2	Norma ISO 2553, ISO 4063, 141: Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno
Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción

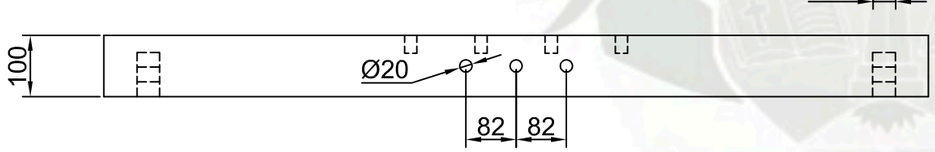
	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:5	**Guarda de Seguridad**	4 de 24



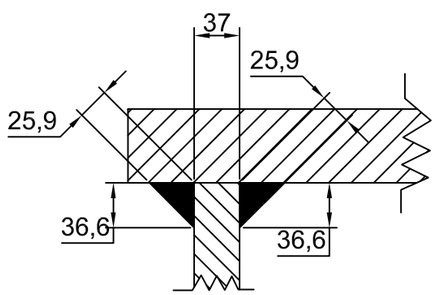




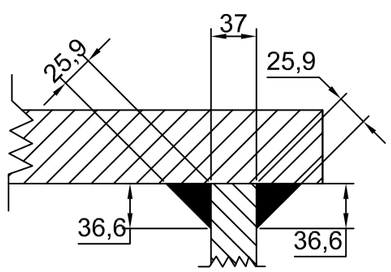


ESCALA 1:5

Detalle C



Detalle D



INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	Soldadura en ángulo con cordón reforzado
Símbolo	Valor(mm)
e	37
z	36.6
a	25.9

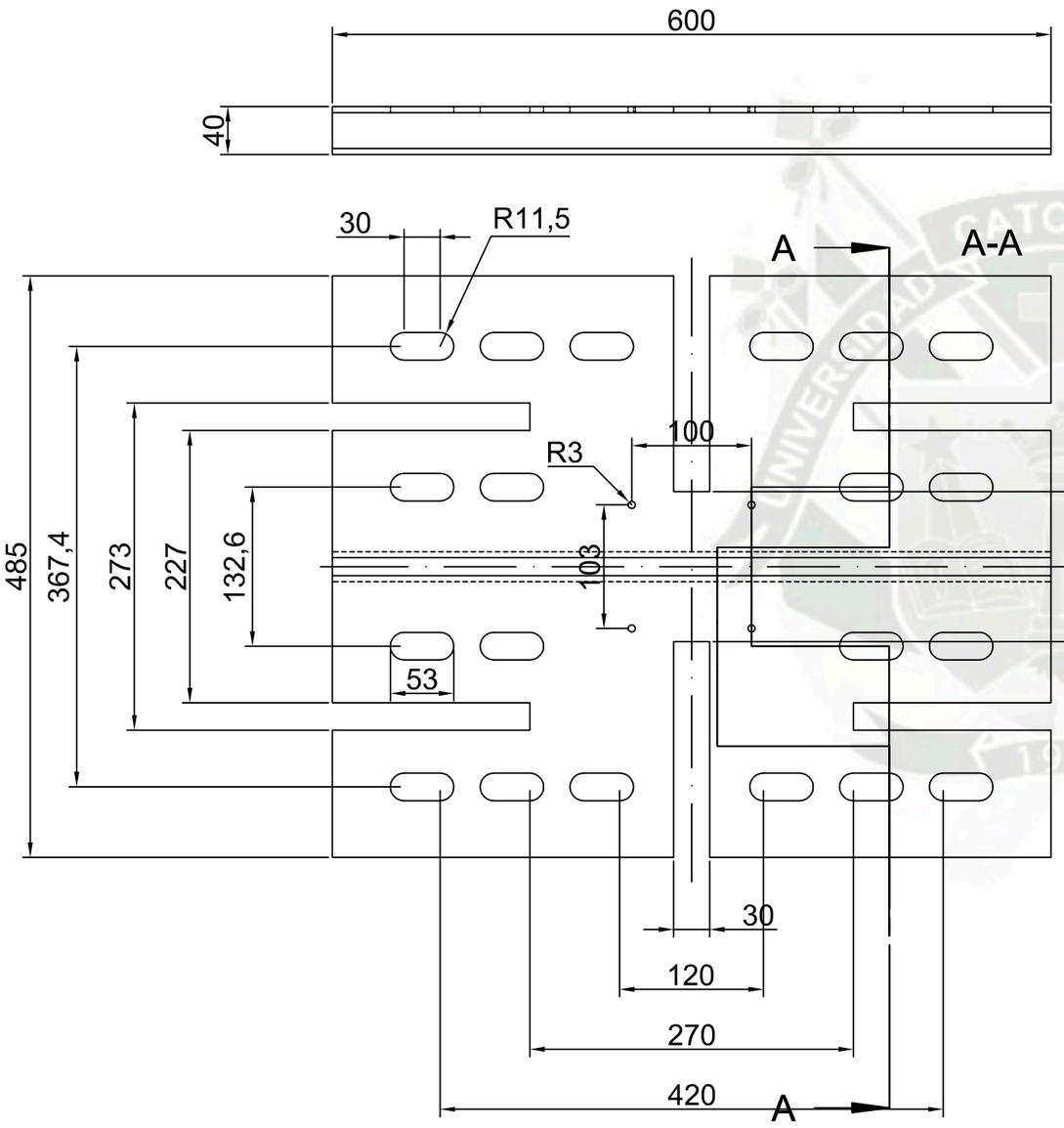
Item	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
5.2	Barra rectangular de 72x37mm, ASTM A514, Acero	2	Norma ISO 2553, ISO 4063, 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
5.1	Barra rectangular de 100x60mm , ASTM A514, Acero	1	Norma ISO 2553, ISO 4063, 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
5	Estructura de soporte de piezas principales, ASTM A514, Acero	3	Norma ISO 2553, ISO 4063, 111: Soldadura por arco con electrodo metálico

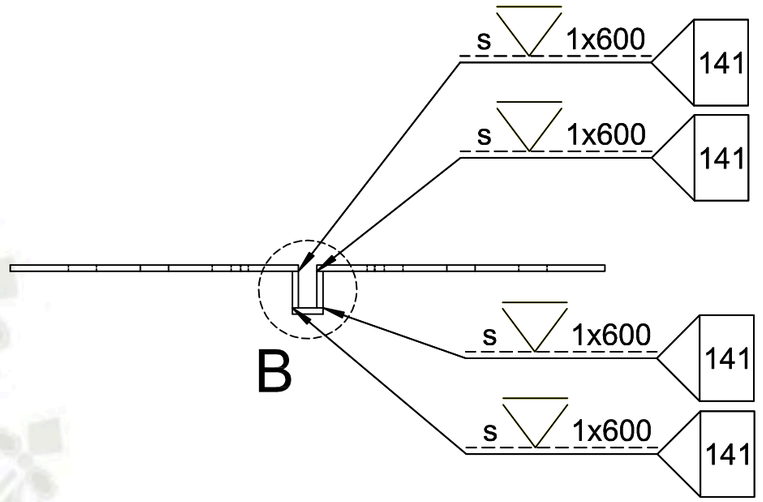
	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala		
1:10	**Estructura de Soporte de Piezas Principales**	5 de 24

Ra 3.2
Ra 1.6

Anodizado En todas las superficies



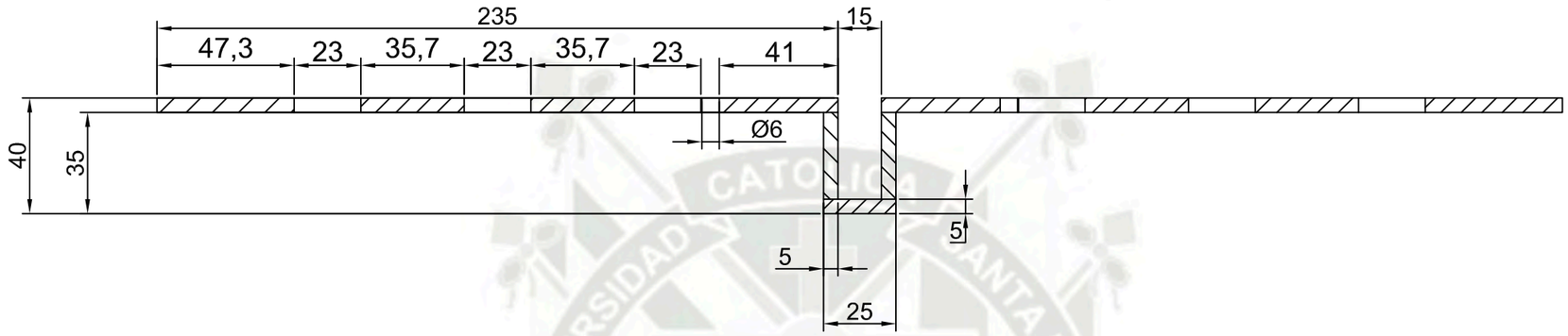


6	Mesa para colocar la Pieza, serie 6000, Aluminio			1	Norma ISO 2553, ISO 4063, 141: Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno
Ítem	Denominación, Normas, Material			Cantidad	Descripción
	Fecha	Nombre	Bryan O.LI	UCSM	
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos			
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro			
Escala 1:5	Mesa para Colocar la Pieza			6 de 24	

En todas las superficies

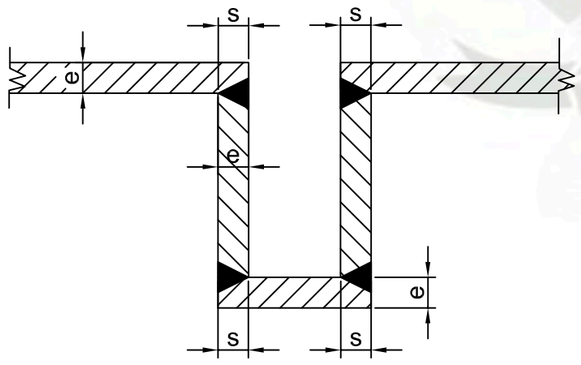
Ra 3.2
Ra 1.6
Anodizado

SECCIÓN A - A corregir el tamaño en cada plano a 5mm



ESCALA 1:2

DETALLE B



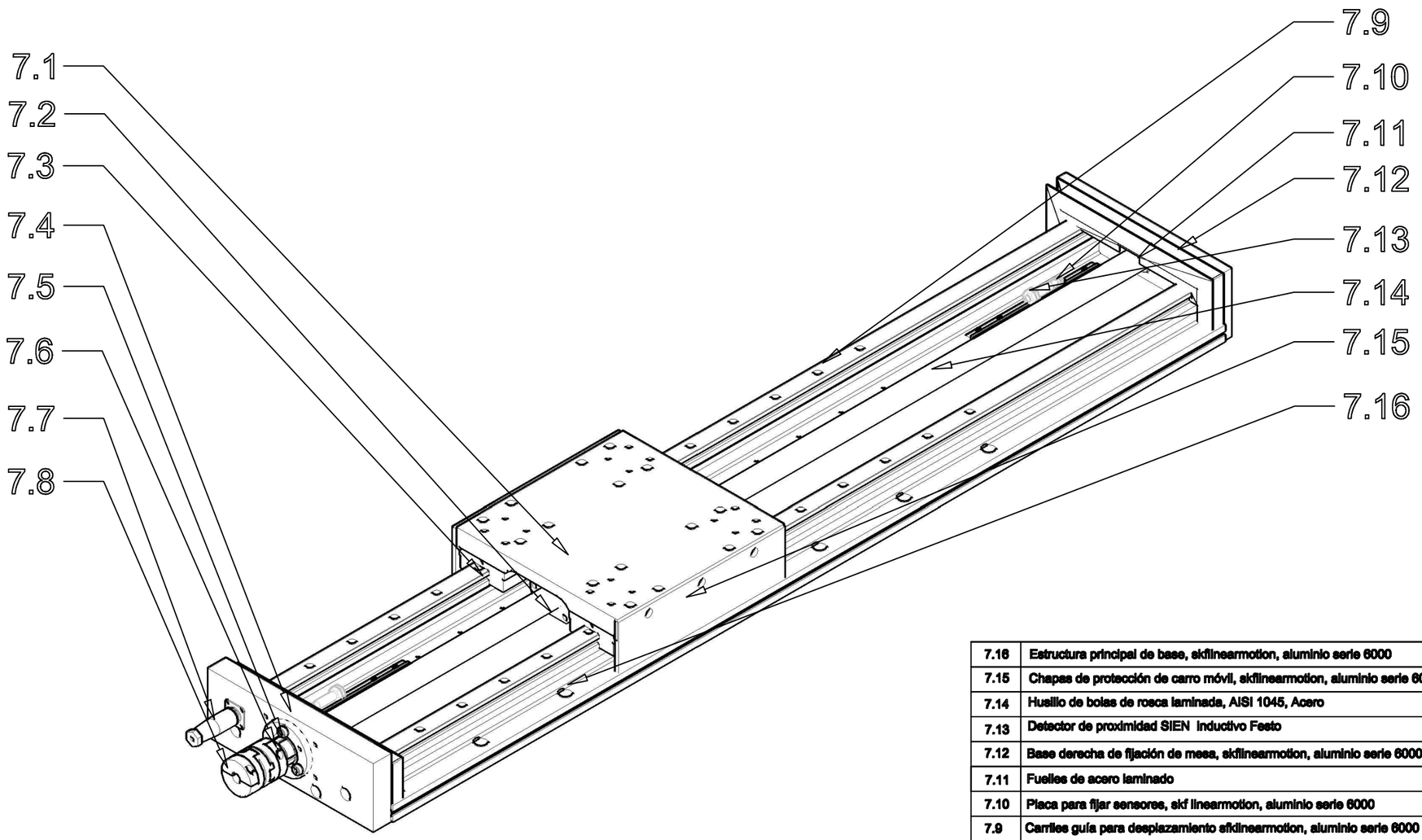
ESCALA 1:1

INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	Soldadura a tope en V con cordón plano
Símbolo	Valor (mm)
e	5
s	4.95

Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
1	Mesa para colocar la Pieza, serie 6000, Aluminio	6	Norma ISO 2553, ISO 4063, 141: Soldadura por arco con gas Inerte de Tungsteno

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Serglo Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:5	Detalles de soldadura - Mesa para Colocar la Pieza	7 de 24



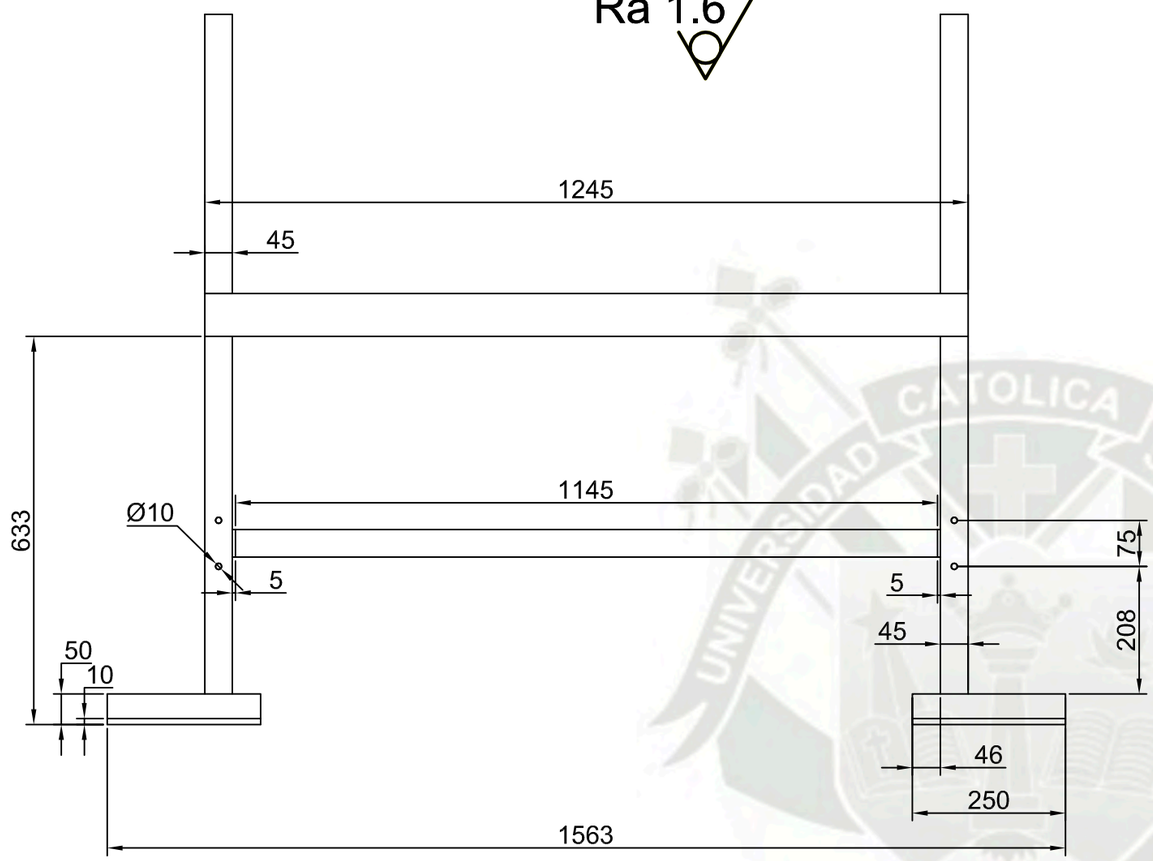
Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
7.16	Estructura principal de base, skflinearmotion, aluminio serie 6000	1	Estructura principal de base del sistema lineal skf-linearmotion
7.15	Chapas de protección de carro móvil, skflinearmotion, aluminio serie 6000	2	Protección lateral del carro móvil
7.14	Husillo de bolas de rosca laminada, AISI 1045, Acero	1	Husillo de bolas de rosca laminada de la línea skf-linearmotion
7.13	Detector de proximidad SIEN Inductivo Festo	3	Detección de piezas metálicas
7.12	Base derecha de fijación de mesa, skflinearmotion, aluminio serie 6000	1	Base que funciona como soporte de piezas giratorias del husillo de bolas y rodamiento de bolas
7.11	Fuelles de acero laminado	1	Cubierta de protección de partes interiores de desplazamiento
7.10	Placa para fijar sensores, skf linearmotion, aluminio serie 6000	2	Fijación para sensores inductivos de reconocimiento de posición del carro móvil
7.9	Carriles guía para desplazamiento skflinearmotion, aluminio serie 6000	2	Fijan el recorrido seguido por el carro móvil, acabado superficial liso para menor fricción entre piezas
7.8	Acoplamiento eje motor - husillo 12 mm, skflinearmotion, aluminio serie 6000	1	Acoplamiento que une el eje del motor al eje del husillo de rosca laminada 12mm
7.7	Enchufe de conexión para sensores, skflinearmotion, aluminio serie 6000	2	Enchufe de conexión para el cable que transmite la intensidad de corriente a los 3 sensores inductivos
7.6	Tuerca de blocaje de rodamiento y eje, aluminio serie 6000	1	Fijación del husillo al soporte y rodamiento
7.5	Unidad de soporte de Eje con Rodamiento de 17mm, skflinearmotion, aluminio serie 6000	1	Soporte anclado a la base izquierda y contenido por un rodamiento de 17mm para el paso del extremo del husillo laminado
7.4	Base izquierda de fijación de mesa, skflinearmotion, aluminio serie 6000	1	Base que funciona como soporte de piezas giratorias, el husillo de bolas, rodamiento y acople a motor
7.3	Patines deepiazables, skflinearmotion, aluminio serie 6000	4	Patines deepiazables unidos a las rieles y al carro móvil para el movimiento de deepiazamiento
7.2	Tuerca con recirculacion interna de bolas, skflinearmotion, acero AISI 52100	1	Tuerca acoplada al husillo de bolas de rosca laminada
7.1	Carro móvil ,skflinearmotion, aluminio serie 6000	1	Carro móvil que se ajusta a la tuerca precargada que genera el desplazamiento lineal

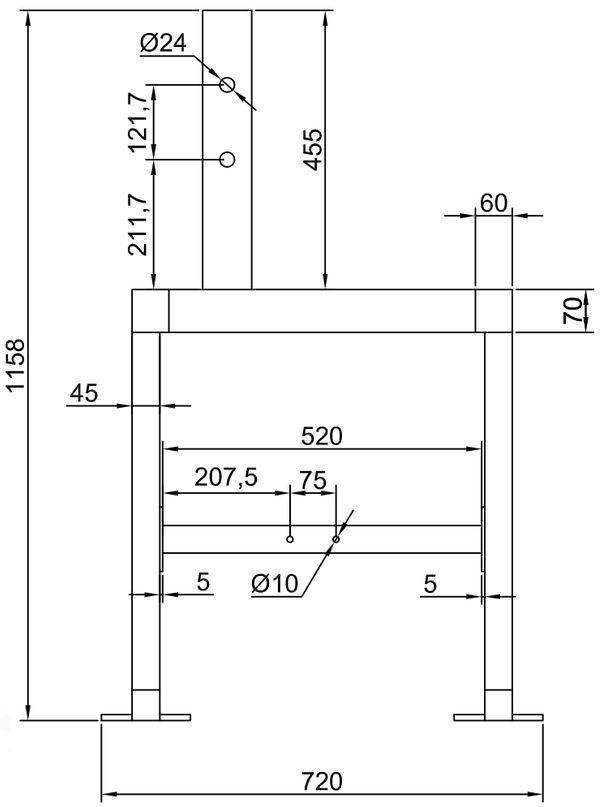
	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.Ll	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing. Sergio Mestas Ing. Jorge Castro		

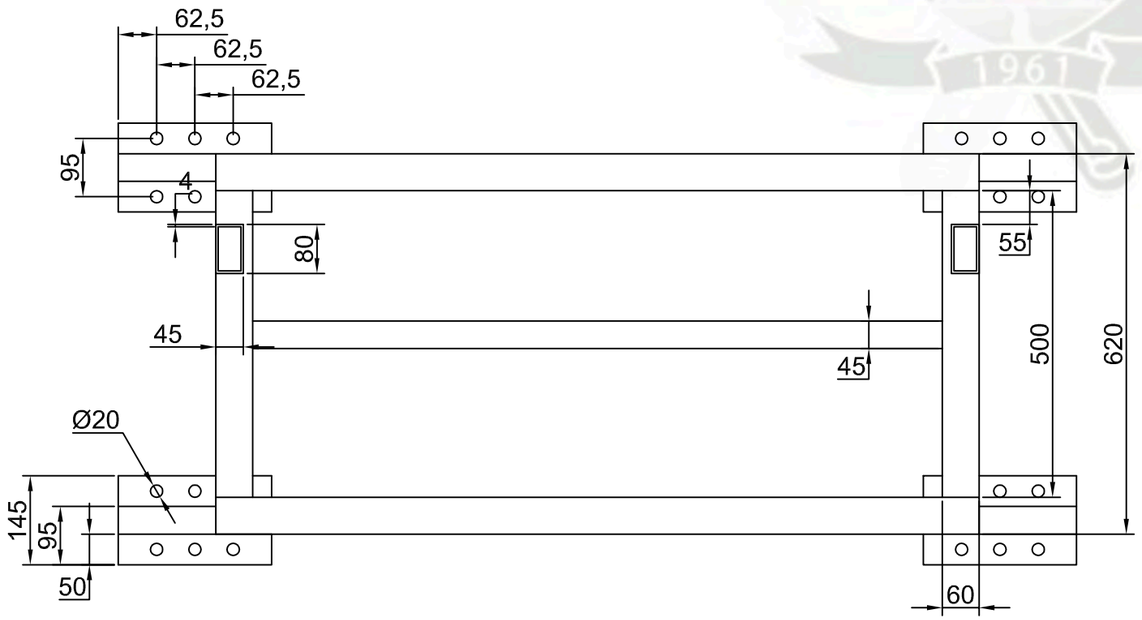
Escala		
1:5	Conjunto Mecánico - Mesa con desplazamiento lineal y husillo de bolas SKF modelo LTB 235.1180.SX2505-BL	8 de 24

Rectificado En todas las superficies

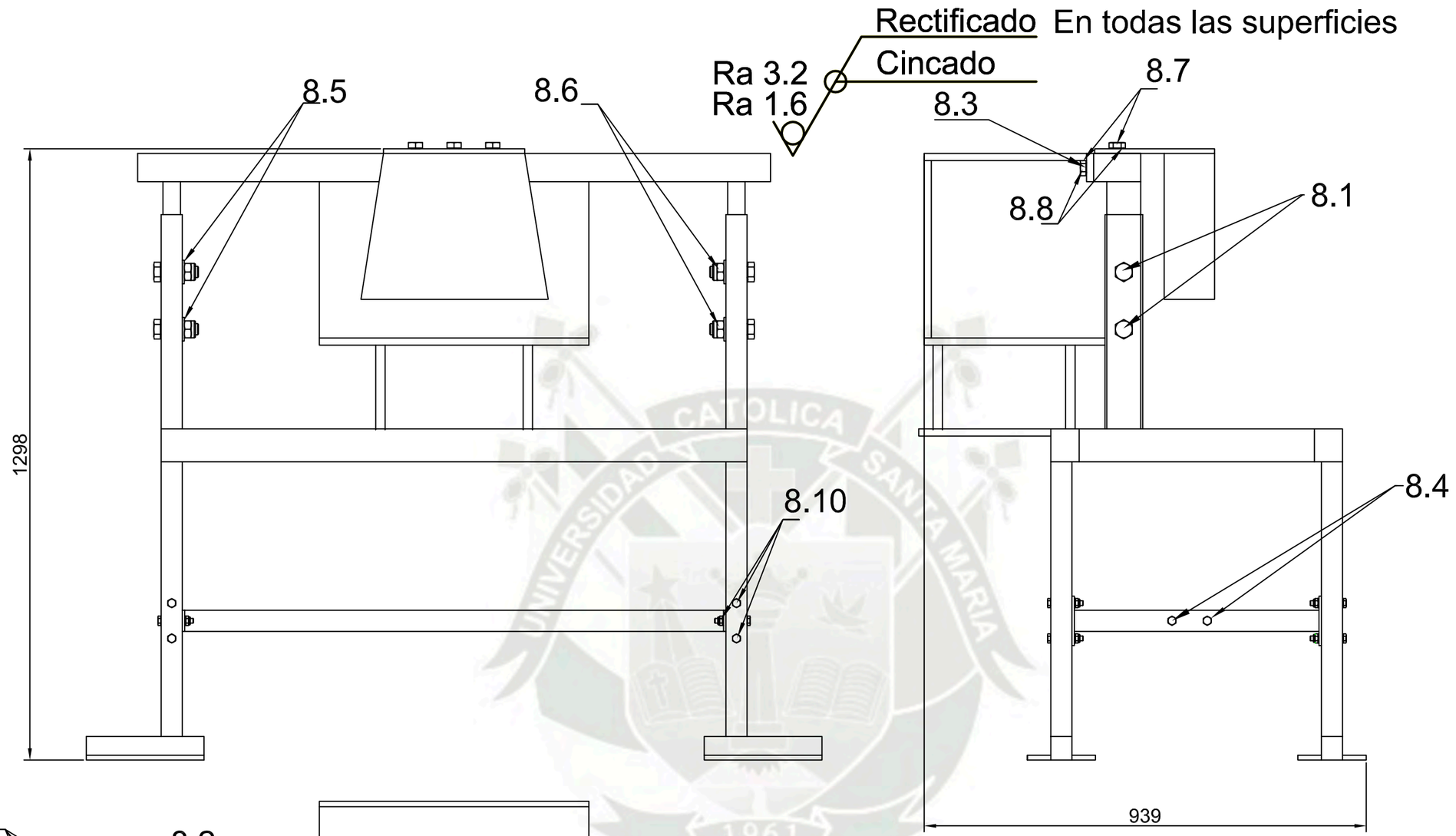
Ra 3.2
Ra 1.6
Cincado

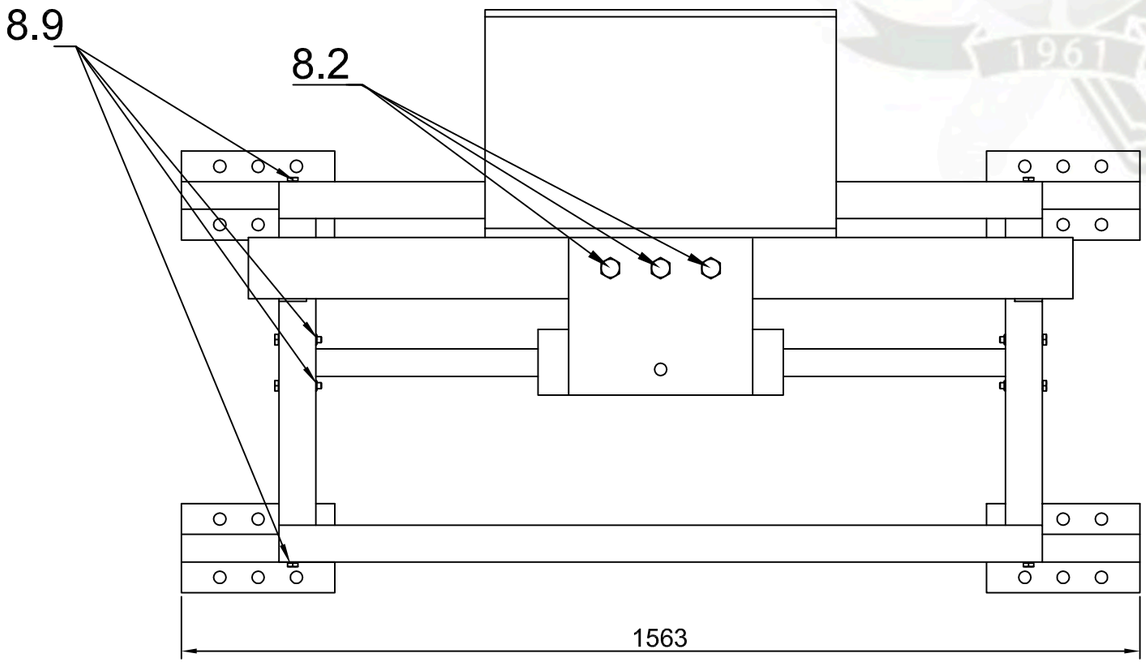






8	Estructura Principal, ASTM A514, Acero			31	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
Ítem	Denominación, Normas, Material			Cantidad	Descripción
		Fecha	Nombre	Bryan O.LI	UCSM
Dibujado		1-1/12	Bryan Orihuela Llanos		
Comprobado		1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		
Escala 1:10	Estructura Principal- Dimensiones generales				9 de 24





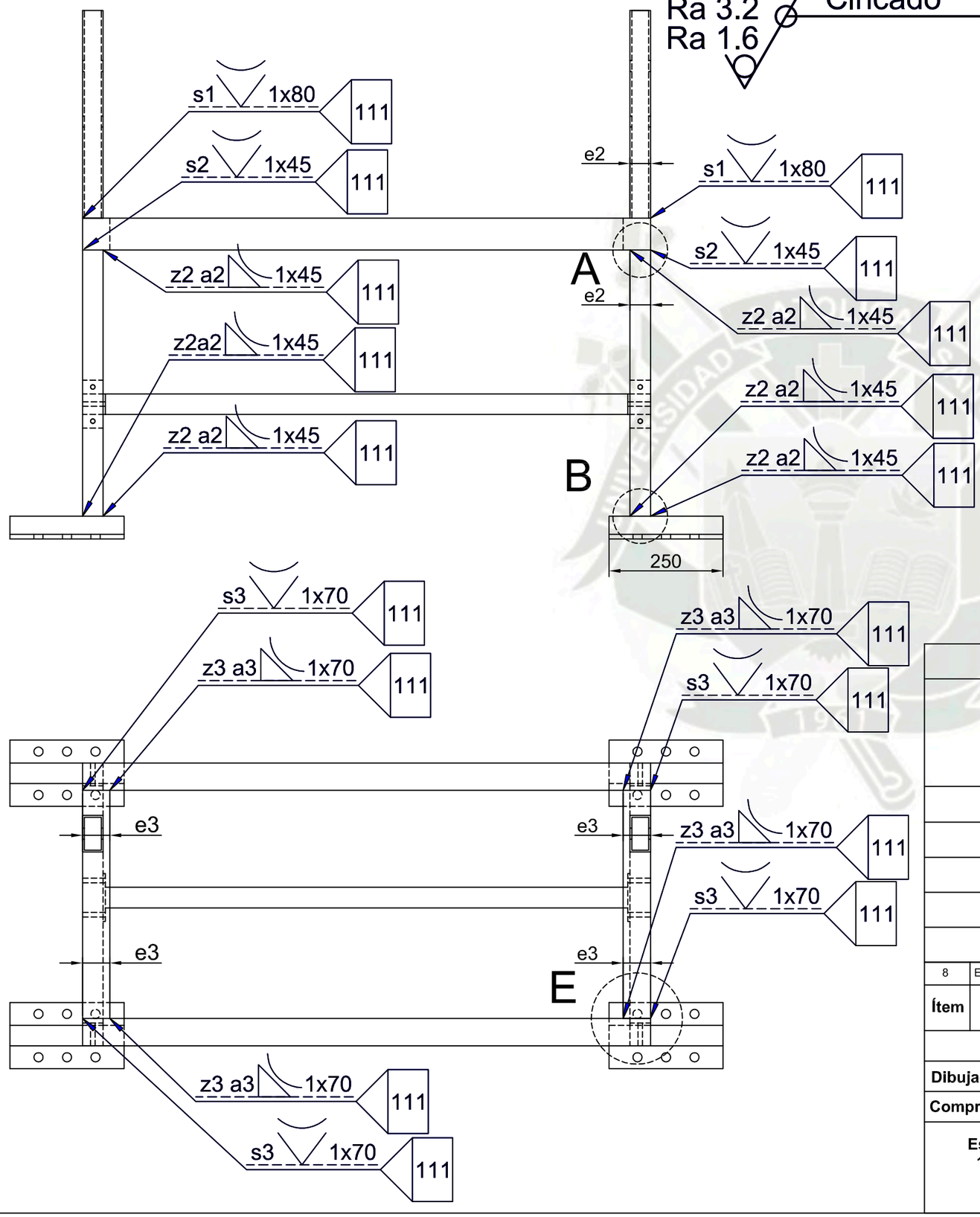
Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
8.10	Tuerca hexagonal M10 DIN 439-2 Rosca regular	12	Completan el sistema de unión: Tornillo - aran dela - Tuerca
8.9	Arandela normal M10 DIN 433-1 A	12	Completan el sistema de unión: Tornillo - aran dela - Tuerca
8.8	Tuerca hexagonal M20 DIN 439-2 Rosca regular	7	Completan el sistema de unión: Tornillo - aran dela - Tuerca
8.7	Arandela normal M20 DIN 433-1 A	7	Completan el sistema de unión: Tornillo - aran dela - Tuerca
8.6	Tuerca hexagonal M24 DIN 439-2 Rosca regular	4	Completan el sistema de unión: Tornillo - aran dela - Tuerca
8.5	Arandela normal M24 DIN 433-1 A	4	Completan el sistema de unión: Tornillo - aran dela - Tuerca
8.4	Tornillo de cabeza hexagonal M10 x 70 DIN 933	12	Ensambla a la estructura en forma de I y la unen a la es tructura principal
8.3	Tornillo de cabeza hexagonal M20 x 45 DIN 933	4	Unen al perfil de soporte en C con la estructura de sopor te de piezas principales
8.2	Tornillo de cabeza hexagonal M20 x 100 DIN 933	3	Unen a la guarda de seguridad del sistema con la estruc tura de soporte de piezas principales
8.1	Tornillo de cabeza hexagonal M24 x 80 DIN 933	4	Unen a la estructura de soporte de las piezas principales con la estructura principal
8	Estructura Principal, ASTM A514, Acero	31	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico

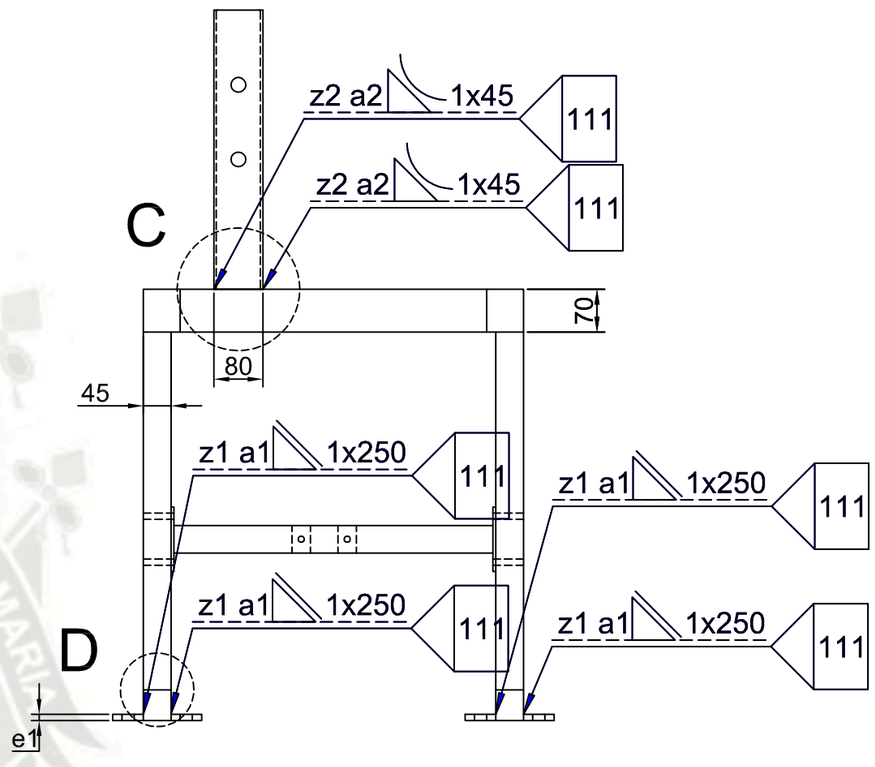
	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:10	Estructura Principal - Designaci-ón por union con Pernos	10 de 24

Rectificado En todas las superficies

Ra 3.2
Ra 1.6
Cincado





INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	z1: Soldadura en ángulo con cordón plano. s1,s2 y s3: Soldadura a tope en V con cordón aligerado. z2 y z3:Soldadura en ángulo con cordón aligerado.
Símbolo	Valor (mm)
e1, e2, e3	10, 45, 60
a1, a2, a3	7, 18, 24
z1, z2, z3	9.9, 25.5, 33.9
s1, s2, s3	25.5, 25.5, 33.9

Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
8	Estructura Principal, ASTM A514, Acero	31	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico

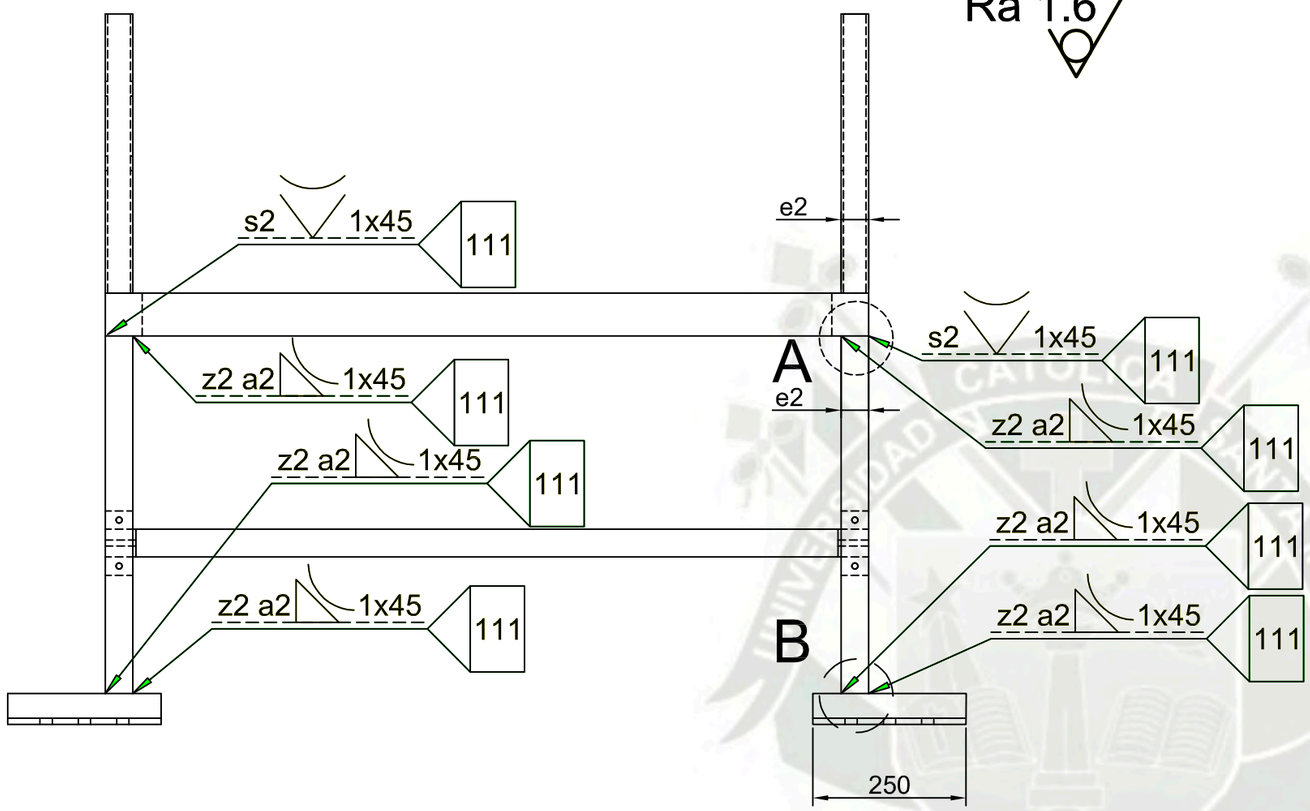
	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

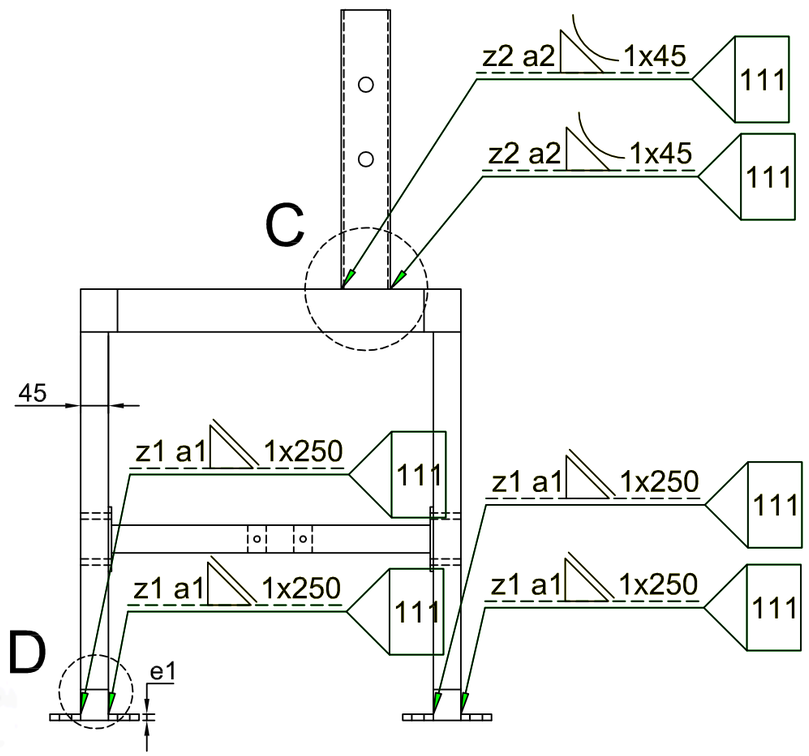
Escala 1:10	Estructura Principal-Designación de soldadura Vista frontal, vista superior y vista izquierda	11 de 24

Rectificado En todas las superficies

Ra 3.2
Ra 1.6

Cincado





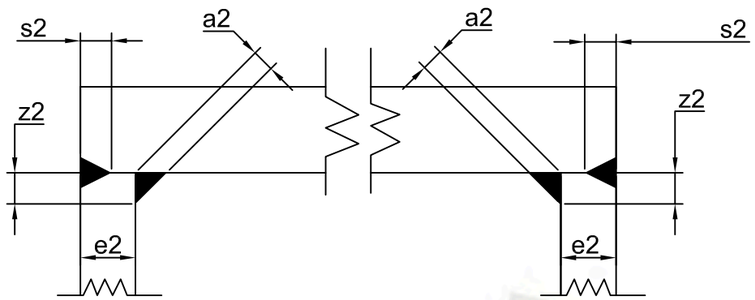
INDICACIÓN	
Símbolo	Valor (mm)
Tipo de soldadura	z1: Soldadura en ángulo con cordón plano. s2: Soldadura a tope en V con cordón aligerado. z2:Soldadura en ángulo con cordón aligerado.
e1, e2	10, 45
a1, a2	7, 18
z1, z2	9.9, 25.5
s2	25.5

8	Estructura Principal, ASTM A514, Acero	31	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
Ítem	**Denominación, Normas, Material**	**Cantidad**	**Descripción**

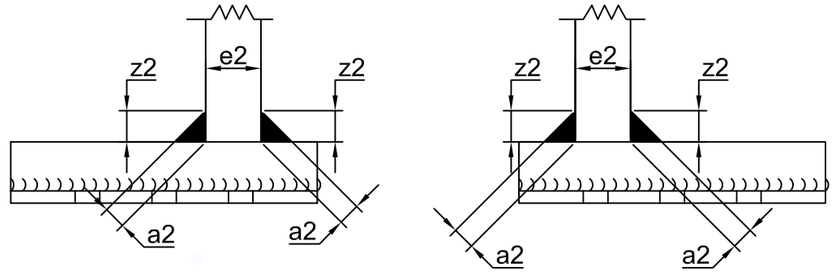
	Fecha	**Nombre**		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	**Bryan O.LI**	**UCSM**
Comprobado	1-3/12	Ing.Serglo Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:10	**Estructura Principal-Designación de soldadura Vista Posterior y vista derecha**	**12 de 24**

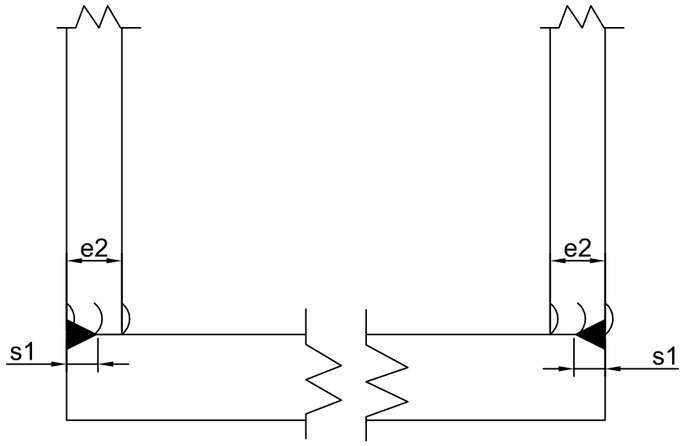
DETALLE A

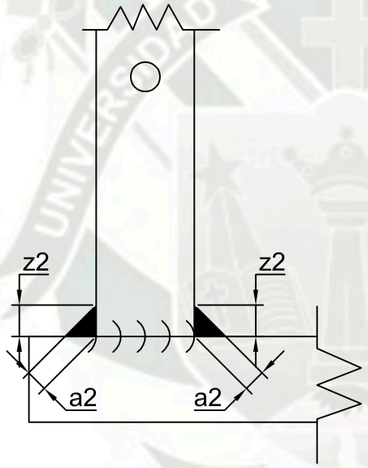


DETALLE B

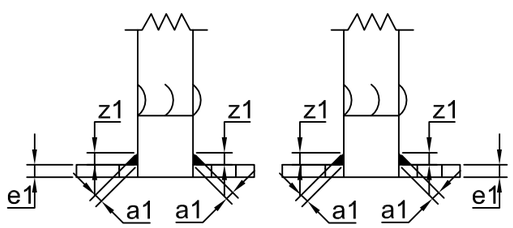


DETALLE C

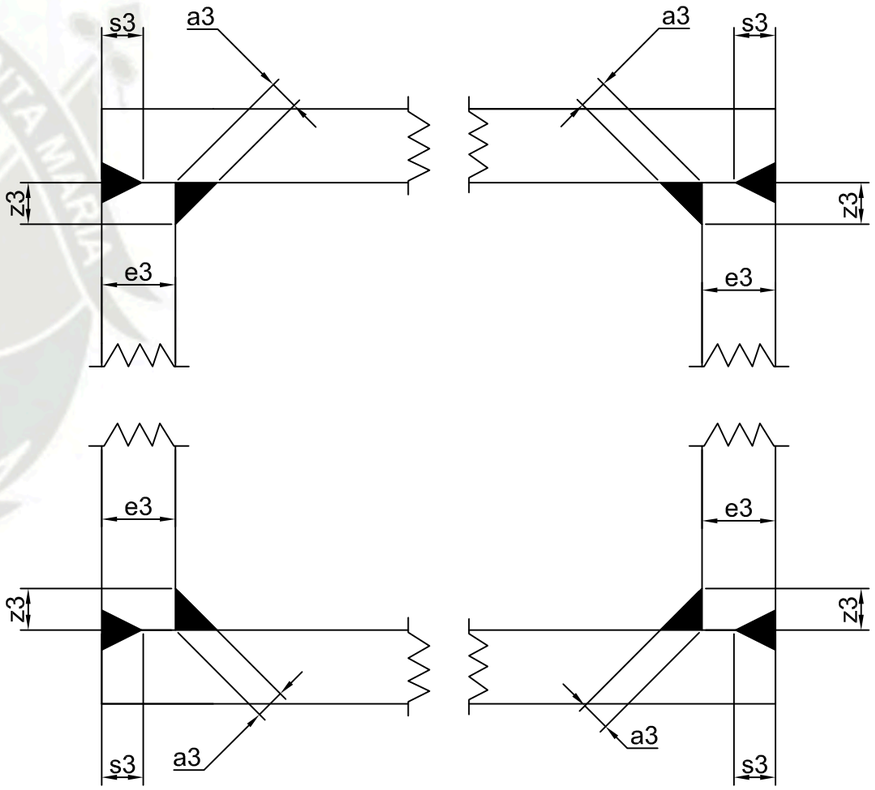




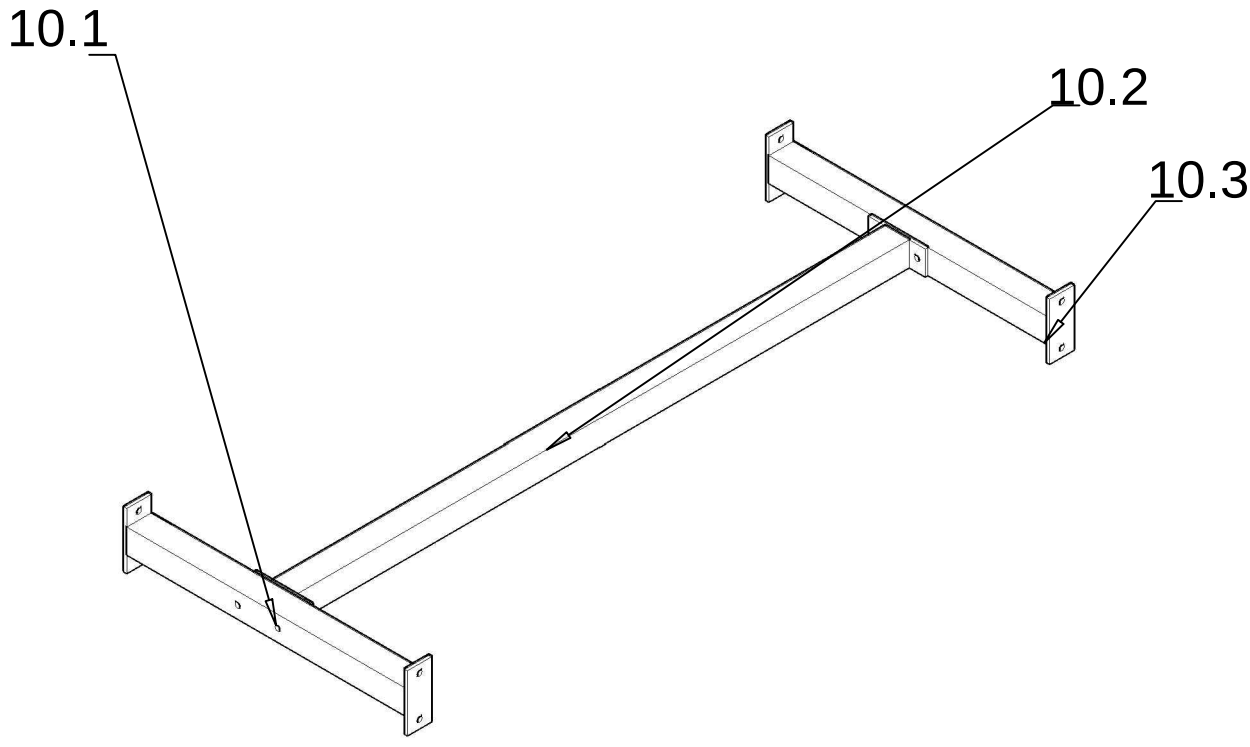
DETALLE D



DETALLE E



	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Serglo Mestas Ing.Jorge Castro		
Escala 1:5	**Estructura Principal - Detalles de unión de piezas por soldadura**			13 de 24



10.3	Pletinas de fijación estructural de 45mm x 5mm x 105mm, ASTM A514, Acero	6	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
10.2	Barra central cuadrada de 45mm x 45mm x 1145mmmm, ASTM A514, Acero	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
10.1	Barras laterales cuadradas de 45mm x 45mm x 520mm, ASTM A514, Acero	2	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
10	Estructura de soporte en forma de I, ASTM A514, Acero	9	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
ítem	**Denominaci· n, Normas, Material**	**Cantidad**	**Descripci· n**

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	**Bryan Orihuela Llanos**	**Bryan O.LI**	**UCSM**
Comprobado	1-3/12	**Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro**		

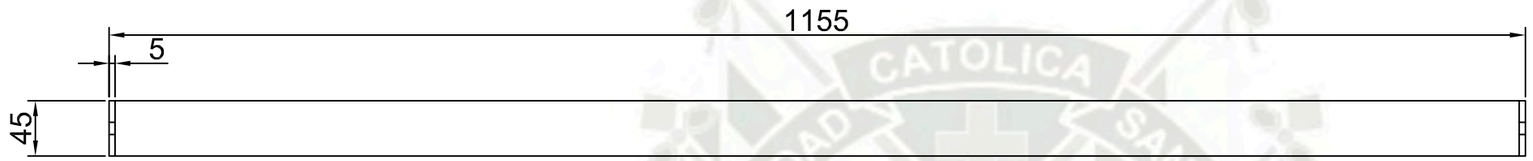
Escala 1:10	**Estructura de Fijaci· n en forma de I**	**14 de 24**

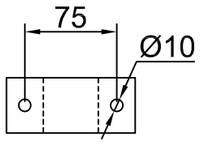
Rectificado En todas las superficies

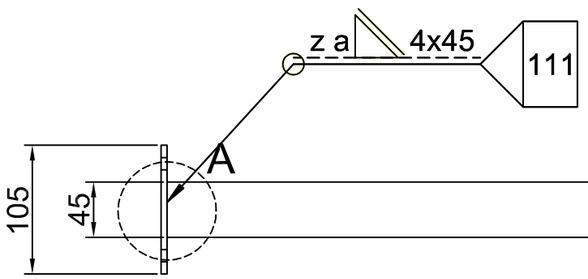
Cincado

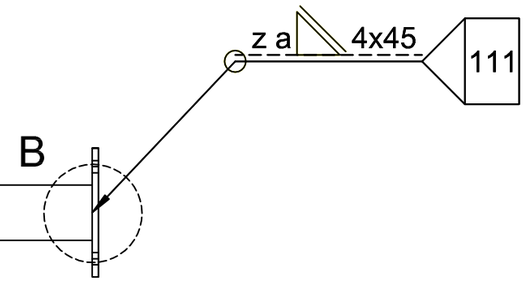
Ra 3.2

Ra 1.6









INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	Soldadura en ángulo con cordón plano
Símbolo	Valor (mm)
e	5
a	3.5
z	4.95

Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
10.3	Pletinas de fijación estructural de 45mm x 5mm x 105mm, ASTM A514, Acero	2	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
10.2	Barra central cuadrada de 45mm x 45mm x 1145mmmm, ASTM A514, Acero	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico

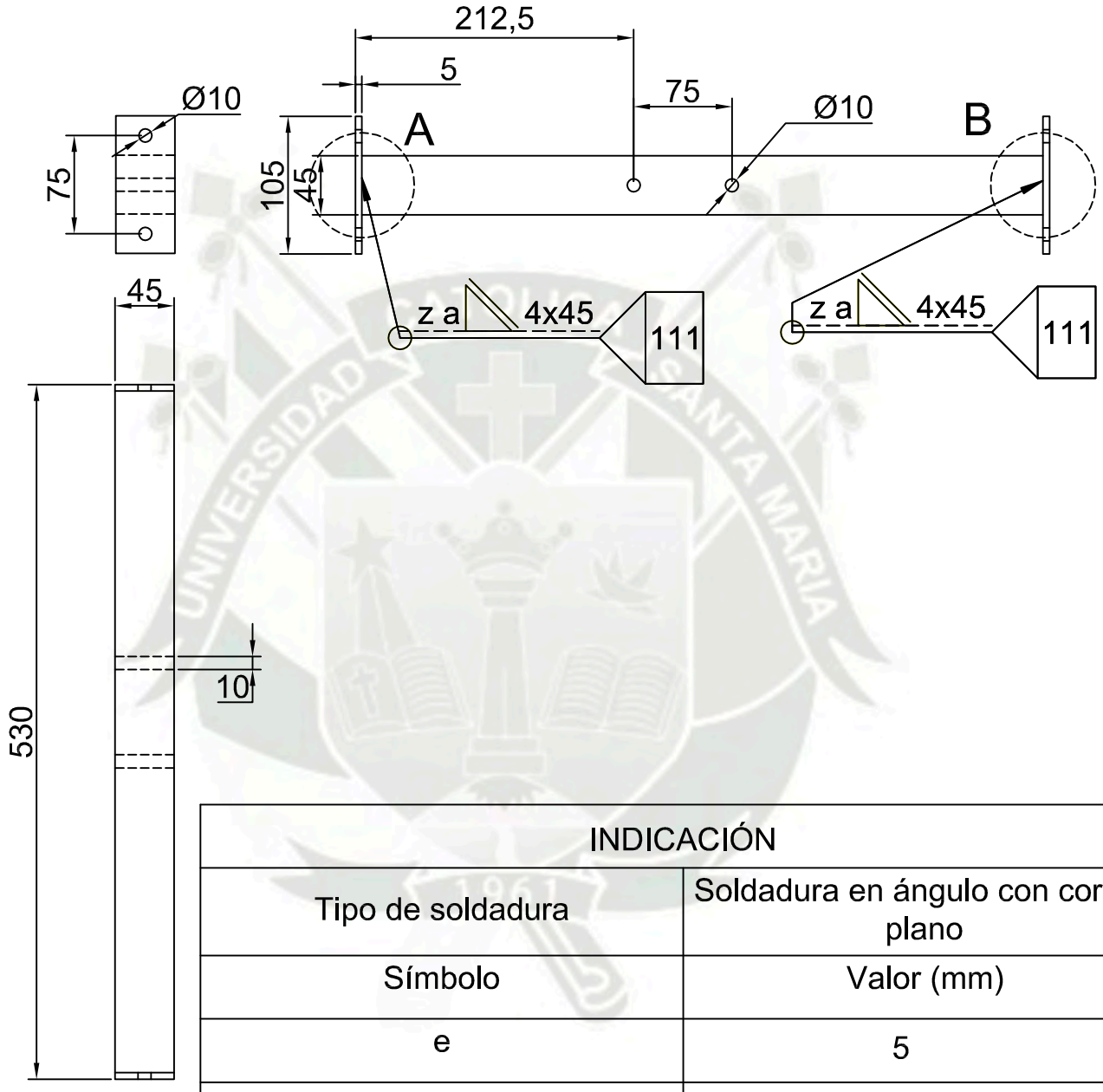
	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala		
1:5	Estructura de Fijación en forma de I- Barra central con pletinas soldadas	15 de 24

Rectificado En todas las superficies

Ra 3.2
Ra 1.6

Cincado



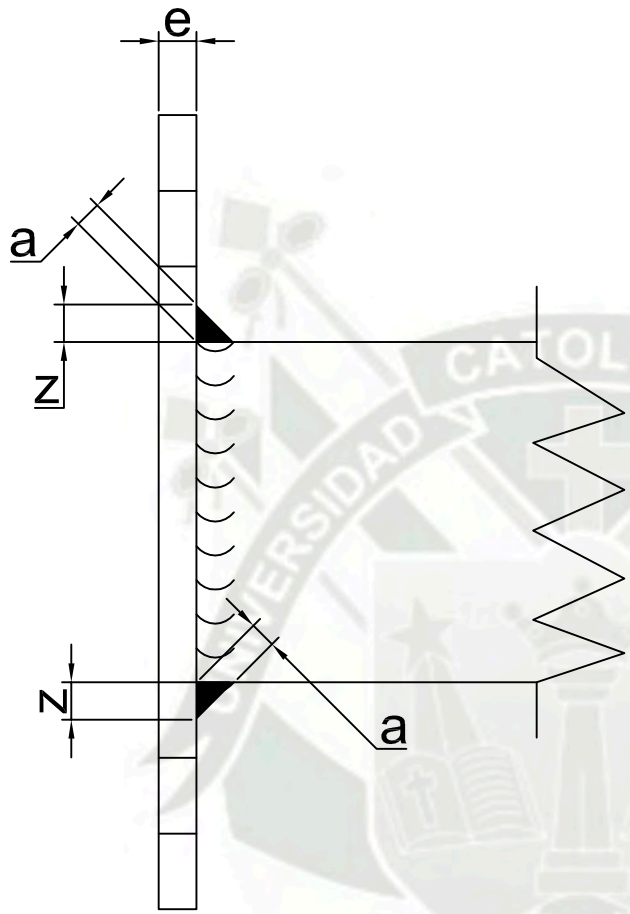
INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	Soldadura en ángulo con cordón plano
Símbolo	Valor (mm)
e	5
a	3.5
z	4.95

Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
10.3	Pletinas de fijación estructural de 45mm x 5mm x 105mm, ASTM A514, Acero	4	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico
10.1	Barras laterales cuadradas de 45mm x 45mm x520mm, ASTM A514, Acero	2	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 111: Soldadura por arco con electrodo metálico

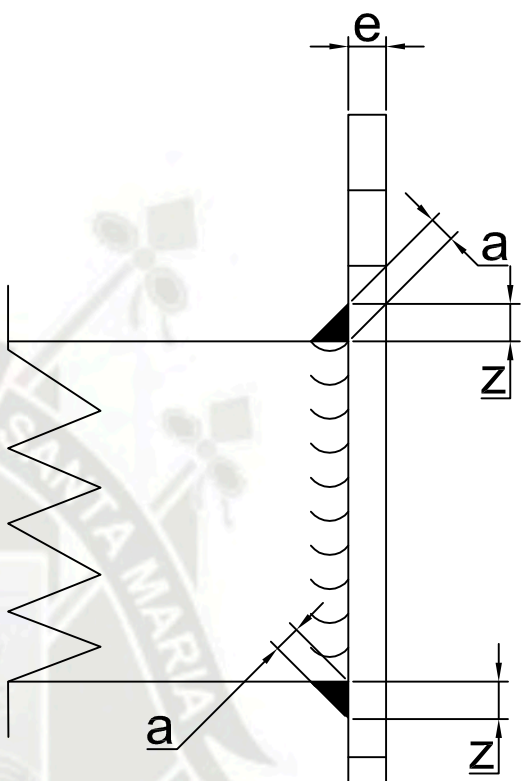
	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:5	Estructura de Fijación en forma de I- Barras laterales con pletinas soldadas	16 de 24

DETALLE A



DETALLE B

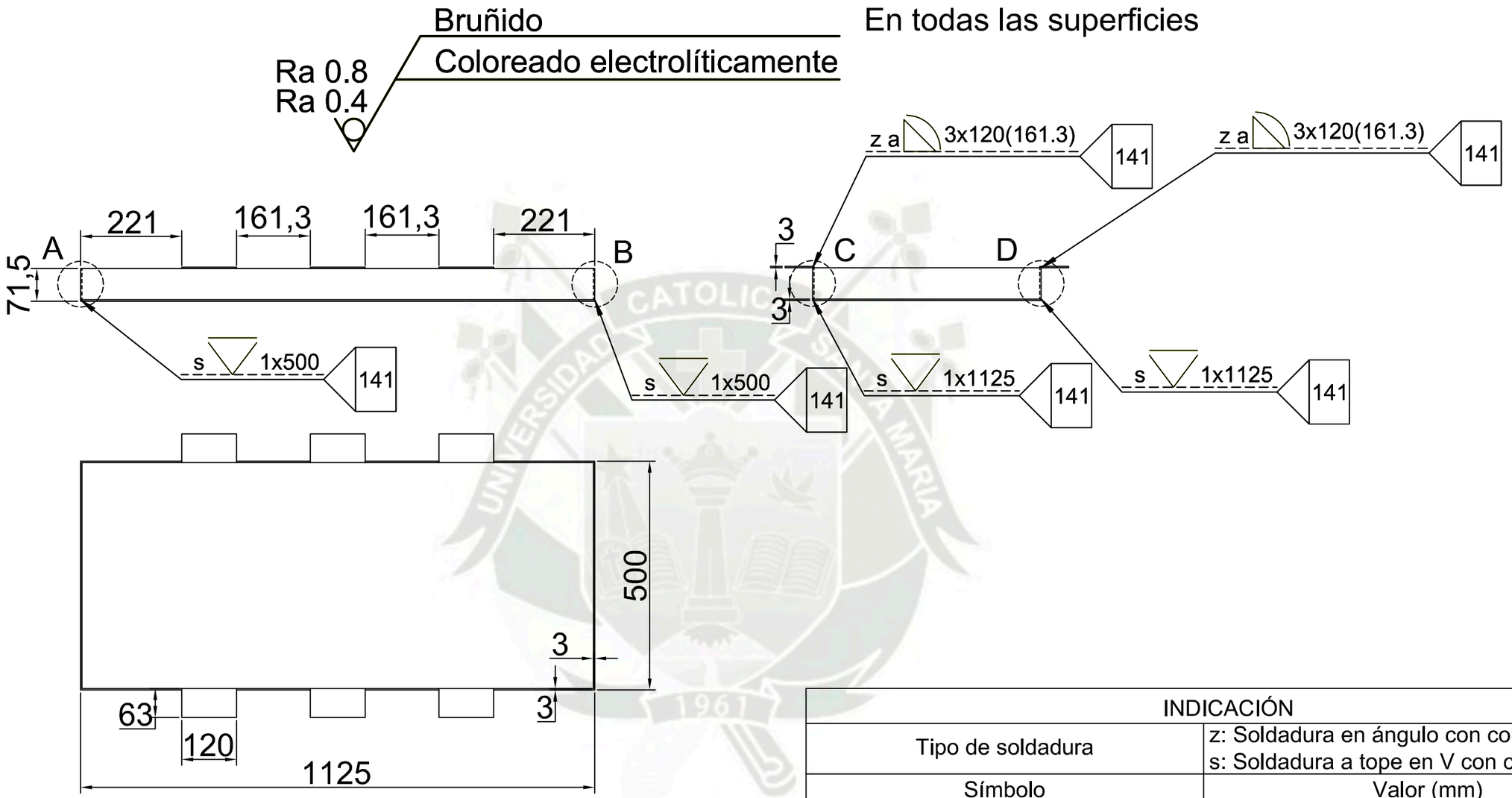


INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	Soldadura en ángulo con cordón plano
Símbolo	Valor (mm)
e	5
a	3.5
z	4.95

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orlhuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:1	Estructura de Fijación en forma de I- Detalles de soldadura ISO para piezas 10.1 y 10.2	17 de 24

Bruñido
Coloreado electrolíticamente
Ra 0.8
Ra 0.4
En todas las superficies

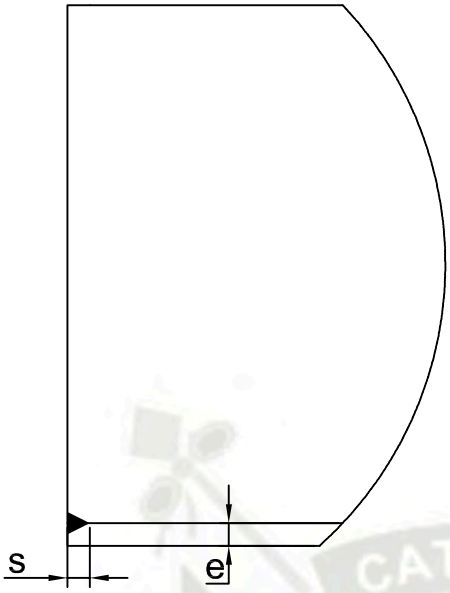


INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	z: Soldadura en ángulo con cordón convexo. s: Soldadura a tope en V con cordón plano.
Símbolo	Valor (mm)
e	3
a	2.1
z	2.97
s	2.97

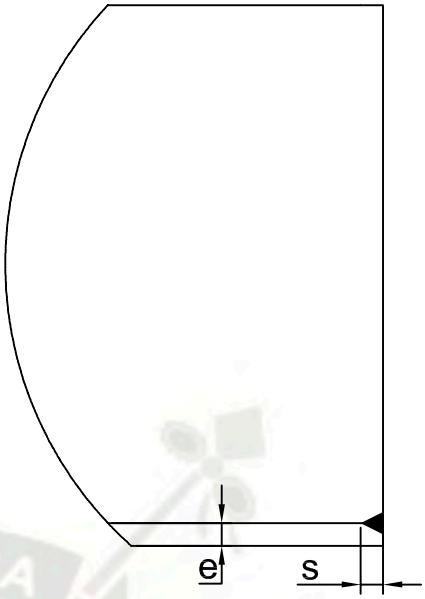
8	Bandeja para el refrigerante, AISI 304, Acero Inoxidable	13	Chapas laminadas de acero inoxidable con acabado superficial coloreada electrolíticamente para evitar corrosión por agentes externos, regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063 141; Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno
Ítem	**Denominación, Normas, Material**	**Cantidad**	**Descripción**

	Fecha	**Nombre**	**Bryan O.LI**	**UCSM**
Dibujado	1-1/12	**Bryan Orihuela Llanos**		
Comprobado	1-3/12	**Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro**		
Escala 1:10	**Bandeja de refrigerante**			**18 de 24**

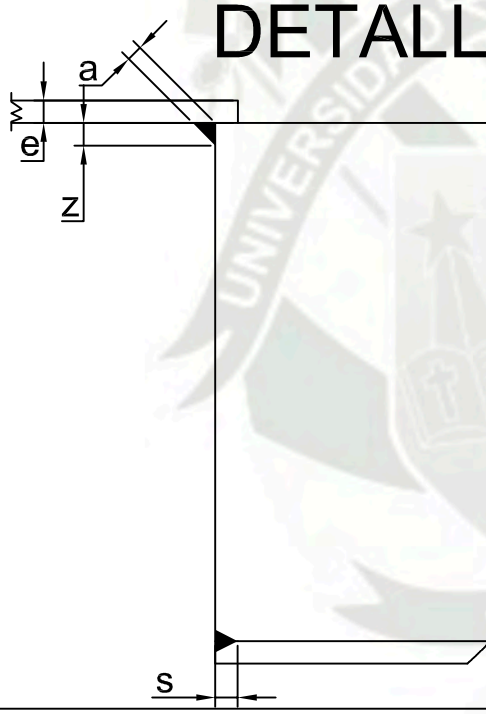
DETALLE A



DETALLE B



DETALLE C



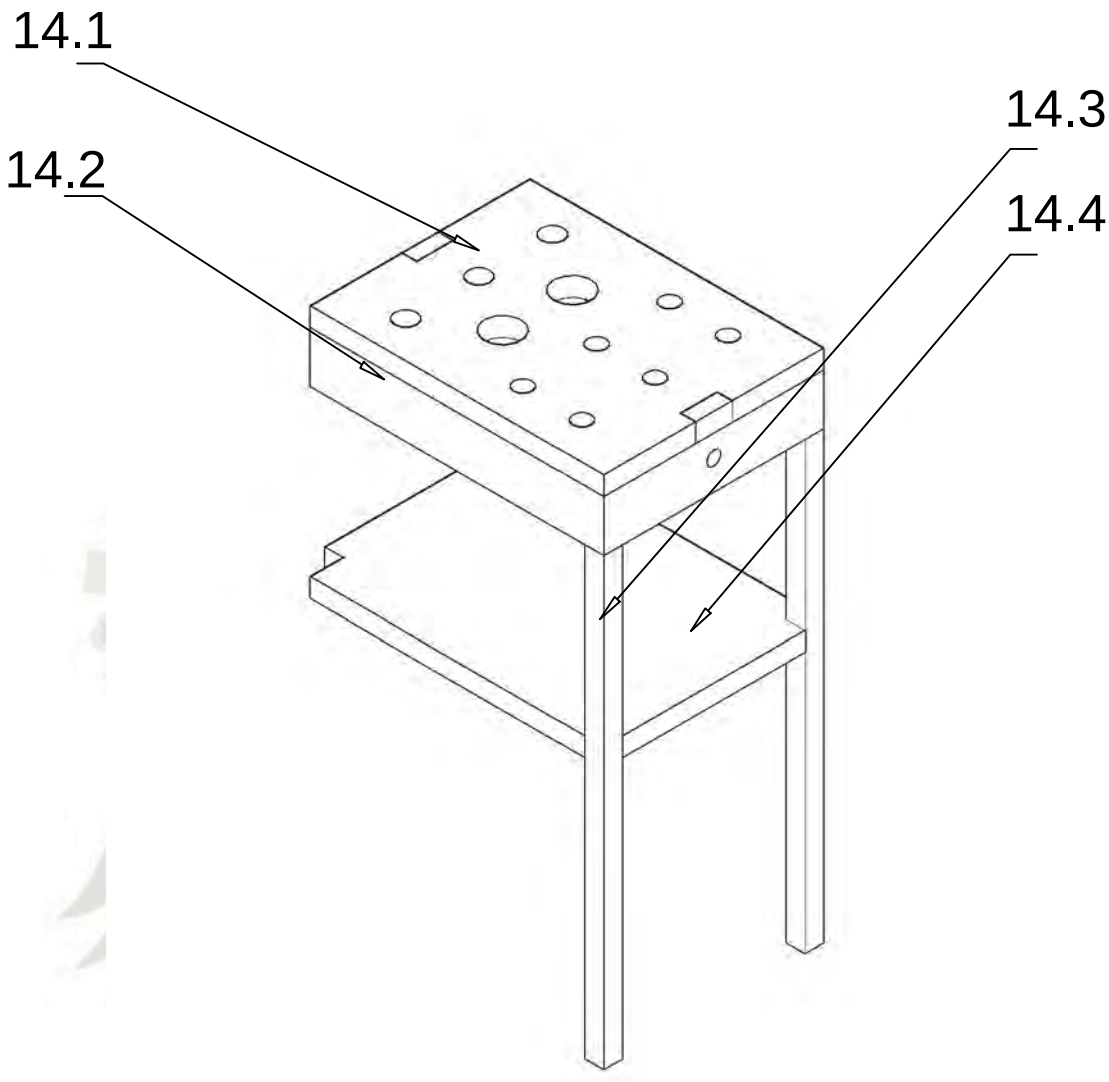
DETALLE D



INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	
Símbolo	Valor (mm)
e	3
a	2.1
z	2.97
s	2.97

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

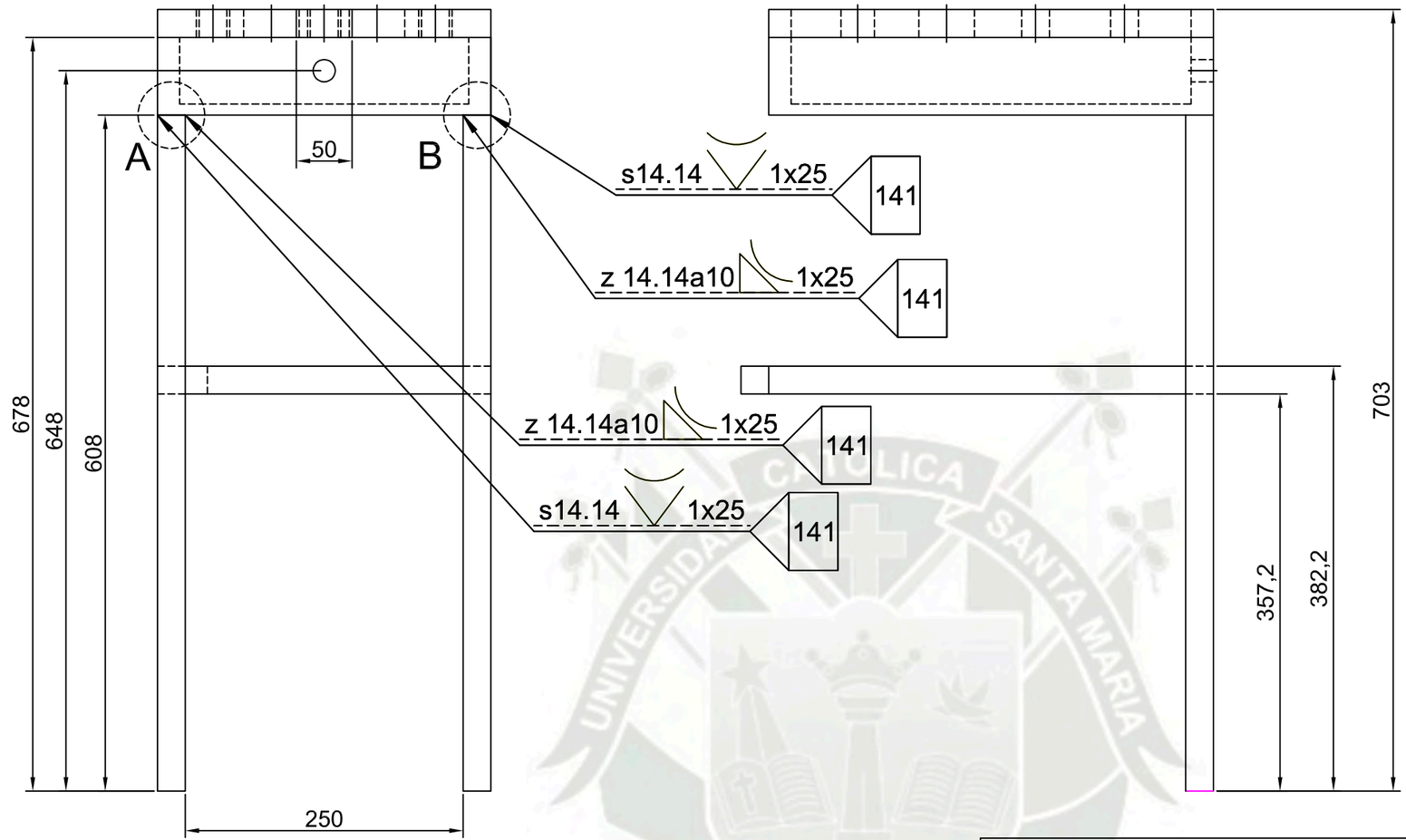
Escala		
1:1	**Bandeja de Refrigerante - Detalles de soldadura**	19 de 24

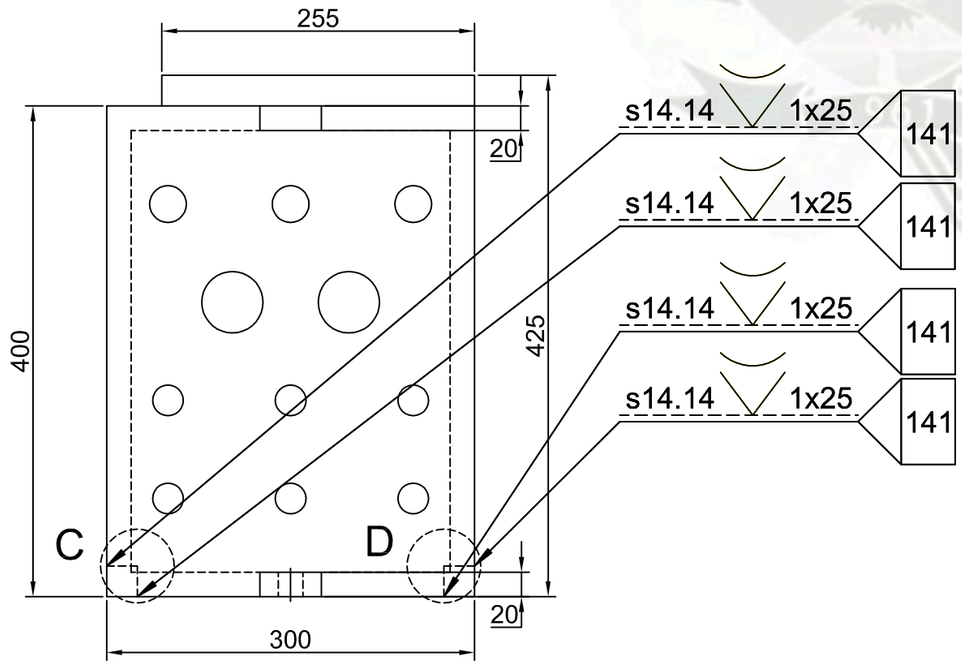


14.4	Chapa para fijar el PLC, serie 6000,aluminio	1	Controla las funciones realizadas por la máquina
14.3	Tubos cuadrados de 25x25x608mm, serie 6000,aluminio	1	Controla las funciones realizadas por la máquina
14.2	Piezas de forma rectangular para cables de conexión, serie 6000,aluminio	1	Controla las funciones realizadas por la máquina
14.1	Chapa rectangular con agujeros para pulsadores, serie 6000,aluminio	1	Controla las funciones realizadas por la máquina
14	Consola de control y colocación de piezas automáticas, serie 6000,aluminio	1	Controla las funciones realizadas por la máquina
ítem	**Denominaci· n, Normas, Material**	**Cantidad**	**Descripci· n**

	Fecha	**Nombre**		
Dibujado	1-1/12	**Bryan Orihuela Llanos**	**Bryan O.LI**	**UCSM**
Comprobado	1-3/12	**Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro**		

Escala 1:5	**Consola de Control**	**20 de 24**





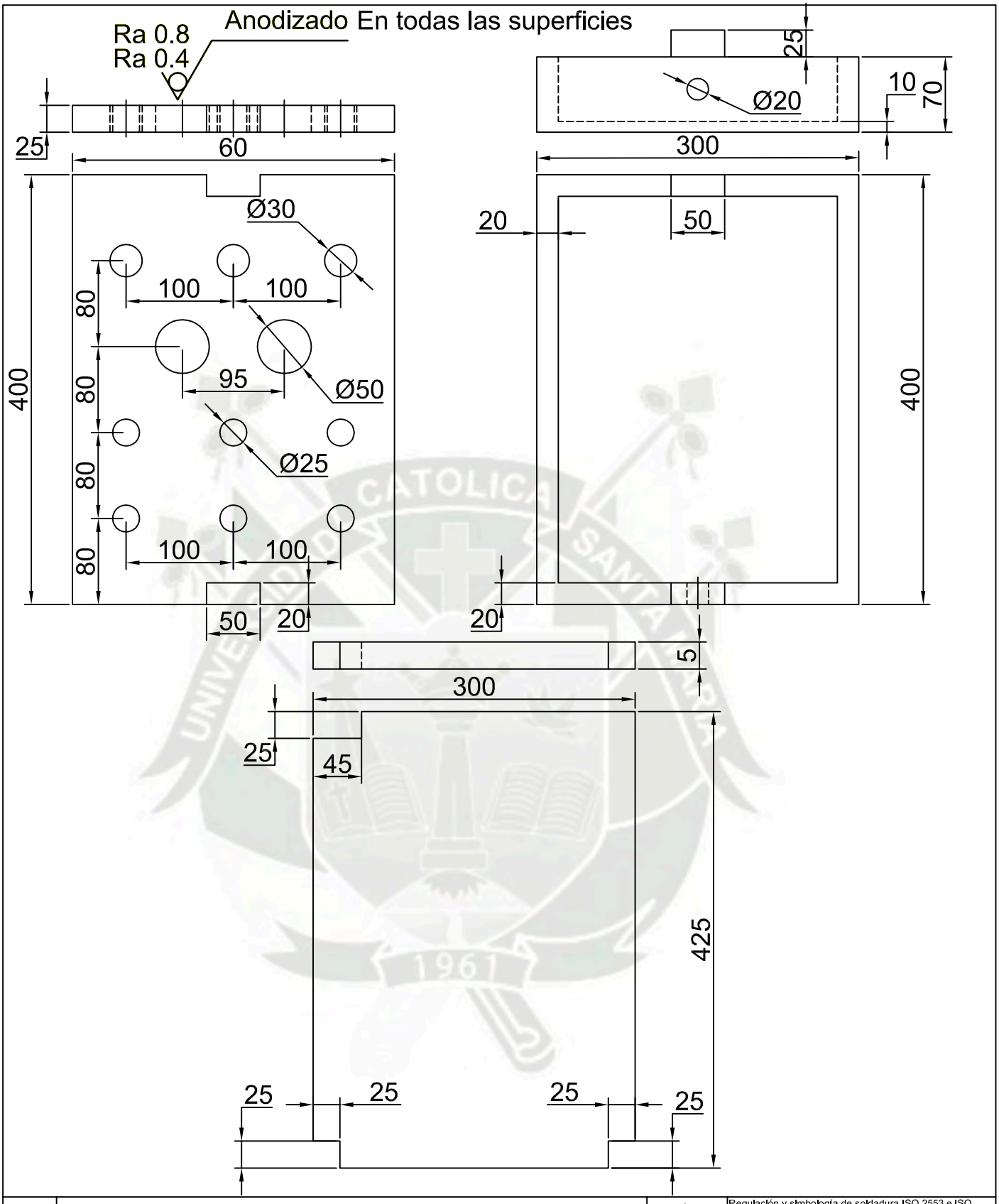
Ra 0.8
Ra 0.4
Anodizado En todas las superficies

INDICACIÓN	
Tipo de soldadura	z: Soldadura en ángulo con cordón cóncavo s: Soldadura a tope en V con cordón cóncavo
Símbolo	Valor (mm)
e	25
a	10
z	14.14
s	14.14

Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
14.4	Chapa para fijar el PLC, serie 6000,aluminio	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063,141: Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno
14.3	Tubos cuadrados de 25x25x608mm, serie 6000,aluminio	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063,141: Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno
14.2	Piezas de forma rectangular para cables de conexión, serie 6000,aluminio	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063,141: Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno
14.1	Chapa rectangular con agujeros para pulsadores, serie 6000,aluminio	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063,141: Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:5	Consola de control - medidas generales	21 de 24

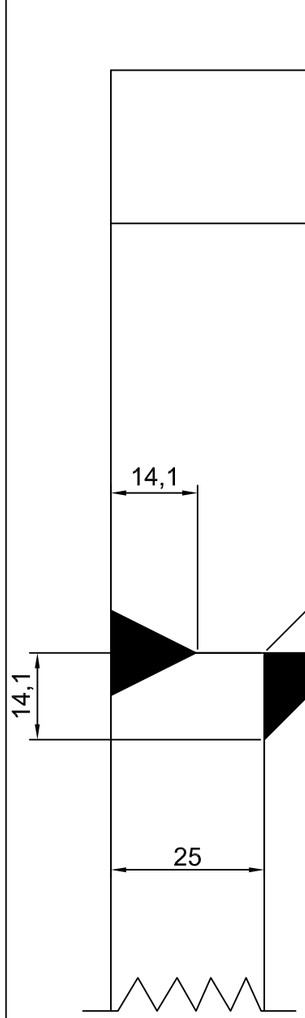


Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
14.4	Chapa para fijar el PLC, serie 6000,aluminio	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063,141: Soldadura por arco con gas Inerte de Tungsteno
14.2	Piezas de forma rectangular para cables de conexión, serie 6000,aluminio	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063,141: Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno
14.1	Chapa rectangular con agujeros para pulsadores, serie 6000,aluminio	1	Regulación y simbología de soldadura ISO 2553 e ISO 4063,141: Soldadura por arco con gas inerte de Tungsteno

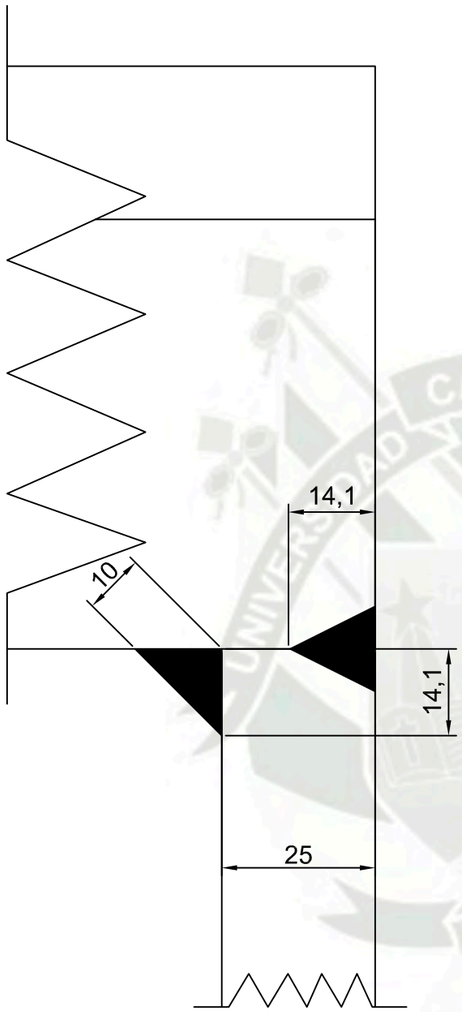
	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orlhuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala		
1:5	**Consola de Control**	22 de 24

DETALLE A

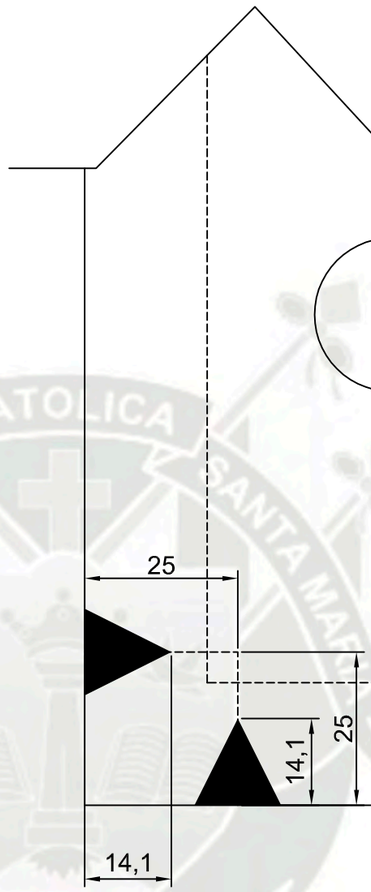


DETALLE B

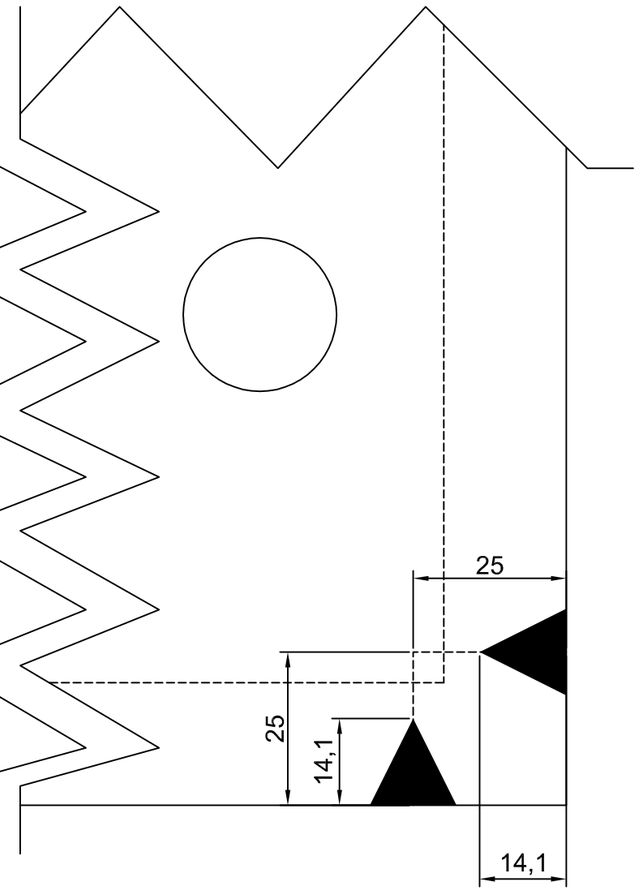


ESCALA 1:1

DETALLE C

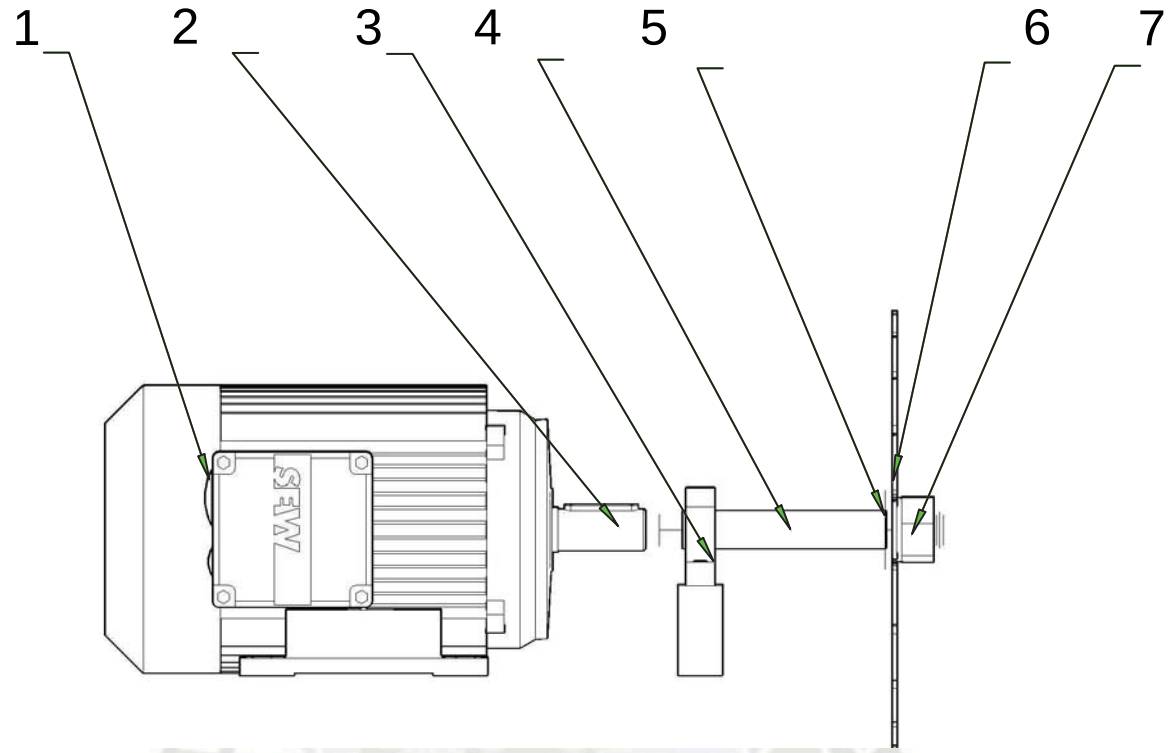


DETALLE D



ESCALA 1:1

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		
Escala 1:1	**Consola de control - Detalles de soldadura**			23 de 24



Ítem	Denominación, Normas, Material	Cantidad	Descripción
7	Tuerca de fijación a disco de corte	1	Fija al disco de corte con el tope de eje guía
6	Disco con segmentos diamantados para el corte de piedra con 300mm de diámetro, Nubira	1	Pieza fundamental, acoplado al motor con potencia de acuerdo a la densidad del material más duro
5	Tope del disco de corte	1	Tope anexo al disco de corte limite posterior del sistema disco de corte - eje guía
4	Eje de 25mm para fijar el disco de corte	1	Eje guía de 25mm para unir el centro del disco de corte con un diámetro de 25.4mm
3	Rodamiento con base de montaje en forma de T de 25mm, Misumi	1	Elemento que permite el giro del eje sin fricción debido a el bajo coeficiente de rozamiento de partes
2	Acople para eje de Motor - eje del disco de Corte, Veko, 1802rl0040ko-23-28	1	El acoplamiento elástico deslizante VEKO es de construcción sencilla y está diseñado para funcionamiento en seco
1	Motor que genera el movimiento para el corte, estándar ANSI/IEC 60529-2004 (incluye norma IP Y NEMA en la protección de equipos eléctricos). SEW. Modelo DV100M2	1	Velocidad nominal del motor 3400 rpm, Potencia del motor 3Kw

	Fecha	Nombre		
Dibujado	1-1/12	Bryan Orihuela Llanos	Bryan O.LI	UCSM
Comprobado	1-3/12	Ing.Sergio Mestas Ing.Jorge Castro		

Escala 1:5	Piezas del Acople Motor - Disco de Corte	24 de 24