

**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**

**Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica**



**IMPLEMENTACIÓN DE RELÉ DE PROTECCIÓN SEL-751A PARA LA DETECCIÓN DE ARCO ELÉCTRICO Y SOBRECORRIENTE EN PERFORADORA P&H 320XPC.**

**Trabajo de suficiencia profesional  
presentado por el bachiller:**  
Fernández Málaga Freddy Alonso

**Para optar el título profesional de:**  
Ingeniero Electrónico

**Asesor:** Ing. Delgado Barra Lucy

**Arequipa – Perú  
2022**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA ELECTRONICA**  
**TITULACIÓN CON TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 25 de Enero del 2022

**Dictamen: 000707-C-EPIE-2022**

Visto el borrador del expediente 000707, presentado por:

**2005220731 - FERNANDEZ MALAGA FREDDY ALONSO**

Titulado:

**IMPLEMENTACIÓN DE RELÉ DE PROTECCIÓN SEL-751A PARA LA DETECCIÓN DE ARCO  
ELÉCTRICO Y SOBRECORRIENTE EN PERFORADORA P&H 320XPC.**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1546 - DELGADO BARRA LUCY ANGELA**  
**DICTAMINADOR**



**1692 - VALDIVIESO HERRERA DIANA ISABEL**  
**DICTAMINADOR**



**1843 - URRUTIA ESPINOZA MARIO WILLIAM**  
**DICTAMINADOR**



## RESUMEN

Con el presente Informe de Experiencia Profesional, se muestra la forma como se implementan sistemas de protección eléctrico en los equipos de gran minería, vemos la necesidad de implementar sistemas que nos permitan proteger a nuestro personal y equipo ante cualquier eventualidad, función que realizará el relé SEL 751A implementado en la perforadora 320XPC P&H.

El primer capítulo, describe la problemática en las cual nos basaremos para la búsqueda de una solución ante un peligro inminente para el personal que realizar el mantenimiento a las Perforadoras 320XPC P&H.

El segundo capítulo, describe la empresa.

El tercer capítulo, detalla los conceptos de seguridad para la operación de la perforadora 320 XPC-P&H, así como explica los diferentes sistemas con los que cuenta este equipo.

El cuarto capítulo, explica los conceptos relacionados a este equipo de gran minería.

El quinto capítulo, describe la implementación del proyecto, la descripción de los equipos utilizados y la configuración del relé SEL 751A.

Conclusiones

Referencia

Palabras clave: Seguridad, Arco Eléctrico, Sobre corriente.

## ABSTRACT

With this Professional Experience Report, we seek to explain the importance of electrical protection systems in great mining equipment, we see the need to implement systems that allow us to protect our personnel and equipment against any eventuality, a function that the SEL relay will perform 751A implemented in the 320XPC P&H drilling machine.

The first chapter describes the problems on which we will base ourselves in the search for a solution to an imminent danger for the personnel who carry out maintenance on the 320XPC P&H Drills.

The second chapter describes the company.

The third chapter details the security concepts for the operation of the 320 XPC-P & H drilling machine, as well as explains the different systems that this equipment has, in order to understand the joint integration in its operation.

The fourth chapter explains the concepts related to this great mining equipment.

The fifth chapter describes the implementation of the project, the description of the equipment used and the configuration of the SEL 751A relay.

Conclusions

Reference

Key words: Safety, Electric Arc, Overcurrent.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	iii
<b>ABSTRACT</b>	iv
<b>INDICE GENERAL</b>	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	xii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	xvii
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>CAPÍTULO I</b>	2
<b>1. PROBLEMÁTICA</b>	2
1.1 Análisis del Problema	2
1.2 Planteamiento	3
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo Principal.	5
1.3.2 Objeto Secundario.	5
<b>CAPÍTULO II</b>	6
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b>	6
2.1 Reseña Histórica de la Empresa.	6
2.2 Razón Social de la Empresa	7
2.3 Ubicación Geográfica de la Empresa.	7
2.4 Visión	8
2.5 Misión	8
2.6 Planes y Proyectos de Inversión a corto y Largo Plazo.	8
2.7 Ejes Estratégicos.	8
2.8 Valores.	10
2.9 Organigrama del Área de Trabajo.	11
2.10 Descripción del puesto de Trabajo	14
<b>CAPITULO III</b>	15
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	15
3.1 Seguridad de la perforadora	15
3.1.1 Cualificaciones del operador	15
3.1.2 Conducta del operador	16
3.1.3 Chequeos funcionales	17
3.1.4 Precauciones para considerar durante la Operación cerca de Líneas Eléctricas	18
3.1.5 Calcomanías y señales de prevención de riesgos	19
3.1.5.1 Generalidades	19
3.1.5.2 Indicadores de peligro	19
3.1.5.3 Calcomanías y señales de prevención de riesgos	21
3.1.5.4 Descripción	21
3.2 Teoría y Operación Eléctrica.	22
3.2.1 Introducción	22
3.2.2 Sistema de potencia	22
3.2.3 Ubicación de los componentes eléctricos	23
3.2.4 Sistema de potencia de Corriente Alterna	24

3.2.4.1 Flujo de potencia de Corriente Alterna	24
3.2.4.2 Circuitos de 520 VAC	25
3.2.4.3 Circuitos de 480 VAC	26
3.2.4.4 Circuitos de 120 VAC	26
3.2.4.5 Circuitos de motores de Corriente Alterna	27
3.2.4.6 Circuitos de Control	29
3.2.4.7 Circuitos de detección de fallas a tierra	30
3.2.4.8 Gatos de nivelación y circuito de auto nivelación	31
3.2.4.9 Motor principal	34
3.2.4.10 Circuito del motor de impulsión principal	36
3.2.4.11 Relé sensor de fase de subvoltaje	38
3.2.4.12 Sistema de potencia de Corriente Continua	38
3.4.2.13 Componentes comunes del sistema de potencia de Corriente Continua	40
3.4.2.14 Subsistema de pulldown	41
3.4.2.15 Subsistema de impulsión rotatorio	43
3.4.2.16 Sistema de control de drives	47
3.4.2.17 Sistema de control de la perforadora	48
3.4.2.18 Sistemas auxiliares	50
3.3 Interfaz Gráfica del Usuario	51
3.3.1 Generalidades	51
3.3.2 Especificaciones del Touch Panel	53
3.3.2.1 Controles y componentes	53
3.3.2.2 Descripción del ajuste del Touch panel	56
3.3.2.3 Accesorios de conexión	56
3.3.2.4 Impresora	56
3.3.2.5 Sonido	57
3.3.2.6 Mouse	57
3.3.2.7 Disco duro	57
3.3.2.8 Ethernet	57
3.3.2.9 Tarjeta de comunicación	58
3.3.2.10 Instalación de software	58
3.3.3 Operación del touch panel	58
3.3.3.1 Encendido	58
3.3.3.2 Pantalla	58
3.3.3.3 Apagado	59
3.3.4 Operación de la pantalla del touch panel	59
3.3.4.1 Áreas de la pantalla	59
3.3.4.2 Barra de encabezado	60
3.3.4.3 Barra de control	61
3.3.4.4 Pantalla principal del panel	64
3.3.4.5 Barra de Navegación	64
3.4 Sistemas de potencia	96
3.4.1 Introducción	96
3.4.2 Componentes del sistema de potencia	102
3.4.2.1 Cabina del interruptor de desconexión de alto voltaje	103

3.4.2.2	Cabina de alto voltaje	104
3.4.2.3	Transformador principal	106
3.4.3	Sistema de enclavamiento de llave	108
3.4.3.1	Operación	108
3.5	Sistemas de control de la perforadora	110
3.5.1	Información general	110
3.5.1.1	Identificación del módulo AC800	112
3.5.1.2	Software de control	118
3.5.1.3	Dirección de Ethernet	118
3.5.2	Procesador AC800	119
3.5.2.1	Modos de arranque	120
3.5.2.1.1	Arranque en caliente	120
3.5.2.1.2	Rearranque en frío	120
3.5.2.1.3	Reseteo del controlador	121
3.5.2.2	Comprobación de operación correcta del AC800	121
3.5.2.3	Datos técnicos	122
3.5.2.3.1	Puertos e interfaces de comunicación	123
3.5.2.3.2	Batería	124
3.5.2.3.3	Indicadores LED	124
3.5.2.3.4	Interruptores y botones	126
3.5.3	Interfaz de Profibus DP-V1	126
3.5.3.1	Características Claves	127
3.5.3.2	Indicadores	128
3.5.4	Unidad de batería externa de backup (opcional)	129
3.5.5	Sistema de entradas/salidas remoto	130
3.5.5.1	Profibus DP-V1	130
3.5.5.2	Maestros y esclavos del Profibus DP-V1	130
3.5.5.3	Estructura de la red Profibus DP-V1	131
3.5.5.4	Sistema de I/O remoto	133
3.5.6	Componentes del sistema de I/O remoto	135
3.5.6.1	Módulo estándar de interfaces de fibra óptica	137
3.5.6.2	Módulos de potencia	138
3.5.6.3	Módulos de I/O remotas digitales	139
3.5.6.4	Módulos de I/O remotas análogas	140
3.5.6.5	Fuentes de potencia	141
3.5.6.5.1	Fuente de potencia de 24VDC/20A	142
3.5.6.5.2	Fuentes de alimentación de 24VDC/10A	146
3.5.6.6	Riel DIN	148
3.5.6.7	Módulos de terminales	149
3.5.6.7.1	Módulos de terminales para módulos de potencia	149
3.5.6.7.1.1	Diagramas de bloque del módulo de terminales	150
3.5.6.7.2	Módulos de terminales para los módulos de I/O	151
3.5.6.8	Módulos de Interfaces	152
3.5.6.8.1	Módulo Estándar de interfaces de fibra óptica	152
3.5.6.9	Módulo de potencia	155

3.5.6.9.1	Asignación de terminales del módulo de potencia	157
3.5.6.9.2	Diagrama de bloque	158
3.5.6.10	Módulos electrónicos de entradas digitales	158
3.5.6.10.1	Módulos de 24VDC con 4 entradas digitales	159
3.5.6.10.2	Módulo de señal con entrada digital de 16 puntos	160
3.5.6.10.3	Módulo de 120VAC con 2 entradas digitales	162
3.5.6.11	Módulos electrónicos de entrada análoga	163
3.5.6.11.1	Módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje	164
3.5.6.11.2	Módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje	166
3.5.6.11.3	Módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de corriente	168
3.5.6.11.4	Módulo de RTD con 2 entradas análogas	170
3.5.6.12	Módulos electrónicos de salida digital	172
3.5.6.12.1	Módulo de 24VDC con 2 salidas digitales	172
3.5.6.12.2	Módulo de 24VDC con 4 salidas digitales	174
3.5.6.12.3	Módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés	177
3.5.6.13	Módulo electrónico de salida análoga	179
3.5.6.13.1	Módulos de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje	179
3.5.6.14	Alimentación de energía ininterrumpida (UPS)	181
3.5.6.14.1	Datos técnicos	184
3.5.6.14.2	Ajustes	185
3.5.6.14.3	Funciones de protección y monitoreo	186
3.5.6.14.3.1	Protección contra inversión de polaridad	186
3.5.6.14.3.2	Protección contra sobrecorriente y cortocircuito	186
3.5.6.14.3.3	Protección contra descarga exhaustiva	187
3.5.6.14.3.4	Prueba de batería	187
3.5.6.14.4	Señalización	188
3.5.6.14.4.1	Operación normal	188
3.5.6.14.4.2	Carga mayor que 85%	188
3.5.6.14.4.3	Operación flotante	188
3.5.6.14.4.4	Batería no lista	189
3.5.6.15	Interruptor de Ethernet	191
3.5.6.15.1	Generalidades	191
3.5.6.15.2	Auto-negociación	192
3.5.6.15.3	Auto-intercambio de polaridad	192
3.5.6.15.4	Función de auto-cruce	192
3.5.6.15.5	Fuente de potencia	193
3.5.6.15.6	Indicador de potencia del interruptor de Ethernet	193
3.5.6.15.7	Indicadores de estado del interruptor de Ethernet	194
3.5.6.16	Terminal de bus óptico del Profibus	194
3.5.6.16.1	Interfaces	195
3.5.6.16.2	Conversión de señal optoelectrónica y regeneración de señal	196
3.5.6.16.3	Detección automática de la velocidad de transmisión	197
3.5.6.16.4	Tipos de fibras FO respaldadas	197
3.5.6.16.5	Displays	198
3.5.6.16.6	Controles del operador	199

3.5.6.16.7	Bus óptico	199
3.5.6.17	Módulo de interfaces de resolver de Profibus	201
3.5.6.17.1	Visión general del hardware del resolver	202
3.5.6.17.1.1	LEDs de estado de los resolvers	202
3.5.6.17.1.2	Conector de resolver 1 + 2 y conector de resolver 3 + 4	203
3.5.6.17.1.3	Conector de energía	204
3.5.6.17.1.4	Conector de Profibus	204
3.5.6.17.1.5	Interruptor terminal	204
3.5.6.17.1.6	Selección de la dirección de la estación	204
3.5.6.17.1.7	LEDs de estado del Profibus	205
3.5.6.18	Unidad de derivación	206
3.5.6.18.1	Ajuste de valores de la velocidad de comunicación	207
3.5.6.18.2	Ajuste de valores de la potencia óptica	208
3.5.6.18.3	Selección del modo de operación	210
3.5.6.18.4	Selección de dirección	211
3.6	Módulo de control de drives (DCS800)	212
3.6.1	Módulo de control de drives (DCM)	212
3.6.2	Tarjeta de suministro de potencia SCDS POW-4	213
3.6.3	Tarjeta de control y comunicaciones (SDCS-COM-8)	215
3.6.3.1	Generalidades	215
3.6.3.2	Distribución de tarjeta de circuitos	216
3.6.4	Tarjeta de control SDCS-CON-4	217
3.6.4.1	Función de vigilancia	217
3.6.4.2	Distribución de tarjeta de circuitos	218
3.6.4.3	Asignación de conectores e interruptores	219
3.6.4.4	Display de siete segmentos H2500	220
3.6.4.5	Tarjeta SDCS-DSL-4	221
3.6.5	Tarjeta SDCS-PIN-4 de interfaz de potencia (controladores de campo)	222
3.6.5.1	Fuente de alimentación	223
3.6.5.2	Interfaz del circuito de armadura	223
3.6.5.3	Interfaz del circuito de campo	224
3.6.6	Tarjeta SDCS-PIN-61 de interfaz de potencia (controladores de armadura)	225
3.6.6.1	Asignación de conectores	226
3.6.7	DCS800 DCS-CP	227
3.7	Arco Eléctrico	227
3.7.1	Riesgo de Exposición a un Arco Eléctrico	228
3.8	Relé de Protección SEL-751A	230
3.8.1	Protección de arco eléctrico de 2ms y relé de alimentación	231
3.8.2	Características principales	232
3.8.2.1	Protección de Alimentación	232
3.8.2.2	Mitigación de arco eléctrico	232
3.8.2.3	Automatización y Control	233
3.8.2.4	Análisis de Eventos	233
3.8.2.5	Ambientes Agresivos	233
3.8.2.6	Presentación Visual	234

3.8.2.7 Presentación Funcional General	236
3.8.2.8 Riesgo de Arco Eléctrico	236
3.8.3 Especificaciones del SEL – 751A	238
<b>CAPITULO IV</b>	239
<b>4. DEFINICIONES</b>	239
➤ Falla catastrófica	239
➤ Tierra de punto común	239
➤ Impulsos de control	239
➤ DMC - Módulo de control de drives	240
➤ Descarga electrostática (ESD)	240
➤ Energía	240
➤ Feedback (retroalimentación)	240
➤ Filtro	240
➤ Input/Output (I u O)	241
➤ Defecto latente	241
➤ Consola del operador	241
➤ Fase	241
➤ Potencia	242
➤ Factor de potencia	242
➤ Áreas protegidas	242
➤ Reactancia	242
➤ Potencia reactiva	243
➤ Regulación	243
➤ Resistencia	243
➤ Resonancia	243
➤ Solenoide	243
➤ Electricidad estática	243
➤ Tiristor o rectificador controlado de silicio (SCR)	244
➤ Torque (par de torsión)	244
➤ Transductor	244
➤ Varistor	244
➤ Controlador AC800	245
➤ Cables de cobre de Profibus	245
➤ Conductores ópticos de Profibus	246
➤ Unidad de batería externa de respaldo	246
➤ Fuente de alimentación de 20A, 24VDC	246
➤ Convertidor de voltaje de 24VDC a +/- 10VDC	247
➤ Sistema de I/O remotas - Nodo	247
➤ Sistema Control Chief - sistema de control remoto	247
➤ RCV (resistencia-capacitor-varistor)	247
➤ Varistores de óxido de metal	248
➤ Terminal de bus óptico del Profibus (OBT)	248
➤ Interruptor de Ethernet de 10/100 mbit, puertos RJ 45	248
➤ Inclinómetros	248
➤ Interruptor de llave de programación	249

➤ Relé de contactor del motor principal (MMCR)	249
➤ Relé de sobrecarga del motor principal (MMOL)	249
➤ Relé de control maestro (MCR)	249
➤ Calefactores de cabina	250
➤ Lista de Acrónimos	250
<b>CAPITULO V</b>	252
<b>5. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO</b>	252
5.1 Ubicación de Sensores ArcFlash	252
5.1.1 Gabinete de 480VAC	254
5.1.2 Gabinete de 520VAC	258
5.1.3 Transformador Principal	262
5.1.4 Gabinete de Alto Voltaje	265
5.2 Medición de Sobrecorriente	268
5.3 Ubicación de Relé SEL 751A en Perforadora 320 XPC	269
5.4 Conexionado de Relé de Protección SEL 751A	271
5.4.1 Voltaje de alimentación	274
5.4.2 Señales de sensores ópticos.	276
5.4.2.1 SCAF1 – Switching Cabinet	276
5.4.2.2 MTAf1 – Main TX	276
5.4.2.3 HVCAF2 – HV Cabinet	276
5.4.2.4 HRDCAF1 – Hoist Rotary Drive Cabinet	277
5.4.3 Salidas Digitales de Diagnostico.	277
5.4.4 Ingreso de Señales de Corriente.	279
5.4.5 Contactos de salida de Ejecución.	281
5.4.5.1 Accionamiento de Hilo Piloto	282
5.4.5.2 Accionamiento de Main Motor Contactor.	283
5.4.5.3 Accionamiento de seccionadores de salida de secundario del transformador Principal	284
5.5 Procedimiento de Programación de Relé SEL 751A	285
5.5.1 Propósito.	285
5.5.2 Requerimientos.	286
5.5.3 Procedimiento.	286
<b>CONCLUSIONES</b>	298
<b>RECOMENDACIONES</b>	300
<b>REFERENCIA</b>	301
<b>ANEXOS</b>	302

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Reseña histórica de minera las bambas	6
Figura 2-2: Ubicación geográfica mina las bambas	7
Figura 2-3: Valores de MMG	10
Figura 2-4: Organigrama MMG	13
Figura 3-1: Interruptor de desconexión de alto voltaje	22
Figura 3-2: Ubicación de los componentes eléctricos principales	23
Figura 3-3: Voltaje de alimentación del motor principal	35
Figura 3-4: Transformador principal	40
Figura 3-5: Interior de la cabina de drives de corriente continua	41
Figura 3-6: Conjunto de carro	42
Figura 3-7: Esquema de energía de pulldown y rotación	46
Figura 3-8: Red de comunicaciones del AC800	48
Figura 3-9: Sistema de comunicación	49
Figura 3-10: Computador del touch panel	52
Figura 3-11: Puertos y controles del touch panel	52
Figura 3-12: Teclado	53
Figura 3-13: Áreas de la pantalla del touch panel (típica)	60
Figura 3-14: Área de la barra de encabezado (típica)	60
Figura 3-15: Área de la barra de control	61
Figura 3-16: Pantalla del panel principal (típica)	64
Figura 3-17: Pantalla de inclinación y estado de los gatos niveladores de la perforadora	65
Figura 3-18: Pantalla de valores de operación de la perforadora	66
Figura 3-19: Pantalla de permisos de motor principal de la perforadora	67
Figura 3-20: Pantalla de permisos del sistema de CC de la perforadora	68
Figura 3-21: Pantalla de secuencia de arranque del motor principal	69
Figura 3-22: Pantalla de estado del sistema de lubricación de la perforadora	70
Figura 3-23: Pantalla de temperaturas de equipos (1 de 2)	71
Figura 3-24: Pantalla de temperaturas de equipos (2 de 2)	72
Figura 3-25: Pantalla de icono de ayuda	73
Figura 3-26: Pantalla de ajustes de perforación automática	74
Figura 3-27: Pantalla de configuración para seleccionar parámetros de perforación nuevos	75
Figura 3-28: Pantalla de valores de ajuste de la perforación automática	76
Figura 3-29: Pantalla de diagnóstico (vista por bloque) de estado de I/O	77
Figura 3-30: Pantalla de diagnóstico (vista función de I/O) de estado de I/O	78
Figura 3-31: Pantalla de información de los sistemas de la perforadora	79
Figura 3-32: Pantalla de inicio de sesión de acceso del usuario	80
Figura 3-33: Pantalla para definir valores de parámetros establecidos	81
Figura 3-34: Pantalla para cambiar valores de ajuste de unidad	82
Figura 3-35: Pantalla para ajustar peso total del carro de rotación	83
Figura 3-36: Pantalla de configuración del ciclo de lubricación	84
Figura 3-37: Pantalla de menú de icono de ayuda y siguiente	85

Figura 3-38: Pantalla de horas de perforación en menú siguiente	86
Figura 3-39: Pantalla para cambiar valores de ajuste de vibración	87
Figura 3-40: Pantalla para cambiar velocidad máxima de rotación o pulldown	88
Figura 3-41: Pantalla de protección de barra en el agujero	89
Figura 3-42: Pantalla de icono de ayuda - siguiente menú	90
Figura 3-43: Pantalla de actividades actuales de la perforadora	91
Figura 3-44: Pantalla principal de ayuda	93
Figura 3-45: Pantalla de entrada de teclado numérico	95
Figura 3-46: Diagrama de bloque de potencia eléctrica (sistema de 60 Hz)	97
Figura 3-47: Diagrama de bloque de potencia eléctrica de 60 Hz (Página 1 de 4)	98
Figura 3-48: Diagrama de bloque de potencia eléctrica de 60 hz (Página 2 de 4)	99
Figura 3-49: Diagrama de bloque de potencia eléctrica de 60 hz (Página 3 de 4)	100
Figura 3-50: Diagrama de bloque de potencia eléctrica de 60 hz (Página 4 de 4)	101
Figura 3-51: Ubicación de los componentes eléctricos principales (típicos)	102
Figura 3-52: Cabina del interruptor de desconexión de alto voltaje	104
Figura 3-53: Cabina de alto voltaje	106
Figura 3-54: Cabina del transformador principal	107
Figura 3-55: Sistema de enclavamiento de llave - diagrama esquemático	108
Figura 3-56: AC800	110
Figura 3-57: Controlador AC800 con módulos de interfaz de profibus DP-V1	112
Figura 3-58: Unidad AC800	113
Figura 3-59: Diagrama de bloque funcional del AC800	114
Figura 3-60: Batería de litio de 3.6VDC	116
Figura 3-61: Placa base	117
Figura 3-62: Etiqueta de dirección de ethernet	119
Figura 3-63: Procesador AC800	119
Figura 3-64: Módulos de interfaz de profibus DP-V1	126
Figura 3-65: Diagrama de bloque funcional de la interfaz de profibus DP-V1	128
Figura 3-66: Batería externa de respaldo (opcional)	129
Figura 3-67: Redes ethernet y profibus DP-V1	132
Figura 3-68: Ubicación de los nodos del sistema de I/O remotas	134
Figura 3-69: LEDs de diagnósticos del módulo estándar de interfaces de fibra óptica	137
Figura 3-70: Módulo de potencia	138
Figura 3-71: Módulos de I/O remotas digitales (típicos)	139
Figura 3-72: Módulos de I/O remotas análogas	140
Figura 3-73: Fuente de potencia de 24VDC/20A	143
Figura 3-74: Fuente de alimentación de 24VDC/10A	146
Figura 3-75: Riel din	148
Figura 3-76: Asignación de terminales del módulo de terminales	150
Figura 3-77: Diagramas de bloque del módulo de terminales	151
Figura 3-78: Asignación de terminales del módulo de interfaces de fibra óptica.	154
Figura 3-79: Diagrama de bloque del módulo de interfaces de fibra óptica estándar	155
Figura 3-80: Cambio de fusible del módulo de potencia	156
Figura 3-81: Asignación de terminales del módulo de potencia	157

Figura 3-82: Diagrama de bloque del módulo de potencia	158
Figura 3-83: Asignación de terminales del módulo de 24VDC con 4 entradas digitales	159
Figura 3-84: Diagrama de bloque del módulo de 24VDC con 4 entradas digitales	160
Figura 3-85: Asignación de terminales y diagrama de bloque del módulo de señal con entrada digital de 16 puntos	161
Figura 3-86: Asignación de terminales del módulo de 120VAC con 2 entradas digitales	162
Figura 3-87: Diagrama de bloque del módulo de 120VAC con 2 entradas digitales	163
Figura 3-88: Asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje	165
Figura 3-89: Diagrama de bloque del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje	165
Figura 3-90: Asignación de terminales del módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje	167
Figura 3-91: Diagrama de bloque del módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje	167
Figura 3-92: Asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de corriente	169
Figura 3-93: Diagrama de bloque del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de corriente	169
Figura 3-94: Asignación de terminales del módulo RTD con 2 entradas análogas	171
Figura 3-95: Diagrama de bloque del módulo RTD con 2 entradas análogas	171
Figura 3-96: Asignación de terminales del módulo de 24VDC con 2 salidas digitales	173
Figura 3-97: Asignación de terminales del módulo de 24VDC de 4 salidas digitales	175
Figura 3-98: Diagrama de bloque del módulo de 24VDC con 4 salidas digitales	176
Figura 3-99: Asignación de terminales del módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés	178
Figura 3-100: Diagrama de bloque del Módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés	179
Figura 3-101: Asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje	180
Figura 3-102: Diagrama de bloque del módulo de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje	181
Figura 3-103: UPS	183
Figura 3-104: Ajustes de los interruptores DIP de la UPS	185
Figura 3-105: LEDs de la batería de la UPS	190
Figura 3-106: Interruptor de ethernet	191
Figura 3-107: Conexión de la fuente de potencia	193
Figura 3-108: Interfaces del profibus OBT	195
Figura 3-109: Profibus OBT	198
Figura 3-110: Módulo de interfaces	201
Figura 3-111: Visión general del hardware	202
Figura 3-112: Unidad de derivación	206

Figura 3-113: Velocidad de comunicación	207
Figura 3-114: Unidad de derivación - sin cubierta	207
Figura 3-115: Velocidad de comunicación - posición del puente	208
Figura 3-116: Valores de la potencia óptica	208
Figura 3-117: Selección de valores de la potencia óptica	209
Figura 3-118: Modo operación	210
Figura 3-119: Modo de operación - posición del puente	211
Figura 3-120: Selección de la dirección de la unidad de derivación	211
Figura 3-121: DCS800 - módulo de control de drives	213
Figura 3-122: Tarjeta de fuente de poder SDCS-POW-4	214
Figura 3-123: Tarjeta SDCS-COM-8	216
Figura 3-124: Esquemático de la tarjeta SDCS-CON-4	218
Figura 3-125: Display de siete segmentos de SDCS-CON-2 (H1)	220
Figura 3-126: Tarjeta SDCS DSL	221
Figura 3-127: Tarjeta de interfaz de potencia SDCS-PIN-4	222
Figura 3-128: Esquemático de la tarjeta SDCS-PIN-61	226
Figura 3-129: DCS800 DCS-CP	227
Figura 4-1: SEL 751A	232
Figura 4-2: SEL 751 front	234
Figura 4-3: SEL 751 rear	235
Figura 4-4: Diagrama general	236
Figura 4-5: Sensores arco eléctrico.	237
Figura 4-6: Ubicación de sensores arc flash	253
Figura 4-7: Gabinete 480VAC	254
Figura 4-8: Sensor de arcflash gabinete 480VAC	256
Figura 4-9: Esquemático eléctrico gabinete 480VAC	257
Figura 4-10: Gabinete 520VAC	259
Figura 4-11: Sensor de arcflash gabinete 520VAC	260
Figura 4-12: Esquemático eléctrico gabinete 520VAC	261
Figura 4-13: Transformador principal	262
Figura 4-14: Esquemático eléctrico transformador principal	264
Figura 4-15: Gabinete de alto voltaje	265
Figura 4-16: Esquemático eléctrico gabinete alto voltaje	267
Figura 4-17: CT en gabinete de alto voltaje	268
Figura 4-18: Ubicación de SEL 751A	270
Figura 4-19: Diagrama eléctrico de conexiónado SEL 751A	271
Figura 4-20: Side-panel input and output designations	272
Figura 4-21: Rear-panel layout	273
Figura 4-22: Voltaje de alimentación AFR1	274
Figura 4-23: Gabinete 208VAC breaker AFRB	275
Figura 4-24: Señales de sensores opticos AFR1	276
Figura 4-25: Salidas digitales AFR1	277
Figura 4-26: Entrada DI a modulo I/O	278
Figura 4-27: Entrada de señales de corriente AFR1	279
Figura 4-28: Toma de señal de corriente para AFR1	280

Figura 4-29: Contactos de salida AFR1	281
Figura 4-30: AFR1 hilo piloto	282
Figura 4-31: AFR1 main motor contactor	283
Figura 4-32: AFR1 seccionadores salida secundario main transformer	284
Figura 4-33: AcSELerator QuickSet®	286
Figura 4-34: Parámetros de comunicación.	287
Figura 4-35: Cargar programa drill 60Hz	288
Figura 4-36: Arc-flash protection.	290
Figura 4-37: Trip and close logic.	291
Figura 4-38: Slot A.	292
Figura 4-39: Slot C	293
Figura 4-40: Selección de CT	294
Figura 4-41: Control window	295
Figura 4-42: Select groups / classes to send	296



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1: Especificaciones del touch panel	54
Tabla 4-2: Opciones del touch panel	55
Tabla 4-3: Barra de control	63
Tabla 6-1: Comprobación de operación correcta del AC800	121
Tabla 6-2: Datos técnicos del AC800	122
Tabla 6-3: Puertos e interfaces de comunicación	123
Tabla 6-4: Tiempo de respaldo	124
Tabla 6-5: Indicadores LED	125
Tabla 6-6: Interruptores y botones	126
Tabla 6-7: Indicadores de estado de la interfaz de Profibus DP-V1	128
Tabla 6-8: Componentes del sistema de I/O remoto	136
Tabla 6-9: Fuentes de potencia	142
Tabla 6-10: LEDs de fuente de potencia de 20VDC/20A	143
Tabla 6-11: LEDs de fuente de potencia de 24VDC/10A	147
Tabla 6-12: Asignaciones de terminales del módulo de terminales	150
Tabla 6-13: Asignación de terminales del módulo de potencia	157
Tabla 6-14: Fibras ópticas respaldadas	197
Tabla 6-15: LEDs de estado de los resolvers	203
Tabla 6-16: Conector de resolver 1 + 2 y conector de resolver 3 + 4	203
Tabla 6-17: Conector de energía	204
Tabla 6-18: LEDs de estado del Profibus	205
Tabla 6-19: Valor de potencia óptica - Posición de puentes	209
Tabla 6-20: Interruptor S1 – Posiciones	212
Tabla 7-1: Voltajes de alimentación	215
Tabla 7-2: Definición de códigos del display de siete segmentos de SDCS-CON-4	221
Tabla 8-1: Especificaciones del SEL -751A	238

## *INTRODUCCIÓN*

El presente informe de experiencia Profesional tiene como fin exponer mi desarrollo profesional en los últimos años ya Egresado del Programa Profesional de Ingeniería Electrónica UCSM, indicando los diferentes puestos de trabajo a lo largo de los últimos años y mis funciones específicas que me han llevado hoy en día a ocupar el puesto de Supervisor de Palas y Perforadoras en la unidad Minera Las Bambas – Apurímac.

De manera específica, mi labor está enfocada en el Armado, Mantenimiento y Soporte Técnico de equipos de Gran Minería de la marca original Bucyrus y P&H; lo que me ha abierto un abanico de oportunidades de desarrollo profesional. A la fecha ya son 6 años aproximadamente que vengo inmerso en todo lo relacionado a estos equipos (Palas y Perforadoras), lo cual me ha llevado a comprender la importancia de estos equipos en la operación minera y el papel que juega el personal calificado en la mantención de estos.

La seguridad es el pilar fundamental en toda operación minera, las personas que trabajamos con estos equipos nos vemos expuestos a diferentes tipos de energías y condiciones del ambiente de trabajo que podrían causarnos lesiones mortales, es por ello y en base a la experiencia en el mantenimiento de estos equipos, que se propuso a fabrica el desarrollo del sistema de protección de sobre corriente y detección de arco eléctrico en los gabinetes eléctricos de la perforadora eléctrica modelo 320XPC de la marca P&H, este sistema protege al personal de mantenimiento al intervenir estos equipos, evitando daño a la propiedad y sobre todo y lo más importante daños a la integridad del personal involucrado en el mantenimiento.

## CAPITULO I

### PROBLEMÁTICA

#### 1.1. Análisis del Problema

La perforadora Electro-Mecánica 320XPC-P&H tienen una alimentación principal de 7,2KVAC, la cual se distribuye en circuitos de 520VAC; 480VAC y 120VAC; los cuales cumplen funciones específicas dentro del equipo, como alimentación de transformadores, motores, drives, controladores, y los distintos gabinetes eléctricos, etc. Con lo explicado brevemente ya tenemos conocimiento de un peligro latente en estos equipos, nos referimos a la energía eléctrica; personal encargado del mantenimiento de estos equipos se ve expuesto a este peligro cada vez que interviene alguna perforadora, ya sea por un correctivo o mantenimiento programado, como parte de las funciones del personal técnico esta interactuar con gabinetes eléctricos en los cuales se tienen componentes energizados, energías remanentes, barras energizadas, cables de alto voltaje; los cuales pueden provocar un arco eléctrico ya sea por la misma manipulación de los mismos, daños en el equipo por el tiempo de vida, fallas en los conexiones, descuido del personal, etc.

Las condiciones en las cuales operan estas máquinas en la mina generan que el tiempo de vida de varios componentes se reduzca en gran medida y más aún si se trata de componentes eléctricos expuestos al polvo, humedad, vibración, los cuales pueden provocar falsos contactos, fallas en sus mecanismos, bajo aislamiento, etc. Incluso la gran cantidad de equipos/maquinaria eléctrica con la que opera una unidad minera genera desbalance en la red principal de

alimentación, se generan overvoltage, undercurrent, fallas a tierra, desbalance de tensión, distorsiones en la red (armónicos), etc.

El problema detectado se relaciona directamente con la seguridad del personal que trabaja en estos equipos, que se encuentra expuesto a una energía la cual no sabe en qué momento y circunstancias puede ser liberada. Algunos gabinetes eléctricos trabajan con altos voltajes y se encuentran implementados con componentes de potencia los cuales pueden ocasionar daños al equipo o al personal que se encuentre en ese momento en contacto con los mismos.

## 1.2. Planteamiento

Por estos motivos indicados en el punto anterior, es que nos vemos en la necesidad de implementar sistemas que nos permitan proteger a nuestro personal y equipo ante cualquier eventualidad; uno de los sistemas que va a cumplir con ello es el relé de protección Schweitzer Laboratorios SEL-751A que se instalara en cada Perforadora como el dispositivo principal de detección de sobre corriente y arco eléctrico.

La perforadora 320XPC-P&H es entregada de fábrica con sistemas de protección que llegan por defecto cuando algún cliente compra estos equipos, a estos sistemas se ha agregado el Upgrade de Relé de Protección SEL-751A cuya función principal es detectar las sobrecorrientes y arcos eléctricos en gabinetes eléctricos específicos en los cuales personal de mantenimiento puede llegar a interactuar.

Se analizaron 4 posibles lugares en los cuales se implementaría este sistema de detección de arco eléctrico, para ello se consideraron varios factores que determinaron y definieron estas

ubicaciones, para poder instalar estos sensores de luz se tuvo que considerar la frecuencia en la que personal interviene estos gabinetes, de los 4 gabinetes propuestos 2 de ellos siempre son abiertos por el personal de mantenimiento y se detectó que su sistema de protección propio normalmente siempre se encuentra “puenteado” (mala práctica de varias operaciones mineras) es decir pierde su función de protección, por ello se consideró instalar este sistema en estos gabinetes (Gabinete de 520VAC y 480VAC), los otros 2 gabinetes son los de alto voltaje y transformadores, ambos de ellos tienen barreras de protección rígida que no permite el acceso inmediato a ellos (puertas de gabinetes emperradas y con llave) pero también se analizó y llegó a la conclusión que deberían ser protegidos ello debido a que se sabe por experiencia que en varias operaciones mineras el personal de mantenimiento asume que la toma de tensión principal de 7,2KVAC está bloqueada de la subestación y esto puede ser correcto o no, pero ello para evitar cualquier inconveniente es que se propuso instalar los sensores de luz en estos gabinetes, considerando la energía latente y componentes que también se encuentran en estos 2 gabinetes (Transformador principal y Gabinete de Alto Voltaje sala de máquinas).

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo Principal.

- Garantizar la seguridad ante todo, cuidar la integridad del personal de mantenimiento que interactúa con los gabinetes y sistemas eléctricos de la Perforadora 320XPC-P&H.

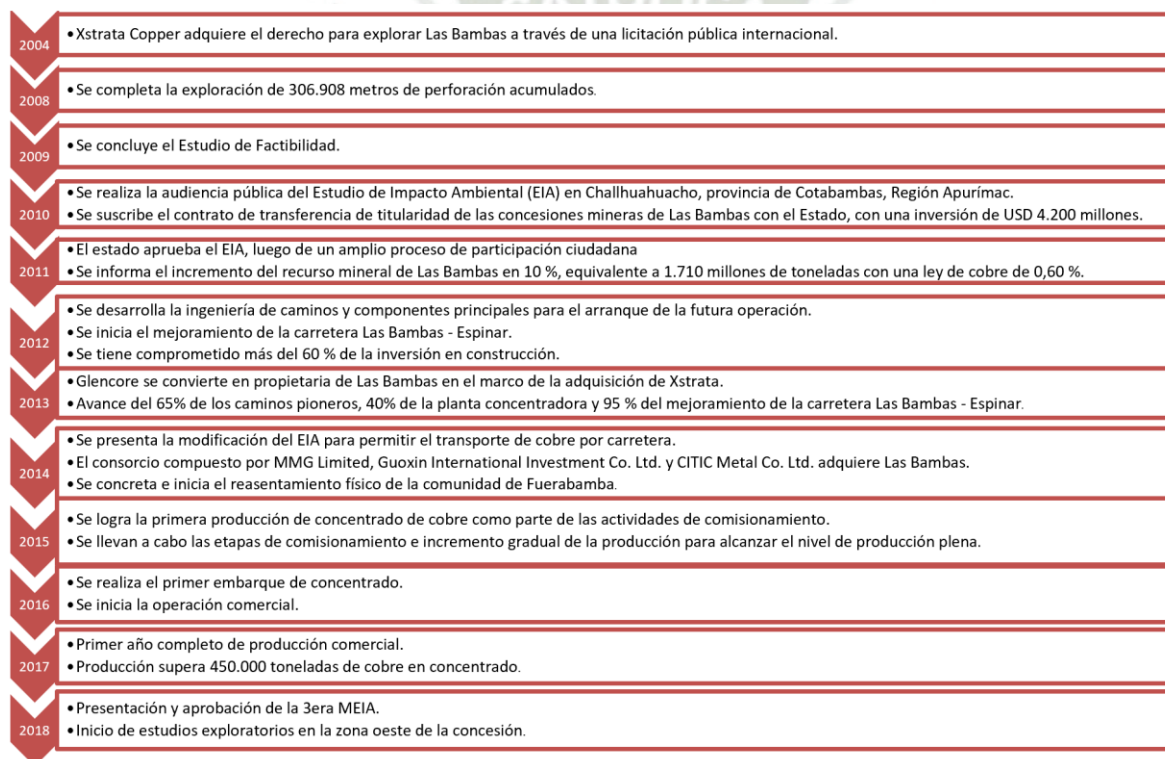
#### 1.3.2 Objetivo Secundario.

- Implementar un sistema de protección de sobrecorriente y detección de arco eléctrico integrando el Relé SEL-751A en la perforadora 320XPC-P&H.
- Analizar y determinar la ubicación de los sensores de detección de arco eléctrico en la perforadora 320XPC-P&H, considerando la experiencia en el mantenimiento de estos equipos.
- Conceptualizar todo lo referente a este sistema de protección de sobrecorriente y detección de arco eléctrico usando el Relé SEL-751A.
- Sustentar la importancia del sistema de protección de sobrecorriente y detección de arco eléctrico en la Perforadora 320XPC-P&H.

## CAPITULO II

### DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

#### 2.1 Reseña Histórica de la Empresa.



**Figura 2-1: Reseña Histórica de Minera Las Bambas**

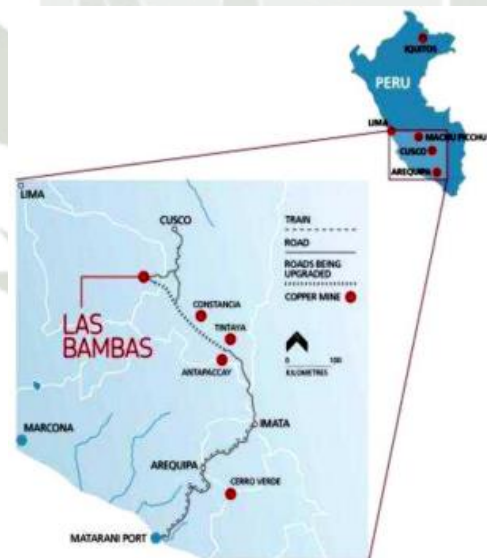
*FUENTE: Las Bambas (2013)*

## 2.2 Razón Social de la Empresa

- **Razón Social:** LAS BAMBAS MINING COMPANY S.A.
- **RUC:** 20538428524
- **Domicilio Legal:** Av. El Derby Nro. 055 (Torre 3, Piso 9) Lima - Lima - Santiago De Surco.

## 2.3 Ubicación Geográfica de la Empresa.

La Unidad Minera Las Bambas se ubica entre los distritos de Challhuahuacho, Tambobamba y Coyllurqui, provincia de Cotabambas, y el distrito de Progreso, provincia de Grau, en la Región Apurímac, a una altitud que varía entre los 3.800 y 4.600 m.s.n.m., a aproximadamente 75 km al suroeste de la ciudad de Cusco. (LasBambas, 2017)



**Figura 2-2: Ubicación Geográfica Mina Las Bambas**

*FUENTE: Las Bambas (2013)*

## 2.4 Visión

- Construir la empresa minera más respetada del mundo.

## 2.5 Misión

- Hacemos minería con el fin de generar riqueza para nuestra gente, las comunidades en las que desarrollamos nuestras operaciones y nuestros accionistas.

## 2.6 Planes y Proyectos de Inversión a corto y Largo Plazo.

Actualmente, lleva a cabo actividades mineras de explotación del yacimiento Ferrobamba y, posteriormente, realizara actividades de extracción de minerales de los yacimientos Chalcobamba y Sulfobamba. La planta concentradora de Las Bambas tiene una capacidad instalada de 145.000 toneladas por día (t/d), y genera concentrado de cobre (Cu) y molibdeno (Mo) como producto. Durante 2017, la producción superó las 385.000 toneladas de cobre en concentrado. (LasBambas, 2017)

## 2.7 Ejes Estratégicos.

Según Las Bambas (2013) genera valor a través de cuatro facilitadores estratégicos.

- **Crecimiento:** Adquirimos, descubrimos y desarrollamos activos mineros que transformen nuestro negocio.
- **Transformación de las operaciones:** Desarrollamos planes eficaces para generar oportunidades de crecimiento innovadoras y mejorar la productividad.

- **Nuestra gente y organización:** Brindamos un lugar de trabajo seguro, saludable y con la protección necesaria, y fomentamos una cultura que valore la colaboración, la responsabilidad y el respeto.
- **Reputación:** Somos valorados por nuestro compromiso con el progreso, alianzas de largo plazo y gestión internacional.



## 2.8 Valores.



PENSAMOS EN LA SEGURIDAD ANTE  
TODO

Nos detenemos a pensar y luego  
actuamos para prevenir lesiones.



NOS RESPETAMOS UNOS A OTROS

Somos honestos, considerados y  
actuamos con integridad



TRABAJAMOS JUNTOS

Incorporamos diversas perspectivas para  
lograr mejores resultados.



NUESTRAS PALABRAS SE TRADUCEN EN  
HECHOS

Asumimos nuestra responsabilidad y  
cumplimos nuestros compromisos.



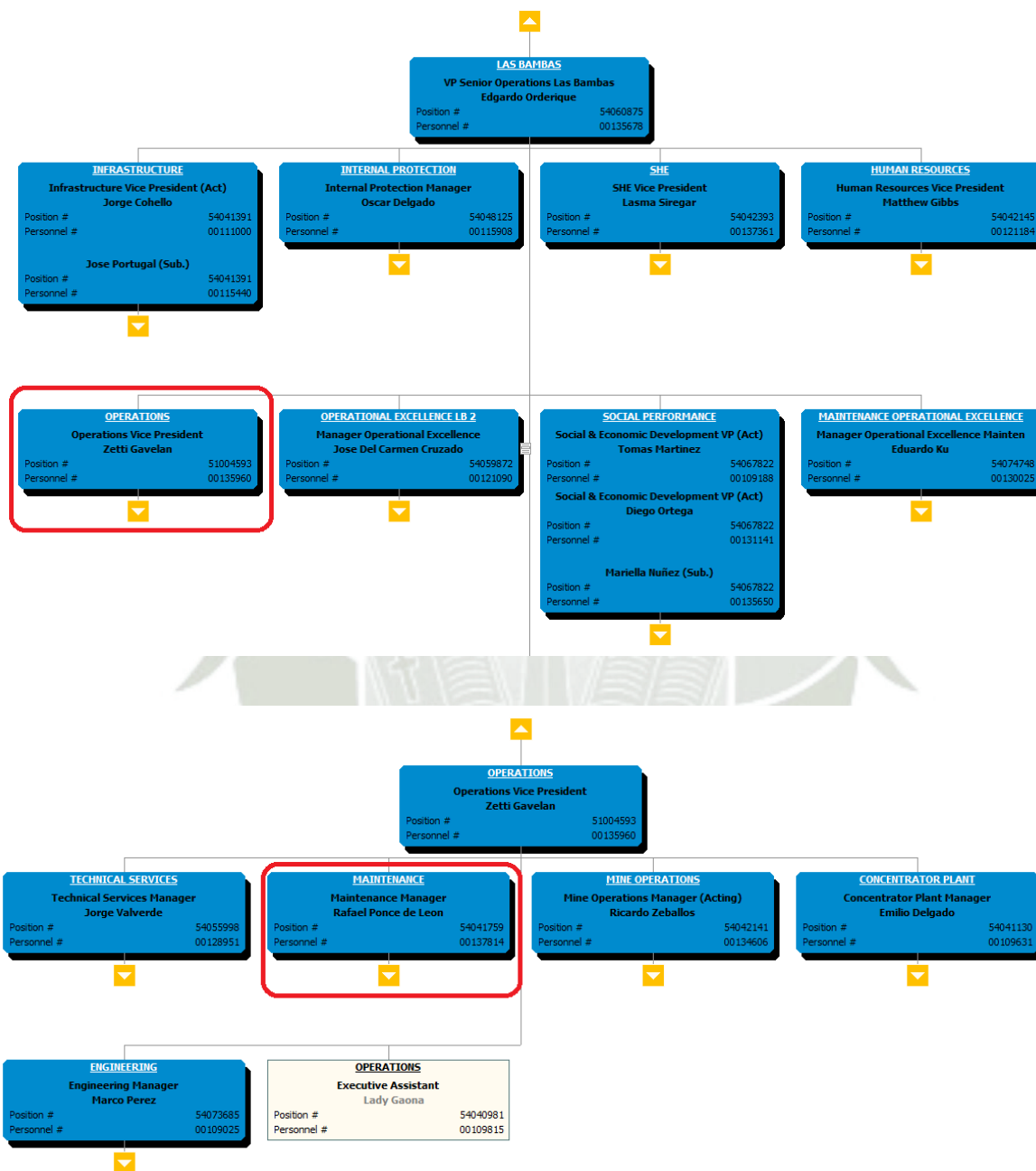
QUEREMOS SER MEJORES

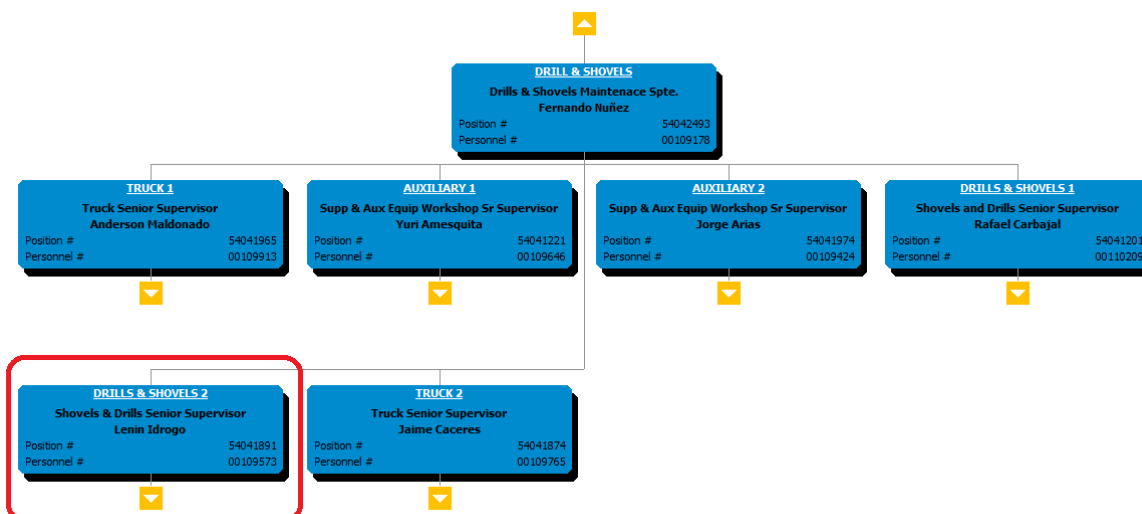
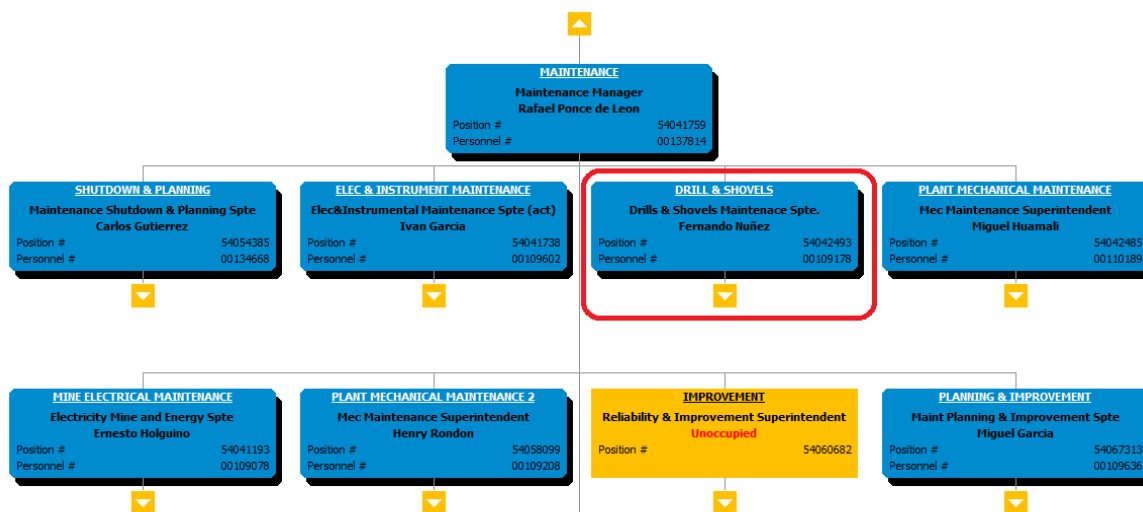
Buscamos siempre oportunidades para  
mejorar.

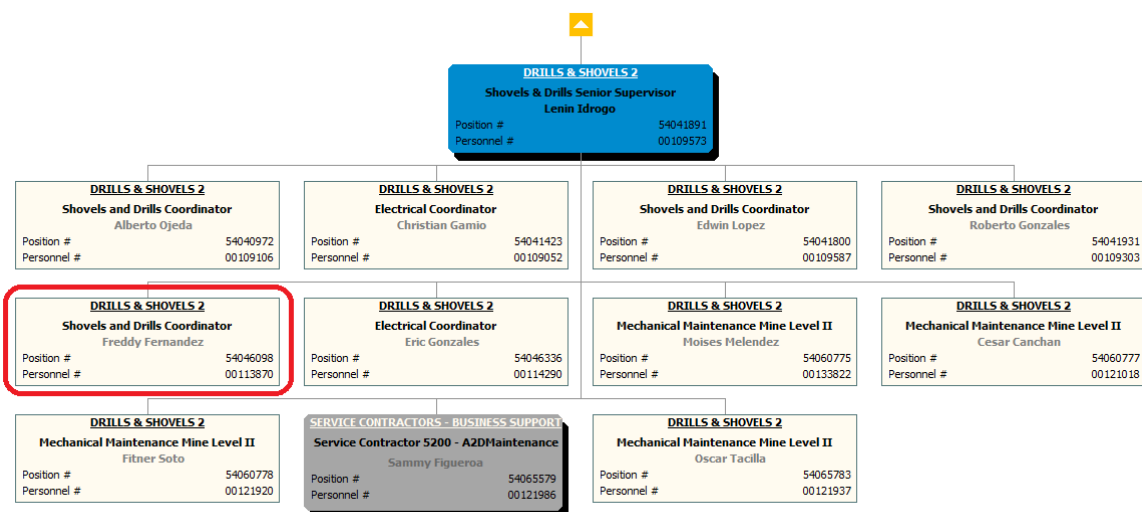
**Figura 2-3: Valores de MMG**

*FUENTE: Las Bambas (2013)*

## 2.9 Organigrama del Área de Trabajo.







**Figura 2-4: Organigramma MMG**

*FUENTE: Las Bambas (2013)*

## 2.10 Descripción del puesto de Trabajo

- Supervisar el mantenimiento de la flota de palas P&H (4100XPC); CAT (6060FS, 7495) y Perforadoras P&H (250XP, 320XPC); CAT (MD6640); SANDVIK (DR560); ATLASCOPCO (PV-351)
- Identificación de backlogs de toda la flota de palas y perforadoras.
- Elaborar el plan de mantenimiento y estrategias para optimizar tiempos y disponibilidad de la flota de palas y perforadoras.
- Crear notificaciones en SAP para la planificación de trabajos de mantenimiento de la flota de palas y perforadoras.
- Inspeccionar el correcto funcionamiento de la flota de palas y perforadoras en operación.
- Elaborar el plan de paradas preventivas de la flota de palas y perforadoras.
- Supervisión en el armado de palas eléctricas y perforadoras P&H y Bucyrus.
- Supervisión y comisionado de UpGrade DCS800.
- Supervisión y comisionado de retrofit centurión en palas 4100XPC.
- Soporte técnico en palas y perforadoras P&H.
- Comisionado de palas y perforadoras.

## CAPITULO III

### MARCO TEÓRICO

#### *3.1. Seguridad de la perforadora*

##### **3.1.1 Cualificaciones del operador**

Según P&H Mining Equipment (2012) las cualificaciones a cumplir son las siguientes:

- Aprobar un examen escrito que evalúe con precisión su conocimiento práctico sobre la perforadora y una demostración evaluada de los métodos y las técnicas adecuados que se deben utilizar al operar esta máquina.
- Tener como mínimo una visión de 20/30 Snellen en un ojo y de 20/50 Snellen en el otro, con o sin lentes correctivos.
- Tener una buena percepción de la profundidad.
- Tener la capacidad de distinguir colores, sin importar la posición del color.
- Tener una audición adecuada, con o sin asistencia auditiva.
- Tener suficiente fuerza, resistencia, agilidad, coordinación y rapidez de reacción para cumplir con las demandas operativas de la perforadora.
- No tener incapacidad física o inestabilidad emocional que pudiera causar un riesgo para el operador u otros, o que pudiera interferir con el desempeño del operador.
- No ser propenso a los ataques o a la pérdida del control físico.
- No estar bajo la influencia del alcohol o las drogas.
- Mantener en todo momento una actitud de resguardo de la seguridad.

### 3.1.2 Conducta del operador

Según P&H Mining Equipment (2012) la seguridad debe ser siempre la principal inquietud del operador. Un operador debe rehusarse a operar la perforadora cuando exista una condición insegura conocida.

- Leer y entender el Manual del Operador, y estar familiarizado con todas las instrucciones y las señales de la perforadora.
- Inspeccionar y asegurarse de que la perforadora funciona bien antes de iniciar su operación.
- No operar la perforadora si tiene una incapacidad de cualquier índole.
- No realizar ninguna actividad que disminuya la atención mientras opera la perforadora.
- Asegurarse de que las personas, demás equipos de minería y materiales se mantengan fuera del área de trabajo.
- Dar una señal de advertencia antes de poner en marcha, operar o mover la perforadora.
- Si algún control no funciona correctamente, solicitar que se repare antes de operar la perforadora.
- Informar inmediatamente cualquier defecto al departamento de mantenimiento. Durante el cambio de turno, notificar al siguiente operador cualquier defecto que haya quedado sin corregir.

### 3.1.3 Chequeos funcionales

Según P&H Mining Equipment (2012) se deben realizar los siguientes chequeos:

- Compruebe que no haya tarjetas de advertencia o bloqueo en los controles de arranque.
- Compruebe que se hayan realizado todas las tareas de mantenimiento e inspección requeridas y que se hayan efectuado todas las reparaciones necesarias.
- Verifique que todas las protecciones de los equipos estén en su lugar y que todas las cubiertas y tapas de inspección estén cerradas y bloqueadas.
- Mire dentro, fuera y debajo de la perforadora para asegurarse de que el área esté totalmente despejada antes de encender la perforadora.
- Después de arrancar la perforadora, revise lecturas y operación adecuada de todos los medidores e indicadores.
- Pruebe todos los controles para verificar una operación y control apropiados antes de operar o desplazar la perforadora, incluyendo un chequeo minucioso de los frenos.
- Revise los dispositivos de señales audibles y las alarmas utilizadas como advertencia de desplazamiento para asegurarse de que funcionan correctamente.
- Durante la operación, permanezca alerta a ruidos o vibraciones inusuales; verifique la presencia de humo o gases por medio de la vista o el olfato.

### 3.1.4 Precauciones para considerar durante la Operación cerca de Líneas Eléctricas

Según P&H Mining Equipment (2012) trabajar cerca de las líneas de alto voltaje representa un riesgo demasiado serio y se deben tomar precauciones especiales. Según las prácticas de operación segura, es requerido que usted mantenga el máximo de distancia posible desde las líneas y que nunca viole la distancia mínima recomendada.

Antes de trabajar cerca de las líneas de alto voltaje, se debe tomar en consideración las siguientes precauciones:

- Contacte al personal a cargo de las líneas de alto voltaje o empresa eléctrica, antes de comenzar a trabajar.
- El operador de la máquina y el representante de la empresa eléctrica deben determinar conjuntamente, cuáles serán las precauciones específicas que se deben considerar.
- El operador de la máquina y el representante de la empresa eléctrica deben verificar que se tomen y sigan todas las precauciones recomendadas.
- Aun cuando tenga conocimiento que las líneas de alto voltaje han sido debidamente bloqueadas con tarjeta y candado, considérelas como energizadas.
- Informe a todo el personal en terreno que debe permanecer alejado de la máquina en todo momento.

Use un señalero para guiar la máquina hacia el sitio de operación. La única responsabilidad del señalero es observar el acercamiento de la máquina a las líneas de alto voltaje. El señalero debe estar en comunicación directa con el operador, y éste debe prestar mucha atención a las señales.

### 3.1.5 Calcomanías y señales de prevención de riesgos

#### 3.1.5.1 Generalidades

Los indicadores, calcomanías y señales de prevención de riesgos identifican riesgos potenciales y previenen accidentes por medio de la presentación de símbolos, encabezados y pictografías o gráficos especiales de normas.

Los esquemas, los encabezados y los gráficos de estos indicadores, calcomanías y señales se adhieren a las pautas ANSI y las normas de la industria para dichos dispositivos, los cuales se utilizan comúnmente en casos de alto voltaje, protección personal, espacios confinados y para aplicaciones bilingües. (P&H Mining Equipment Inc., 2012)

#### 3.1.5.2 Indicadores de peligro

Según P&H Mining Equipment Inc. (2012) los indicadores de PELIGRO, ADVERTENCIA, PRECAUCIÓN, AVISO y SEGURIDAD PRIMERO se encuentran en todos los manuales, para enfatizar instrucciones importantes y críticas. Los indicadores de PELIGRO, ADVERTENCIA, PRECAUCIÓN, AVISO y SEGURIDAD PRIMERO se identifican y definen de la siguiente manera:



**Indican una situación de peligro inminente que, si no se evita, resultará en lesiones graves o la muerte. Este indicador está limitado a las situaciones más extremas.**



**Indica una situación potencialmente peligrosa que, si no se evita, podría resultar en lesiones graves o la muerte.**



**Indica una situación potencialmente peligrosa la cual, si no se evita, puede resultar en lesiones leves o mayores.**



**PRECAUCIÓN**

**Un indicador de Precaución sin el símbolo de Alerta de Riesgo (sin triángulo ni signo de exclamación) se usa para advertir riesgos que resultan solamente en daño a la propiedad.**



**NOTA**

Se utiliza para indicar una declaración de las políticas de la empresa, que está directa o indirectamente relacionada con la seguridad del personal o la protección de la propiedad. Esta señal no está directamente asociada con un riesgo o situación riesgosa y no se utiliza para sustituir los indicadores de PELIGRO, ADVERTENCIA o PRECAUCIÓN.

## SEGURIDAD PRIMERO

Se utiliza para indicar instrucciones generales relacionadas con las prácticas de trabajo seguro, recordar procedimientos de seguridad apropiados e indicar la ubicación de los equipos de seguridad.

### 3.1.5.3 Calcomanías y señales de prevención de riesgos

Las calcomanías y las señales de riesgo de seguridad usan indicadores de prevención de peligros, y también incluyen pictografías para mostrar de forma gráfica y verbal que existe un riesgo potencial de seguridad alrededor de la perforadora rotativa para minería. Estas calcomanías y señales no representan todos los riesgos posibles.

No pretenden ser un sustituto de las prácticas de trabajo seguro y de buen juicio.

Las siguientes calcomanías y señales de prevención de riesgos son ejemplos encontrados en una perforadora rotativa típica para minería. Cerciórese de que todas las personas que se encuentren trabajando en o cerca de la perforadora, entiendan y sepan cómo evitar los riesgos que éstas representan. No retire, cubra, pinte o destruya las calcomanías o señales de Prevención de Riesgos. (P&H Mining Equipment Inc., 2012)

### 3.1.5.4 Descripción

Las calcomanías y las señales de prevención de riesgos están ubicadas en diferentes lugares en toda la perforadora.

El Anexo 1 describe las calcomanías y señales de prevención de riesgos utilizadas en la Perforadora para minería Modelo 320XPC de P&H. (P&H Mining Equipment Inc., 2012)

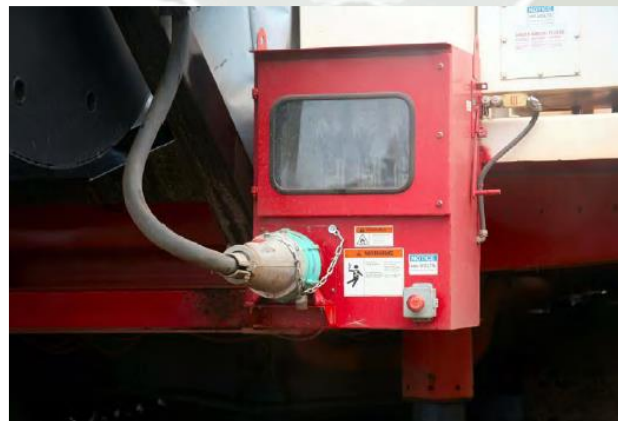
### ***3.2 Teoría y Operación Eléctrica.***

#### **3.2.1 Introducción**

El Sistema Eléctrico Centurión es el proceso de control y conversión de la potencia de CA (Corriente Alterna) en potencia de CC (Corriente Continua) para conducir los motores de los movimientos de rotary y pulldown. Tres áreas principales definen el Sistema eléctrico de la perforadora: El Sistema de Potencia, el Sistema de control de drives y el sistema de control de la perforadora. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.2.2 Sistema de potencia**

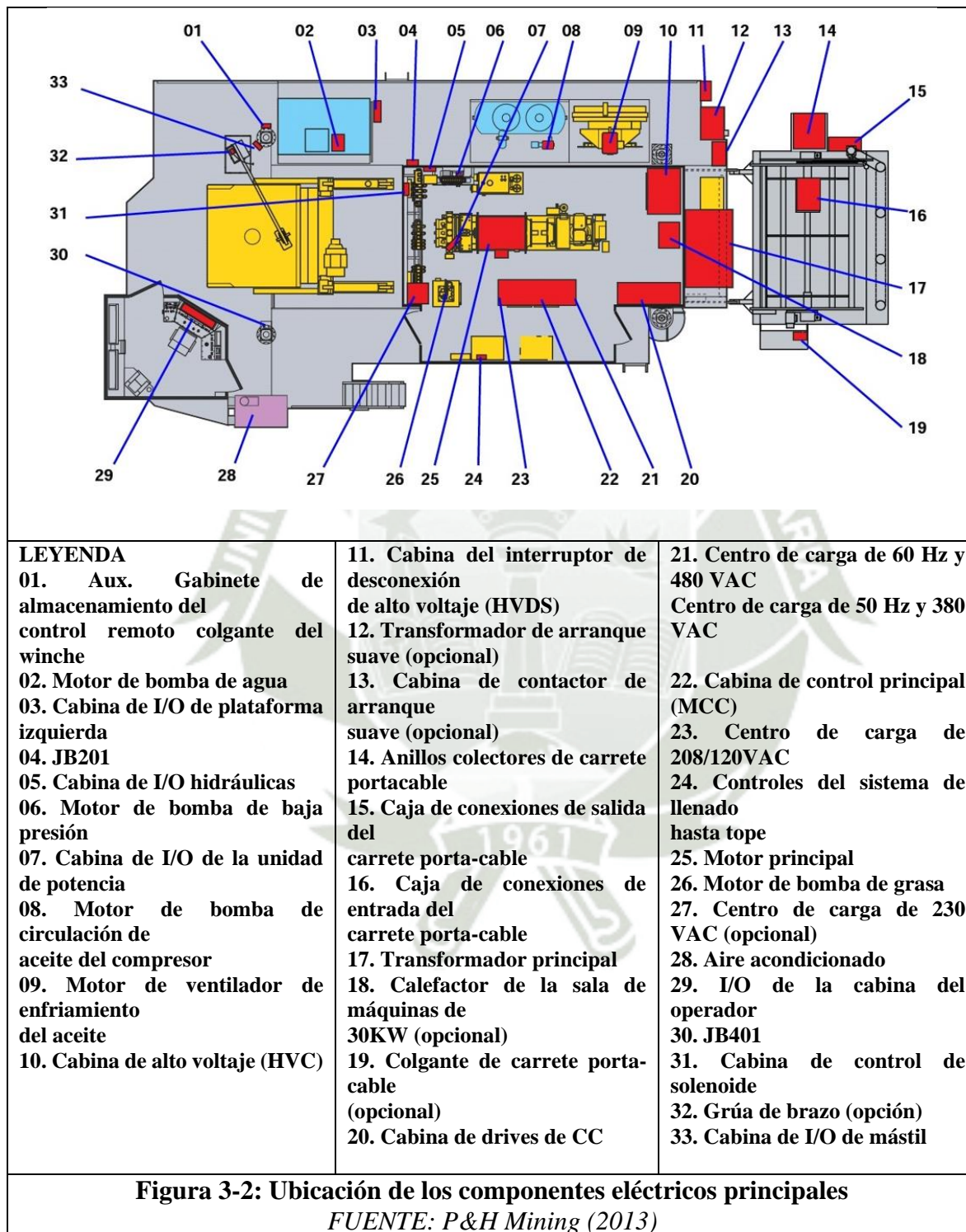
La central de energía de la mina proporciona la potencia necesaria para hacer funcionar la perforadora. Se emplea un cable de cola para conectar la fuente de potencia de la central de energía con el interruptor de desconexión de alto voltaje de la perforadora (Ver Figura 3-1.) Puede instalarse un sistema opcional de carrito porta-cable (cable-reel) entre el cable de cola y la cabina del interruptor de desconexión de alto voltaje. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-1: Interruptor de desconexión de alto voltaje**

*FUENTE: Freddy Fernández (2014)*

### 3.2.3 Ubicación de los componentes eléctricos



### 3.2.4 Sistema de potencia de Corriente Alterna

#### 3.2.4.1 Flujo de potencia de Corriente Alterna

La subestación provee el suministro de energía trifásica de alto voltaje (60 Hertz), ya sea a través de los terminales de entrada en la caja de conexiones de entrada del carrete porta-cable (16, Figura 3-2) o directamente de los terminales de entrada del interruptor de desconexión de alto voltaje (HVDS). Si la perforadora está equipada con un carrete porta-cable, la potencia fluye desde los terminales de entrada, a través de los anillos colectores y los terminales de salida hasta los terminales de entrada del interruptor de desconexión de alto voltaje. El interruptor de desconexión de alto voltaje se proporciona para eliminar toda la potencia entre la perforadora y el carrete porta-cable o subestación.

Desde el interruptor de desconexión de alto voltaje, la potencia fluye hacia el motor de impulsión principal y los interruptores de desconexión del transformador principal y hacia los pararrayos, que están ubicados en la cabina de alto voltaje (HVC). Ambos circuitos del transformador y del motor están protegidos por fusibles de alto voltaje, los cuales también están ubicados en esta cabina de alto voltaje. Desde el interruptor de desconexión del transformador principal, la potencia fluye a través de los fusibles del transformador principal y hacia las tomas primarias (H1, H2 y H3) en el transformador principal.

El transformador principal tiene cuatro juegos de terminales secundarios trifásicos:

Los terminales X1, X2 y X3 suministran potencia de 520VAC

Los terminales AS1, AS2 y AS3 suministran energía de 480 VAC para los sistemas de 60 Hz o de 380 VAC para los sistemas de 50 Hz

Los terminales HS1, HS2 y HS3 suministran energía de 208 VAC

Dos sensores de corriente, que forman parte de los sistemas de relé de falla a tierra, están conectados a los circuitos secundarios de 520 VAC y 480 VAC (60 Hz) del transformador principal. La potencia de alto voltaje se conecta al motor de impulsión principal, a través de un contactor de alto voltaje ubicado en la cabina de alto voltaje. Los transformadores de corriente en el circuito del motor principal protegen al motor de las sobrecargas. Cuando se excede la corriente máxima permisible del motor, los transformadores de corriente hacen que los contactores de alto voltaje en el circuito del motor se abran y el sistema se detiene. Se puede instalar en la perforadora un transformador de arranque suave opcional y contactos en vacío para aumentar la velocidad del motor principal gradualmente. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.2.4.2 Circuitos de 520 VAC**

La potencia desde cada secundario trifásico de 520 VAC en el transformador principal está conectada al interruptor del mando principal (MDCB) ubicado en la cabina de drives de CC (ver Ítem 20, Figura 3-2 para ver la ubicación de la cabina). Desde el interruptor del mando principal, la potencia fluye a través de los fusibles de 500 Amp y reactores de línea, antes de ingresar al controlador del drive DCS800. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.2.4.3 Circuitos de 480 VAC**

La potencia desde cada secundario trifásico de 480 VAC en el transformador principal está conectada a los circuitos de 480 VAC a través del interruptor de circuito del centro de carga (LCCB), ubicado en el tablero de distribución de 480 VAC en la cabina de control principal (MCC). Este interruptor de circuito tiene una desconexión en derivación que abre todo el circuito de 480 VAC cuando se detecta una falla a tierra y/o si las puertas de la cabina de control principal se abren

mientras los circuitos están energizados. Todos los circuitos de calefacción o refrigeración de espacios se distribuyen a partir del centro de carga de 480VAC, incluyendo: el acondicionador de aire de la cabina, piso de la cabina, compartimiento de ventiladores, estanque de agua, sala de máquinas y los calefactores de la sala de lubricación. Hay siete u ocho circuitos de control de motores que también son distribuidos desde este centro de carga, incluyendo: la bomba de inyección de agua, ventilador de enfriamiento del compresor principal, motor de bomba hidráulica de baja presión, ventilador de enfriamiento de motor de levante, ventilador #1 de la sala de máquinas, ventilador #2 de la sala de máquinas y el motor de la bomba de circulación de aceite del compresor de aire principal. Los arrancadores para estos motores se ubican en la cabina de control principal. Cada uno de los circuitos mencionados anteriormente está protegido por un interruptor de circuito. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.2.4.4 Circuitos de 120 VAC**

La potencia desde el secundario trifásico de 208 VAC en el transformador principal se conecta al centro de carga de 120 VAC a través del interruptor principal en la cabina. La distribución de los circuitos de 120 VAC incluye las fuentes de alimentación de 24 VDC; circuito de alimentación de relés; calefactores opcionales para el tanque en T, cabinas de I/O, arranque suave y motores opcionales; ventiladores de drives DCS800, bomba de grasa, controlador AC800, cabinas de consolas del operador, luces y receptáculos interiores y exteriores; y la fuente de alimentación para el sistema de supresión contra incendios (opcional). Cada uno de estos circuitos está protegido por un interruptor de circuito. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.2.4.5 Circuitos de motores de Corriente Alterna

La fuente de alimentación de 480 VAC suministra energía eléctrica a los siguientes motores de CA: aire acondicionado de la cabina del operador, motor de la bomba de lubricación, motor de la bomba de inyección de agua, soplador del enfriador del compresor, soplador del motor de levante, soplador del motor de rotación, bomba de circulación de aceite del compresor y los dos sopladores de la sala de máquinas. El circuito de cada motor es independiente y está protegido por un interruptor de circuito. Todos los motores, a excepción del aire acondicionado y del compresor auxiliar, están equipados con arrancadores y con dispositivos de sobrecarga térmica para su protección. Al presionar cualquiera de los botones de parada de emergencia, el Controlador AC800 interrumpe la potencia de 120VAC que permite el funcionamiento de cada relé de arrancador de motor. Para operar el motor del soplador del enfriador del compresor, el interruptor de circuito debe estar en la posición de encendido. El Controlador AC800 arranca automáticamente el motor del soplador del enfriador cuando inicia la secuencia de arranque del motor de impulsión principal. Para poner en marcha el motor, el Controlador AC800 energiza el circuito del relé del arrancador del motor, que a su vez cierra los tres contactos normalmente abiertos del circuito de alimentación del motor de 480 VAC. Para operar el soplador del motor de levante, el interruptor de circuito debe estar en la posición de encendido. El Controlador AC800 arranca automáticamente el motor del soplador de levante cuando inicia la secuencia de arranque del motor de impulsión principal. Para poner en marcha el motor, el Controlador AC800 energiza el circuito del relé del arrancador del motor, que a su vez cierra los tres contactos normalmente abiertos del circuito de alimentación del motor de 480 VAC. Para operar el soplador del motor de rotación, el interruptor de circuito debe estar en la posición de encendido. El Controlador AC800 arranca automáticamente el motor del

soplador de rotación cuando inicia la secuencia de arranque del motor de impulsión principal. Para poner en marcha el motor, el Controlador AC800 energiza el circuito del relé del arrancador del motor, que a su vez cierra los tres contactos normalmente abiertos del circuito de alimentación del motor de 480 VAC. Para operar el motor del soplador #1 de la sala de máquinas, el interruptor de circuito debe estar en la posición de encendido. El Controlador AC800 arranca automáticamente el motor del soplador cuando inicia la secuencia de arranque del motor de impulsión principal. Para poner en marcha el motor, el Controlador AC800 energiza el circuito del relé del arrancador del motor, que a su vez cierra los tres contactos normalmente abiertos del circuito de alimentación del motor de 480 VAC. Para operar el motor del soplador #2 de la sala de máquinas, el interruptor de circuito debe estar en la posición de encendido. Este control y circuito del soplador es idéntico al del motor del soplador #1 de la sala de máquinas, excepto que el Controlador AC800 energiza el relé del arrancador del motor para poner en marcha el motor del soplador. Una entrada adicional al Controlador AC800, para el funcionamiento del soplador #2, se encuentra en el interruptor selector del soplador #2 de la sala de máquinas en la consola de control del operador. En la posición AUTOMÁTICO del interruptor, el motor del soplador no funciona hasta que una termocupla, ubicada en la sala de máquinas, alcanza la temperatura de arranque del soplador #2. La termocupla, conectada al Controlador AC800, suministra una señal de continua de la temperatura. Para operar la bomba de circulación de aceite del compresor de aire principal, el interruptor de circuito debe estar en la posición de encendido. El Controlador AC800 arranca automáticamente el motor de la bomba de circulación cuando inicia la secuencia de arranque del motor de impulsión principal. Para poner en marcha el motor, el Controlador AC800 energiza el circuito del relé del arrancador del motor, que a su vez cierra los tres contactos normalmente abiertos del circuito de alimentación del motor de 480 VAC. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.2.4.6 Circuitos de Control

La mayoría de los circuitos de control de 120 VAC y 24 VDC están interconectados con el controlador lógico programable (Controlador AC800). Todos estos controles interconectados del operador, interruptores de límite y sensores proporcionan señales de entrada de voltaje al Controlador AC800. Todos los relés operativos, válvulas de solenoide, arrancadores de motores e indicadores LED que interactúan con el Controlador AC800 reciben señales de voltaje de los módulos de salida del Controlador AC800 que permiten el funcionamiento de los dispositivos.

Además de usar los controles montados en la consola y cabinas de I/O, el operador de la perforadora también puede comunicarse con el Controlador AC800 por medio de la unidad de pantalla del touch panel, que está ubicada en la cabina. Este instrumento multifuncional puede servir como un interruptor de software para la activación de funciones especiales de la máquina, y también puede desempeñar ciertas funciones de adquisición de datos y diagnóstico de fallas para el operador de la perforadora. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.2.4.7 Circuitos de detección de fallas a tierra

El circuito de detección de fallas a tierra del circuito de salida del transformador de 520 VAC consiste básicamente en una resistencia, un transformador de corriente y un relé monitor de fallas a tierra. La resistencia está conectada en serie entre el neutro secundario del transformador principal de 520 VAC y la carcasa de la cabina (tierra). Cualquier fuga de corriente a tierra provocará el flujo de corriente a través de la resistencia e inducirá un voltaje en el transformador de corriente. El voltaje inducido disparará el relé monitor de falla a tierra e iluminará los indicadores rojos de falla a tierra en la cabina y en la puerta de la cabina de control principal. En caso de detección de

cualquier condición de falla a tierra, ésta debe ser investigada y corregida inmediatamente. El circuito de detección de fallas a tierra del circuito de salida del transformador de 480 VAC está configurado de forma idéntica al circuito de detección de fallas a tierra de 520 VAC. Los circuitos de detección de fallas a tierra se pueden probar presionando el interruptor de prueba de cada circuito. Al presionar el interruptor, se libera una corriente de prueba a través de la resistencia, el transformador de corriente y el relé monitor de fallas a tierra, y se desconecta el circuito, si funciona correctamente. La luz del indicador de la cabina de control principal también tiene un interruptor de prueba para verificar el funcionamiento de la lámpara. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.2.4.8 Gatos de nivelación y circuito de auto nivelación**

Los cilindros de los gatos de nivelación se extienden o retraen gracias a la circulación de aceite hidráulico del sistema hidráulico auxiliar. El flujo de aceite hidráulico que se dirige a los cilindros es controlado mediante válvulas de control de dirección operadas por solenoides eléctricos. El sistema de nivelación de la perforadora ofrece disponibilidad tanto para el control manual como totalmente automático de los cilindros de los gatos niveladores. OPERACIÓN MANUAL. La operación manual de los cilindros de los gatos se logra mediante la manipulación de los interruptores basculantes centrados con resorte que están ubicados en la consola de control del operador.

El interruptor del gato delantero inicia la extensión o retracción de los cilindros de ambos gatos delanteros. El interruptor del gato trasero izquierdo y el interruptor del gato trasero derecho inician el movimiento de los cilindros de los gatos traseros de la izquierda y la derecha, respectivamente. La manipulación de estos interruptores en la dirección de extensión o retracción envía una señal de entrada al sistema Centurión. La señal está activa durante el tiempo que el interruptor se mantiene

en la posición operativa. Si se satisfacen los requisitos previos del sistema, el Controlador AC800 responde enviando una señal de salida de 24VDC a la válvula solenoide correspondiente para generar el movimiento de los cilindros del gato. Los controles de nivelación manual anularán el funcionamiento del sistema de auto nivelación. SISTEMA DE AUTONIVELACIÓN. El sistema de auto nivelación realiza automáticamente el ajuste del cilindro del gato para el levante, la nivelación y el descenso de la perforadora. El sistema utiliza dos sensores de nivel de precisión para determinar la posición de la máquina. El sensor (L/R) detecta la posición del nivel lateral de izquierda a derecha. El sensor (F/B) detecta si la perforadora está fuera de nivel, ya sea en dirección hacia la parte delantera o trasera. Si los sensores L/R o F/B detectan que la máquina superó el límite de inclinación permitido, el sistema Centurión apaga automáticamente el sistema de auto nivelación.

El interruptor de modo de auto nivelación está montado en la consola de control del operador ubicada en la cabina. Es un interruptor basculante de dos posiciones centrado mediante un resorte que inicia el levante y la nivelación de la perforadora al presionarlo en la dirección RAISE (levantar). Si se presiona el interruptor en la dirección LOWER (descender), se inicia el descenso automático, al mismo tiempo que se mantiene la perforadora en una posición nivelada. Cuando los contactos del interruptor de modo de auto nivelación están cerrados, se envía una señal de entrada al sistema Centurión, y se inicia la acción de nivelación. Si se presiona el interruptor de parada de auto nivelación, se interrumpirá y detendrá la operación del sistema de auto nivelación. Los sensores de auto nivelación están conectados a la alimentación, y se energizan cada vez que se conecta la fuente de energía. Cuando se acciona el nivel de auto nivelación, los sensores de nivel F/B y L/R proporcionan datos continuamente al sistema Centurión.

Centurión evalúa los datos y determina qué válvula solenoide debe energizarse para mover el gato en la posición correcta. En el circuito hidráulico de auto nivelación, hay seis interruptores de presión diferencial hidráulica para proporcionar una entrada de datos sobre el estado del sistema al Controlador AC800.

El transductor de presión de la bomba hidráulica se emplea para observar la presión de la bomba auxiliar. El sistema de nivelación automática utiliza el interruptor de presión trasero izquierdo para determinar cuando el cojinete del gato trasero izquierdo está en tierra y ha comenzado a soportar el peso de la perforadora. El interruptor de presión trasero derecho realiza la misma función que el interruptor de presión trasero izquierdo. El interruptor de presión delantero confirma que ambos cojinetes de los gatos delanteros estén en tierra y hayan comenzado a soportar el peso del extremo delantero de la perforadora. Un bucle de regeneración dentro de cada uno de los circuitos de los tres gatos hidráulicos proporciona un medio automático para hacer circular directamente el aceite desde el extremo de la barra del cilindro de cada gato hasta el extremo del cabezal del mismo cilindro. Esta función tiene lugar cuando la barra del cilindro se extiende a partir de la posición totalmente retraída, y continúa hasta que el cojinete de gato se pone en contacto con la tierra y comienza a recoger el peso de la perforadora. El propósito de esta función es aumentar (duplicar) la velocidad de la carrera del gato mientras se extiende en la tierra. El Controlador AC800 energiza las válvulas solenoides de regeneración para iniciar la función de regeneración al inicio del ciclo de levante de la auto nivelación. Los solenoides se mantienen energizados hasta que los interruptores de presión le indican al Controlador AC800 que cada cojinete de gato se pone en contacto con tierra firme. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

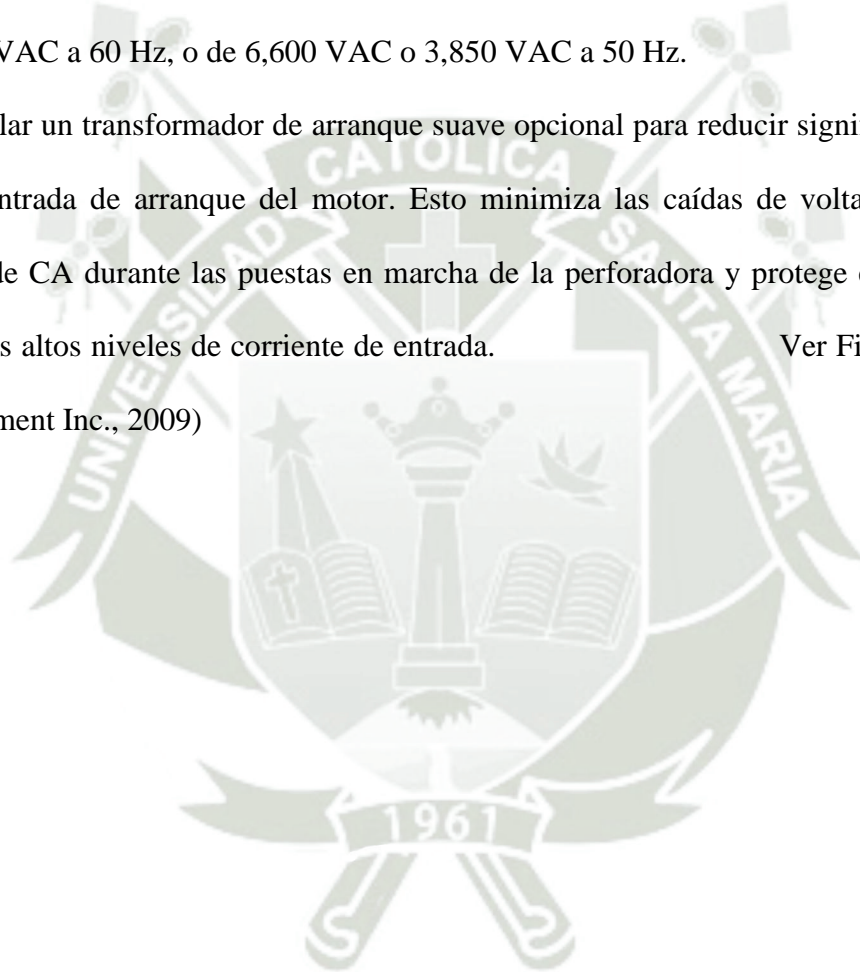
### 3.2.4.9 Motor principal

El compresor de aire principal y la unidad de transmisión de bombas hidráulicas (PDT) son impulsados por un motor de CA de 1000 hp o 700 hp, trifásico con doble eje y jaula de ardilla. El motor funciona a una velocidad constante de 1,800 rpm a 60Hz o de 1,500 rpm a 50 Hz. Puede configurarse para trabajar con distintos niveles de voltaje de alimentación, normalmente de 7,200 VAC o 4,160 VAC a 60 Hz, o de 6,600 VAC o 3,850 VAC a 50 Hz.

Se puede instalar un transformador de arranque suave opcional para reducir significativamente la corriente de entrada de arranque del motor. Esto minimiza las caídas de voltaje de la red de alimentación de CA durante las puestas en marcha de la perforadora y protege el motor de CA principal de los altos niveles de corriente de entrada.

(Mining Equipment Inc., 2009)

Ver Figura 3-3. (P&H



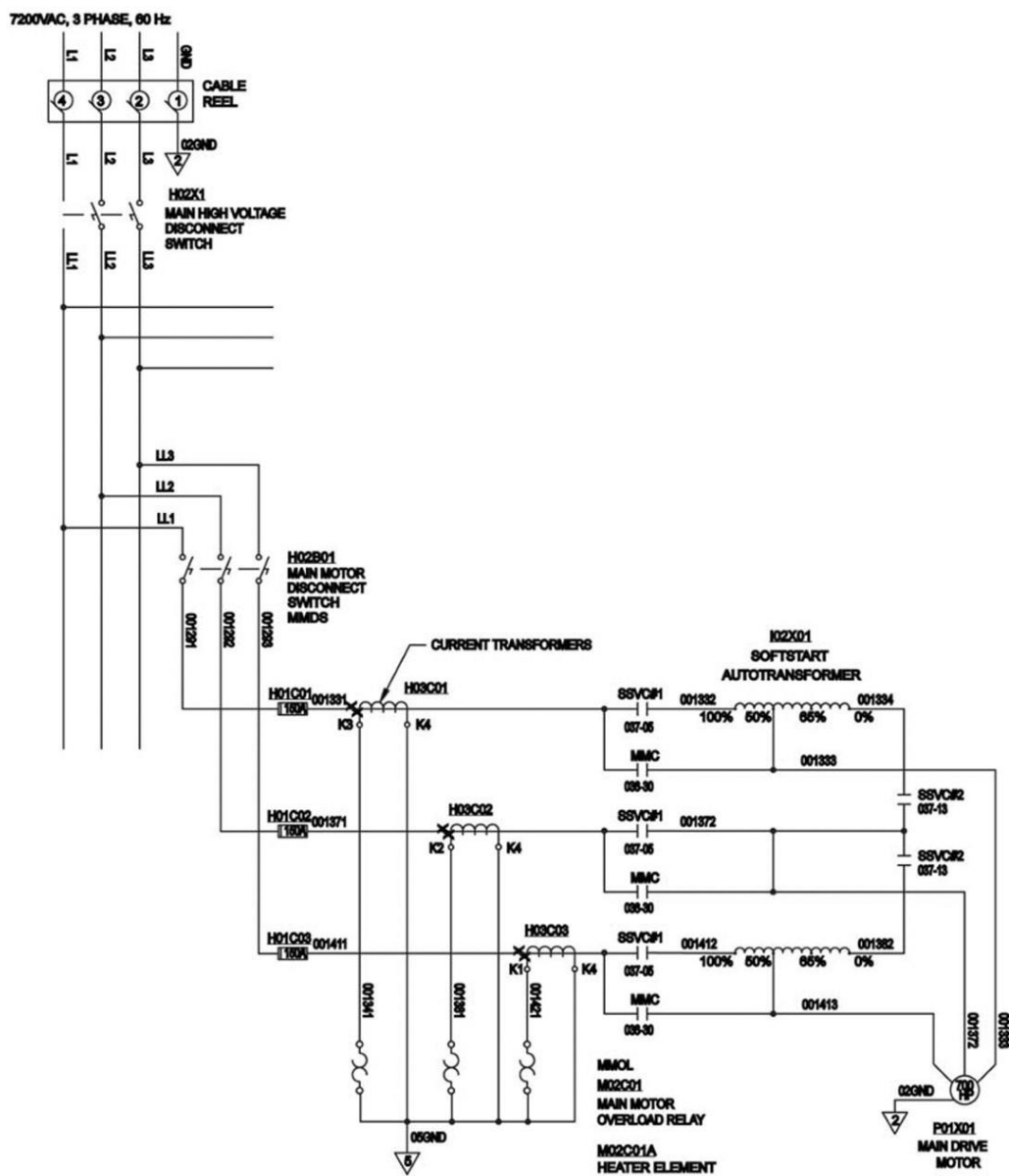


Figura 3-3: Voltaje de alimentación del motor principal

FUENTE: P&H Mining (2013)

### 3.2.4.10 Circuito del motor de impulsión principal

El motor de impulsión principal proporciona la potencia de rotación para operar el compresor de aire principal y la unidad de transmisión de bombas. El motor de alto voltaje se enciende y detiene a través del relé de contacto del motor principal, que es controlado con potencia de 120 V. Todos los controles para el arranque y la detención del motor de impulsión principal están interconectados con el Controlador AC800. Para poner en marcha el motor, debe activarse todo el suministro eléctrico principal y de control. Dos estaciones idénticas están disponibles para el arranque y la detención del motor de impulsión principal. Una estación está ubicada en la consola del operador dentro de la cabina; la otra está en la puerta derecha de la cabina de control principal (MCC) en la sala de máquinas. Cada estación de control consta de un botón negro START (arranque) y un botón rojo STOP (parada).

Cuando se presiona cualquiera de los botones y se mantiene presionado, el Controlador AC800 activa el relé del contactor del motor principal (MMCR). Esto hace que el contacto de MMCR se cierre y energice el contactor del motor principal (MMC), ubicado en la cabina de alto voltaje. Esta acción cierra los contactos del motor principal (MMC) en el suministro de energía de alto voltaje hacia el motor de impulsión principal. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) los siguientes dispositivos de protección, relacionados con el compresor de aire principal, también están interconectados a través del Controlador AC800, y pueden apagar automáticamente el motor de impulsión principal, o evitar que arranque:

- Interruptor de presión de entrada (descarga) del compresor (CIPS) (perforadoras con un compresor Gardner Denver). Los contactos de este interruptor de presión se ajustan para cerrar a 275 psi (19 bar). Esto confirma que se aplique suficiente presión hidráulica para

cerrar las válvulas de entrada de aire para un arranque de bajo torque del compresor de aire principal.

- Interruptor de presión de aceite del compresor (COPS). Si la presión de aceite cae por debajo de (20 psi [1.4 bar] para Sullair) o de (8 psi [0.6 bar] para Gardner Denver) o nunca alcanza (26 psi [1.8 bar] para Sullair) o (15 psi [1.0 bar] para Gardner Denver) en la puesta en marcha.
- Transductor de temperatura de aceite del compresor (COTT). Este transductor está ubicado en el circuito de retorno de aceite del compresor en la parte inferior del tanque en T. Envía una señal al Controlador AC800 sobre la temperatura de funcionamiento del aceite del compresor.
- Transductor de temperatura de aire del compresor (CATT). Este transductor monitorea la temperatura del aire comprimido expulsado por el compresor de aire principal. Envía una señal al Controlador AC800 sobre las temperaturas de funcionamiento del aire de descarga del compresor.
- Interruptor de flujo de aceite del compresor (COFS). Este interruptor de flujo normalmente abierto se mantiene cerrado por el flujo de aceite del compresor que va por la línea de lubricación de aceite hacia el compresor de aire principal. Si el flujo cae por debajo del mínimo preestablecido, los contactos del interruptor se abren, dejando de enviar la señal de 24VDC al Controlador AC800.
- Al presionar cualquier botón de parada se dejará de emitir la señal de entrada de 24VDC al Controlador AC800, lo que hará que el relé de contacto del motor principal se desenergice y que el motor de impulsión principal se detenga.

- Hay disponibles cuatro (o más) botones de parada de emergencia en la perforadora para detener la impulsión principal y también para cortar el suministro eléctrico de las funciones de perforación de la máquina. Cualquiera de estos botones, al ser presionado, abre el circuito de alimentación del relé de control maestro (MCR) que, a su vez, interrumpe el suministro de energía de control de 24VDC que recibe el Controlador AC800 y el relé de contacto del motor principal (MMCR).

#### **3.2.4.11 Relé sensor de fase de subvoltaje**

Un relé sensor de fase de subvoltaje está conectado al suministro de energía trifásica de 480 VAC (60 Hz) en la cabina de control principal (MCC). Este dispositivo debe confirmar la fase correcta del suministro de energía al Controlador AC800 antes de que el Controlador AC800 permita el arranque del motor de impulsión principal. Además, detecta la presencia de una condición de voltaje excesivamente bajo y desconecta la señal de 24VDC que se envía al Controlador AC800. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.2.4.12 Sistema de potencia de Corriente Continua**

El diseño se centra en el tipo de motores de CC utilizados en los movimientos de pulldown y rotación en la Perforadora eléctrica para minería P&H. Los tres motores de CC, uno para el movimiento de pulldown y dos para el movimiento de rotación, tienen armaduras y devanados de campo individuales, que reciben potencia variable de los Módulos de control de impulsión (DCM). La salida variable del DCM depende del ángulo de disparo del SCR que es resultado de la combinación de la entrada de datos del operador, la retroalimentación del motor de CC y los límites

programados del DCM. La dirección de rotación de los motores de CC es controlada por la dirección de la corriente que atraviesa las armaduras.

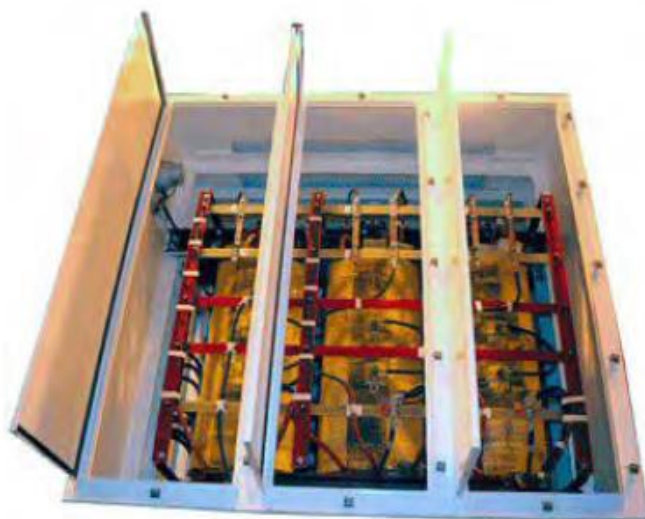
Las RPM de los motores de CC son controladas por la tecnología de debilitación del campo dinámico mediante la cual la reducción de la corriente de campo da lugar al aumento de las RPM del motor. Los DCM ajustan continuamente la corriente de la armadura del motor de CC, lo que da lugar al control continuo del torque del motor de CC para mantener la velocidad de pulldown y de rotación de referencia.

Un motor de CC impulsa el movimiento de pulldown. Dos motores de CC trabajan en paralelo para impulsar el movimiento de rotación. La configuración de seguidor maestro entre los DCM garantiza que ambos motores estén sincronizados para que generen un torque equivalente. La comunicación entre los DCM se realiza a través de la red de fibra óptica DDSCS de alta velocidad. Los DCM DCS800 del Sistema de control distribuido manejan el proceso completo de control del torque y la velocidad de los motores de CC, y se les efectúa una programación y ajuste fino personalizados para lograr un máximo desempeño de la perforadora. DCS800 posee un diseño muy compacto, relativamente pequeño, con un sistema de control basado en un microprocesador y componentes de potencia de estado sólido (SCR). (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.2.4.13 Componentes comunes del sistema de potencia de CC**

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el sistema de potencia de CC comparte los siguientes componentes eléctricos principales:

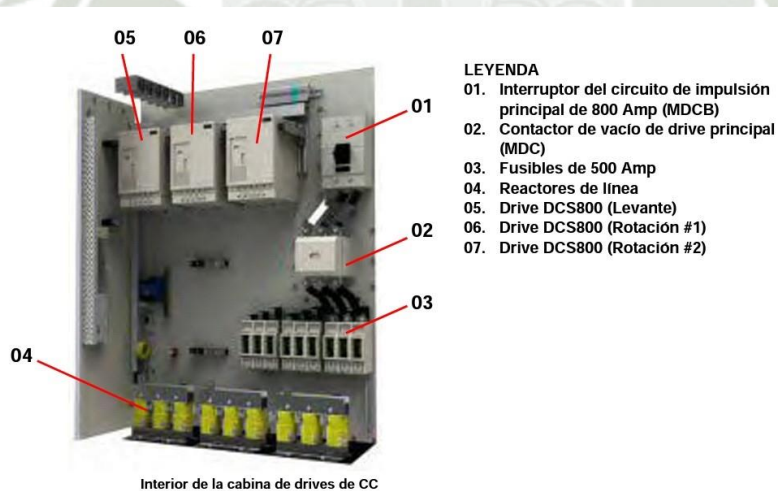
- Tomas secundarias trifásicas de 520 VAC (X1, X2 y X3) en el transformador principal (ver Figura 3-4)



**Figura 3-4: Transformador principal**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- Interruptor del circuito de impulsión principal de 800 Amp (Ítem 01, Figura 3-5)



**Figura 3-5: Interior de la cabina de drives de CC (DCC)**

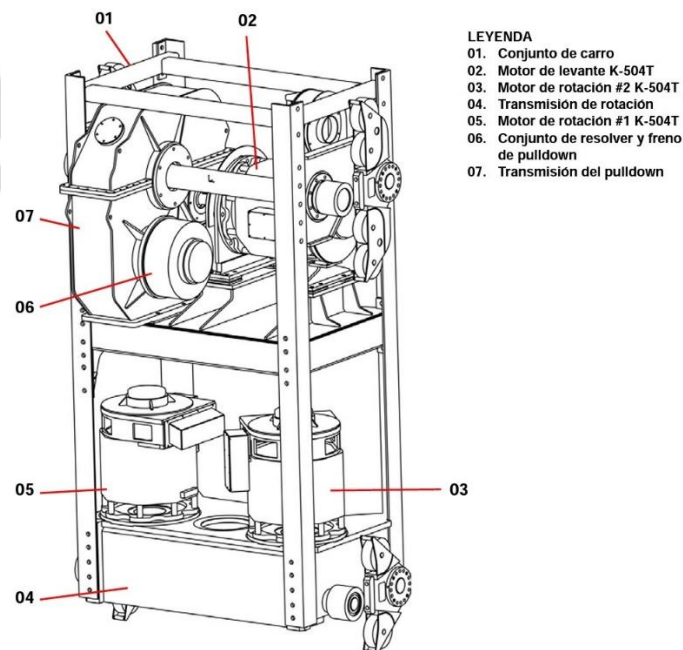
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- Contactor de vacío de drive principal (Ítem 02, Figura 3-5)

### 3.2.4.14 Subsistema de pulldown

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el movimiento de pulldown consta de los siguientes componentes eléctricos principales:

- Fusibles de CA de 500A (Ítem 03, Figura 3-5)
- Reactores de línea (Ítem 04, Figura 3-5) (uno en cada fase)
- Módulo de control de drives DCS800 (Ítem 05, Figura 3-5)
- Motor de CC K-504T (Ítem 02, Figura 3-6)



**Figura 3-6: Conjunto de carro**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Ver Figura 3-7. La potencia de 520 VAC del transformador principal se dirige al Módulo de control de drives (DCM) de pulldown a través del interruptor de circuito de impulsión principal, contactor de impulsión principal, fusibles de 500A y reactores de línea. Debido a que los reactores de línea son cargas inductivas, estos reducen las bajas del voltaje de alimentación de CA. También limitan el grado de elevación de la corriente a través de los SCRs, para asegurar que estos tengan suficiente tiempo para encenderse completamente.

El DCM de pulldown recibe la entrada de datos del operador, los combina con las señales de retroalimentación del motor y los límites programados del DCM. Como resultado se obtienen pulsos de disparo temporizados para los SCRs. Los SCRs convierten el voltaje de CA en una cantidad controlada de voltaje de CC que se suministra independientemente a la armadura y el campo del motor. Las corrientes consecuentes de la armadura y el campo del motor producirán la velocidad y el torque de referencia del motor de CC para una operación de pulldown/levante más eficiente.

El eje de la armadura del motor de CC de pulldown tiene un acoplamiento directo con el piñón de entrada de la caja de engranajes de pulldown. La caja de engranajes de pulldown es una unidad de reducción triple. Los piñones en los extremos del eje de transmisión de la caja de engranajes de pulldown, engranan el soporte del mástil.

Esta disposición proporciona el movimiento de pulldown/levante del conjunto de carro de rotación. Un sensor del resolver, que está conectado con el freno de pulldown (Ítem 06, Figura 3-6), informa al sistema Centurión la posición del carro de rotación en el mástil. Las señales eléctricas análogas del resolver se convierten en información digital en forma de ecuaciones. El sistema Centurión usa

las ecuaciones para restringir el recorrido del conjunto del carro de rotación en relación con su posición en el mástil o en el porta-barra. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.2.4.15 Subsistema de impulsión rotatorio

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el movimiento de rotación consta de los siguientes componentes eléctricos principales:

- Fusibles de CA de 500A (Ítem 03, Figura 3-5)
- Reactores de línea (Ítem 04, Figura 3-5) (uno en cada fase para cada DCM)
- Dos Módulos de control de drives DCS800 (Ítem 05, Figura 3-5) (uno para rotación #1 y uno para rotación #2)
- Dos motores de CC K-504T (Ítems 03 y 05, Figura 3-6) (uno para rotación #1 y uno para rotación #2)

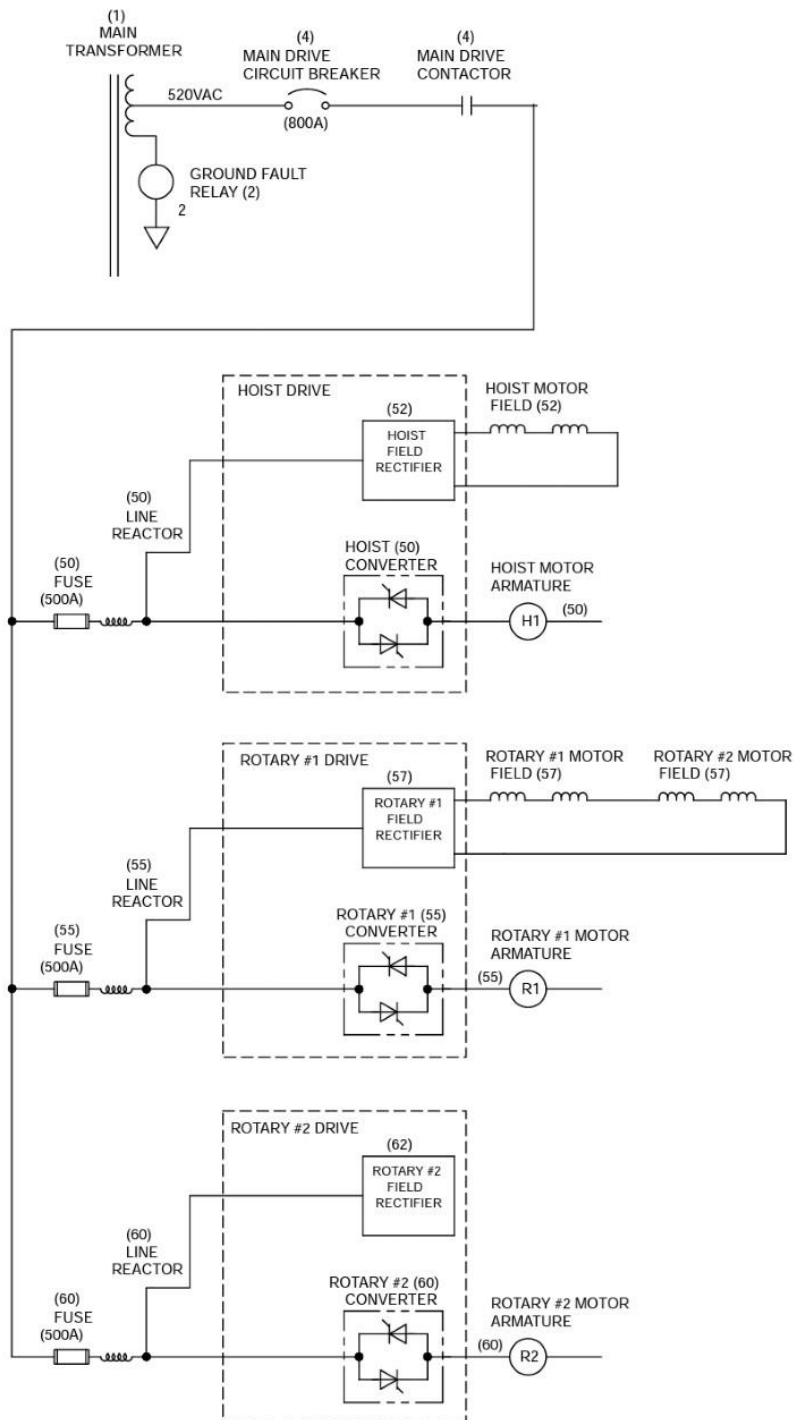
Ver Figura 3-7. La potencia trifásica de 520 VAC del transformador principal se dirige a los dos DCMs de rotación a través del interruptor de circuito de impulsión principal, contactor de impulsión principal, fusibles de 500A y reactores de línea. Debido a que los reactores de línea son cargas inductivas, estos reducen las bajas del voltaje de alimentación de CA. También limitan el grado de elevación de la corriente a través de los SCRs, para asegurar que estos tengan suficiente tiempo para encenderse completamente.

El subsistema de rotación utiliza dos motores de CC K-504T acoplados con la caja de engranajes de rotación para garantizar un movimiento de rotación ininterrumpido y una larga vida útil de los motores de CC. La armadura de cada motor de rotación cuenta con su propio DCM. Sin embargo, el DCM de rotación #1 alimenta los campos conectados en serie de ambos motores de rotación.

Los datos de intercambio de los DCMs #1 y #2 se transmiten a través de la red de fibra óptica de alta velocidad para garantizar que ambos motores de rotación estén generando una cantidad equivalente de torque.

Los DCMs de rotación reciben la entrada de datos del operador, los combinan con las señales de retroalimentación del motor y los límites programados del DCM. El intercambio continuo de datos a través de la red DDCS de fibra óptica entre los DCMs de rotación garantiza que ambos motores generen un torque equivalente. Como resultado se obtienen pulsos de disparo temporizados para los SCRs. Los SCRs convierten el voltaje de CA en una cantidad controlada de voltaje de CC que se suministra independientemente a la armadura de cada motor de rotación.

El DCM de rotación #1 controla los campos de los motores de rotación. Las corrientes consecuentes de las armaduras y los campos de los motores producirán la velocidad y el torque de referencia de los motores de CC para una operación de rotación más eficiente. Los ejes de las armaduras de los motores de CC de rotación tienen un acoplamiento directo con una caja de engranajes de rotación de reducción doble que impulsa la broca de perforación y la columna de barras. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-7: Esquema de energía de pulldown y rotación**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.2.4.16 Sistema de control de drives

La perforadora eléctrica 320XPC P&H utiliza Drives digitales para controlar la velocidad de salida y el torque de los motores de CC. Consta de tres controladores de campo. El sistema del drive digital proporciona esta capacidad mediante el uso de una referencia (comando) desde el joystick del operador (controlador), para manipular los ángulos de disparo de los convertidores usados con los motores de CC.

Los movimientos de rotary/pulldown tienen control de velocidad. Los motores desarrollan el torque requerido, dentro del límite de corriente preestablecido para lograr y mantener la velocidad demandada por el operador. Por ejemplo: El operador solicita un movimiento a velocidad máxima mediante los controladores ubicados en la cabina de operadores, el sistema del drive desarrolla el torque requerido dentro de los límites para mantener esta velocidad demandada. Cuando el operador regresa el controlador al neutro, el sistema del drive desarrolla el torque requerido para lograr y mantener la velocidad cero.

El Controlador AC800 y los Módulos de control de drives (DCM) trabajan juntos y las funciones internas se dividen en subcategorías vía software. Las sub-rutinas en el controlador son utilizadas para las diferentes áreas de control general, tales como la conexión en red de los drives. Los drives independientes de rotación y pulldown están conectados por medio de una red dedicada de fibra óptica de alta velocidad con el controlador de supervisión.

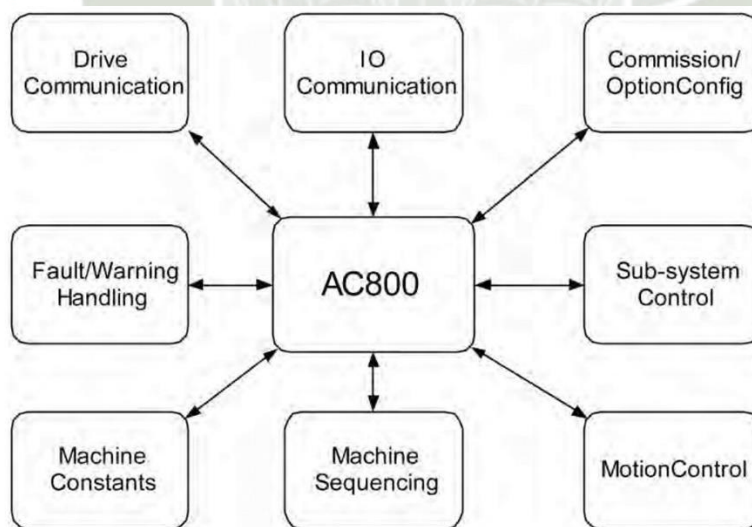
Esto permite a los drives comunicarse con el controlador y entre sí; los datos se pueden acceder en tiempo real mediante varias secciones de código diferentes. Se pueden tomar muchas decisiones simultáneamente, permitiendo un control exacto, predecible y de respuesta rápida. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.2.4.17 Sistema de control de la perforadora

El Sistema Centurión P&H es un sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) de la perforadora, construido sobre la base de estándares y protocolos de comunicación de la industria ampliamente utilizados.

A diferencia de otros sistemas de control de la perforadora, los componentes del hardware y software están específicamente diseñados para crear una red de comunicaciones y control fuertemente integrada y altamente eficiente.

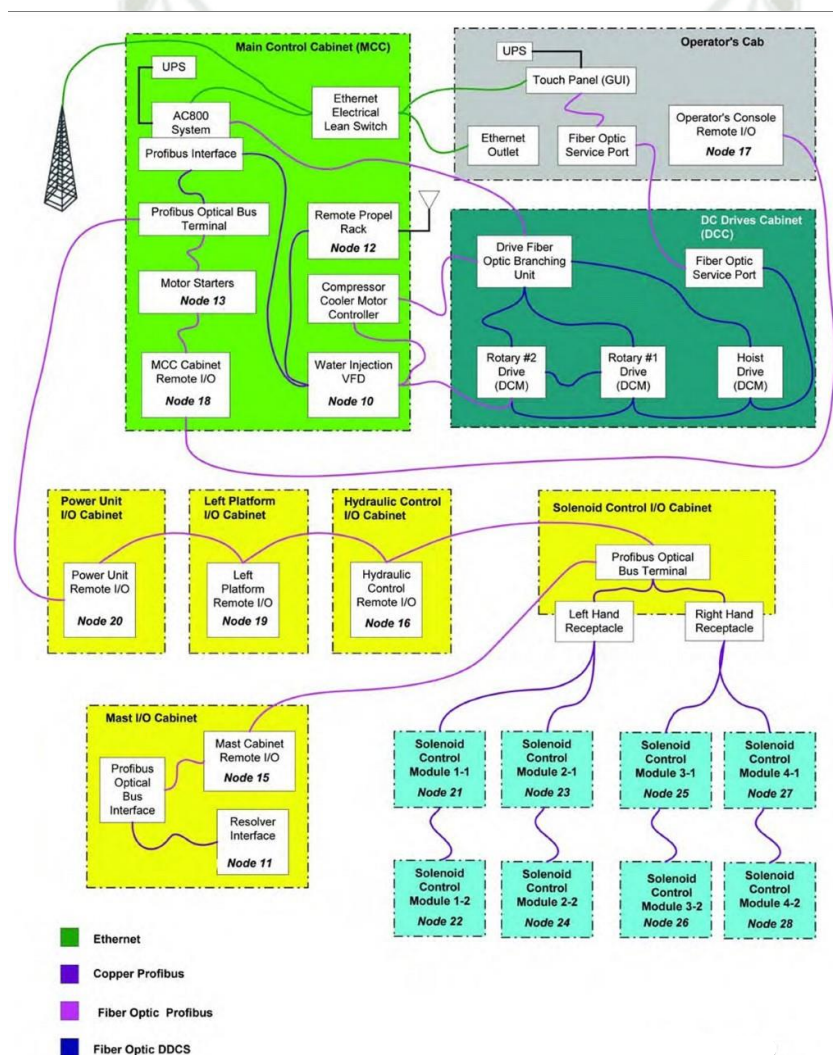
Incorpora tecnologías de apoyo tales como el Profibus, Ethernet y OPC. El Controlador supervisor AC800 es el corazón del sistema Centurión, según se muestra en la Figura 3-8. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-8: Red de comunicaciones del AC800**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

El controlador vincula e integra los movimientos de rotary y pulldown de la perforadora para lograr un funcionamiento coordinado. Adicionalmente, el AC800 maneja las retroalimentaciones electro-mecánicas y las funciones auxiliares a través de entradas y salidas (I/Os) remotas. Los dispositivos de I/O del sistema accionan las rutinas del hardware y software, y proporcionan retroalimentación sobre el rendimiento de la perforadora, diseñada específicamente para su uso con Profibus. Ver Figura 3-9. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-9: Sistema de comunicación**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### **3.2.4.18 Sistemas auxiliares**

#### **3.2.4.18.1 Inyección de agua**

El sistema de inyección de agua inyecta una cantidad medida de agua al aire de la broca para ayudar a controlar el polvo de las operaciones de perforación. Al girar la perilla en la cabina, el operador genera una referencia de flujo y un Drive de frecuencia variable (VFD) proporciona el suministro de energía de CA con la amplitud y frecuencia necesarias para impulsar el motor de CA a la velocidad de referencia. El motor de CA luego impulsa la bomba de inyección de agua. El proceso completo es realizado por el Controlador AC800 y el Drive de frecuencia variable ACS800. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.2.4.18.2 Ventilador de enfriamiento de aceite**

El ventilador de enfriamiento de aceite suministra un flujo de aire a través del enfriador de aceite para aumentar la capacidad del enfriador de aceite de eliminar el calor del compresor de aire principal y el aceite hidráulico. El ventilador de enfriamiento de aceite rota a una velocidad que varía según la temperatura del enfriador de aceite. Esto tiene dos beneficios:

1. Se trata de un sistema de ahorro de energía que sólo funciona cuando es necesario (cuando el aceite está caliente).
2. No funciona cuando el aceite está frío minimizando la gelificación del aceite del enfriador en ambientes extremadamente fríos. El sistema Centurión monitorea la temperatura del aceite del compresor de aire principal, procesa la información y produce una referencia de velocidad para el VFD del ventilador de enfriamiento de aceite del AC800. El AC800 luego produce voltaje de CA

de la amplitud y frecuencia necesarias para impulsar el motor del ventilador de enfriamiento de aceite para cumplir con la referencia de velocidad. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### **3.2.4.18.3 Lubricación automática de la perforadora**

El sistema de lubricación automática de la perforadora 320XPC P&H lubrica puntos de lubricación esenciales de la perforadora según los intervalos establecidos. El sistema se puede operar manualmente desde el GUI, cuando el AC800 se prende con una aplicación funcionando y sin errores de comunicación en el sistema. Los temporizadores de lubricación automática estarán activos cuando la perforadora se ponga en marcha. Cuando el temporizador llega a 0, se iniciará un ciclo de lubricación y el temporizador se reiniciará al valor preestablecido. Al estar en propulsión, el sistema de grasa inferior operará un temporizador de propulsión. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

## **3.3 Interfaz Gráfica del Usuario**

### **3.3.1 Generalidades**

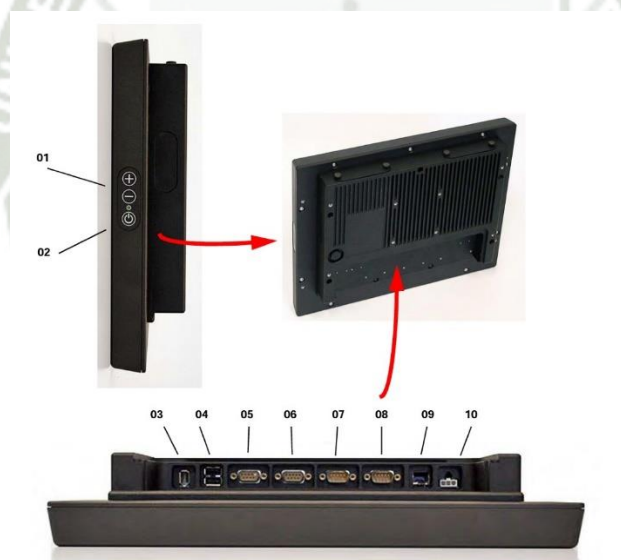
En esta sección describe las funciones de la Interfaz Gráfica del Usuario (GUI); de aquí en adelante denominada Touch Panel. El touch panel se utiliza para una variedad de aplicaciones de control y monitoreo de la máquina. Se utiliza para monitorear los parámetros de operación de la perforadora 320XPC, para cambiarlos cuando sea necesario y para el diagnóstico y solución de los problemas de operación de la perforadora.

El Touch Panel es una combinación de pantalla táctil y computador en una carcasa compacta y robusta que incluye puertos para conectar accesorios externos. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-10: Computador del Touch Panel**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*



**LEYENDA**

01. Brillo de la pantalla:

Presione + para aumentar el brillo  
Presione - para disminuir el brillo

02. Encendido On/Off

03. Conector de cable contra incendios

04. Conector USB 2.0 (2)

05. Conector DB9 (Multimedia I/O)

06. Conector DB9 (PS/2 Adaptable)

07. Conector RS-232

08. Conector RS-232

09. Conector de Ethernet 10/100

10. Conector de energía

**Figura 3-11: Puertos y controles del Touch Panel**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*



**Figura 3-12: Teclado**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.3.2 Especificaciones del Touch Panel

Tablas 4-1 y 4-2 muestran las especificaciones y las opciones asociadas con los touch panel usados en la Perforadora 320XPC.

<b>BASE</b>	
PROCESADOR	Intel Pentium M 1.4 GHz, mínimo
MEMORIA RAM	1 GB DDR-SDAM
CACHÉ	256KB on chip
CHIPSET	Ali M1541 Aladdin V AGPset
DISPLAY	Pantalla - TFT, 15.1" XGA (1024x768 píxeles, ángulo de visibilidad de 120 grados, 400 NIT)
CONTROLADOR DE GRÁFICOS	ATI RAGE Mobility con video integrado 4MB RAM

DISPOSITIVO BOOT	PC-Card, Compact Flash, 2.5" IDE HD, USB Floppy
RANURAS TARJETA PC 1	PCMCIA 3.0
PUERTOS	2 puertos Serial RS 232C (COM 1-2, hasta 115 Kbit/s) 2 puertos USB mínimo 10/100 BaseT Ethernet (RJ45) 1 tarjeta de Sonido 9pin D-sub (Audio In, Out, y MIC in) 1 puerto Mouse/Teclado 9pin D-sub (PS/2)
FUENTES DE PODER	Tensión DC 10V a 36V
DIMENSIONES	14" (356 mm) de ancho x 11" (280 mm) de alto x 2.50" (64 mm) de profundidad
ORIFICIOS DE MONTAJE	Tamaño: 6 m, 265 mm x 135 mm x 12 mm
PESO	10 lbs
AMBIENTES	Temperatura operativa: de -40C a 85C Temperatura de almacenamiento: de -50 C a 100 C Humedad: de 8 a 95% RH, sin condensación
VIBRACIÓN	30 G, pico a pico Choque: 2000 G máximo

**Tabla 4-1: Especificaciones del touch panel**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

<b>OPCIONES</b>	
MEMORIA INTERNA	1GB mínimo
TOUCH SCREEN	15" touch screen (PS2)
CDROM	USB CDROM
FLOPPY	USB Floppy
PARALELO	USB - cable adaptador de puerto paralelo
<b>Tabla 4-2: Opciones del touch panel</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>	

### 3.3.2.1 Controles y componentes

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) a continuación se muestran los control y componentes del Touch Panel.

1. Las ranuras de la tarjeta contienen las tarjetas de PC adicionales tales como tarjetas de radio, discos duros, tarjetas LAN, etc.
2. Conector de teclado - usado para conectar un mouse o teclado PS/2.
3. Los puertos Com 1 y Com 2 se usan para unidades periféricas con interfaz de serie (RS 232), como un escáner o impresora.
4. Los puertos USB se utilizan para conectar varios tipos de dispositivos externos.
5. Conector de energía - Utilizado para conectar el cable de energía DC al touch panel.
6. Puerto de Ethernet 10/100.
7. Puerto de sonido compatible SB16. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.3.2.2 Descripción del ajuste del touch panel

- Conecte los diferentes accesorios al touch panel; ejemplo, teclado, escáner, etc.
- Conecte el cable de alimentación a la fuente de energía de 10-36VDC, y al conector de energía.
- Encienda su touch panel presionando el botón power. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.3.2.3 Accesorios de conexión

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) los puertos de conexión son proporcionados al usuario final para los siguientes ítems:

- Energía de unidad.
- Componentes USB.
- Dispositivos de audio.
- Dispositivos de comunicación.
- Ranura de tarjeta PC IDE.
- Ranura de tarjeta PCMCIA.

### 3.3.2.4 Impresora

Se puede conectar cualquier impresora serie (RS 232/9-pin) o USB al Touch Panel.

### 3.3.2.5 Sonido

La capacidad del sonido está disponible con este modelo de Touch Panel. Los requisitos de conexión incluyen un cable “Y” que se conecta a un puerto de sonido SB compatible. Los parlantes

pueden entonces conectarse a los puertos correctos en el extremo del cable multimedia “Y”. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.3.2.6 Mouse

El Touch Panel puede operarse a través de diferentes tipos de mouse:

**Serie** El mouse de serie se conecta a los puertos COM 1 o COM 2.

**PS/2** El mouse PS/2 se conecta a través del conector del teclado.

**USB** El mouse USB se conecta mediante la interfaz USB. No se necesitan drivers cuando se usa USB. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.3.2.7 Disco duro

Se pueden instalar tres tipos diferentes de discos duros en el Touch Panel:

- Compact Flash

### 3.3.2.8 Ethernet

Cable Cat 5, con el conector RJ45 al puerto Ethernet 10/100.

### 3.3.2.9 Tarjeta de comunicación

Se puede instalar una tarjeta de comunicación para el respaldo de sistema, actualización, instalación de drivers de software o para la interconexión con otro computador. La tarjeta de comunicación puede instalarse en la ranura de tarjetas ubicada a la izquierda. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.3.2.10 Instalación de software

El GUI del touch panel que se incluye con la perforadora viene con el software preinstalado y revisado por el personal de Fabrica P&H.

### 3.3.3 Operación del touch panel

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) luego que el GUI esté conectado al soporte de montaje y todos los accesorios estén conectados.

#### 3.3.3.1 Encendido

**Paso 1:** Enciendo del interruptor de alimentación.

**Paso 2:** Una vez terminada las secuencia de arranque, el sistema está listo para usar.

**Paso 3:** Ahora se puede ejecutar las aplicaciones.

#### 3.3.3.2 Pantalla

##### Resolución

La resolución del Touch Panel es de 15.1” 1024 x 768 XGA

##### Brillo

El brillo es ajustable mediante dos botones ubicados en el lado derecho de su sistema.

### 3.3.3.3 Apagado

**Paso 1:** Cerrar todas las aplicaciones.

**Paso 2:** Darle Shut down desde el menú de Inicio.

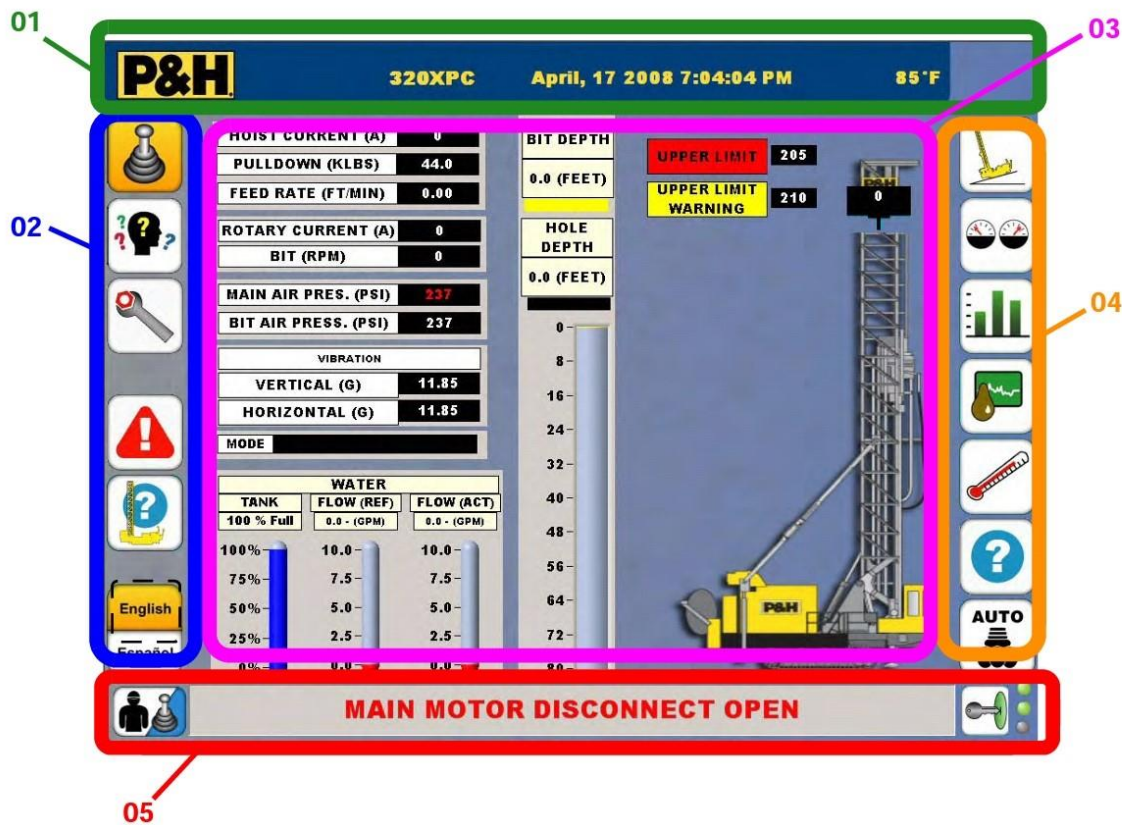
**Paso 3:** Mantener presionado el botón de alimentación hasta que se apague el GUI.

### 3.3.4 Operación de la pantalla del touch panel

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) las pantallas de operación y herramientas de navegación son las siguientes :

#### 3.3.4.1 Áreas de la pantalla

- Barra de encabezado
- Barra de control
- Panel principal
- Barra de navegación
- Barra de estado



LEYENDA

- 01. Barra de encabezado
- 02. Barra de control
- 03. Panel principal

- 04. Barra de navegación
- 05. Barra de estado

Figura 3-13: Áreas de la pantalla del Touch Panel (típica)

FUENTE: P&H Mining (2013)

### 3.3.4.2 Barra de encabezado



Figura 3-14: Área de la barra de encabezado (típica)

FUENTE: P&H Mining (2013)

La Barra de encabezado que se muestra en la Figura 3-14, ofrece la siguiente información:

- Logotipo de P&H
- Fecha y hora
- Temperatura: La temperatura aparece en grados Celsius y Fahrenheit (seleccionable)

### 3.3.4.3 Barra de control





**Figura 3-15: Área de la barra de control**

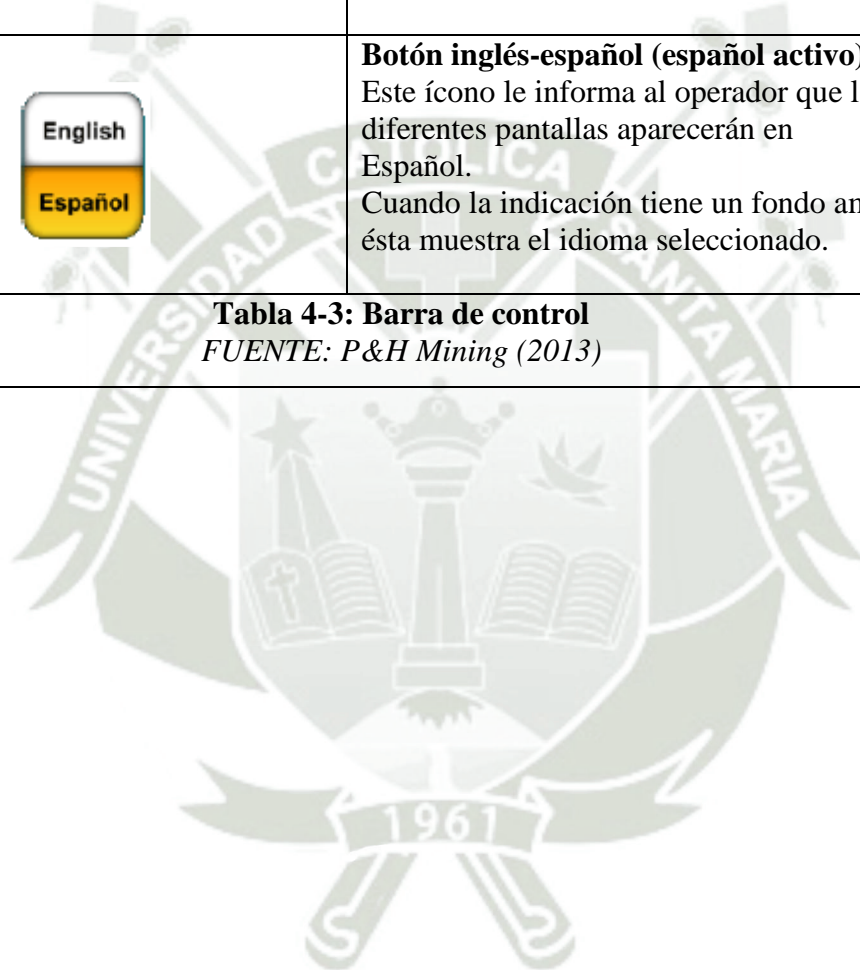
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

La barra de control aparece en el lado izquierdo de cada pantalla.

Estos botones/indicadores, los cuales también se llaman íconos, permiten al operador navegar a través de las diferentes pantallas del touch panel para la operación, diagnóstico, configuración, actividad, ayuda e idioma. Ver Tabla 4-3. (P&H Mining Equipment, 2012)

Control de pantalla	Descripción
	<p><b>Modo de operaciones - Activo</b> Este ícono le permite al operador seleccionar una pantalla de Operaciones en el área de navegación del touch panel y le informa que el touch panel está en Modo de Operaciones.</p>
	<p><b>Modo de diagnósticos - Activo</b> Este ícono le permite al operador seleccionar una pantalla de Diagnósticos en el área de navegación del touch panel y le informa que el touch panel está en Modo de Diagnósticos.</p>
	<p><b>Modo de configuración - Activo</b> Este ícono le permite al operador seleccionar una pantalla de Configuración en el área de navegación del touch panel y le informa que el touch panel está en Modo de Configuración.</p>
	<p><b>Modo de actividades - Activo</b> Este ícono le permite al operador seleccionar una pantalla de Actividad en el área de navegación del touch panel y le informa que el touch panel está en Modo de Actividades.</p>
	<p><b>Modo de Ayuda / Información de la Perforadora - Activo</b> Este ícono permite al operador seleccionar una pantalla de Ayuda o Información</p>

	de la perforadora en la pantalla principal del touch panel y le informa que el touch panel está en el Modo de Ayuda.
	<p><b>Botón inglés-español (inglés activo)</b> Este ícono le informa al operador que las diferentes pantallas aparecerán en Inglés. Cuando la indicación tiene un fondo amarillo, ésta muestra el idioma seleccionado.</p>
	<p><b>Botón inglés-español (español activo)</b> Este ícono le informa al operador que las diferentes pantallas aparecerán en Español. Cuando la indicación tiene un fondo amarillo, ésta muestra el idioma seleccionado.</p>
<p><b>Tabla 4-3: Barra de control</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i></p>	



### 3.3.4.4 Pantalla principal del panel

El panel principal depende del tipo de pantalla que se seleccione en la Barra de Control y en la Barra de Navegación.

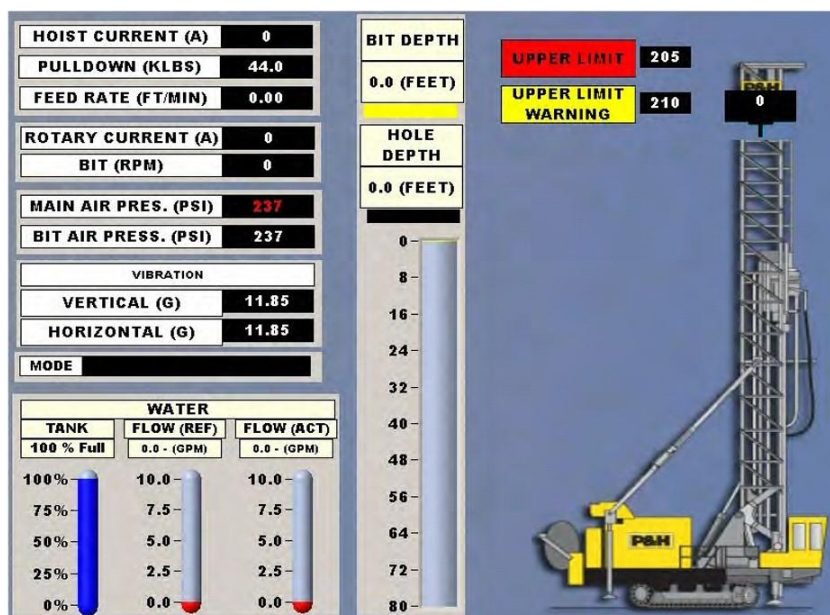


Figura 3-16: Pantalla del panel principal (típica)

FUENTE: P&H Mining (2013)

### 3.3.4.5 Barra de Navegación

Dependiendo del ícono de la Barra de Control que usted haya seleccionado, se determinará qué íconos de navegación se verán en la pantalla. Los siguientes subtemas describen las pantallas y la información mostrada en éstas, cuando el operador selecciona diferentes combinaciones de la Barra de Control y Navegación: (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

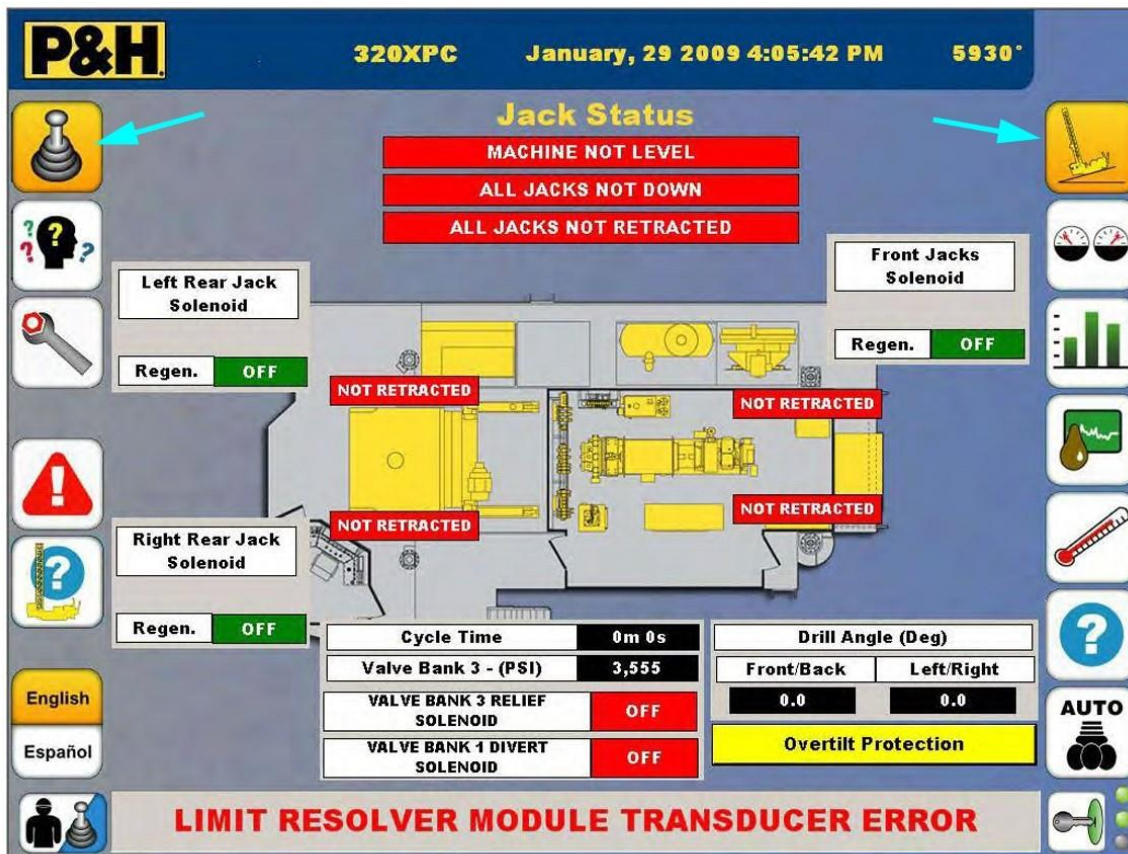
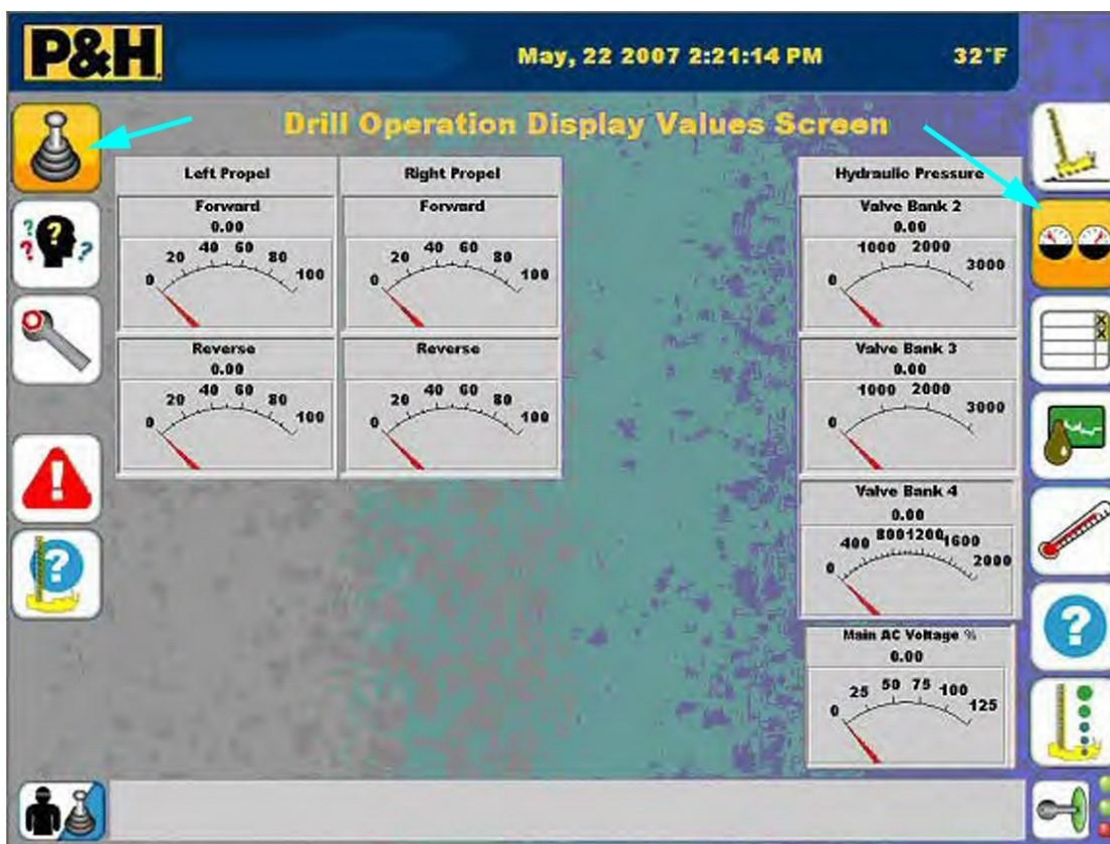


Figura 3-17: Pantalla de Inclinación y Estado de los Gatos Niveladores de la Perforadora

FUENTE: P&H Mining (2013)

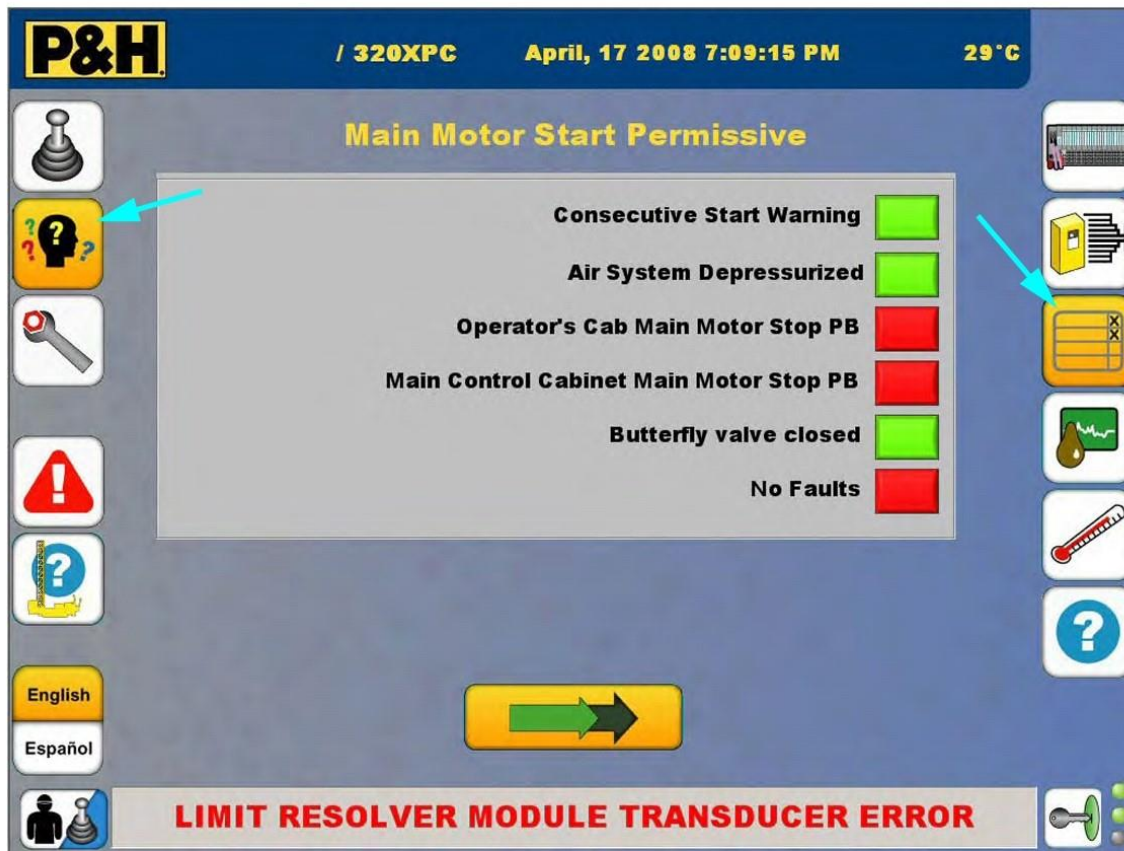
- **Drill Inclination Display.** Para mostrar la pantalla de inclinación y estado de los gatos niveladores de la perforadora, pulse el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono Drill Inclination (inclinación de la perforadora) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-18: Pantalla de Valores de Operación de la Perforadora**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

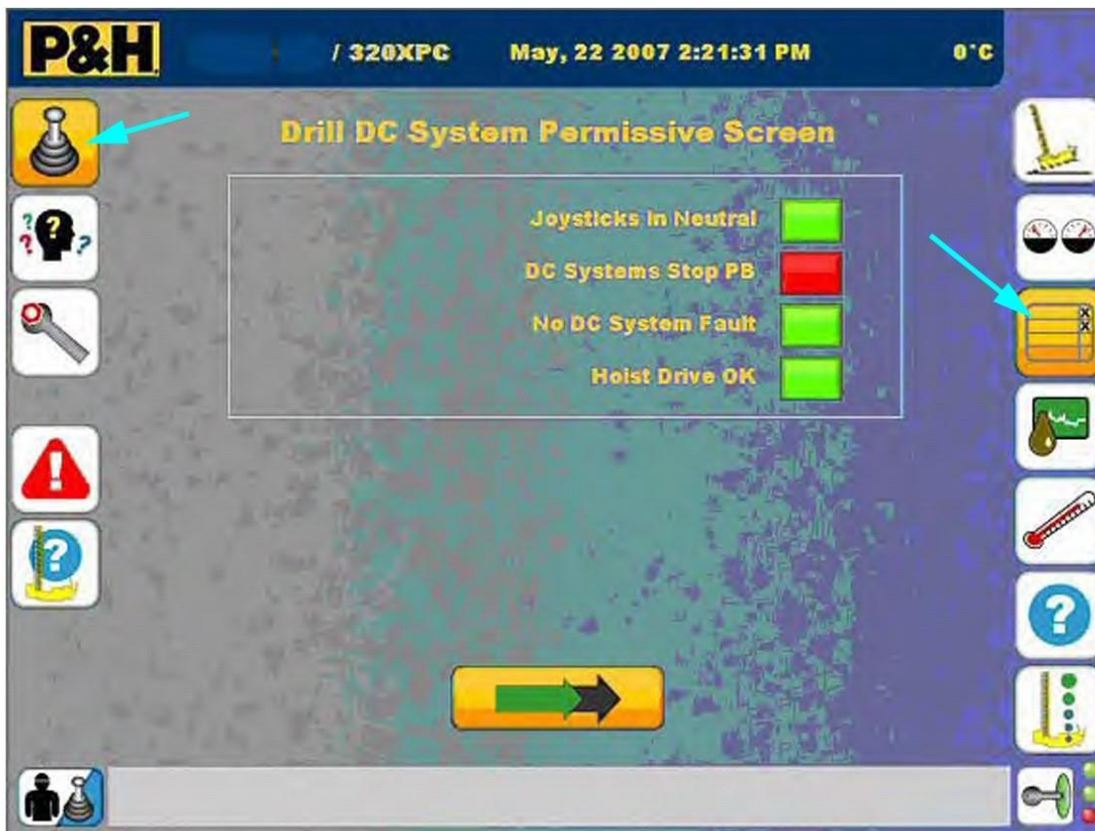
- **Drill Operation Values Display.** Para mostrar la pantalla de valores de operación de la perforadora, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono Operator Screens (pantallas del operador) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-19: Pantalla de Permisivos de Motor Principal de la Perforadora**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- **Drill Main Motor Permissive Display.** Para mostrar la pantalla de permisos del motor principal de la perforadora, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono Start/Stop Permissive (permiso iniciar/ detener) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-20: Pantalla de Permisivos del Sistema de CC de la Perforadora**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- **Drill DC System Permissive Display.** Para mostrar la pantalla de permisos del sistema de CC de la perforadora, pulse el ícono Operator en el área del panel de control, el ícono Start/Stop Permissive (permisivo iniciar/detener) en el área de navegación y la flecha (para dirigirse a la siguiente página) en el área del panel principal. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

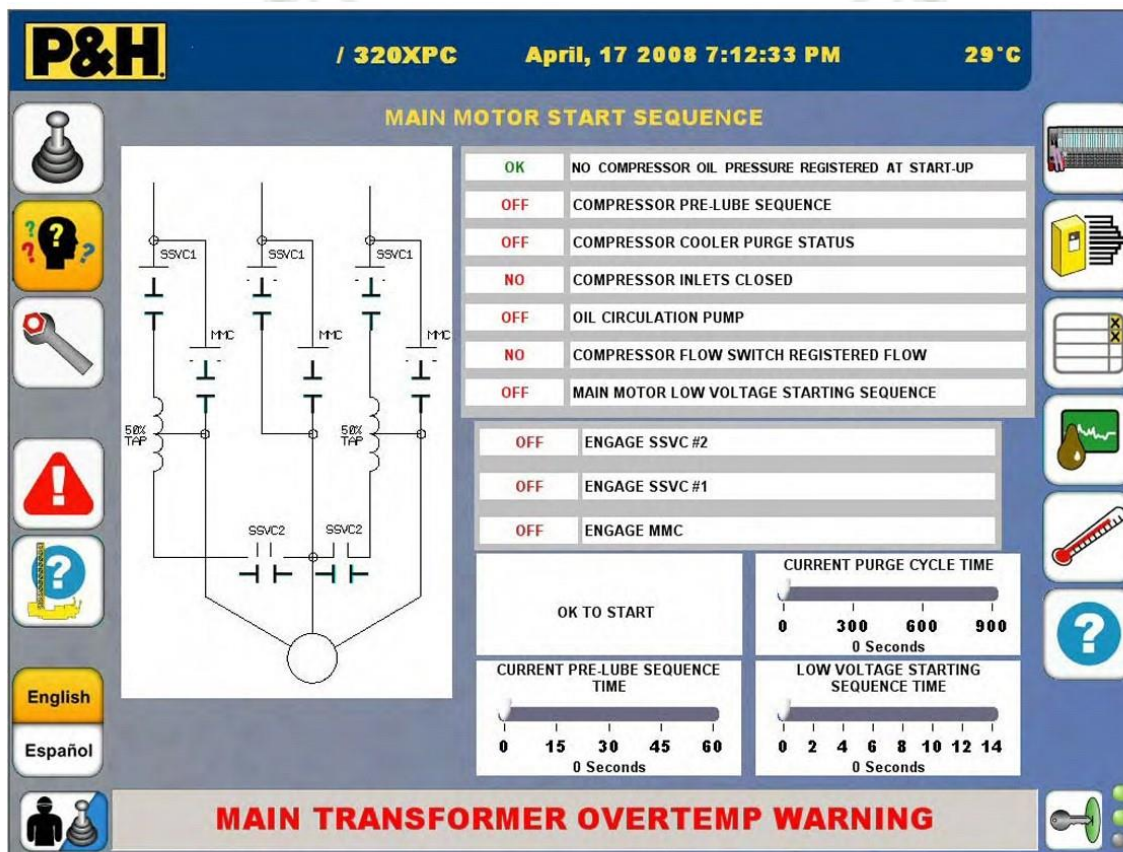
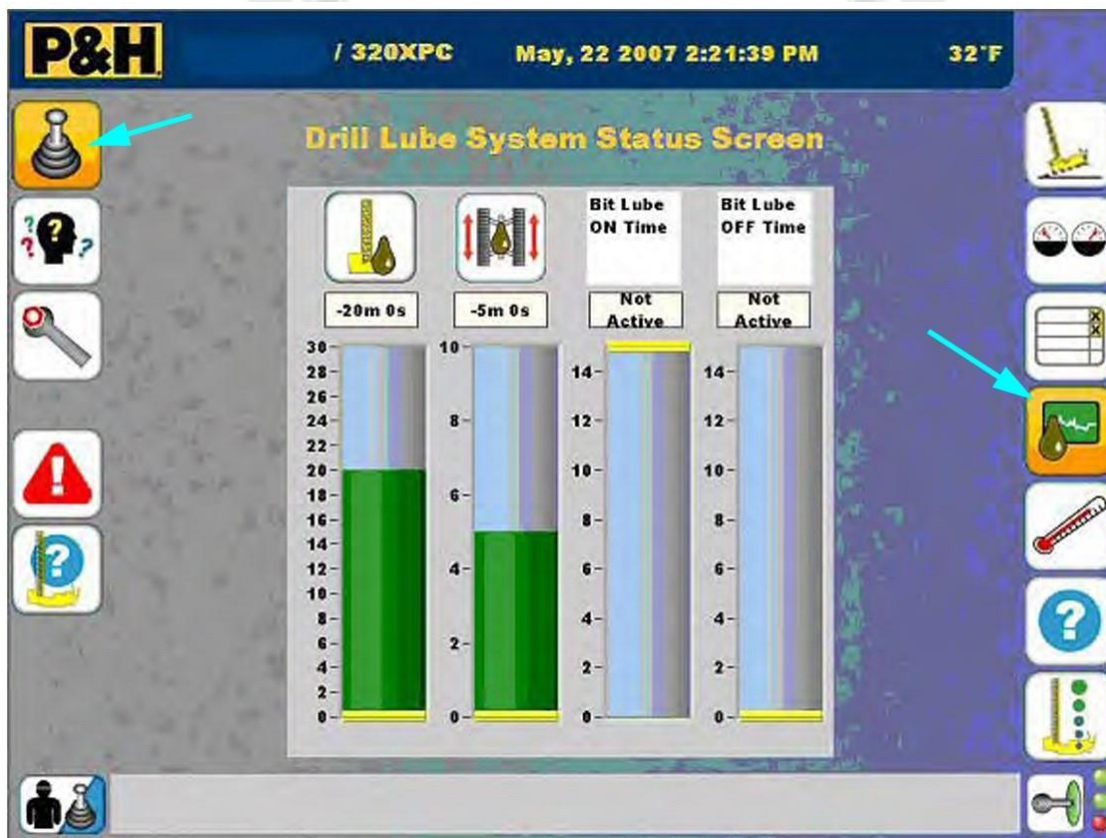


Figura 3-21: Pantalla de Secuencia de Arranque del Motor Principal

FUENTE: P&H Mining (2013)

- **Main Motor Start Sequence Display.** Para mostrar la pantalla de secuencia de arranque del motor principal de la perforadora, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono Start/Stop Permissive (permisivo iniciar/detener) en el área de navegación. Después presione dos veces el ícono “go to the next page” (ir a la siguiente pantalla) en el área del panel principal. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-22: Pantalla de Estado del Sistema de Lubricación de la Perforadora**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- **Drill Lube System Status Display.** Para mostrar la pantalla de estado del sistema de lubricación de la perforadora, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono Drill Lubrication Systems (sistemas de lubricación de la perforadora) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

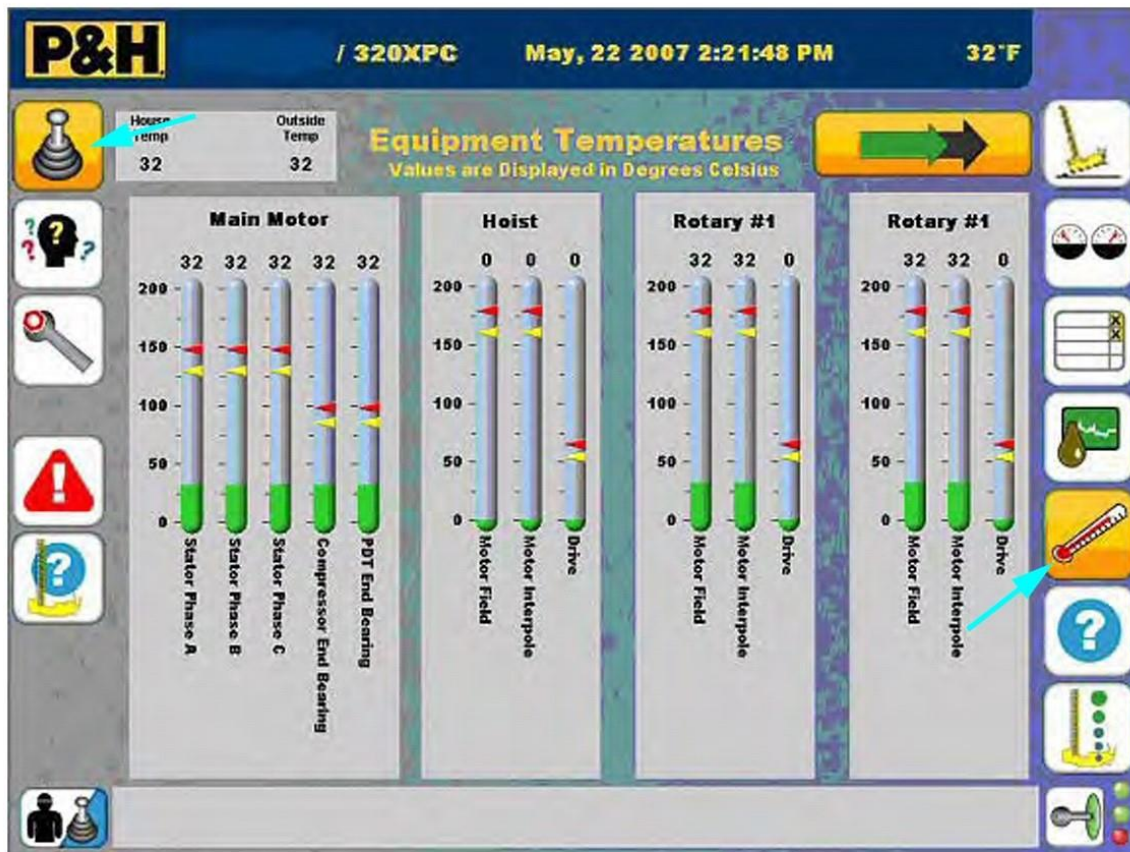
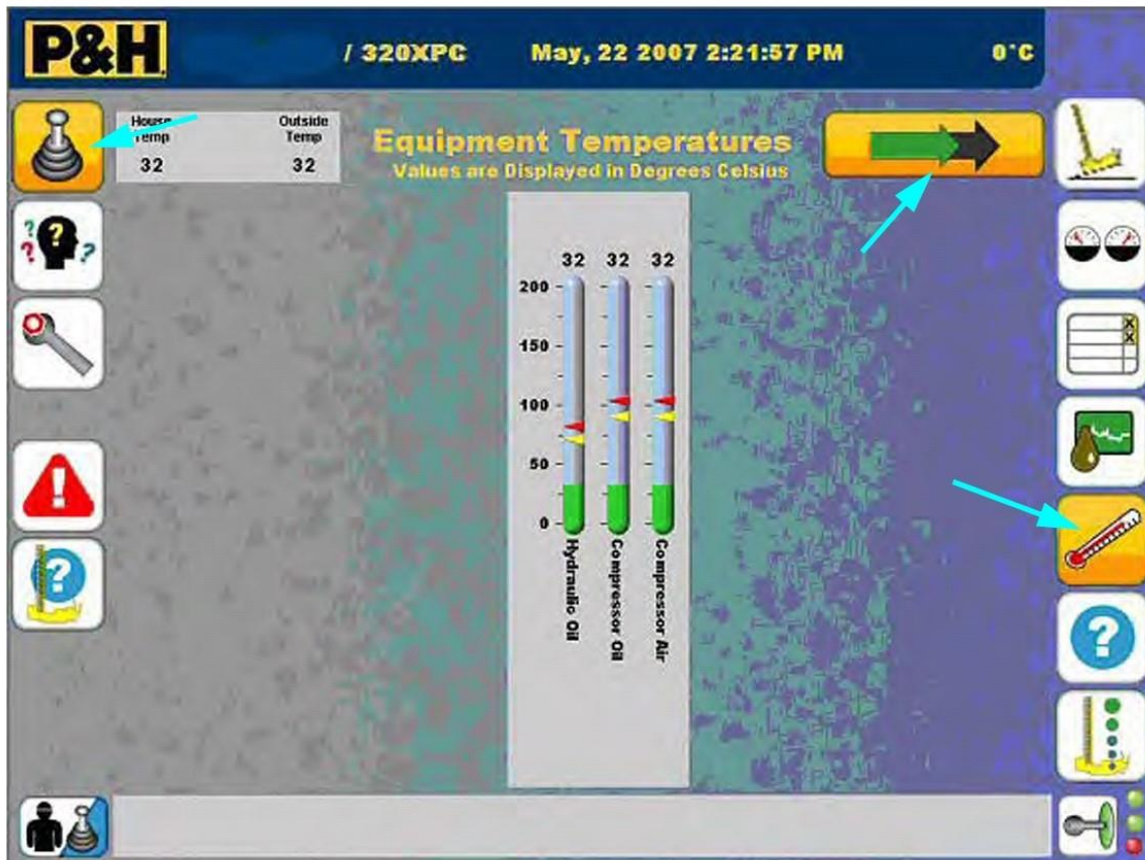


Figura 3-23: Pantalla de Temperaturas de Equipos (1 de 2)

FUENTE: P&H Mining (2013)

- **Drill Equipment Temperatures Display.** Para mostrar la pantalla de temperaturas de equipos de la perforadora, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono Drill Temperature Monitoring (monitoreo de temperaturas de la perforadora) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-24: Pantalla de Temperaturas de Equipos (2 de 2)**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

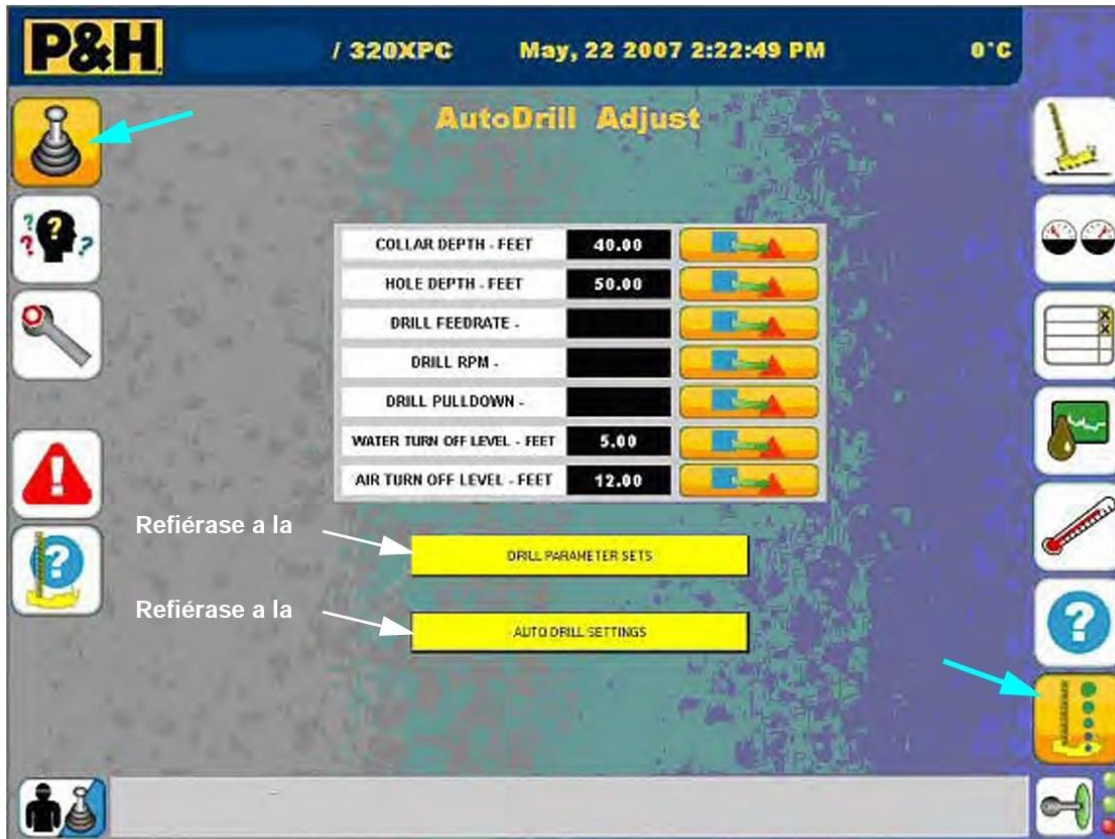
- **Drill Equipment Temperatures Display.** Para mostrar la pantalla de temperaturas de equipos de la perforadora, presione el ícono Operator en el área del panel de control, el ícono Drill Temperature Monitoring (monitoreo de temperaturas de la perforadora) en el área de navegación y la flecha (para dirigirse a la siguiente página) en el área del panel principal. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-25: Pantalla de Ícono de Ayuda**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

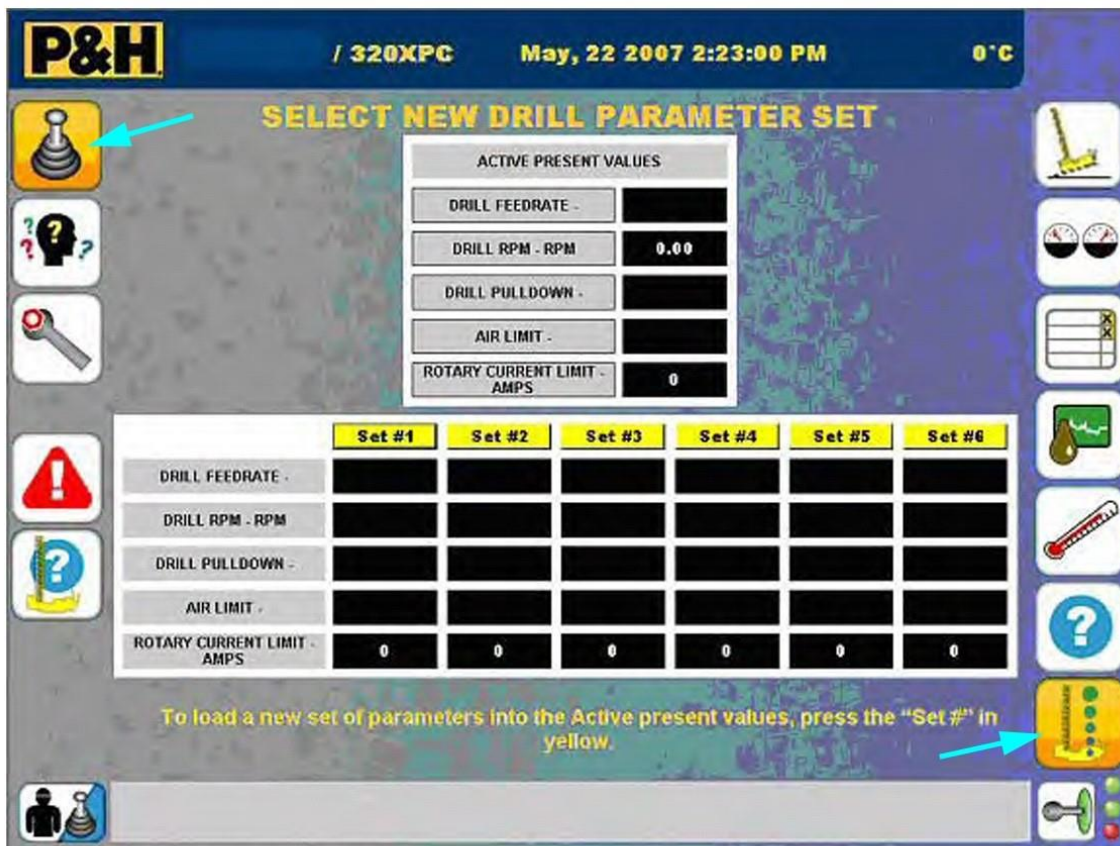
- **Icon Help Display.** Para mostrar la pantalla de ícono de ayuda, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono Icon Help (ícono de ayuda) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-26: Pantalla de Ajustes de Perforación Automática**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- **Auto Drill Adjust Display.** Para mostrar la pantalla de ajustes de perforación automática, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono AutoDrill Adjust (ajustes de perforación automática) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-27: Pantalla de Configuración para Seleccionar Parámetros de Perforación Nuevos**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

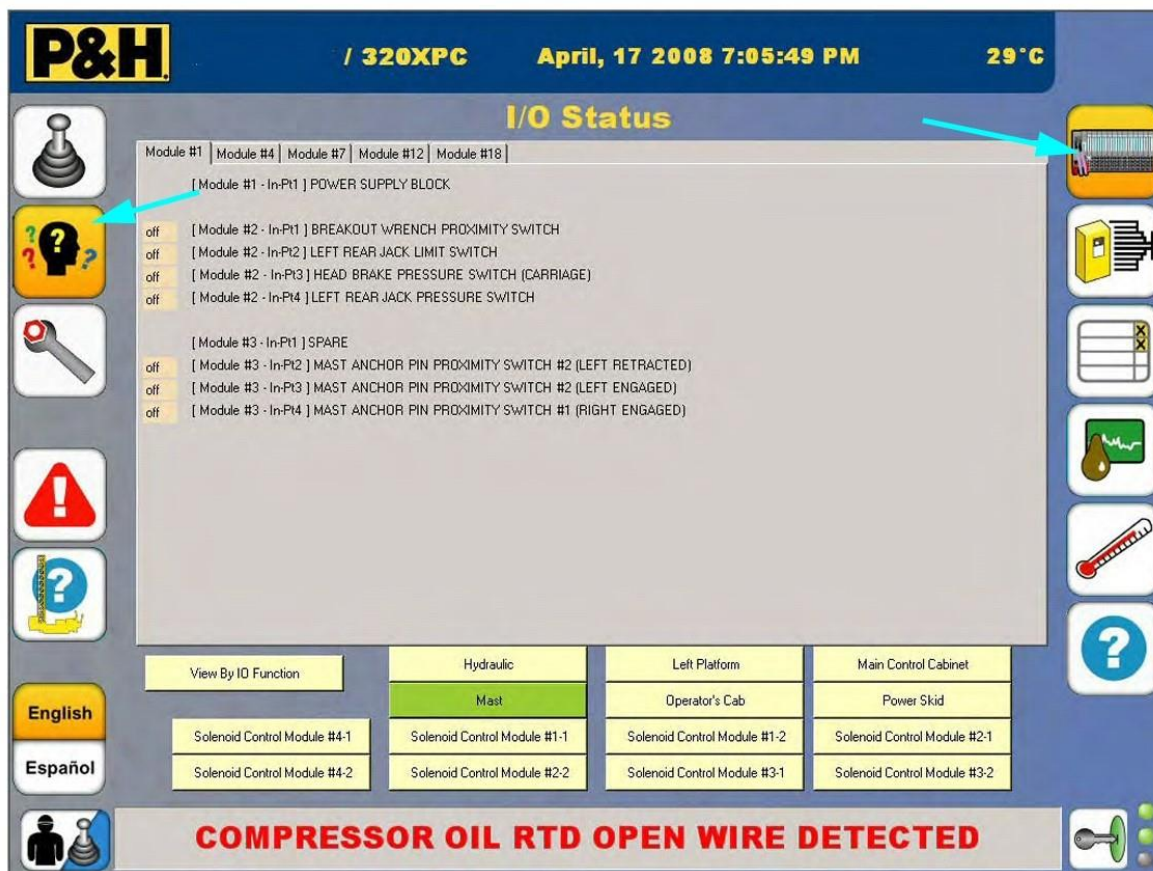
- **Select New Drill Parameter Set Display.** Para mostrar la pantalla de configuración para seleccionar parámetros de perforación nuevos, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono AutoDrill Adjust (ajustes de perforación automática) en el área de navegación. Luego, desde la pantalla de ajustes de perforación automática, presione el botón Drill Parameter Sets (configuración de parámetros de perforación). (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-28: Pantalla de Valores de Ajuste de la Perforación Automática**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

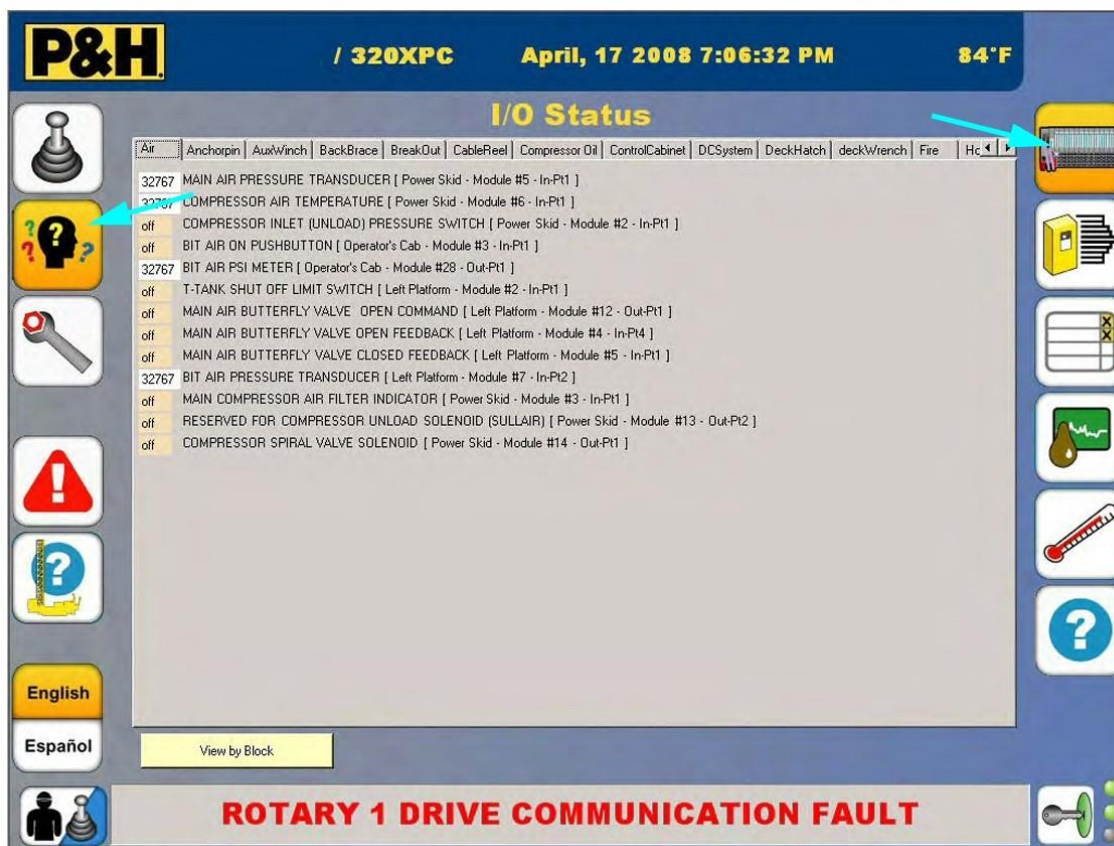
- **Auto Drill Settings Display.** Para mostrar la pantalla de valores de ajuste de la perforación automática, presione el ícono Operator en el área del panel de control y el ícono AutoDrill Adjust (ajustes de perforación automática) en el área de navegación. El interruptor de llave del Programa debe estar activado (ON) para cambiar los valores en esta pantalla. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-29: Pantalla de Diagnóstico (Vista por Bloque) de Estado de I/O**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

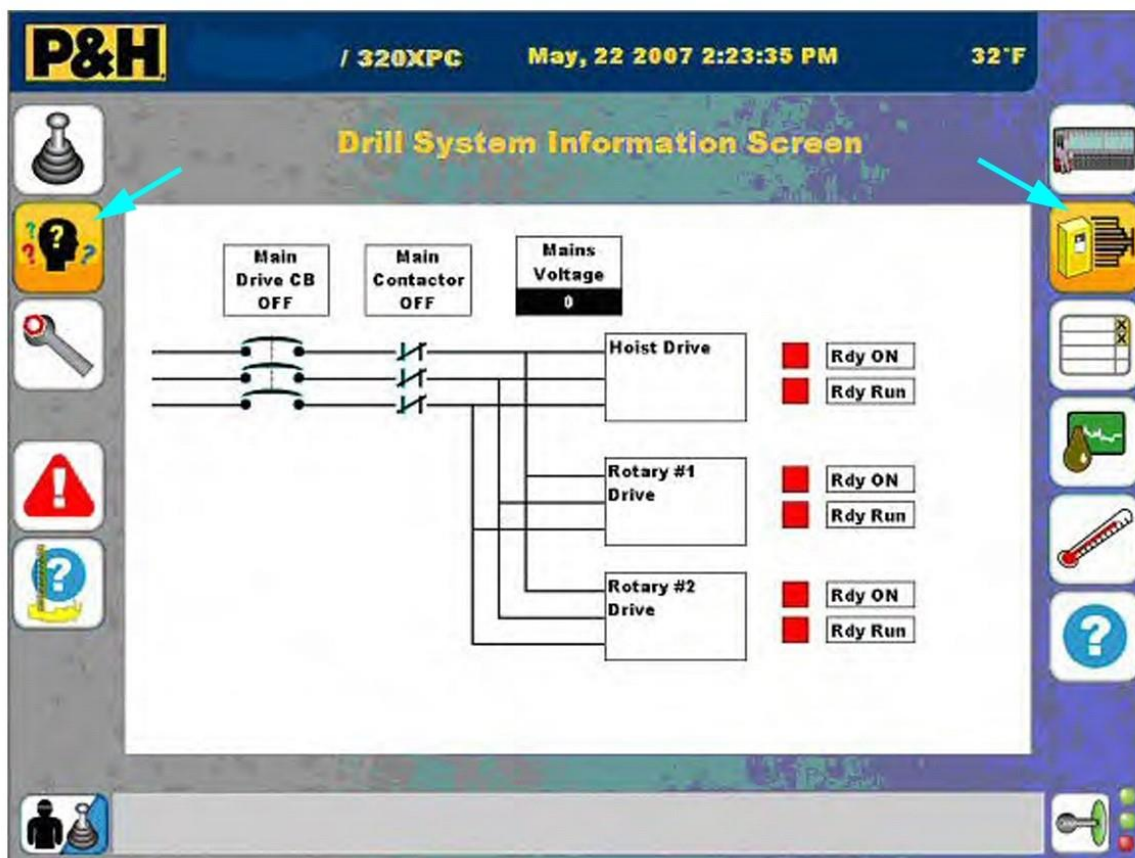
- **I/O Status Diagnostics Display.** Para mostrar la pantalla de diagnóstico de estado de I/O, presione el ícono Diagnostic Screens (pantallas de diagnóstico) en el área del panel de control y el ícono I/O Status (estado de entradas/ salidas) en el área de navegación. Para ver la pantalla por “I/O Function” (Función de I/O), toque el ícono correspondiente. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-30: Pantalla de Diagnóstico (Vista Función de I/O) de Estado de I/O**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

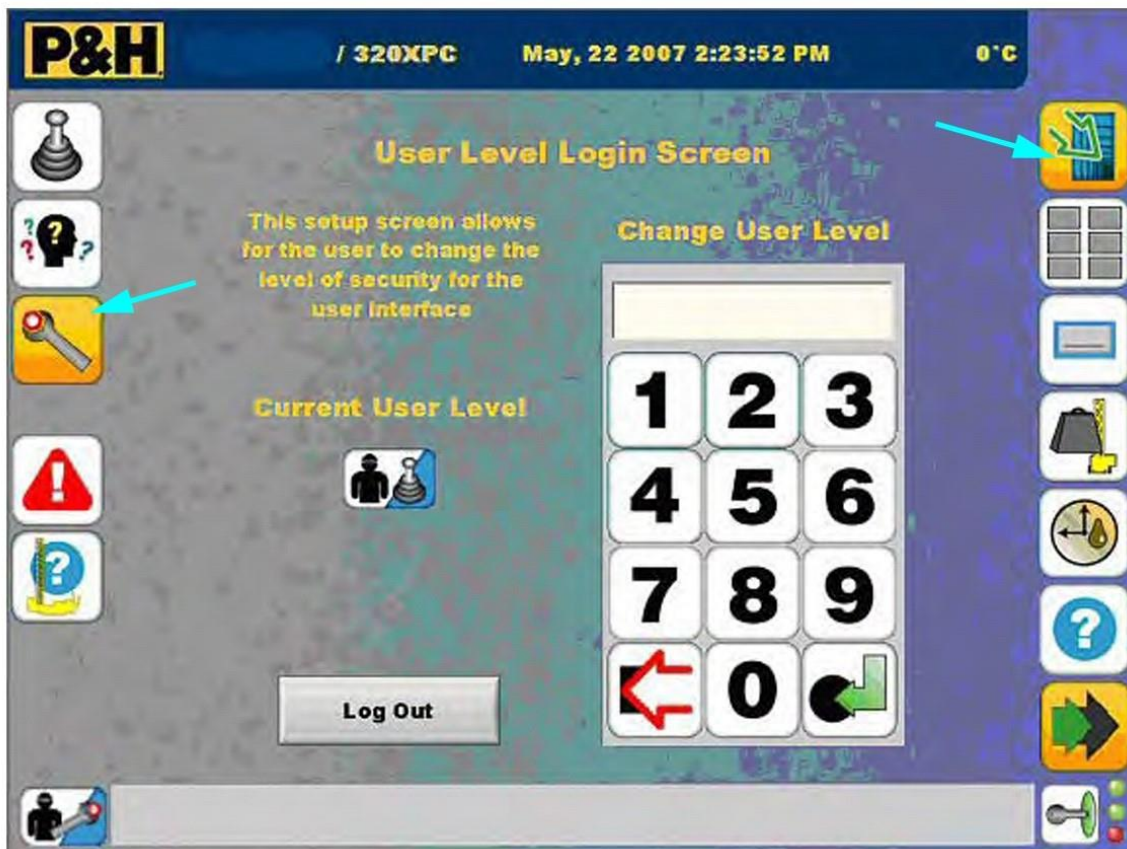
- **I/O Status Diagnostics Display.** Para mostrar la pantalla de diagnóstico de estado de I/O, presione el ícono Diagnostic Screens (pantallas de diagnóstico) en el área del panel de control y el ícono I/O Status (estado de entradas/ salidas) en el área de navegación. Para ver la pantalla por “Blocks” (Bloques), toque el ícono correspondiente. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-31: Pantalla de Información de los Sistemas de la Perforadora**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

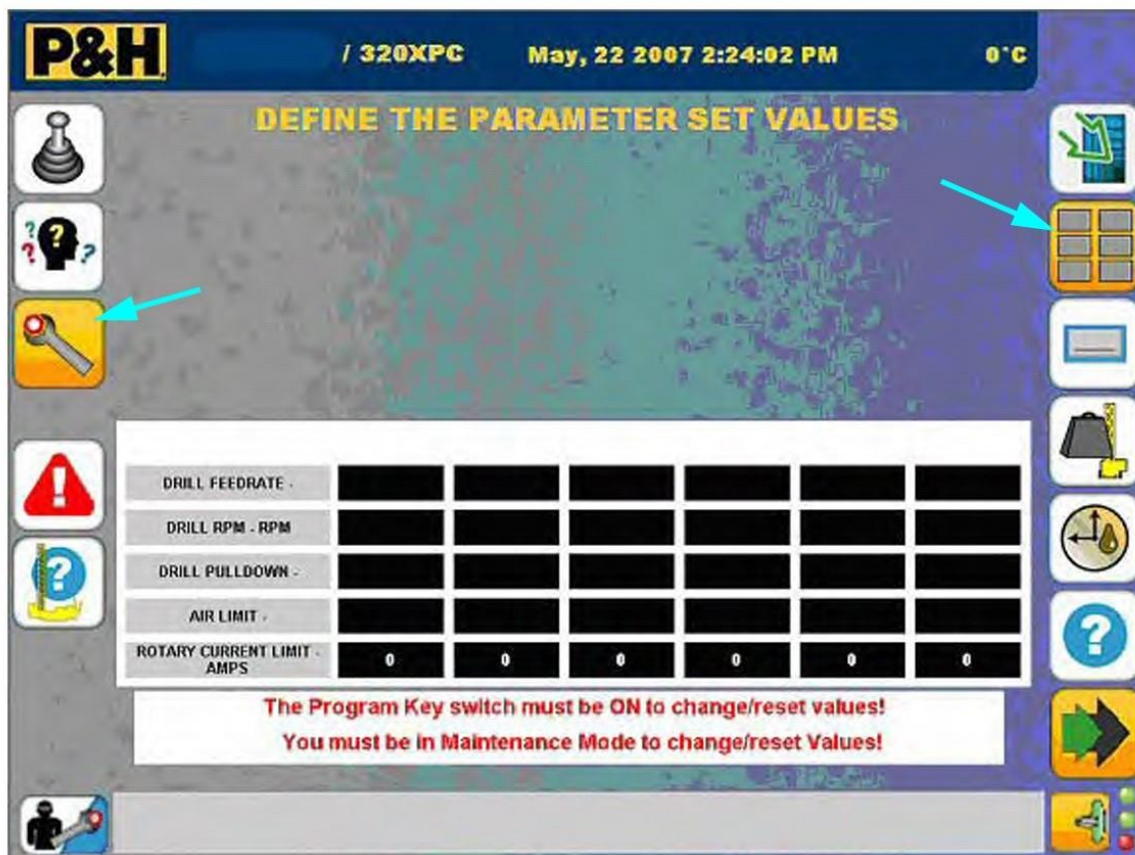
- **Drill System Information Display.** Para mostrar la pantalla de información de los sistemas de la perforadora, presione el ícono Diagnostic Screens (pantallas de diagnóstico) en el área del panel de control y el ícono Drive Information (información de drive) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-32: Pantalla de inicio de sesión de acceso del usuario**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

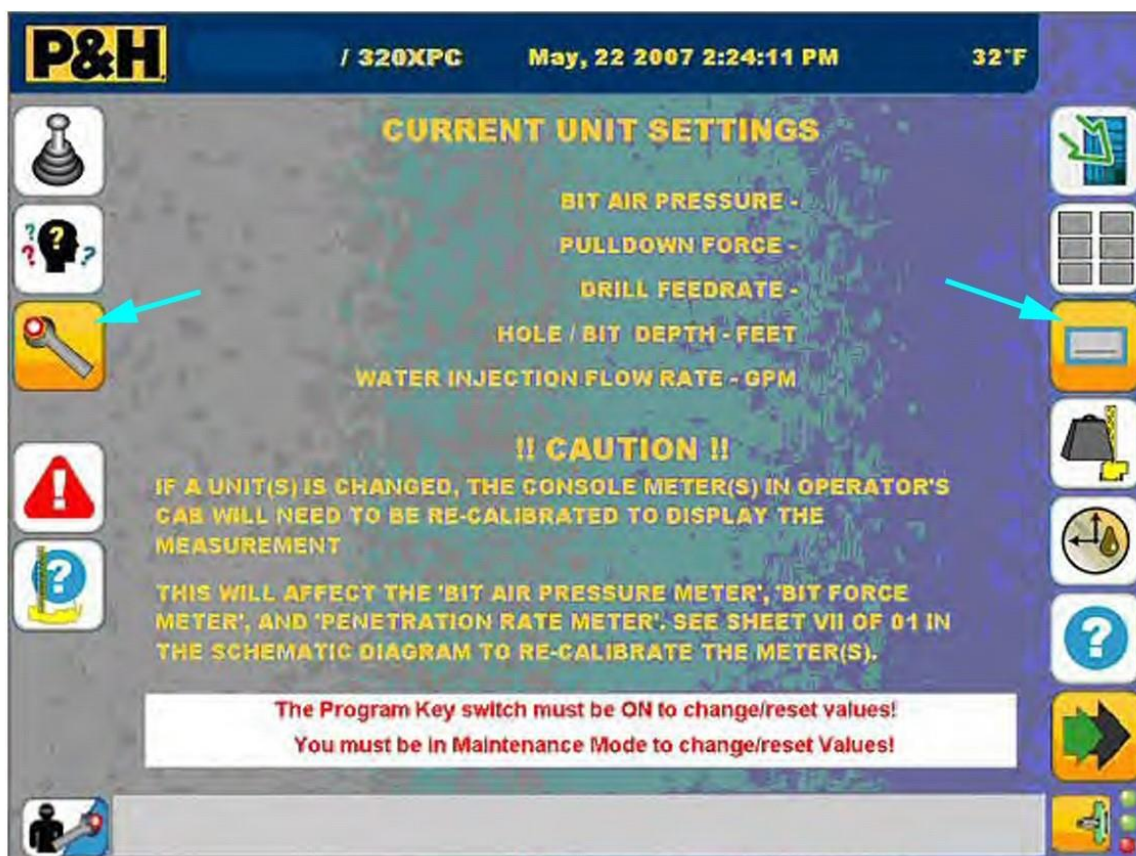
- **User Level Login Display.** Para mostrar la pantalla de inicio de sesión de acceso del usuario según su nivel de seguridad, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y el ícono Change Security Level (cambiar nivel de seguridad) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-33: Pantalla para Definir Valores de Parámetros Establecidos**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

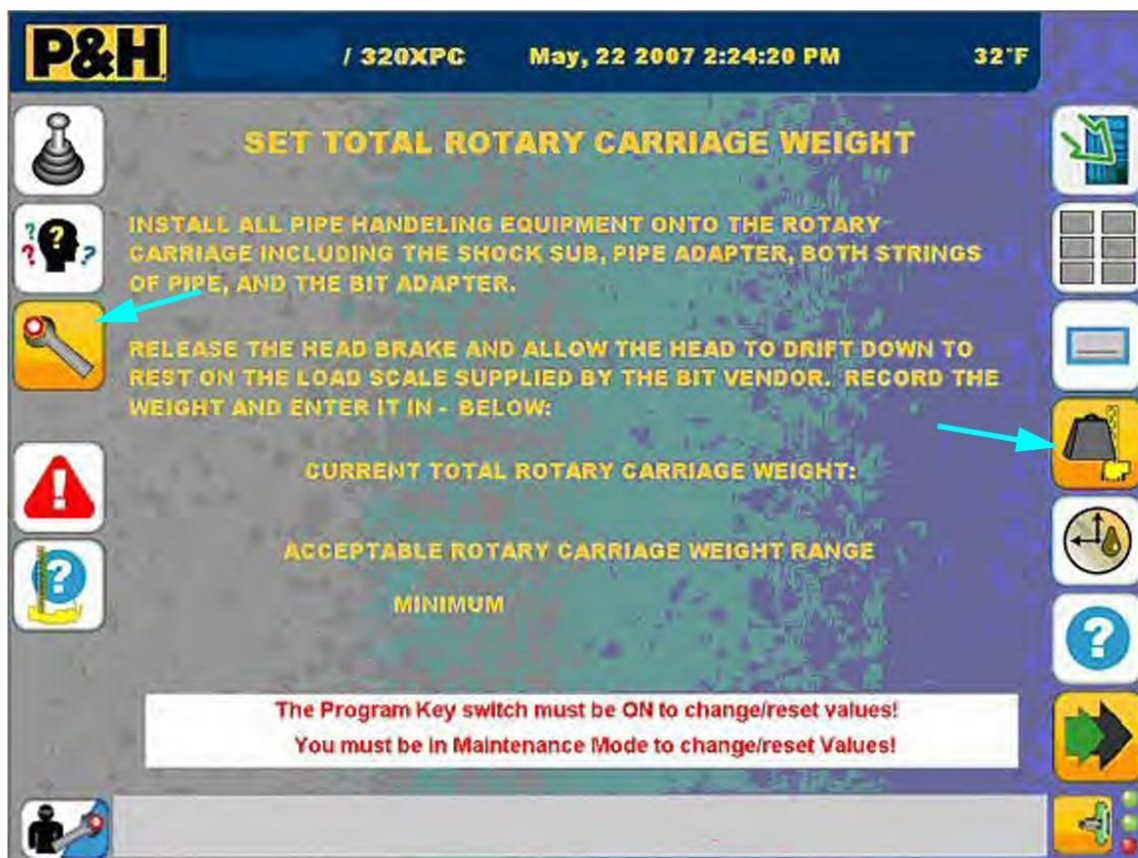
- **Define The Parameter Set Values Display.** Para mostrar la pantalla para definir los valores de parámetros establecidos, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y el ícono Record Parameters to Data Set (registrar parámetros en conjunto de datos) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-34: Pantalla para Cambiar Valores de Ajuste de Unidad**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

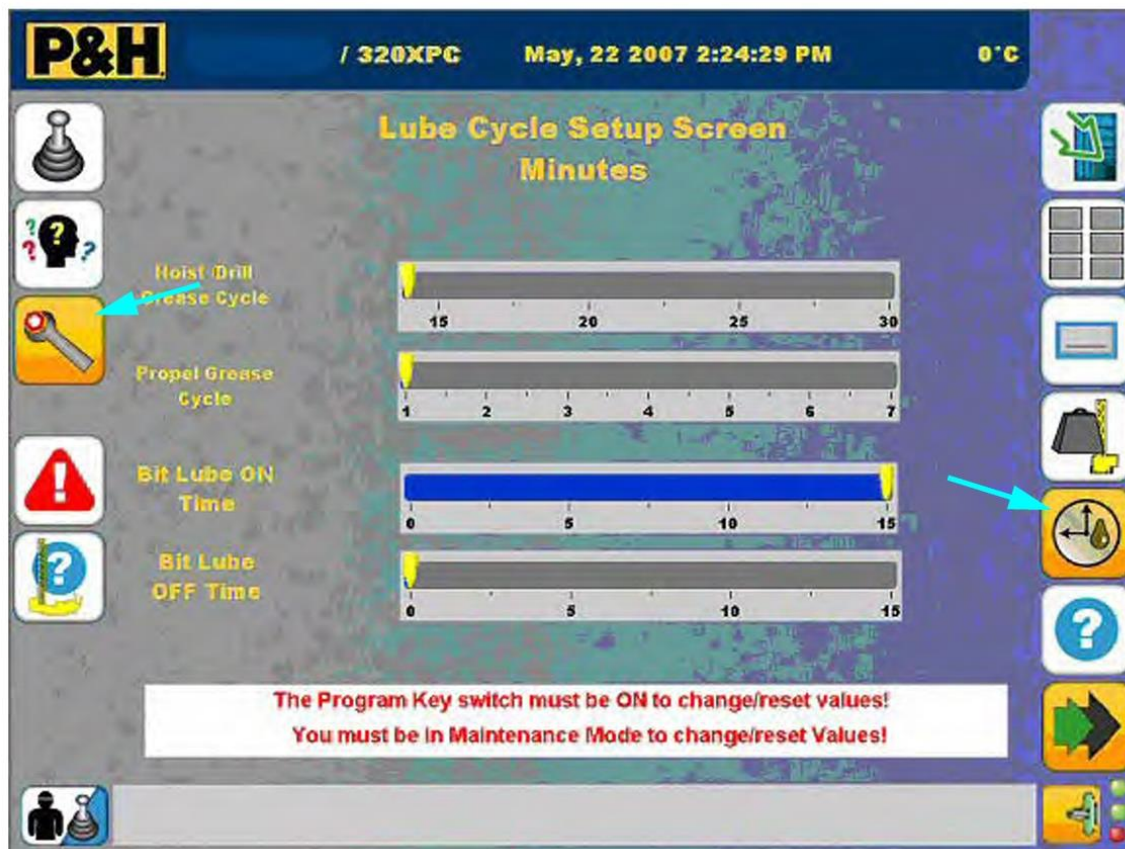
- **Change Unit Settings Display.** Para mostrar la pantalla para cambiar valores de ajuste de unidad, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y el ícono Change Units Display (cambiar display de unidades) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-35: Pantalla para Ajustar Peso Total del Carro de Rotación**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

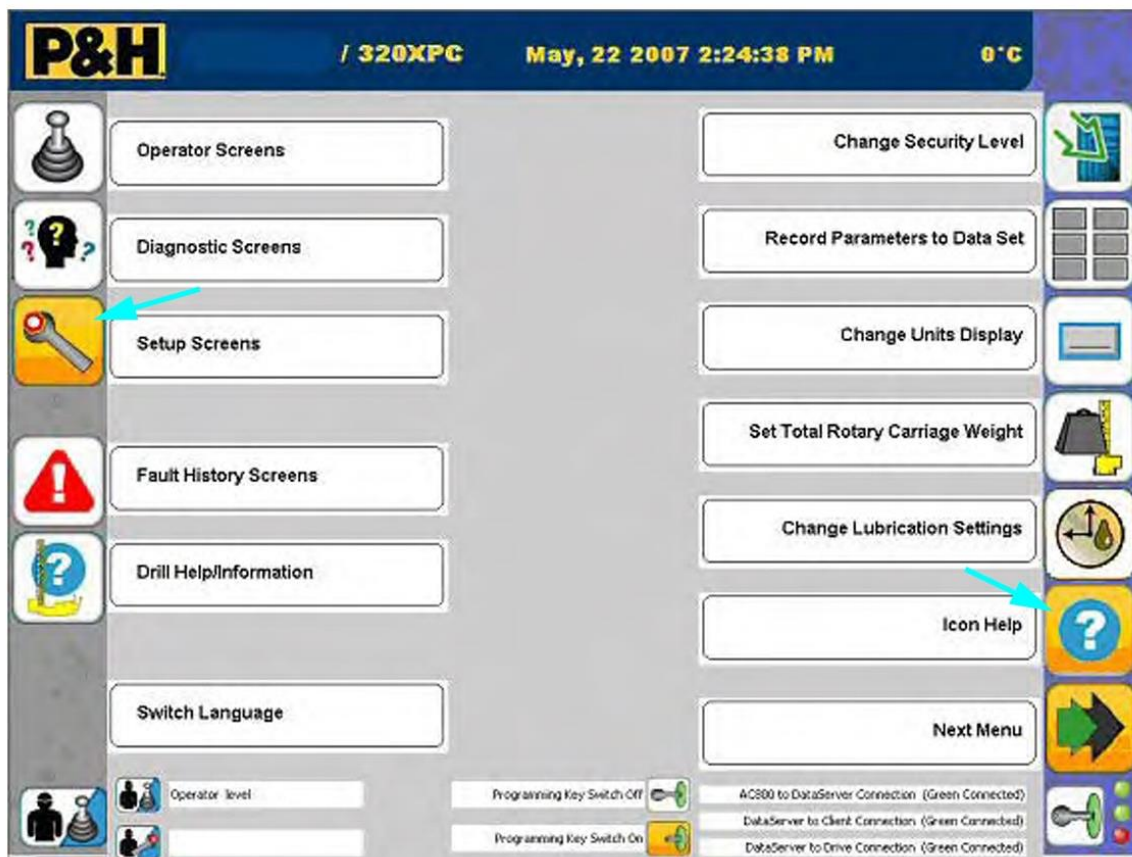
- **Set Total Rotary Carriage Weight Display.** Para mostrar la pantalla para ajustar el peso total del carro de rotación, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y el ícono Set Total Rotary Carriage Weight (ajustar peso total del carro de rotación) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-36: Pantalla de Configuración del Ciclo de Lubricación**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- **Lube Cycle Setup Display.** Para mostrar la pantalla de configuración del ciclo de lubricación, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y el ícono Change Lubrication Settings (cambiar valores de ajuste de la lubricación) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-37: Pantalla de Menú de Ícono de Ayuda y Siguiente**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- **Setup Screen Icon Help Display.** Para mostrar la pantalla del ícono de ayuda, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y el ícono Icon Help en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

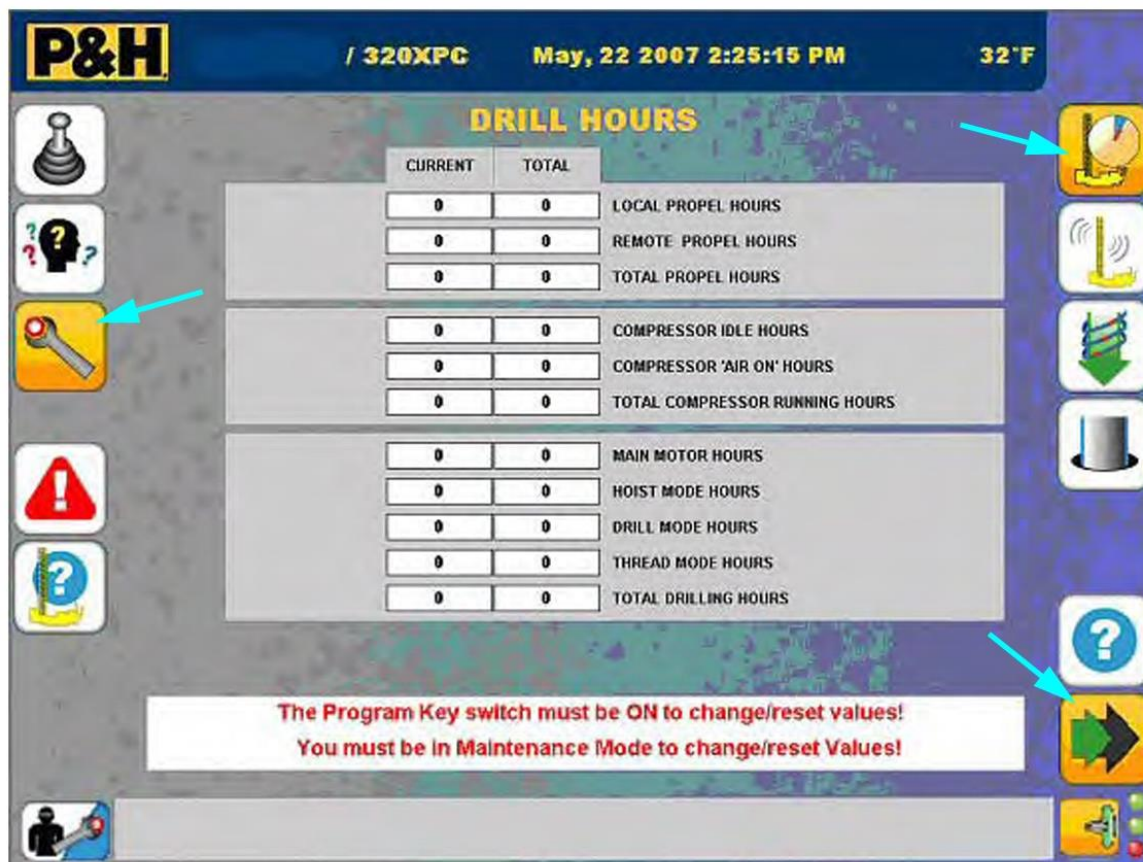
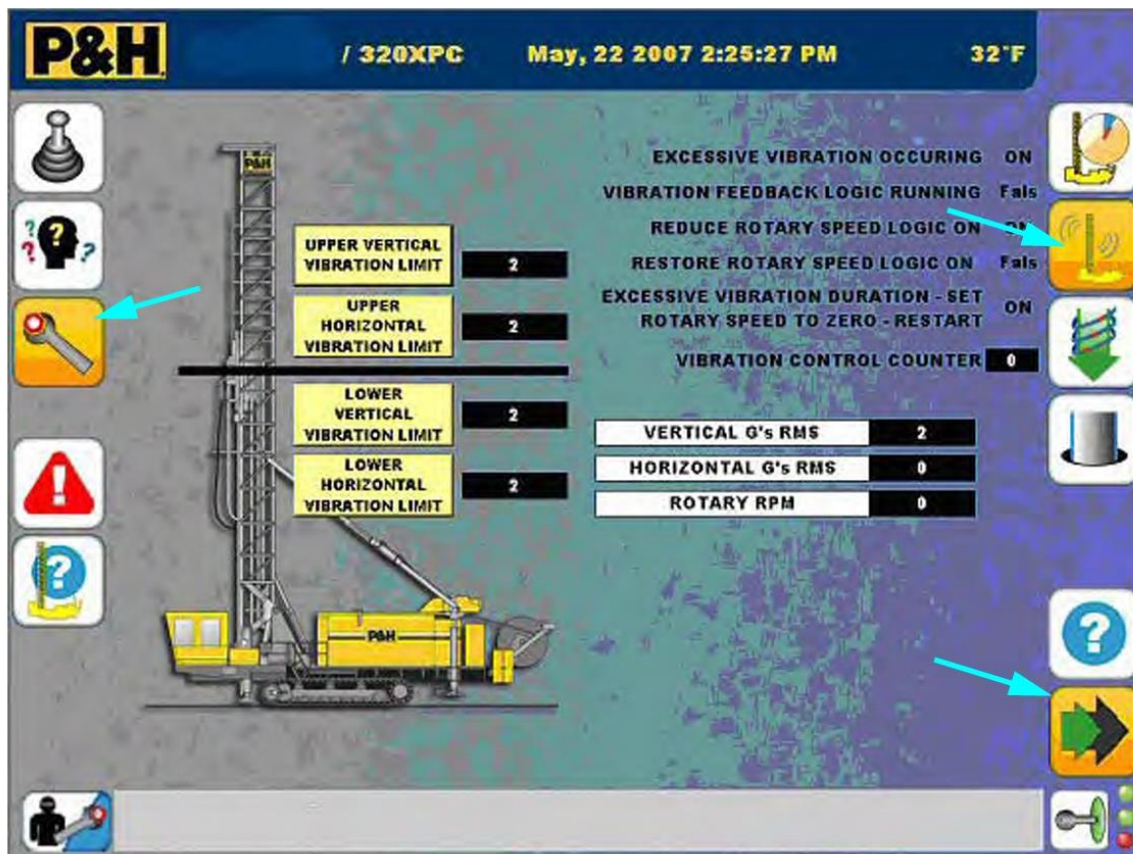


Figura 3-38: Pantalla de Horas de Perforación en Menú Siguiente

FUENTE: P&H Mining (2013)

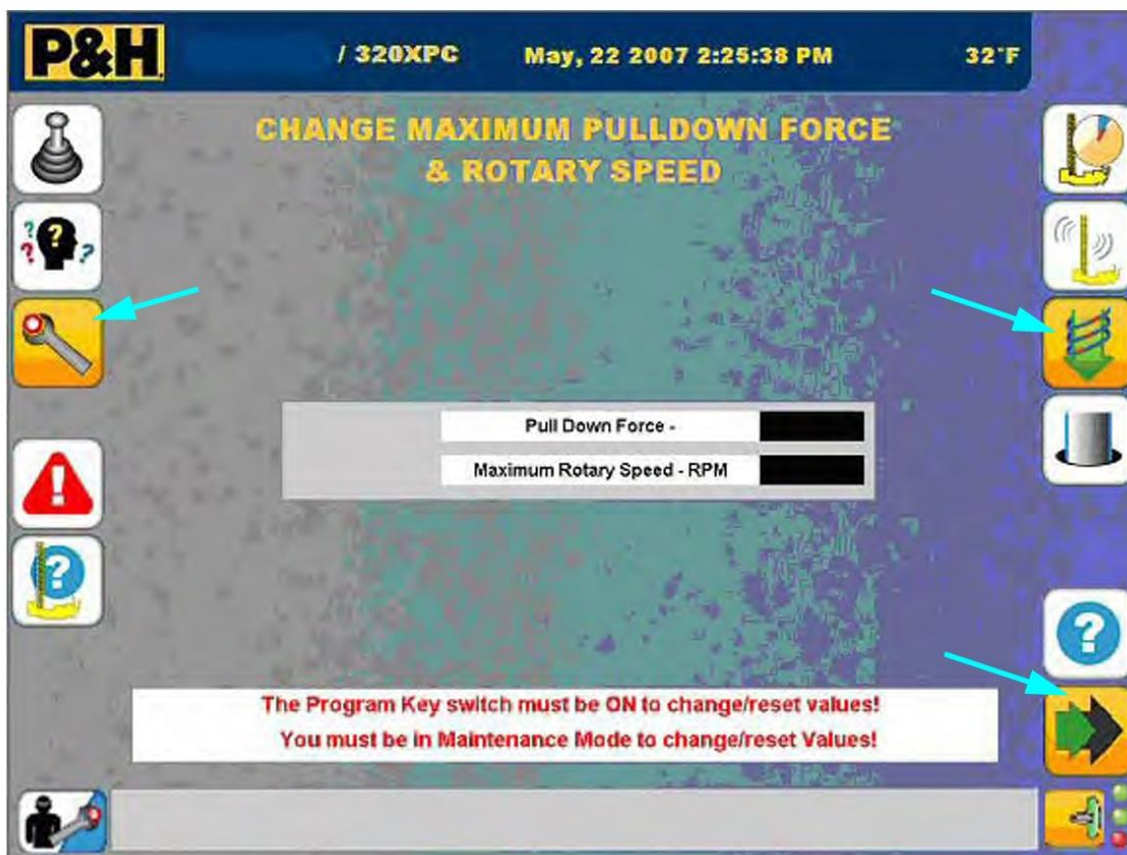
- **Drill Hours Display.** Para mostrar la pantalla de horas de perforación, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y luego el ícono next page (siguiente página [flecha]) para mostrar íconos de navegación adicionales para la pantalla de configuración. Luego presione el ícono Drill Hours (horas de perforación) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-39: Pantalla para Cambiar Valores de Ajuste de Vibración**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

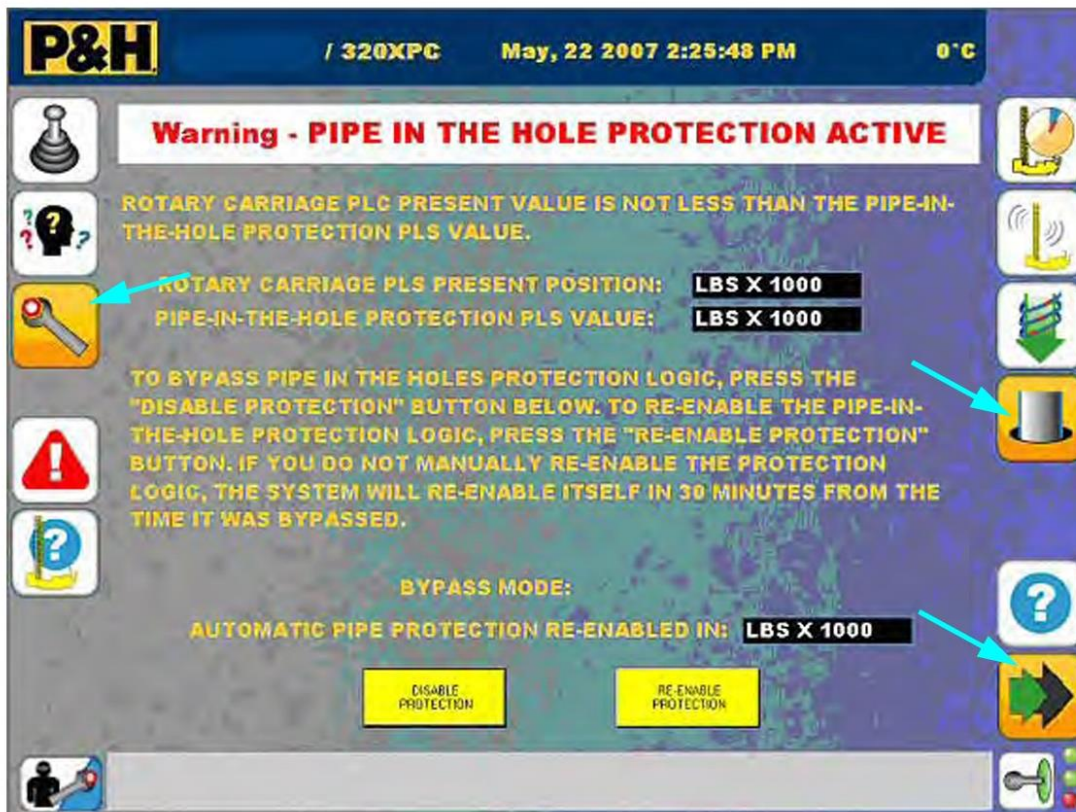
- **Change Vibration Settings Display.** Para mostrar la pantalla para cambiar valores de ajuste de vibración, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y luego el ícono next page (siguiente página [flecha]) para mostrar íconos de navegación adicionales para la pantalla de configuración. Luego, presione el ícono Change Vibration Settings (cambiar valores de ajuste de vibración) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-40: Pantalla para Cambiar Velocidad Máxima de Rotación o Pulldown**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

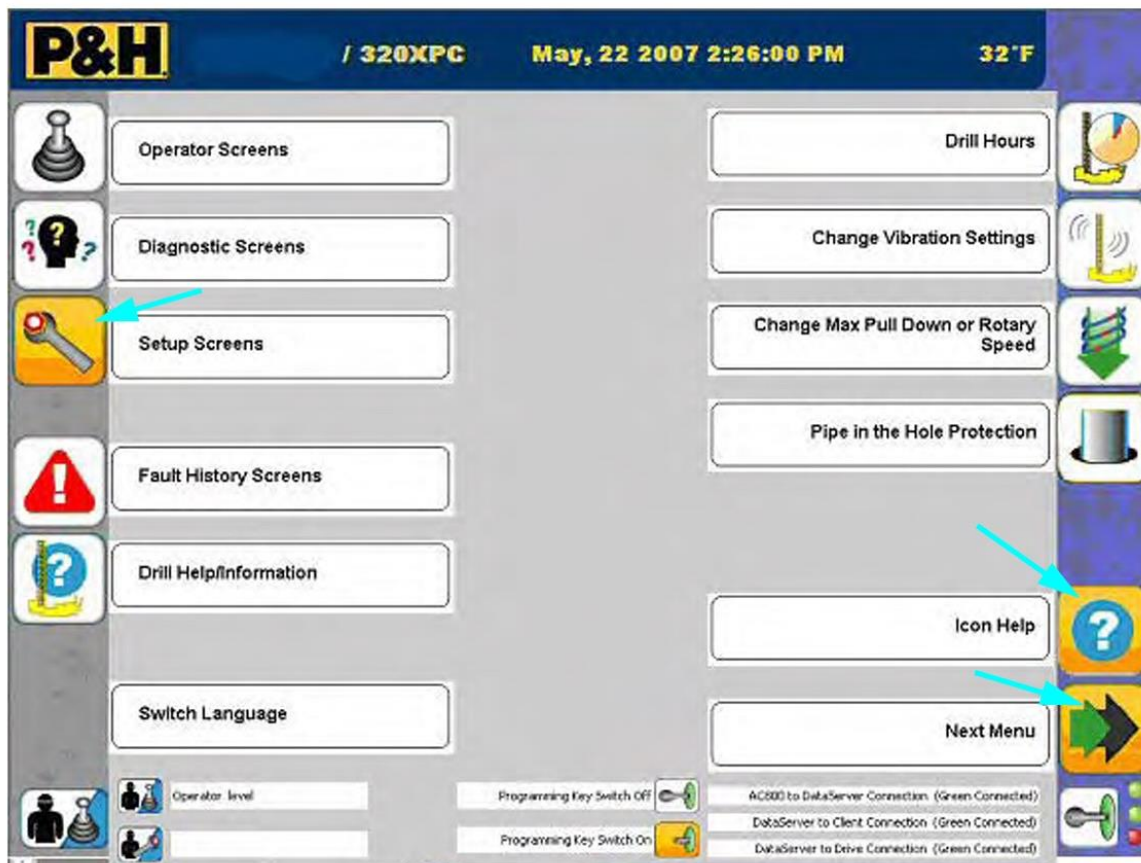
- **Change Max Pulldown or Rotary Speed Display.** Para mostrar la pantalla para cambiar velocidad máxima de rotación o pulldown, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y luego el ícono next page (siguiente página [flecha]) para mostrar íconos de navegación adicionales para la pantalla de configuración. Luego, presione el ícono Change Max Pulldown or Rotary Speed (cambiar velocidad máxima de rotación o pulldown) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-41: Pantalla de Protección de Barra en el Agujero**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- **Pipe in the Hole Protection Display.** Para mostrar la pantalla de protección de barra en el agujero, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y luego el ícono next page (siguiente página [flecha]) para mostrar íconos de navegación adicionales para la pantalla de configuración. Luego, presione el ícono Pipe in the Hole Protection (protección de barra en el agujero) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-42: Pantalla de Ícono de Ayuda - Siguiente Menú**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*






- **Setup Screen Icon Help Display.** Para mostrar la pantalla del ícono de ayuda del menú siguiente, presione el ícono Setup Screens (pantallas de configuración) en el área del panel de control y el ícono Next Menu (menú siguiente) en el área de navegación. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

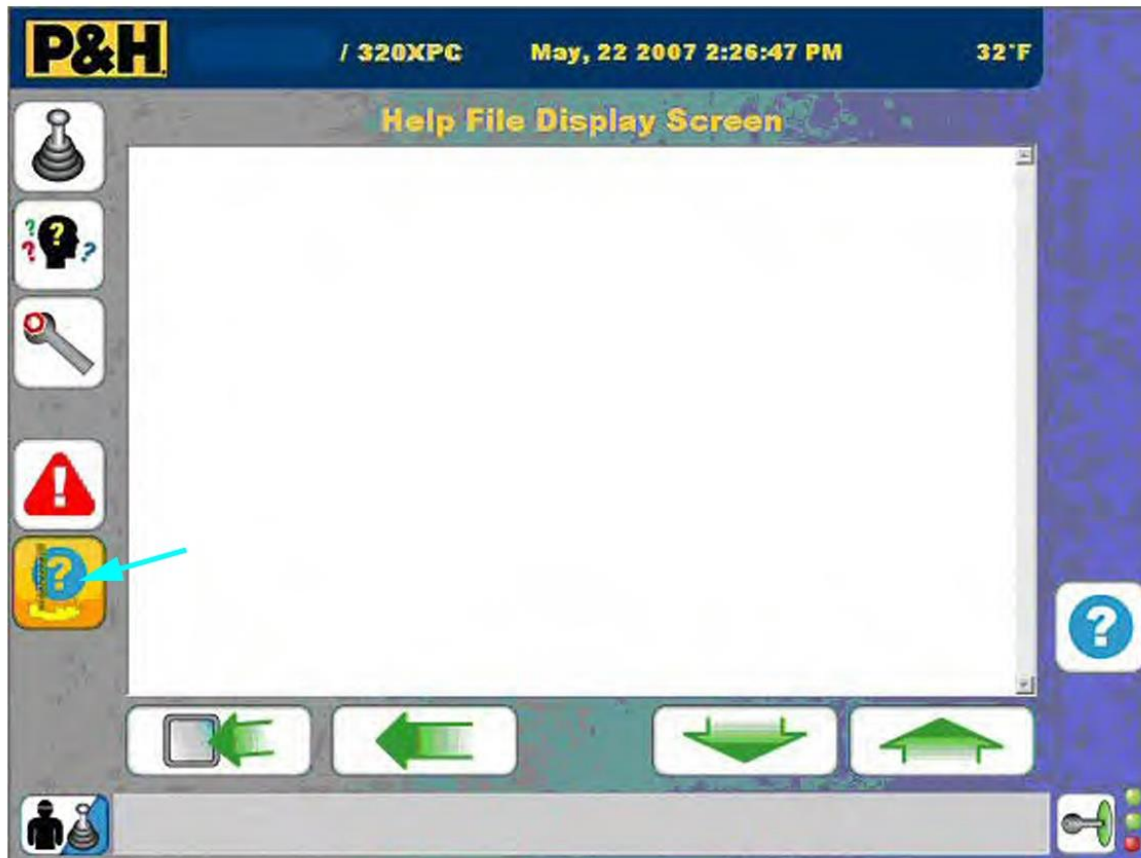


Figura 3-43: Pantalla de Actividades Actuales de la Perforadora

FUENTE: P&H Mining (2013)

- **Current Drill Activities Display.** Para mostrar la pantalla de actividades se debe presionar el ícono Fault History Screens (pantallas de histórico de fallas) en el área del panel de control. Se muestran los siguientes íconos adicionales:

Controles de la pantalla	Descripción
	<p><b>Reset All</b> Este ícono permite al operador resetear todas las fallas.</p>
	<p><b>Clear Display</b> Este ícono permite al operador borrar la pantalla de actividad.</p>
	<p><b>Activities Help</b> Este ícono le permite al operador navegar a la pantalla de ayuda principal.</p>
	<p><b>Save Log</b> Este ícono le permite al operador guardar la información de las actividades actuales de la perforadora en un USB memory stick o en el disco duro.</p>
	<p><b>View Log</b> Este ícono le permite al operador ver el registro de actividades de la última semana.</p>







**Figura 3-44: Pantalla Principal de Ayuda**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

La pantalla principal de ayuda proporciona al operador información sobre la corrección o diagnóstico de fallas de la perforadora. Además, la pantalla principal de ayuda le entrega al operador información y advertencias sobre peligros asociados con el sistema, componentes y técnicas recomendadas para el diagnóstico y solución de fallas. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

- **Help Main Screen Display** Para mostrar la pantalla principal de ayuda, se debe presionar el ícono Drill Help/Information (ayuda/ información sobre la perforadora) en el área del panel de control. Se muestran los siguientes íconos adicionales:

Controles de la pantalla	Descripción
	<p><b>Atrás</b> Este ícono le permite al operador regresar a la pantalla de ayuda anterior.</p>
	<p><b>Long Left Arrow</b> Este ícono (flecha izquierda larga) le permite al operador regresar a la pantalla de ayuda principal.</p>
	<p><b>Flecha hacia abajo</b> Este botón le permite al operador bajar hasta la pantalla de ayuda.</p>
	<p><b>Flecha hacia arriba</b> Este botón le permite al operador subir hasta la pantalla de ayuda.</p>

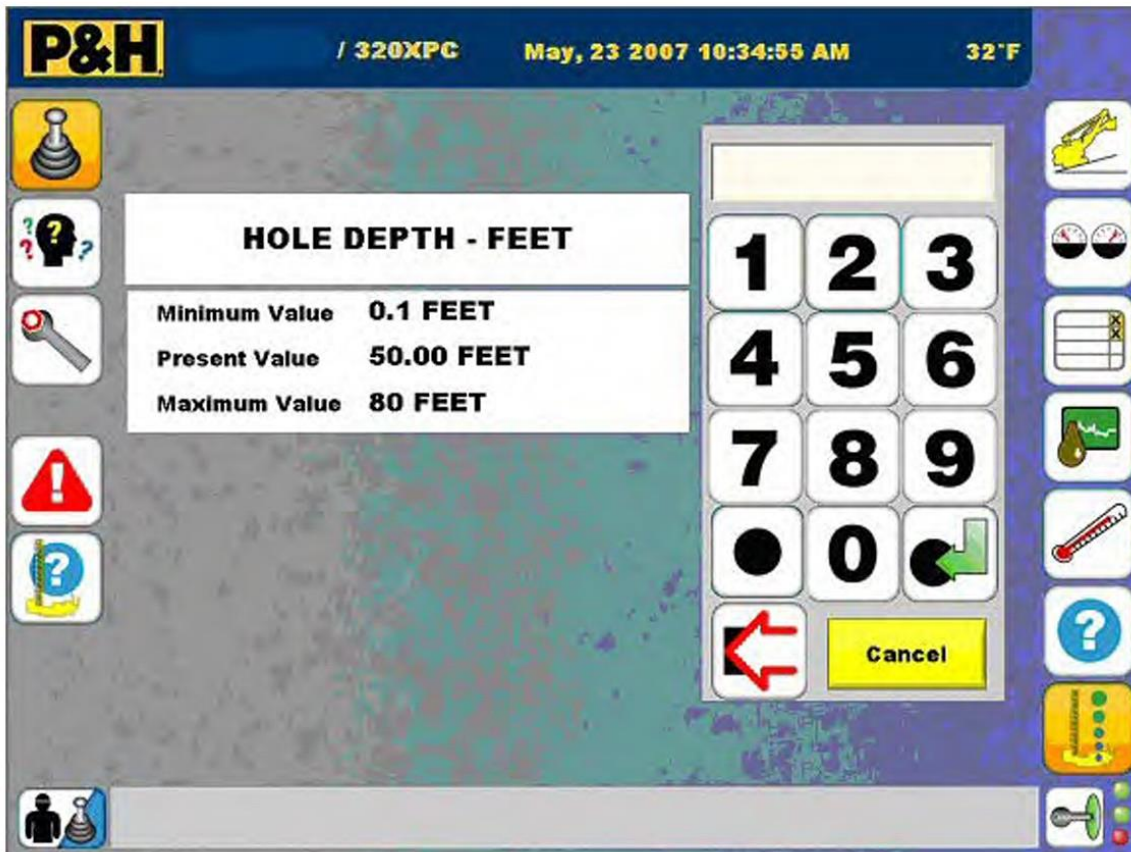


Figura 3-45: Pantalla de Entrada de Teclado Numérico (Típico)

FUENTE: P&H Mining (2013)

- **Keypad Input Display.** El teclado numérico permite al operador ingresar datos para cambiar los valores de ajuste de la pantalla.

### 3.4 Sistemas de potencia

#### 3.4.1 Introducción

Esta sección detalla la distribución de la potencia eléctrica en la Perforadora eléctrica 320XPC. El sistema eléctrico de la perforadora convierte la energía eléctrica de entrada en energía mecánica de salida en los motores de CC de los distintos movimientos, para mover los componentes y conjuntos mecánicos de la perforadora en el proceso de perforación. Además, convierte la energía eléctrica de entrada en energía mecánica de salida en el motor de CA de movimiento principal para impulsar el compresor de aire principal y las bombas hidráulicas de propulsión y auxiliar. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

320XPC Electrical Flow - 60Hz System

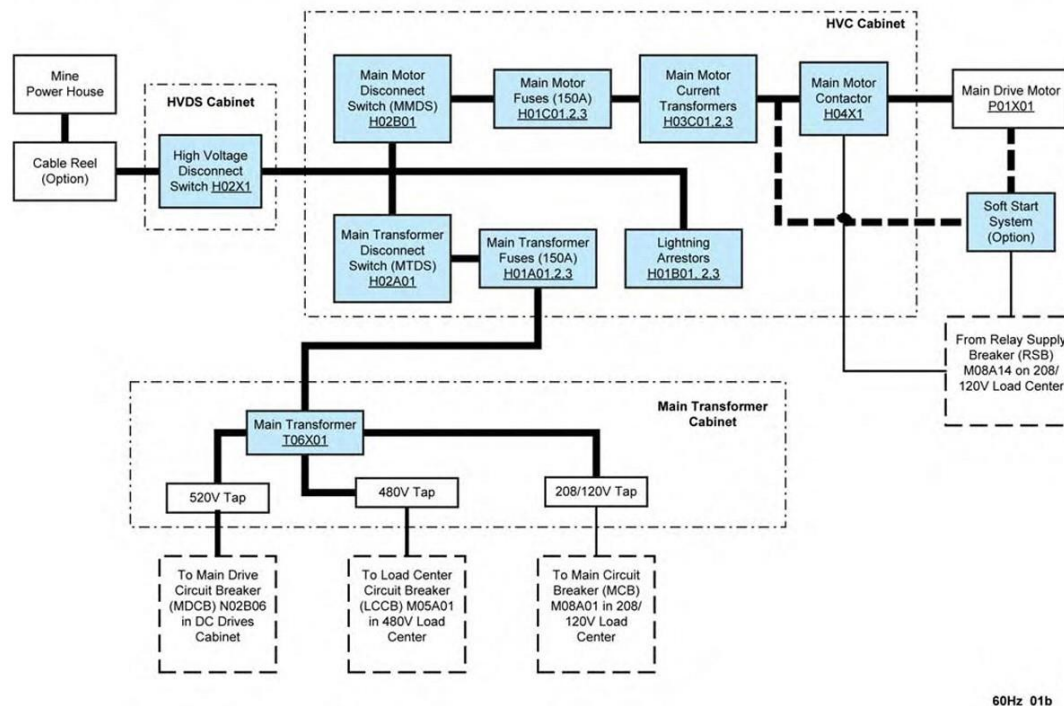
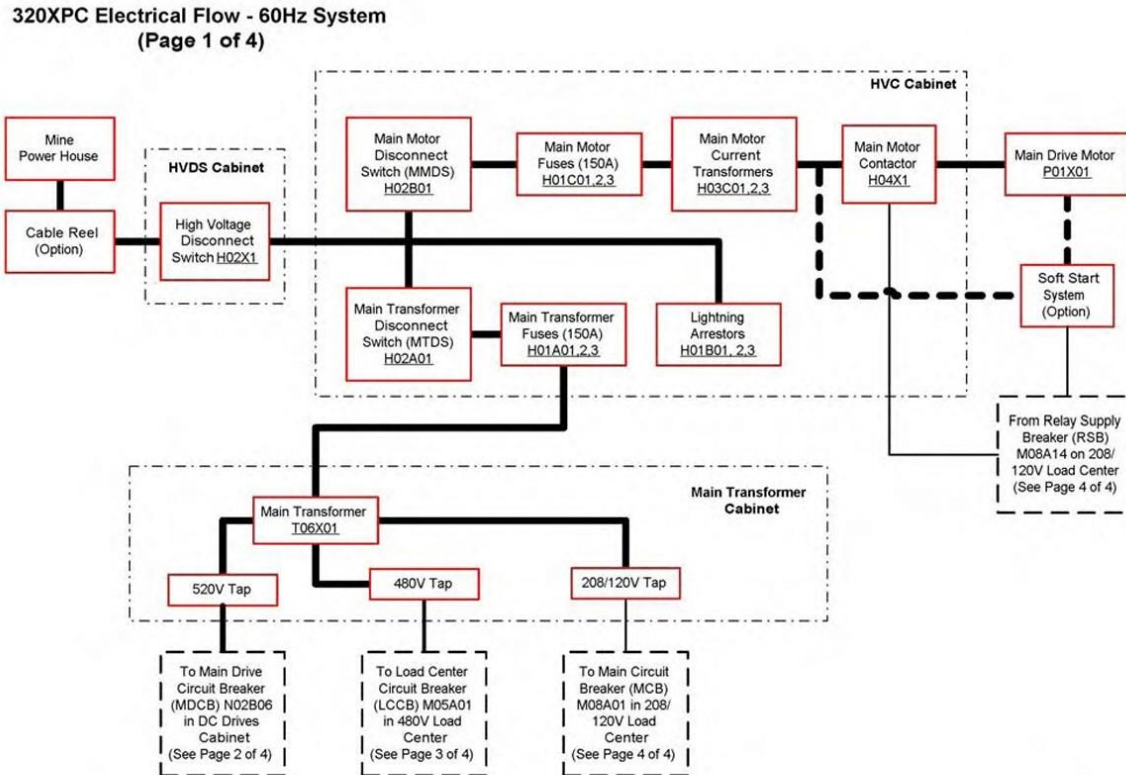


Figura 3-46: Diagrama de bloque de potencia eléctrica (sistema de 60 Hz)

FUENTE: P&H Mining (2013)

Las siguientes ilustraciones del diagrama de bloque muestran el flujo de la potencia eléctrica a través de la perforadora.

Las Figuras 3-47 a la 3-50 muestran el flujo de un sistema típico de 60 Hz.



**Figura 3-47: Diagrama de bloque de potencia eléctrica de 60 Hz (Página 1 de 4)**

*FUENTE: P & H Mining (2013)*

320XPC Electrical Flow - 60Hz System  
(Page 2 of 4)

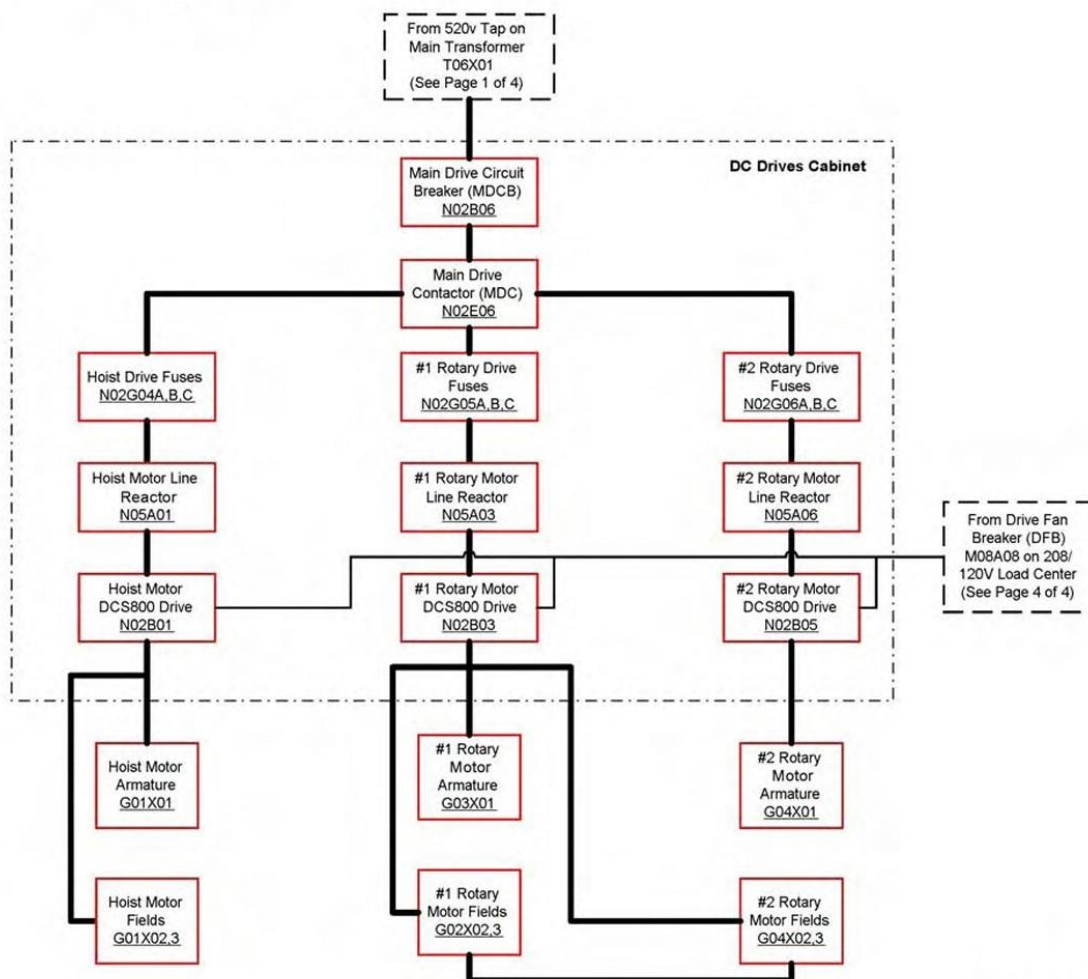


Figura 3-48: Diagrama de bloque de potencia eléctrica de 60 hz (Página 2 de 4)

FUENTE: P&H Mining (2013)

320XPC Electrical Flow - 60Hz System  
(Page 3 of 4)

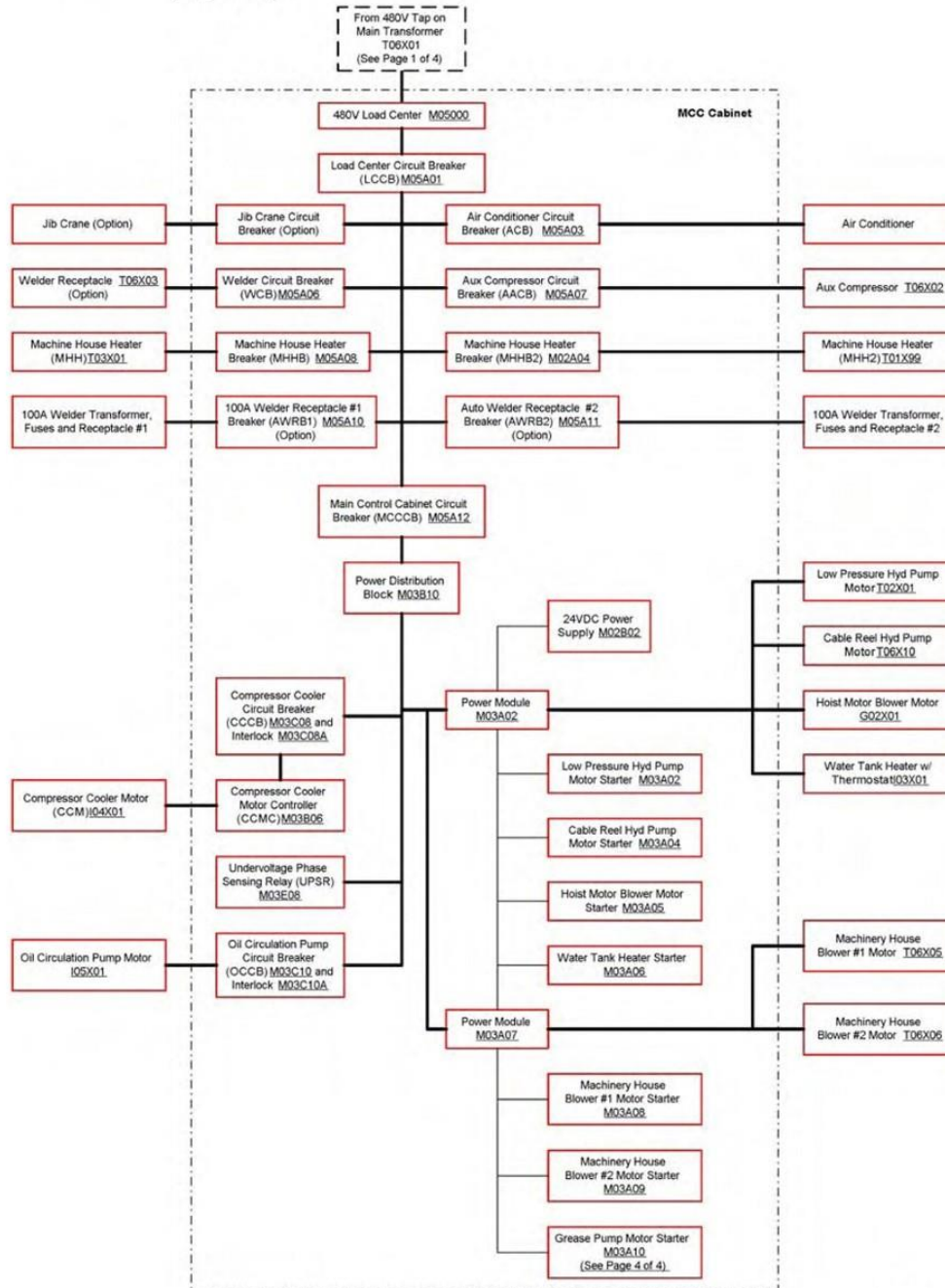


Figura 3-49: Diagrama de bloque de potencia eléctrica de 60 hz (Página 3 de 4)

FUENTE: P&H Mining (2013)

320XPC Electrical Flow - 60Hz System  
(Page 4 of 4)

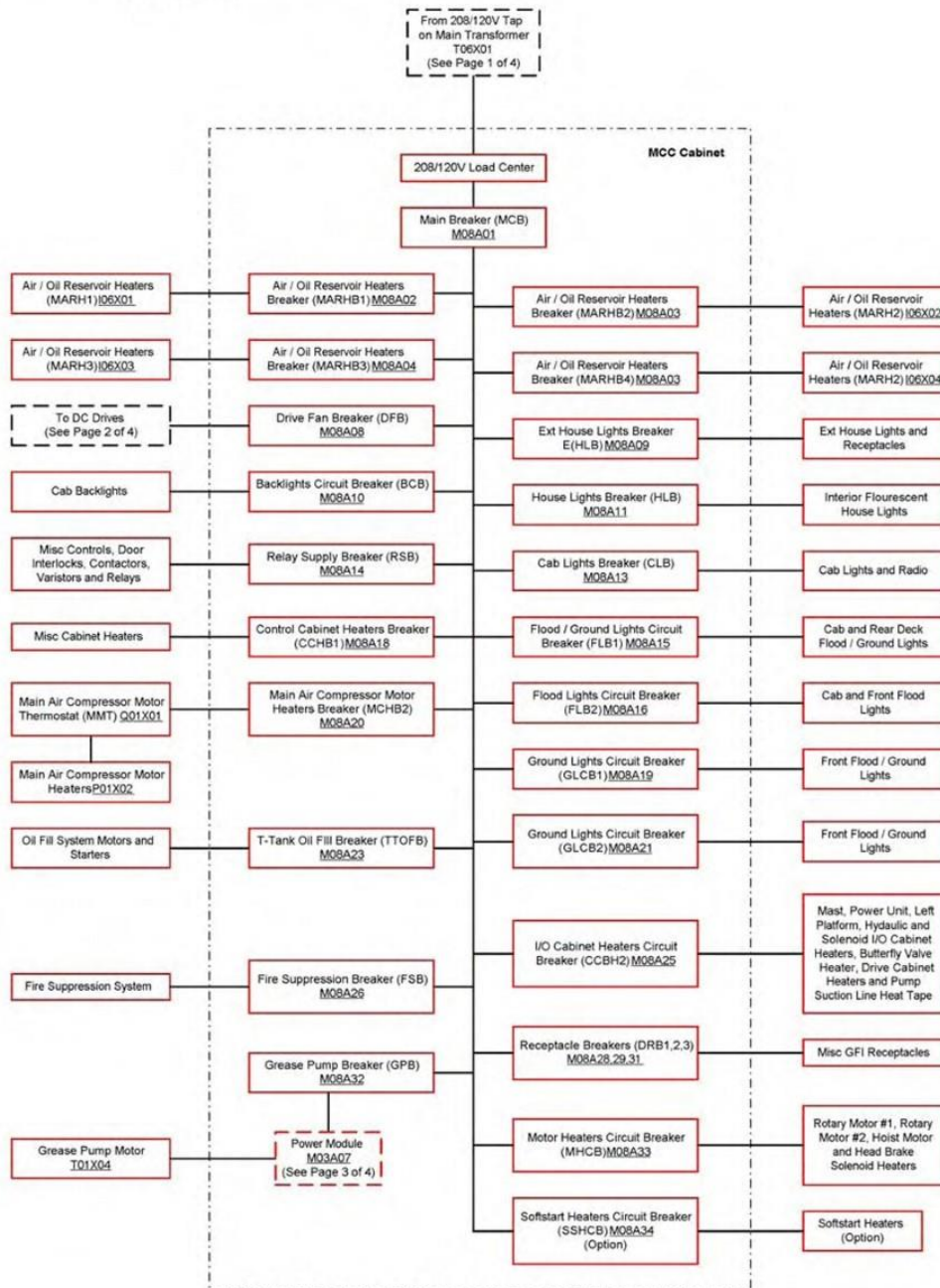
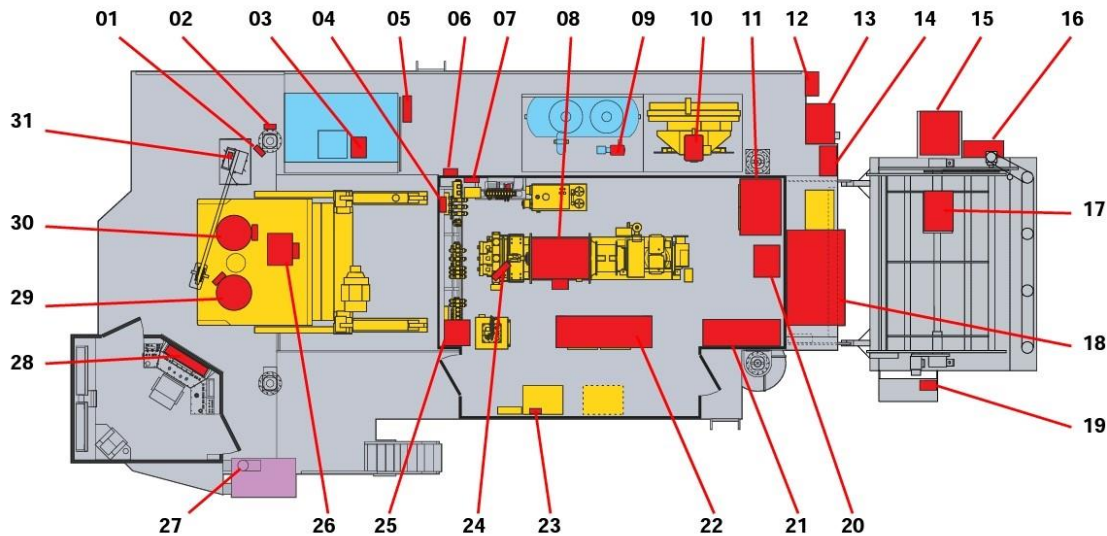


Figura 3-50: Diagrama de bloque de potencia eléctrica de 60 hz (Página 4 de 4)

FUENTE: P&H Mining (2013)

### 3.4.2 Componentes del sistema de potencia

La Figura 3-51 muestra la ubicación de los principales componentes eléctricos de la perforadora.



**LEYENDA**

- |   |  |
|---|--|
| 01. Cabina de I/O de mástil                               | 19. Control colgante del carrete porta-cable                       |
| 02. Cabina de control remoto colgante del winche          | 20. Calefactor de la sala de máquinas (opcional)                   |
| 03. Motor de la bomba del tanque de agua                  | 21. Cabina de drives de CC   |
| 04. Cabina de control de solenoide                        | 22. Cabina de control principal                                    |
| 05. Cabina de I/O de plataforma izquierda                 | 23. Control del sistema de llenado de aceite hasta tope (opcional) |
| 06. Caja de conexiones J201                               | 24. Cabina de control de la unidad de potencia                     |
| 07. Cabina de I/O hidráulicas                             | 25. Centro de carga de 220 V (opcional)                            |
| 08. Motor principal                                       | 26. Motor de pulldown/levante                                      |
| 09. Motor de la bomba de circulación de aceite            | 27. Aire acondicionado   |
| 10. Motor del enfriador de aceite                         | 28. Cabina del operador  |
| 11. Cabina de alto voltaje                                | 29. Motor de rotación #2   |
| 12. Cabina de interruptor de desconexión de HV            | 30. Motor de rotación #1   |
| 13. Transformador de arranque suave (opcional)            | 31. Grúa de brazo (opcional)                                       |
| 14. Cabina de contactor de arranque suave (opcional)      |  |
| 15. Anillos colectores de carrete porta-cable             |  |
| 16. Caja de conexiones de salida del carrete porta-cable  |  |
| 17. Caja de conexiones de entrada del carrete porta-cable |  |
| 18. Transformador principal                               |  |

**Figura 3-51: Ubicación de los componentes eléctricos principales (típicos)**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.4.2.1 Cabina del interruptor de desconexión de alto voltaje

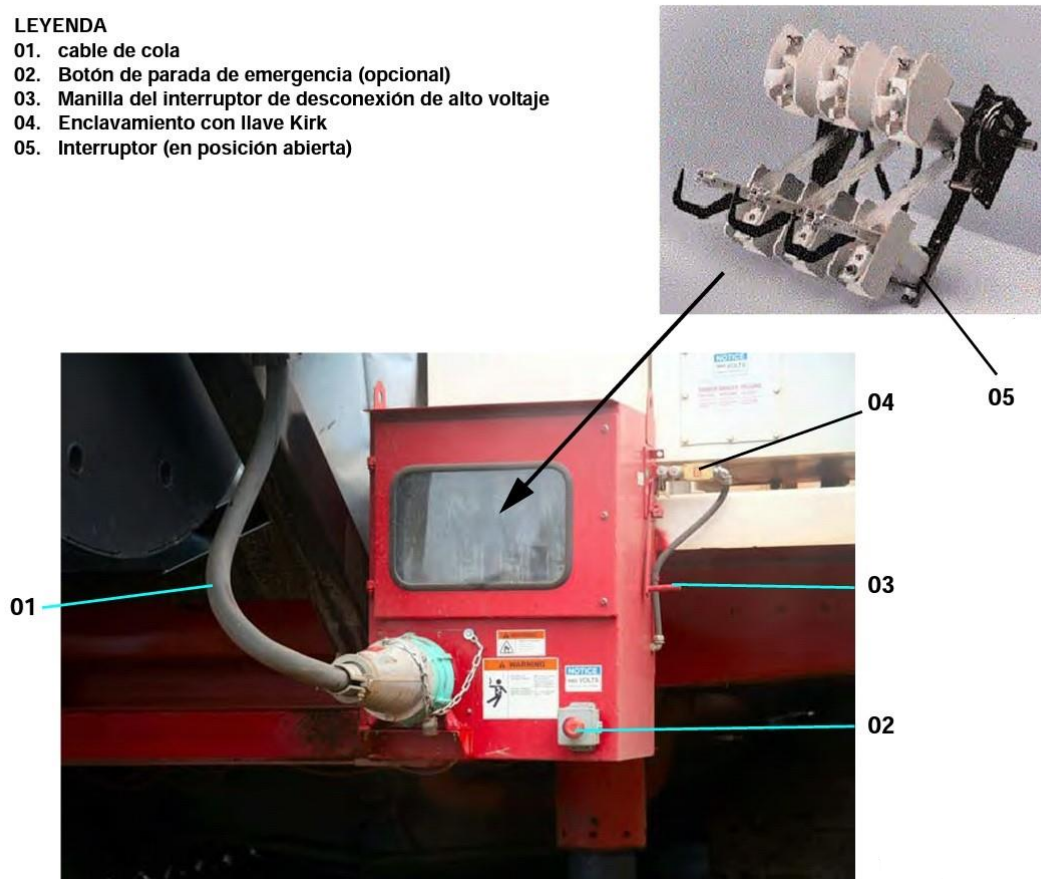
El primer dispositivo de conexión eléctrica y aislamiento en la perforadora es el Interruptor de desconexión de alto voltaje (H02X1). Este interruptor está ubicado en una cabina en la parte delantera de la perforadora en la plataforma izquierda.

El interruptor de desconexión de alto voltaje proporciona capacidades completas de conexión eléctrica y aislamiento del suministro de alto voltaje de la perforadora. Este conjunto recibe el suministro de alto voltaje de corriente alterna (CA) a través del cable de cola (Ítem 01, Figura 5-7) ya sea directamente desde una subestación conectada a la red de distribución eléctrica de la mina o desde la salida del carrito porta-cable opcional. Los conductores del cable de cola se conectan en la parte superior del interruptor de desconexión. Hay tres alambres conectados en la parte inferior del interruptor, los cuales se dirigen a la Cabina de alto voltaje.

El sistema instalado de enclavamiento eléctrico con llave Kirk limita la exposición a la alimentación eléctrica de gran potencia en la cabina de HVDS. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

**LEYENDA**

- 01. cable de cola
- 02. Botón de parada de emergencia (opcional)
- 03. Manilla del interruptor de desconexión de alto voltaje
- 04. Enclavamiento con llave Kirk
- 05. Interruptor (en posición abierta)



**Figura 3-52: Cabina del interruptor de desconexión de alto voltaje**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.4.2.2 Cabina de alto voltaje

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) la potencia del Interruptor de desconexión de alto voltaje se dirige a la Cabina de alto voltaje que se ubica en la pared delantera de la perforadora, dentro de la sala de máquinas. Esta cabina contiene dos interruptores de desconexión:

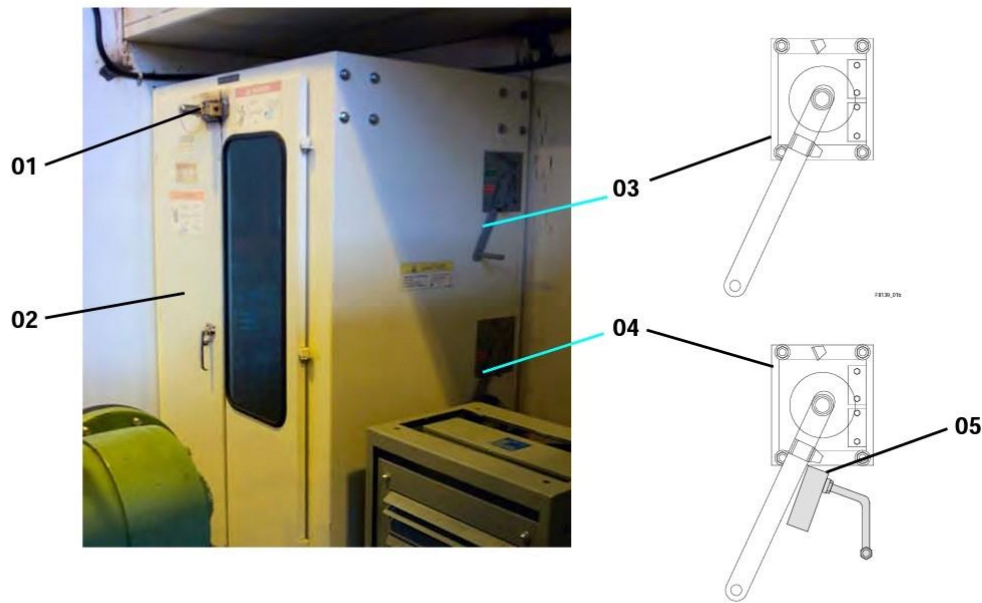
- El interruptor de desconexión del motor principal H02B01 Este conjunto recibe el suministro de alto voltaje de corriente alterna (CA) del interruptor de desconexión de alto voltaje. Los conductores del cable están conectados en la parte superior de este interruptor

de desconexión. Hay tres alambres conectados en la parte inferior del interruptor, Estos alambres se dirigen hacia los fusibles del motor principal de 150 Amp, H01C01, H01C02 y H01C03. El pulsador del interruptor se proporciona con un interruptor de proximidad para informar el AC800 que el interruptor está en la posición cerrada.

- El interruptor de desconexión del transformador principal H02A01. Este conjunto recibe el suministro de alto voltaje de corriente alterna (CA) del interruptor de desconexión de alto voltaje. Los conductores del cable están conectados en la parte superior de este interruptor de desconexión. Hay tres alambres conectados en la parte inferior del interruptor, Estos alambres se dirigen hacia los fusibles del transformador principal de 150 Amp, H01A01, H01A02 y H01A03.

Esta cabina también contiene dispositivos de protección contra rayos, H01B01, H01B02 y H01B03, transformadores de corriente del motor principal, H03C01, H03C02 y H03C03, fusibles del motor principal de 150A, H01C01, H01C02 y H01C03, y fusibles del transformador principal de 150A, H01A01, H01A02 y H01A03.

Un sistema de enclavamiento eléctrico con llave Kirk (Ítem 01, Figura 5-8) limita la exposición a la energía eléctrica de alta potencia presente en la cabina de alto voltaje. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**LEYENDA**

01. Enclavamiento con llave Kirk

02. Cabina de alto voltaje

03. Interruptor de desconexión del transformador principal

04. Interruptor de desconexión del motor principal

05. Interruptor de proximidad

**Figura 3-53: Cabina de alto voltaje**

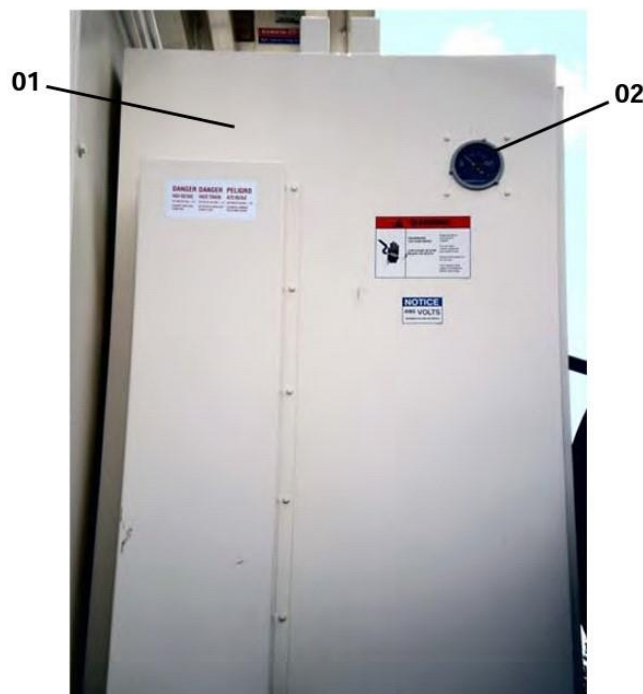
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.4.2.3 Transformador principal

Un transformador principal de triángulo a estrella, trifásico, de tipo en seco, enfriado por aire, ubicado en la parte delantera de la perforadora. El alto voltaje del interruptor de desconexión del transformador principal fluye a través de los fusibles del transformador principal, H01A01, H01A02y H01A03, y se aplica al inductor del transformador principal.

Durante el servicio o el mantenimiento, el interruptor de desconexión del transformador principal H02A01 desconecta la potencia del transformador principal. Los fusibles en línea protegen el transformador principal contra la corriente de entrada excesiva.

El transformador principal suministra el voltaje de alimentación a la perforadora, reduciendo el suministro de alto voltaje a 520 VAC, 480 VAC (380 VAC 50Hz), 416 VAC opcional (50 Hz), 230 VAC opcional (50 Hz), 208 VAC y 120 VAC. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**LEYENDA**

01. Transformador principal

02. Indicador de temperatura de cabina

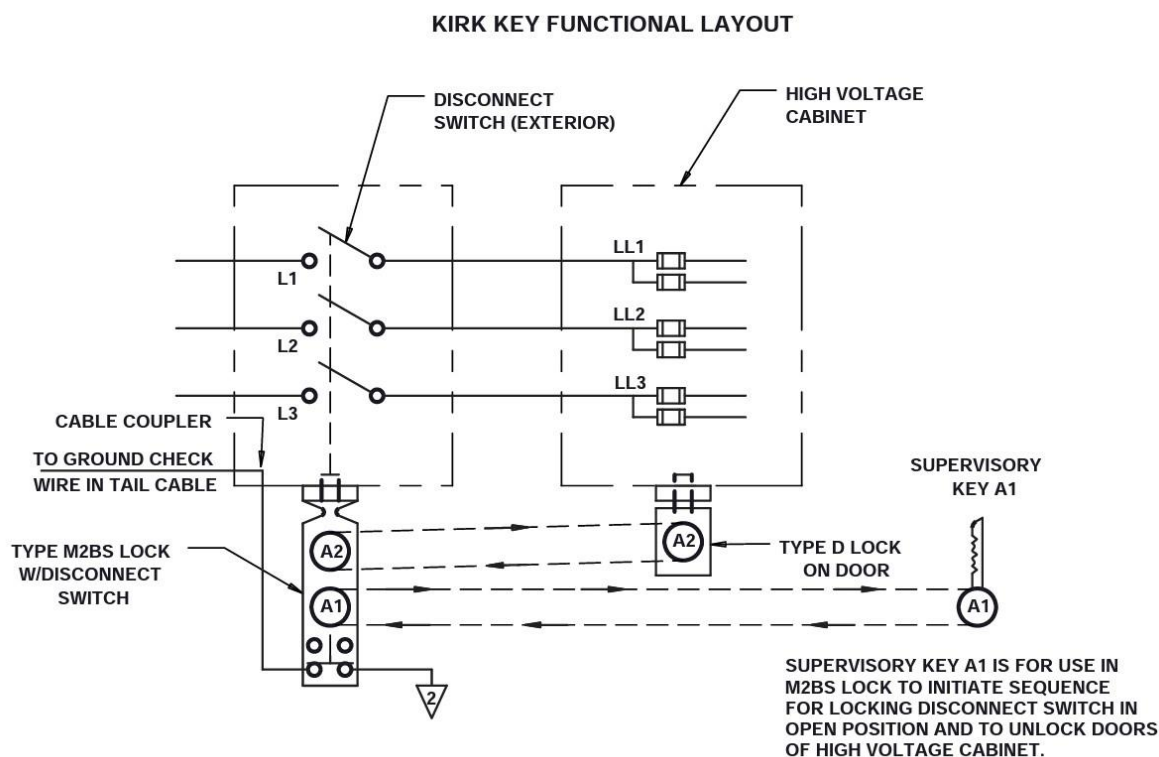
**Figura 3-54: Cabina del transformador principal**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.4.3 Sistema de enclavamiento de llave

#### 3.4.3.1 Operación

La Perforadora 320XPC viene implementada con un sistema de bloqueo para evitar la entrada en áreas que podrían exponer al personal a peligros de electrocución.



**Figura 3-55: Sistema de enclavamiento de llave - Diagrama esquemático**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

➤ **Para el modelo 320XPC**

**Primero:** Abra el interruptor de desconexión principal de alto voltaje.

**Segundo:** Solicite a un Supervisor autorizado que inserte la llave de supervisión A1 en la cabina de alto voltaje. Gire la llave A2 que se encuentra en el extremo opuesto del bloque en sentido anti-horario para dejar trabado el interruptor de desconexión de alto voltaje en la posición OPEN (abierta). Al girar la llave A2 también se abre el circuito de comprobación de tierra en la caseta de control del cliente, si está disponible. La llave A1 se mantiene en el cerrojo y ahora se puede sacar la llave A2.

**Tercero:** Para mayor seguridad, desconecte el cable de cola de la perforadora. Inspeccione visualmente todos los interruptores de aislamiento de alto voltaje, asegurándose de que se hayan desconectado todas las fases.

**Cuarto:** La Llave A2 se puede usar para los siguientes propósitos:

- Acceder a los componentes internos de la cabina del interruptor de desconexión de alto voltaje.
- Bloquear en la posición abierta el interruptor de desconexión de alto voltaje.
- Abrir las puertas de la cabina de alto voltaje

### 3.5 *Sistemas de control de la perforadora*

#### 3.5.1 Información general

El AC800, es una plataforma de hardware donde se pueden conectar las unidades individuales del hardware, la cual puede programarse para realizar múltiples funciones, dependiendo de la configuración específica de la unidad y del sistema operativo.

Una vez configurado, la plataforma del hardware AC800 se convierte efectivamente en el Controlador AC800. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-56: AC800**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) las unidades del hardware que conforman el Controlador AC800 son:

- Unidades procesadoras
- Módulos de interfaces de comunicación
- Unidades fuentes de alimentación, incluyendo varios niveles de potencia disponible
- Unidad de batería de respaldo (opcional).

Cuando está equipado con el software de control especificado, el Controlador AC800 actuará como un controlador de proceso autónomo.

Se pueden conectar varios sistemas de I/O (entrada/salida) al Controlador AC800, ya sea directamente o vía Profibus DP-V1.

El Controlador AC800 consiste de una selección de unidades montadas en rieles horizontales DIN, las cuales pueden alojarse dentro de un armario. La mayoría de las unidades consisten en una placa base y una cubierta removible fijada con tornillos. La placa-base, la cual va siempre montada al riel-DIN, porta la mayoría de las conexiones hacia el procesador, las fuentes de alimentación e interfaces de comunicación, como también hacia los buses y sistemas externos. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



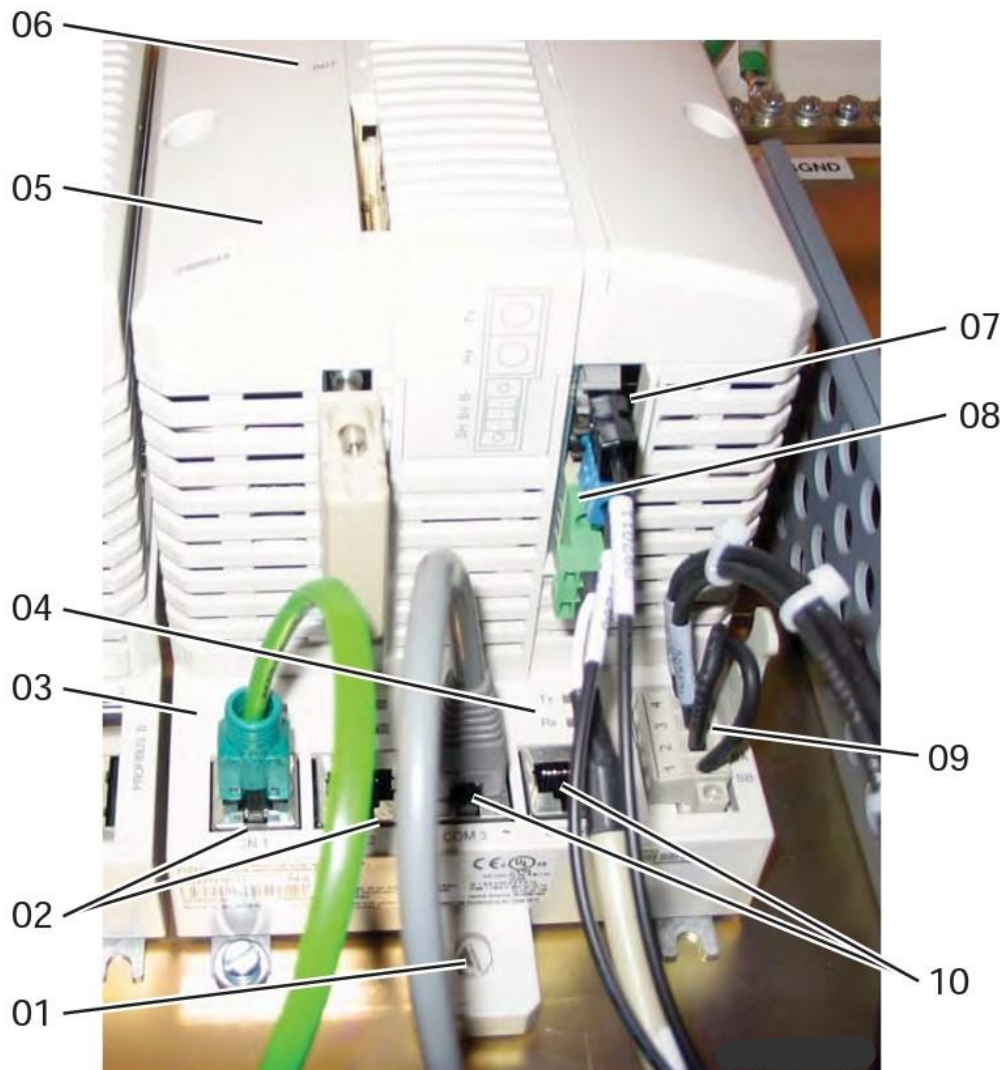
**Figura 3-57: Controlador AC800 con Módulos de interfaz de Profibus DP-V1**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.1.1 Identificación del módulo AC800

El módulo AC800 se divide en dos partes:

- Procesador CPU / fuente de alimentación.
- La placa base aloja la tarjeta de terminales del AC800.



**leyenda**

- 01. dispositivo fijador de riel din
- 02. puertos cn1/cn2
- 03. placa base
- 04. indicadores de estado tx/rx
- 05. unidad procesadora

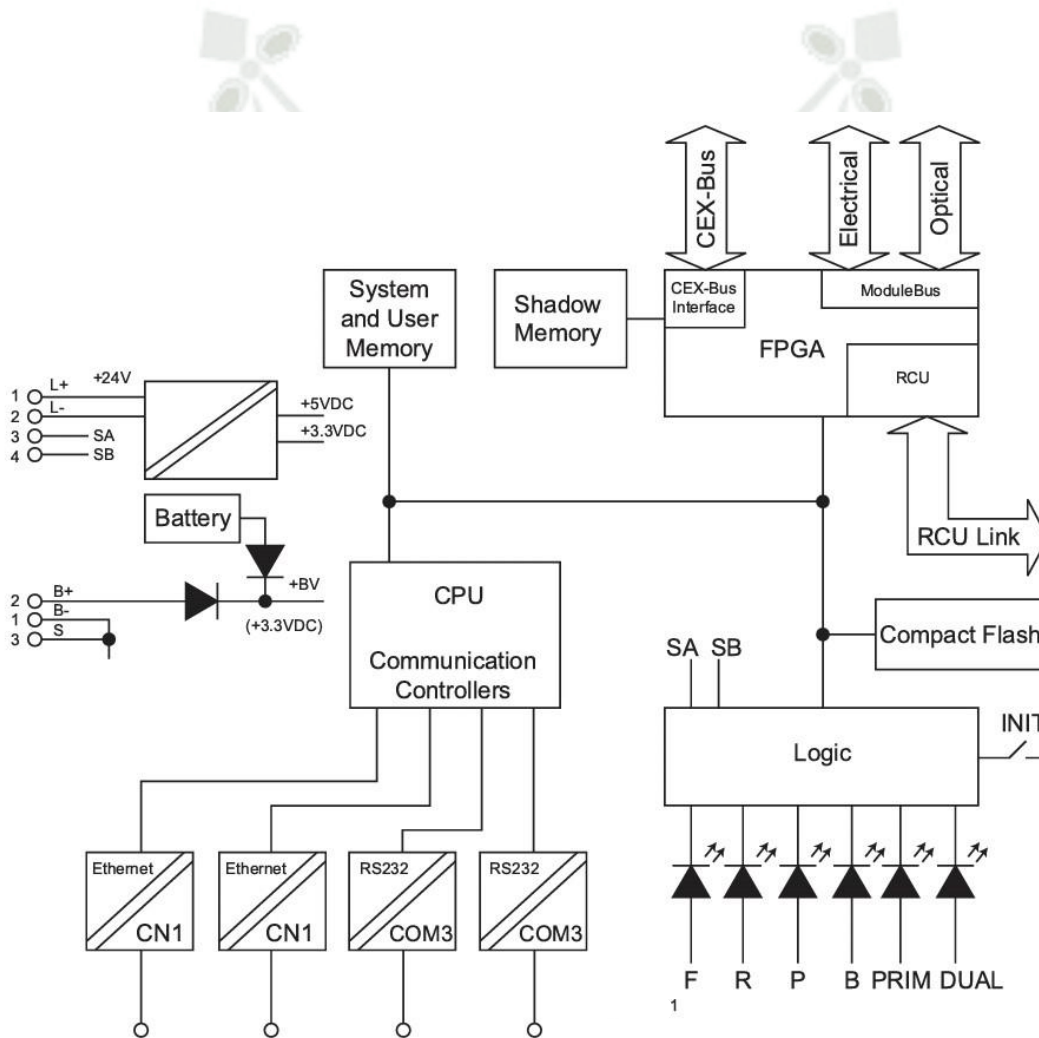
- 06. botón init
- 07. puertos ópticos tx/rx
- 08. tomacorriente de alimentación de batería externa
- 09. tomacorriente de señal de supervisión y fuente de alimen-

**Figura 3-58: Unidad AC800**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Dentro de la unidad procesadora hay una tarjeta para la CPU y la fuente de alimentación.

La tarjeta de la CPU contiene el microprocesador y la memoria RAM, los controladores para todas las interfaces de comunicación incorporadas, el reloj en tiempo real, los indicadores LED y el botón INIT. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-59: Diagrama de bloque funcional del AC800**

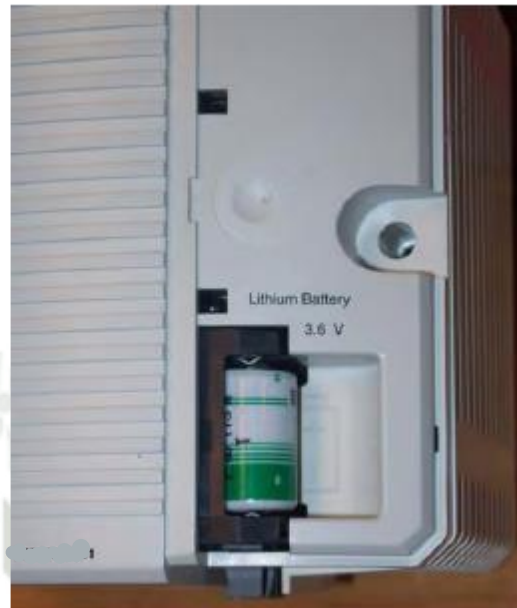
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) la RAM incluida en la unidad procesadora proporciona la función de la "memoria-shadow" automática para la detección de errores bits arbitrarios en la memoria.

- Todas las actualizaciones de la memoria son escritas tanto en la memoria primaria, como en la memoria "shadow" en paralelo.
- En todos los ciclos de lectura de la memoria, se comparan los datos de las dos memorias.
- Si los datos no concuerdan, se fuerza una transferencia a un enlace de reserva.

El manejo de la memoria "shadow" se realiza en el hardware y sin ningún retardo para el tiempo del ciclo de la memoria.

La tarjeta de alimentación genera +5VDC y +3.3VDC aislados, a prueba de circuitos para la CPU y las unidades I/O. La tarjeta también cuenta con drivers y receptores opto-aislados RS232-C para el puerto de servicio, junto con el soporte de la batería de respaldo para la memoria / reloj de tiempo real. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-60: Batería de litio de 3.6VDC (opcional)**

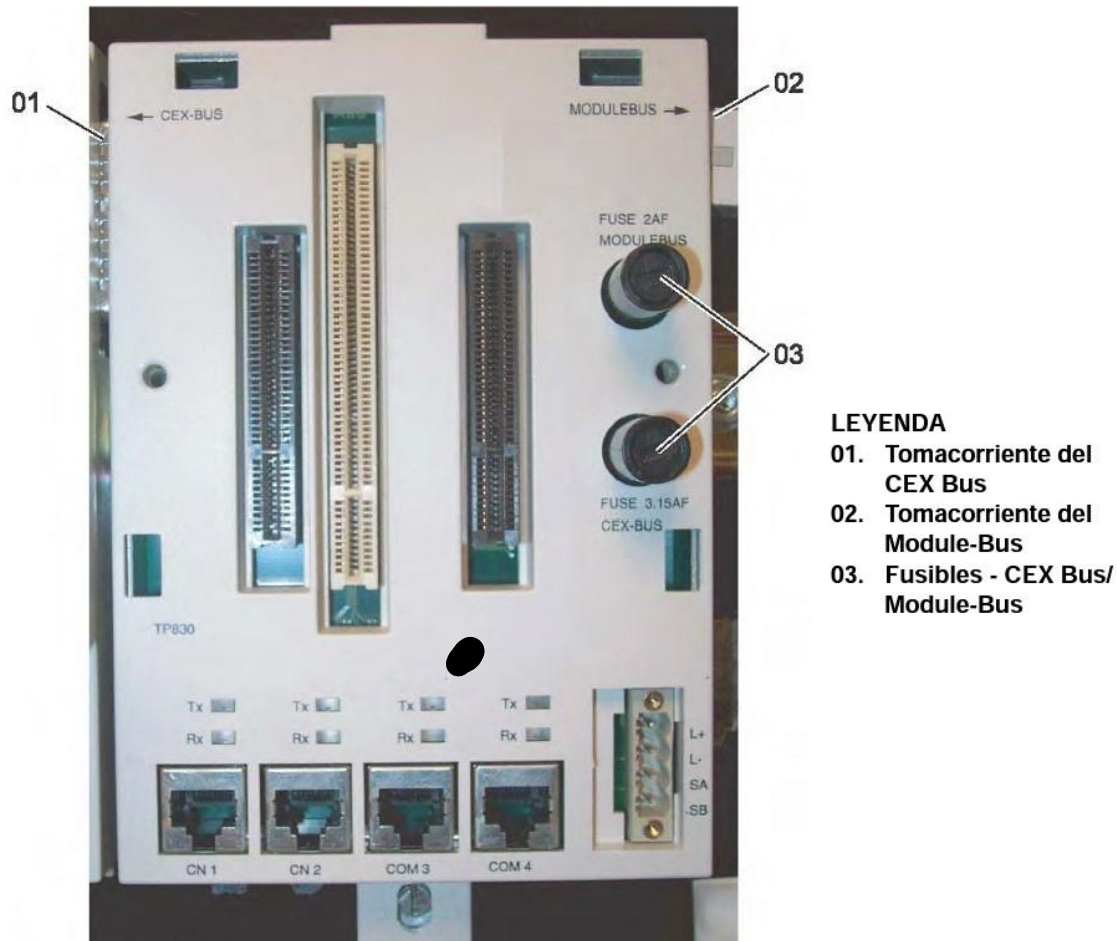
*FUENTE: P&H Mining (2013)”*

La placa-base, aloja una tarjeta de terminales donde se encuentran la mayoría de las conexiones externas. La tarjeta se conecta a tierra al riel-DIN a través de los componentes metálicos de la caja. La tarjeta de terminales cuenta con terminales de rosca para el monitoreo de la alimentación y la alimentación redundante, con conectores para la red de control y el puerto en serie, un conector para el puerto de servicio, el ModuleBus y el CEX-Bus eléctricos.

Se conectan 24VDC a la placa-base y alimentan todas las unidades en la CEX-bus y la ModuleBus eléctrica.

En una CPU de configuración única es posible conectar una unidad múltiple de I/O S800, directamente al enchufe incorporado en la ModuleBus ubicada a mano derecha de la placa-base.

La unidad procesadora tiene un conector de bus para la expansión de comunicación, ubicado a mano izquierda de la placa-base. Esta CEX-bus provee unidades de comunicación adicionales para la extensión de puertos de comunicación a bordo. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



- LEYENDA**
- 01. Tomacorriente del CEX Bus
  - 02. Tomacorriente del Module-Bus
  - 03. Fusibles - CEX Bus/ Module-Bus

**Figura 3-61: Placa base**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.1.2 Software de control

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el software usado por el Controlador AC800 se llama Controlbuilder.. Es un nombre genérico para abarcar funciones usadas en un controlador. Estas funciones son proporcionadas por:

- Funciones del Hardware (buses de supervisión, comunicación, buses de I/O).
- Funciones Firmware cargadas en el controlador (sistema ejecutor de tiempo real, reloj de tiempo real, comunicación redundante).
- Programas de aplicación cargados en el controlador (funciones de biblioteca, protocolos de comunicación).

Para producir una aplicación, es necesario usar la herramienta Compact Control Builder. Esta herramienta es extremadamente versátil, la cual cuenta además con varias funciones útiles para la configuración de sistemas.

### 3.5.1.3 Dirección de Ethernet

La placa-base cuenta con una dirección de Ethernet exclusiva (dirección de Control Acceso a Medios (MAC)).

Esta dirección es utilizada por el sistema de gestión de licencias para identificar el hardware. Para ordenar licencias para el software de control, se debe cotizar siempre la dirección exclusiva de Ethernet.

La dirección se puede encontrar en la etiqueta de la dirección de Ethernet pegada a la placa-base.

(P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-62:** Etiqueta de dirección de Ethernet (MAC)

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.2 Procesador AC800



**Figura 3-63:** Procesador AC800

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

El AC800 consta de un microprocesador, unidades I/O conectadas al ModuleBus eléctrico y cuatro puertos de comunicación:

- CN1 + CN2, puertos de Ethernet (IEEE 802.3, 10 Base T).
- COM3, puerto serial (RS232-C) con soporte de modem.
- COM4, puerto serial (RS232-C) para herramienta de servicio.

### **3.5.2.1 Modos de arranque**

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) tenemos los siguientes modos de arranque:

#### **3.5.2.1.1 Arranque en caliente**

Se inician las tareas de aplicación – control. Los valores variables son iniciados a menos que Retain (retención) o Cold retain (retención en frío) estén marcados.

Después de una falla de alimentación, la función de re arranque en caliente será automáticamente iniciada al restaurar la energía eléctrica.

#### **3.5.2.1.2 Re arranque en frío**

Se reanuda el programa de aplicación. Los valores variables son iniciados a no ser que Cold retain esté marcado. Para iniciar un re arranque en frío, el controlador debe ser reiniciado presionando brevemente el botón INIT (menos de 2.5 segundos).

### 3.5.2.1.3 Reseteo del controlador

Se detiene el sistema. El programa de aplicación y las variables se borran.

Para iniciar el reinicio del controlador presione y mantenga presionado el botón Controller INIT (más de tres segundos), hasta que el LED Run comience a parpadear. El reinicio del controlador debe realizarse, si el sistema está en una posición indefinida y por consiguiente no disponible para el usuario.

### 3.5.2.2 Comprobación de operación correcta del AC800

Para que el Controlador AC800 y todas las unidades asociadas estén operando correctamente, refiérase a la Tabla 6-1. Verifique el estado de cada indicador LED.

LED	Estado
<b>Procesador AC800</b>	
El LED rojo Fault debe estar apagado	OK
El LED verde Run debe estar encendido (estable)	OK
El LED verde Power debe estar encendido (estable)	OK
El LED verde Battery debe estar encendido (estable)	OK
<b>Interfaz del Profibus DP-V1</b>	
El LED rojo Fault debe estar apagado	OK
El LED verde Run debe estar encendido (estable)	OK
<b>Tabla 6-1: Comprobación de operación correcta del AC800</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>	

### 3.5.2.3 Datos técnicos

Ítem	Valor
Memoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2MB flash PROM (almacenaje de firmware).</li> <li>• 16MB de SDRAM (11 MB disponibles para programa de aplicación y 5MB usados para firmware ejecutable).</li> </ul>
Disipación de potencia	6W típico 11W típico (incluyendo máxima potencia al ModuleBus y CEX-bus).
Consumo de corriente	250 mA típico (430 mA máx.) (excluyendo alimentación de ModuleBus y CEX-bus).
Conector de entrada de potencia	Conector roscado de cuatro pins L+, L-, SA y SB.
Requisitos de la fuente de alimentación	Entradas designadas L+ y L- 24 V nominal, variación entre 19.2VDC y 30VDC.
Entradas de estado a fuente de alimentación redundante	Entradas designadas SA, SB <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voltaje máximo de entrada de 30V</li> <li>• Voltaje mínimo de entrada para alto nivel de 15V</li> <li>• Voltaje máximo de entrada para bajo nivel de 8V</li> </ul> Estas entradas son entradas de estado. Los niveles umbrales son límites de entrada lógicos de 0 ó 1, no límites de falla de potencia.
Reserva de potencia	El procesador tiene una reserva de potencia interna de 5ms, suficiente para que la CPU realice una bajada de potencia controlada.
Régimen de protección	IP20 de acuerdo a EN60529, IEC 529.
Peso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1200g (2.6lbs) (paquete PM861K01).</li> <li>• 2800g (6.1lbs) (paquete PM861K02).</li> </ul>
Dimensiones	119mm de ancho x 186mm de alto x 135mm de prof. (4.7pulg. x 7.3pulg. x 5.3pulg.) El ancho es medido a lo largo del riel-DIN,
<b>Tabla 6-2: Datos técnicos del AC800</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>	

### 3.5.2.3.1 Puertos e interfaces de comunicación

Ítem	Valor
<b>Comunicación de Ethernet CN1 y CN2</b>	
Velocidad de comunicación	10Mbit/s (semidúplex)
Niveles de señal	IEEE802.3, 10Base-T
Conector	RJ45
<b>Comunicación en serie COM3</b>	
Velocidad de comunicación	Seleccionable en pasos desde 75 a 115200 baudios. 75, 110, 134.5, 150, 300, 600, 1200, 1800, 2000, 2400, 9600, 19200, 38400, 115200 baudios.
Niveles de señal	RS232-C
Conector	RJ45
Respaldo Modem	Sí
<b>Comunicación en serie COM4</b>	
Velocidad de comunicación	9600 baudios
Niveles de señal	RS232-C
Conector	RJ45
Respaldo Modem	No
<b>Modulo bus eléctrico</b>	
Capacidad de I/O	Grupo base de 1 × I/O con unidades de hasta 12 × I/O
Corriente de alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máx. de 24V – 1.0A (a prueba de cortocircuitos, fusible de accionamiento rápido de 2A)</li> <li>• Máx. de 5V – 1.5A (a prueba de cortocircuitos)</li> </ul>
Variación de voltaje de alimentación	24V - sigue la potencia de entrada en L+
<b>Modulo bus óptico</b>	
Capacidad de I/O	Grupos de hasta 7 × I/O cada uno con 12 unidades
Conector	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable dúplex de fibra óptica</li> <li>• Cable símplex de fibra óptica</li> </ul>
<b>CEX Bus</b>	
Capacidad	Hasta 12 interfaces de comunicación
Corriente de alimentación	Máx. de 24V - 2.4A (fusible de accionamiento rápido de 3.15A)
<b>Tabla 6-3: Puertos e interfaces de comunicación</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>	

### 3.5.2.3.2 Batería

Cuando la batería externa de respaldo opcional se conecta al AC800, ésta se conecta en paralelo con la batería interna del AC800. Esto provoca que ambas baterías se descarguen prematuramente. Para evitar una reducción del tiempo de respaldo disponible en la memoria, saque la batería interna del AC800.

La memoria contenida es respaldada ya sea con la unidad de batería de respaldo interna o externa. Para más información sobre el tiempo de respaldo, refiérase a la Tabla 6-4. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

Fuente	Tiempo de respaldo
Externa	Mínimo de 3 semanas
<b>Tabla 6-4: Tiempo de respaldo</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>	

Los tiempos de respaldo indicados en la Tabla 6-4 son válidos si las baterías han sido instaladas después de energizar normalmente la CPU, permitiendo que la función de respaldo de memoria se active.

### 3.5.2.3.3 Indicadores LED

LED	Color	Función
Fault (falla)	Rojo	Estado normal – OFF (apagado) Re-start (INIT) (reinicio) enciende temporalmente Fault. También puede ser operado por programa software.
Run (ejecución)	Verde	Estado normal – ON (encendida) Re-start (INIT) apaga temporalmente Run. Al reiniciar presione el botón (INIT) (3 segundos o más) hasta que Run parpadee. También puede ser operado por programa software.
Power	Verde	Estado normal – ON (encendido)

(alimentación)		<p>Cuando está encendida, indica que el convertidor de la CPU de DC/DC está generando voltajes de alimentación válidas de +5VDC y +3.3VDC.</p> <p>Sin control de software.</p>
Battery	Verde	<p>Estado normal – ON (encendido)</p> <p>Está encendido cuando la condición de la batería interna o externa es satisfactoria.</p> <p>El LED es controlado por prueba de voltaje de batería de software – BAT-TOK.</p> <p>El software realiza pruebas cíclicas del nivel de voltaje de las baterías por medio de una entrada destinada al control del LED. Durante una pérdida de potencia, la batería proporciona alimentación de respaldo para la memoria de aplicación y el reloj de tiempo real. El acceso a la batería es vía panel de cubierta PM8xx, o conectada externamente al conector de la batería externa. El voltaje de la batería es chequeado por el software. El voltaje es común para ambas baterías, externa e interna. Por esta razón se debe retirar la batería interna cuando se use la batería externa, ya que, al tener dos baterías conectadas en paralelo, resultará en una gran reducción de capacidad</p>
Tx	Amarillo	<p>Transmisión de datos CN1 + CN2 y COM3 + COM4</p> <p>Parpadea en sincronización con tráfico de Tx.</p>
Rx	Amarillo	<p>Recepción de datos CN1 + CN2 COM3 + COM4</p> <p>Parpadea en sincronización con tráfico de Tx.</p>
PRIM(ary)	Amarillo	<p>Se enciende en configuración simple y redundante</p> <p>Indica que la CPU Primaria está en configuración redundante. Controlado por software.</p>
DUAL	Amarillo	<p>Enciende cuando la CPU está funcionando en configuración redundante y en estado sincronizado.</p>
<p><b>Tabla 6-5: Indicadores LED</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i></p>		

### 3.5.2.3.4 Interruptores y botones

Nombre	Tipo	Descripción
INIT	Botón manual	Inicia: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arranque en frío, si INIT se mantiene menos de 2.5 segundos.</li> <li>2. Reseteo del controlador, si INIT se mantiene más de 3 segundos.</li> </ol>

**Tabla 6-6: Interruptores y botones**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.3 Interfaz de Profibus DP-V1



**Figura 3-64: Módulos de interfaz de Profibus DP-V1**

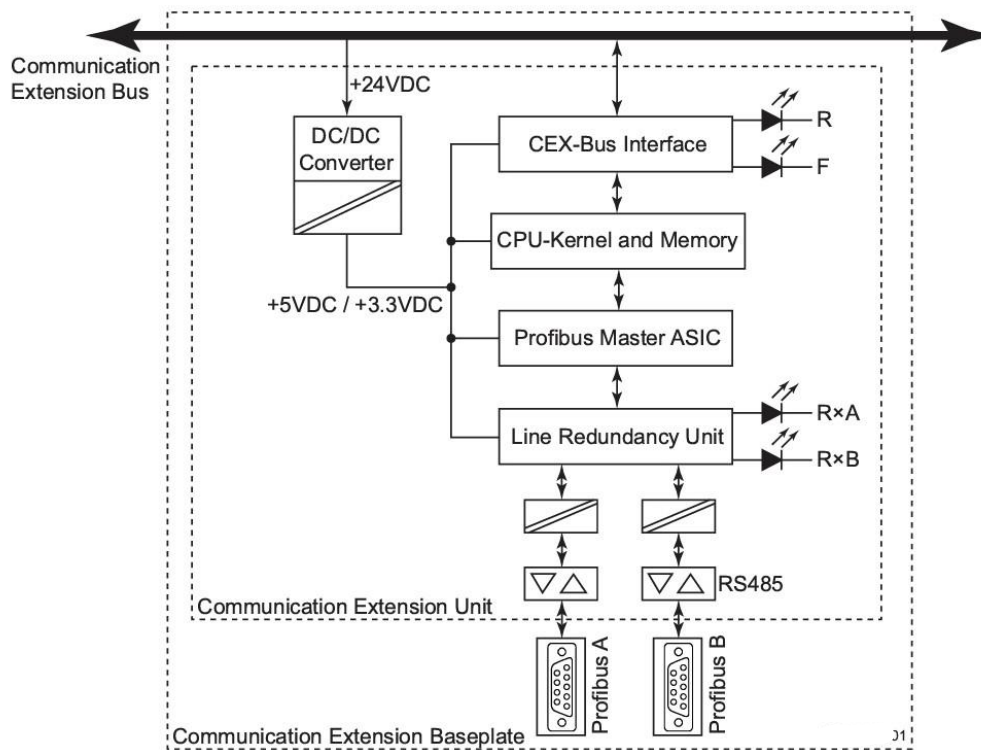
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

La unidad de la interfaz del Profibus DP-V1 y sus Placas-base asociadas se usa para la conexión de I/O remotas por medio de una compuerta de acceso externa en el Profibus DP. Se pueden conectar instrumentos de campo al AC800. La placa-base tiene dos conectores hembras DB9, para la conexión del Profibus DP con el soporte de redundancia de línea. La placa-base cuenta con un bloqueo de código que impide la instalación de un tipo de unidad incorrecta en la placa-base. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.3.1 Características Claves

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) se tiene las siguientes características:

- Profibus DP con interfaz de línea redundante (dos conectores hembra DB9 ubicados en la placa-base).
- Montaje simple del riel-DIN.
- Además de la transferencia cíclica de datos, la interfaz del Profibus DP-V1 respalda la comunicación acíclica DP-V1 y la redundancia esclava.
- Al usar repetidores, es posible conectar un máximo de 124 nodos a un Profibus DP (se permiten 32 nodos en 1 segmento).
- El dispositivo bloqueador preestablecido, de código Alfa de dos letras, instalado en la base de la unidad, impide montar componentes incompatibles.



**Figura 3-65: Diagrama de bloque funcional de la interfaz de Profibus DP-V1**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

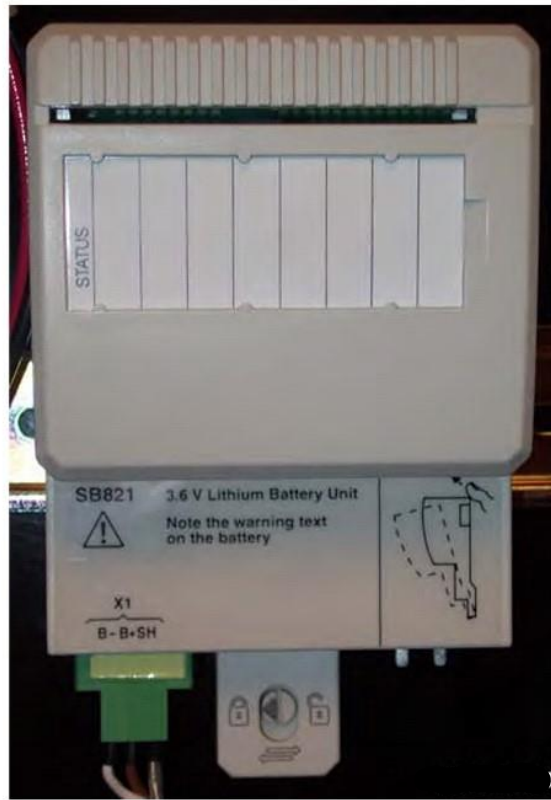
### 3.5.3.2 Indicadores

LED	Función
Fault /Rojo	Error de unidad detectado. Controlado por software de control. Ajustado y eliminado por hardware durante el reseteo del controlador.
Run /Verde	Operativo. Controlado por software de control. Eliminado por hardware durante el reseteo del controlador.
RxA /Amarillo	Recibe datos en Línea A. Por cada telegrama recibido, el LED parpadea durante 150ms aproximadamente.
RxB /Amarillo	Recibe datos en Línea B. Por cada telegrama recibido, el LED parpadea durante 150ms aproximadamente.
PRIM/Amarillo	Se enciende en configuración simple y redundante Indica que la CPU Primaria está en configuración redundante. Controlado por software.

**Tabla 6-7: Indicadores de estado de la interfaz de Profibus DP-V1**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.4 Unidad de batería externa de backup (opcional)



**Figura 3-66: Batería externa de respaldo (opcional)**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

La batería de la unidad de batería externa de respaldo opcional se usa como una fuente de alimentación externa para proporcionar un respaldo de memoria extendido para el Controlador AC800. La unidad está montada en el riel-DIN y equipada con un cable de conexión por separado.

### 3.5.5 Sistema de entradas/salidas remoto

El sistema de I/O remoto se basa en el estándar de comunicación de Profibus DP-V1.

### 3.5.5.1 Profibus DP-V1

Debido a que las especificaciones originales del Profibus-DP no entregaban servicios especiales para estas tareas, se definieron extensiones apropiadas para estas funciones en 1997. Estas extensiones pueden implementarse opcionalmente y son compatibles con el protocolo actual de Profibus-DP y todas las versiones anteriores. La variante entendida de Profibus-DP se denomina Profibus DP-V1. Adicionalmente a los servicios de comunicación cíclicos del Profibus-DP, éste también ofrece servicios acíclicos para mensajes de alarma, diagnósticos, parametrización y control de los dispositivos de terreno. Por este motivo, es el estándar adoptado para utilizar en todo el equipo de minería P&H que emplea el Sistema de control universal (UCS). (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.5.2 Maestros y esclavos del Profibus DP-V1

El maestro (master) del Profibus DP-V1 conecta el AC800 con los sistemas de I/O remotos. El maestro del Profibus DP-V1 intercambia datos con los sistemas de I/O remotos y monitorea el sistema de buses del Profibus DP-V1.

El sistema de I/O remoto, o esclavos (slaves), prepara los datos desde los dispositivos remotos que están conectados localmente a las I/O remotas para que puedan ser transmitidos vía Profibus DP-V1 al AC800. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.5.3 Estructura de la red Profibus DP-V1

La Figura 3-67 ilustra las estructuras de las redes Ethernet y PROFIBUS DP-V1. El maestro DP-V1 está integrado al sistema AC800. El AC800 tiene un módulo de interfaz del Profibus DP-V1. Los esclavos DP-V1 son el sistema de I/O remoto conectado a los maestros DP-V1 por medio del Profibus DP-V1. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



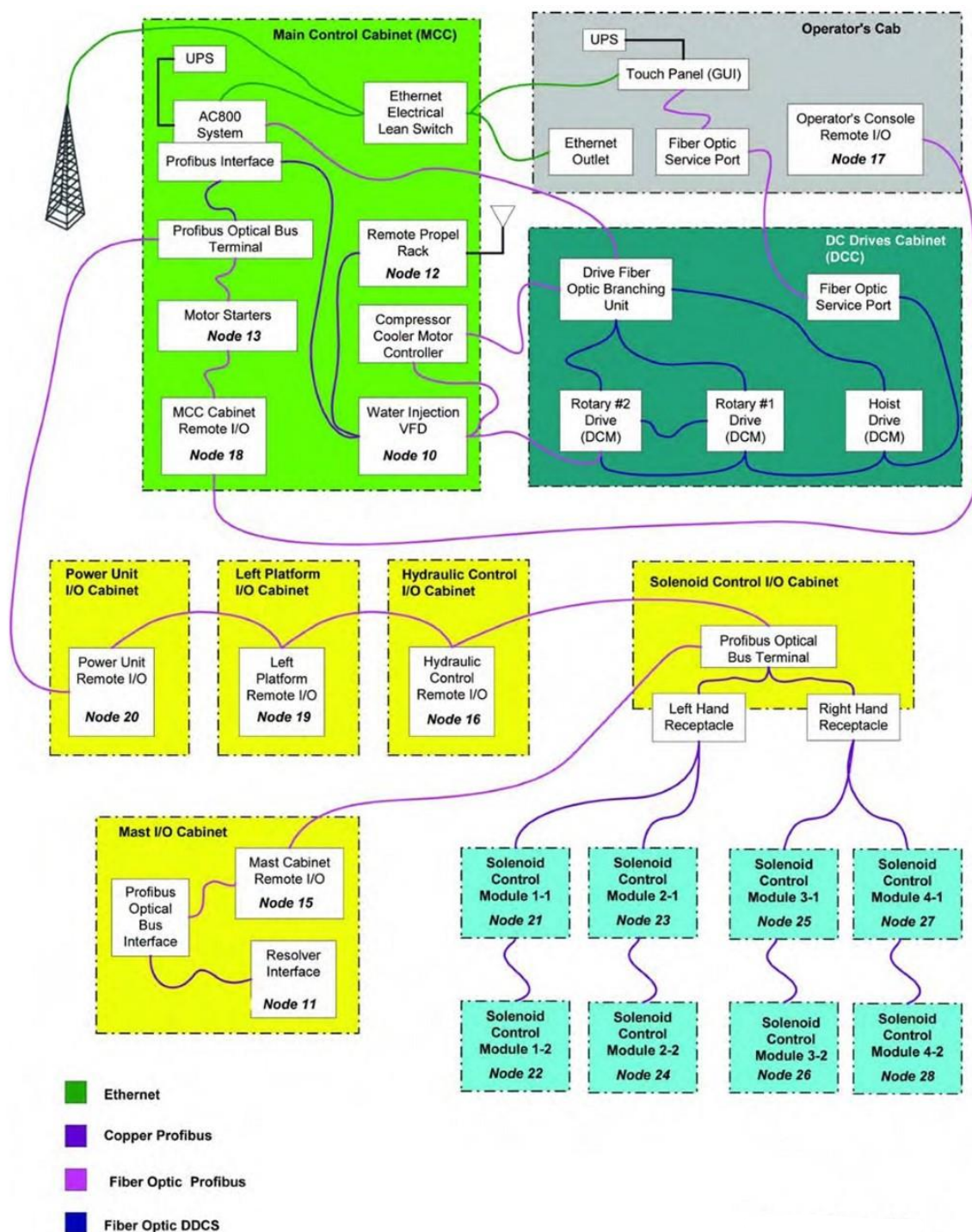


Figura 3-67: Redes Ethernet y Profibus DP-V1

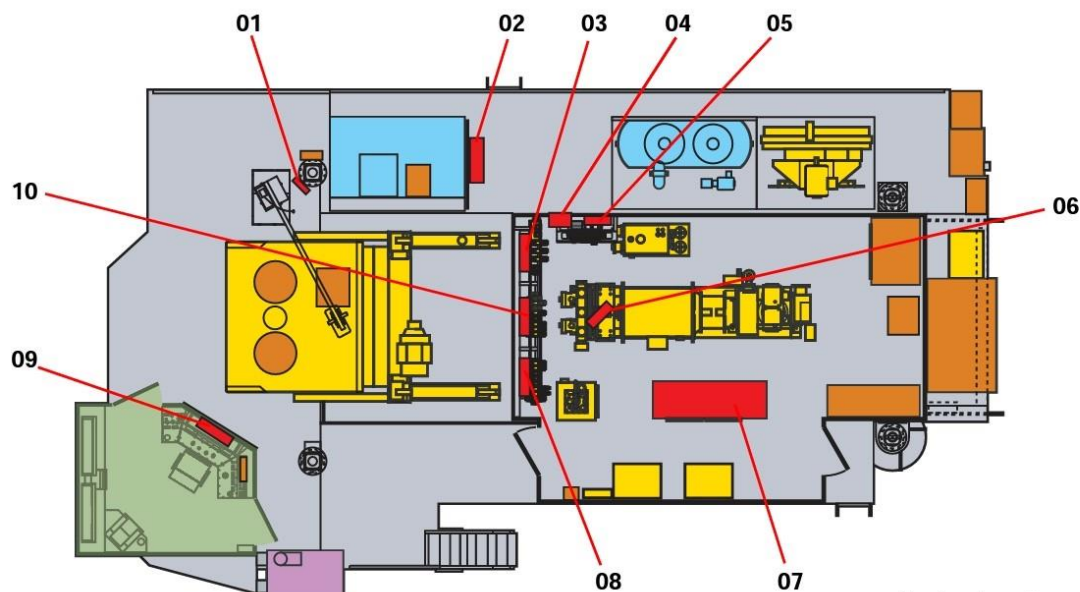
FUENTE: P&H Mining (2013)

### 3.5.5.4 Sistema de I/O remoto

El sistema de I/O remoto es un esclavo DP-V1 modular graduado finamente y altamente flexible. Virtualmente, cualquier número de módulos de I/O en cualquier combinación se puede conectar, justo al lado del módulo de interfaces que transfiere los datos al maestro DP-V1. La configuración de las I/O puede ajustarse para satisfacer cualquier requerimiento. Dependiendo del tipo de módulo de interfaces usado, cada sistema de I/O remoto puede tener hasta 63 módulos. Por ejemplo, módulos de potencia, módulos de I/O y arrancadores de motor. El hecho de que los arrancadores de motores pueden ser integrados (conmutando y protegiendo cualquier carga trifásica de hasta 7.5kW), asegura que el sistema de I/O remotas pueda adaptarse rápidamente.

El sistema de I/O remotas consiste principalmente de varios módulos de terminales pasivos, en los cuales se conectan los módulos electrónicos y los arrancadores de motores. El sistema de I/O remoto se conecta al sistema de bus del Profibus DP-V1, mediante los conectores del Profibus DP-V1 en el módulo de interfaces. Cada sistema de I/O remoto es un esclavo DP-V1 en el sistema de bus del Profibus DP-V1.

En la Figura 3-68, se muestra la ubicación de los nodos del Sistema de I/O remotas de una Perforadora eléctrica para minería P&H. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**LEYENDA**

- 01. I/O remotas del mástil (Nodo 15) e interfaz del resolver (Nodo 11)
- 02. I/O remotas de plataforma izquierda (Nodo 19)
- 03. Módulos de control de solenoide 3-1 y 3-2 (Nodos 25 y 26)
- 04. I/O remotas de la cabina de control hidráulico (Nodo 16)
- 05. Módulos de control de solenoide 4-1 y 4-2 (Nodos 27 y 28)
- 06. I/O remotas de la cabina de control de la unidad de potencia (Nodo 20)
- 07. Cabina de control principal (MCC):  
I/O remotas (Nodo 18)  
I/O remotas de arrancadores de motores: ( 13)  
Interfaz de frecuencia variable de inyección de agua (Nodo 10)
- 08. Módulos de control de solenoide 1-1 y 1-2 (Nodos 21 y 22)
- 09. I/O remotas de la consola del operador (Nodo 17)
- 10) Escáner de propulsión remota opcional (Nodo 12)

**Figura 3-68: Ubicación de los nodos del Sistema de I/O remotas**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6 Componentes del sistema de I/O remoto

La Tabla 6-8 entrega una descripción de los componentes del sistema de I/O remoto.

Componente	Función
Riel DIN	Provee una superficie para montar los componentes del sistema de I/O remoto.
Módulos de terminales	Porta el cableado y recibe los módulos de potencia y electrónicos. Los módulos de terminales se encuentran disponibles con terminales tipo resorte para los siguientes módulos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulos de potencia.</li> <li>• Módulos de I/O.</li> </ul>
Módulo de interfaces	Conecta el sistema de I/O remoto con el maestro DPV1 y prepara los datos para los módulos electrónicos y los arrancadores de motor. Se usan dos tipos de módulos de interfaces en el Sistema de control universal. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo estándar de interfaces de fibra óptica</li> <li>• Módulo de interfaces de fibra óptica Ecofast</li> </ul>
Módulo de potencia	Monitorea el voltaje de todos los módulos electrónicos en el grupo potencial. Los siguientes módulos de potencia están disponibles: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para una fuente de poder de 24VDC, 120VAC/ 230VAC con diagnósticos y fusibles.</li> </ul>
Fuente de potencia de la cabina MCC	Convierte el voltaje de línea (120 VAC/230 VAC) en un voltaje operacional de 24VDC para alimentar el Sistema de I/O remotas en la cabina de MCC y la cabina de I/O de la unidad de potencia. Puede utilizarse como fuente de potencia de carga para los circuitos de carga de 24VDC.
Fuentes de potencia de la cabina de control de solenoide	Convierte el voltaje de línea (120 VAC/230 VAC) en un voltaje operativo de 24VDC para alimentar los ocho Módulos de control de solenoide en la sala de máquinas.
Fuente de potencia de la cabina de control hidráulico	Convierte el voltaje de línea (120 VAC/230 VAC) en un voltaje operativo de 24VDC para alimentar el sistema de I/O remotas.
Fuente de potencia de la cabina del operador	Convierte el voltaje de línea (120 VAC/230 VAC) en un voltaje operativo de 24VDC para alimentar el sistema de I/O remotas.

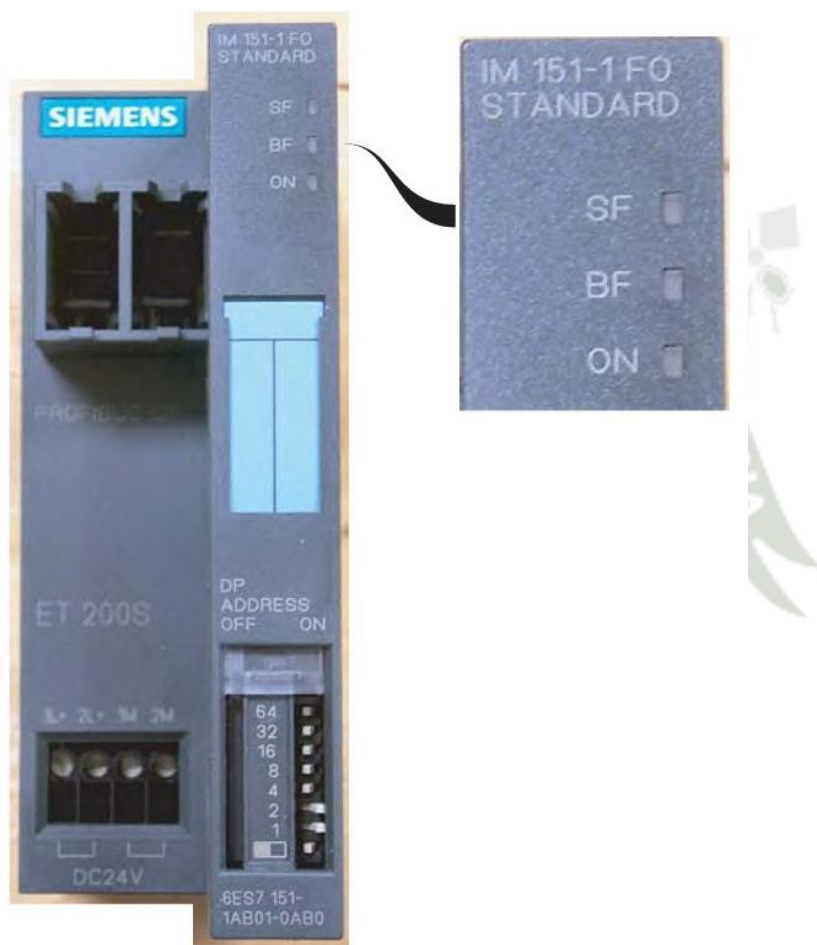
Módulos electrónicos de entrada digital	<p>Se conecta al módulo de terminales y determina la función de ese terminal. Se usan tres tipos de módulos de entrada digital en el sistema de control universal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulos de 24VDC con 4 entradas digitales</li> <li>• Módulo de señal con entrada digital de 16 puntos</li> <li>• Módulo de 120VAC con 2 entradas digitales</li> </ul>
Módulos electrónicos de entrada análoga	<p>Están conectados al módulo de terminales y determinan la función de ese terminal. Para funciones críticas en la medición de tiempo del voltaje y la corriente, se usan los módulos de alta velocidad. Los módulos de alta funcionalidad proporcionan mejor resolución y mayor precisión. Se usan cuatro tipos de módulos de entrada análoga en el sistema de control universal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje</li> <li>• Módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje</li> <li>• Módulos de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de corriente</li> <li>• Módulos de RTD con 2 entradas análogas</li> </ul>
Módulos electrónicos de salida digital	<p>Se conecta al módulo de terminales y determina la función de ese terminal. Se usan cuatro tipos de módulos de salida digital en el sistema de control universal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo de 24VDC con 2 salidas digitales</li> <li>• Módulo de 24VDC con 4 salidas digitales</li> <li>• Módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés</li> </ul>
Módulos electrónicos de salida análoga	<p>Están conectados al módulo de terminales y determinan la función de ese terminal. Se usa un tipo de módulo de salida análoga dentro del sistema de control universal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulos de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje</li> </ul>
Módulos de control de solenoide (SCMs)	<p>Están conectados al Maestro DP-V1 y a solenoides en los bancos de válvulas del sistema hidráulico en la sala de máquinas. Los SCMs controlan el funcionamiento de los solenoides de los bancos de válvulas.</p>

**Tabla 6-8: Componentes del sistema de I/O remoto**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

La función de los LEDs ubicados en el panel delantero de los módulos del sistema de I/O remoto y cómo estos se pueden utilizar para realizar diagnósticos de fallas del sistema.

### 3.5.6.1 Módulo estándar de interfaces de fibra óptica



**Figura 3-69: LEDs de diagnósticos del módulo estándar de interfaces de fibra óptica**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo estándar de interfaces de fibra óptica indicado en la Figura 3-69 se usa para los siguientes grupos de sistema de I/O remoto:

- I/O remotas de la cabina de control principal
- I/O de arrancadores de motores de la cabina de control principal
- I/O remotas de la cabina del operador
- I/O remotas de la cabina de la unidad de potencia
- I/O remotas de la cabina de control hidráulico
- I/O remotas de la cabina de la plataforma izquierda
- I/O remotas de la cabina de control del mástil

#### 3.5.6.2 Módulos de potencia

Se utilizan Módulos de potencia en todos los sistemas de I/O remotas. Ver Figura 3-70.

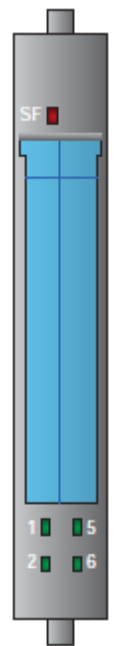


**Figura 3-70: Módulo de potencia**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.3 Módulos de I/O remotas digitales

Los Módulos de I/O remotas digitales, como se muestran en Figura 3-71, se utilizan en todos los Sistemas de I/O remotas.



**Figura 3-71: Módulos de I/O remotas digitales (típicos)**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Se usan varios tipos de módulos de I/O remotas digitales dentro del sistema de control universal.

Estos son:

- Módulo de 24VDC con 4 entradas digitales (todos los bastidores de I/O)
- Módulo de 24VDC de relé con 2 salidas digitales (cabina del operador y bastidores de I/O de unidad de potencia)
- Módulo de 24VDC y 0.5 Amp con 2 salidas digitales (bastidor de I/O de la cabina del operador)

- Módulo de 24VDC y 2 Amp con 2 salidas digitales (bastidor de I/O de MCC)
- Módulo de 24VDC y 120VDC con 2 salidas de relé (todos los bastidores de I/O)

### 3.5.6.4 Módulos de I/O remotas análogas

Los Módulos de I/O remotas análogas, como se muestra en la Figura 3-72, se utilizan en los siguientes Sistemas de I/O remotas:

- Bastidores de I/O de mástil, cabina del operador y MCC.
- Bastidores de I/O de mástil, hidráulicas, plataforma izquierda y unidad de potencia.



**Figura 3-72: Módulos de I/O remotas análogas**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.5 Fuentes de potencia

La perforadora se proporciona con varias fuentes de potencia para suministrar energía a los diversos módulos de I/O y controles como se muestra en la Tabla 6-9

Ubicación	Propósito
Cabina de control principal (MCC)	24VDC para Interfaz de falla a tierra - Cabina de MCC 24VDC para Interfaz de falla a tierra - Cabina de drives de CC 24VDC para Módulo de potencia de arrancadores de motores 24VDC para Controlador de inyección de agua 24VDC para Convertidor de voltaje de inclinómetro 24VDC para Drivers de válvulas solenoides proporcionales para referencia de avance de propulsión izquierda y derecha 24VDC para Drivers de válvulas solenoides proporcionales para referencia de retroceso de propulsión izquierda y derecha 24VDC para Unidad de derivación de fibra óptica de drives 24VDC para Unidad de potencia, Arrancadores de motores y Módulos de interfaces MCC y Terminal de bus óptico del Profibus MCC 24VDC para Módulo de potencia de cabina de I/O de la unidad de potencia 24VDC para Controlador de motor del enfriador del compresor
Cabina del operador	24VDC para Contactores y luces de funcionamiento de interruptores 24VDC para UPS 24VDC para Módulo de interfaz de la cabina del operador 24VDC para Módulo de potencia de la cabina del operador + o - 10VDC para Controlador de joystick 12VDC para Radio
Cabina de control de solenoides	24VDC para Acelerómetros verticales y horizontales

	<p>24VDC para Módulo de interfaz de cabina del mástil, Resolver y Terminal de bus óptico del Profibus del mástil</p> <p>24VDC para Terminal de bus óptico del Profibus de la cabina de solenoides y Receptáculo de salidas de la izquierda y SCMs asociados</p> <p>24VDC para Módulo de potencia del mástil 100</p> <p>24VDC para Receptáculo de salidas de la derecha de la cabina de solenoides y SCMs asociados</p> <p>5VDC para Controlador proporcional de winche</p>
<p>Cabina de control hidráulico</p>	<p>24VDC para Drivers de válvulas solenoides proporcionales para referencia de winche, pulldown y mástil</p> <p>24VDC para Módulo de interfaz de la cabina de I/O de plataforma izquierda</p> <p>24VDC para Módulo de interfaz de la cabina de control hidráulico</p> <p>24VDC para Módulo de potencia de la cabina de control hidráulico</p> <p>24VDC para Módulo de potencia de la cabina de I/O de plataforma izquierda</p>
<p align="center"><b>Tabla 6-9: Fuentes de potencia</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i></p>	

### 3.5.6.5.1 Fuente de potencia de 24VDC/20A

El módulo de la fuente de potencia de 24VDC/20A está montado en el Riel DIN y es principalmente una fuente de alimentación con conmutación de modo para conectarse a los sistemas de CA monofásicos o al sistema bifásico o trifásico. Voltaje de entrada nominal de 120VAC/230VAC, 50Hz/60Hz. Voltaje de salida nominal de +24VDC, flotante, a prueba de cortocircuitos y estable sin carga. Refiérase a Figura 3-73 y Tabla 6-10. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-73: Fuente de potencia de 24VDC/20A**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Hay tres LEDs asociados con esta fuente de potencia según se enumera en la Tabla 6-10.

LED			Significado
24V OK	Sobrecarga (Overload)	Parada (Shutdown)	
On	-	-	El voltaje de salida es $\gt 20.5\text{VDC}$
-	On	-	La sobrecarga, voltaje de salida es $< 20.5\text{VDC}$ . (sólo en modo “Constant current” (corriente constante)).
-	-	On	Parada enclavada (sólo en modo de operación “Shutdown”) o Remote Off vía módulo suplementario.
<b>Tabla 6-10: LEDs de fuente de potencia de 20VDC/20<sup>a</sup></b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>			

Existe la presencia de voltajes peligrosos durante la operación de este equipo eléctrico. La falta de una mantención adecuada al equipo puede resultar en la muerte, lesiones personales graves o daños sustanciales a la propiedad. Sólo el personal calificado debe trabajar en o cerca de estos equipos. El módulo de la fuente de poder funcionará correctamente, sólo si éste se transporta, almacena, instala y ajusta correctamente.

El interruptor principal debe desconectarse y asegurarse para impedir su reconexión, antes de instalar o realizar mantención al equipo. La no desconexión del interruptor principal significa que el contacto con voltaje vivo puede resultar en la muerte o lesiones personales graves. Para operar la unidad en el modo de 120VAC, se debe insertar un puente (jumper) entre los dos terminales “Jump 120VAC”. Este puente opcional porta voltaje peligroso. Éste debe tener la misma sección transversal y aislamiento que el cable de alimentación principal. No debe medir más de 100mm.

(P&H Mining Equipment Inc., 2009)

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) Tenemos las siguientes Variables y características:

#### Variables de entrada

- Voltaje de entrada nominal: AC120VAC/230VAC, 50Hz/60Hz.
- Margen de voltaje de operación: 85-132VAC/176-264VAC.
- Respaldo o soporte de red eléctrica (mains buffering): 120VAC/230VAC es 20ms.
- Corriente de entrada: 120VAC/230VAC es 7.7Arms/3.5Arms.
- Limitación de corriente (25°C) estándar: <60A, <9.9A2s.
- El rendimiento a plena carga (típico) es 89%.
- El consumo de energía (potencia activa) es 540W.

#### Variables de salida

- Estado de suministro de voltaje de salida de CC: 24VDC  $\pm$ 1%.
- Rango de ajuste: 24VDC a 28.8VDC, ajustado vía potenciómetro en sector delantero de la unidad.
- Reducción de potencia a >24VDC: 4%  $I_a$  ó 3°C  $t_{amb}$  / V  $U_a$ .
- Onda de voltaje de salida:  
<100mVpp de onda residual.  
Picos de <200mVpp
- Corriente de salida directa: 0-20A.

### Ambientes

- Temperatura: para almacenamiento y envío: de  $-25^{\circ}\text{C}$  a  $+85^{\circ}\text{C}$  para funcionamiento: de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ .
- Rango de humedad de acuerdo con categoría climática 3K3 a EN 60721, Parte 3; sin condensación.
- Enfriamiento por aire natural.

### Funciones de protección y monitoreo

- Limitación de corriente estática: Típica  $1.15 \times I_a$ .
- Comportamiento bajo condiciones de corto-circuito (salida): Corriente constante / parada, puede conmutarse a través del interruptor selector B.

### 3.5.6.5.2 Fuentes de alimentación de 24VDC/10A

Dos fuentes de alimentación de 24VDC/10A, ubicadas en la cabina hidráulica y la cabina del operador, están montadas en el Riel DIN. Ver Figura 3-74. y Tabla 6-11



**Figura 3-74:** Fuente de alimentación de 24VDC/10A

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Hay tres LEDs asociados con esta fuente de potencia según se enumera en la Tabla 6-11.

LED			Significado
24V OK	Sobrecarga (Overload)	Parada (Shutdown)	
On	-	-	El voltaje de salida es >20.5VDC
-	On	-	La sobrecarga, voltaje de salida es < 20.5VDC. (sólo en modo “Constant current” (corriente constante)).
-	-	On	Parada enclavada (sólo en modo de operación “Shutdown”) o Remote Off vía módulo suplementario.

**Tabla 6-11: LEDs de fuente de potencia de 24VDC/10A**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)”*

La fuente de potencia de 24VDC/10A es principalmente una fuente de alimentación con conmutación de modo para conectarse al sistema de CA monofásico o al sistema bifásico o trifásico. Voltaje de entrada nominal de 120VAC/230VAC y de 47Hz a 63Hz. El voltaje de salida nominal es de +24VDC, libre de potencial con protección contra cortocircuitos y circuitos abiertos. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.6.5.3 Variables de entrada

- Voltaje nominal: 120VAC / 230VAC.
- Margen de voltaje de operación: 85-132VAC/170-264VAC.
- Margen de frecuencia de línea: de 47Hz a 63Hz.
- Respaldo o soporte de red eléctrica (mains buffering): >20 ms.
- Protección en la línea de suministro de la red: 10 A car. C
- Corriente nominal de entrada: 4.4Arms/2.4Arms.

#### 3.5.6.5.4 Variables de salida

- Voltaje de salida CC: 24VDC.
- Margen de ajuste: de 22.8VDC a 28VDC, ajustado vía potenciómetro en sector delantero de la unidad.
- Corriente de salida directa: 10A.
- Rendimiento a plena carga (típico): 90%.

#### 3.5.6.5.5 Ambientes

- Temperatura: para almacenamiento y envío: de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+85^{\circ}\text{C}$  para funcionamiento: de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ .
- Rango de humedad: de acuerdo a categoría climática 3K3 a EN 60721, humedad relativa del aire de 5 a 96% sin condensación.

#### 3.5.6.6 Riel DIN

Los Sistemas de I/O remotas están instalados en un riel con laminado de zinc dentro de la cabina.



**Figura 3-75: Riel DIN**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.7 Módulos de terminales

Los módulos de terminales reciben los módulos de I/O y los módulos de potencia. Estos pueden ser precableados (sin módulos de I/O). Todos los módulos de terminales deben ser instalados a la derecha del módulo de interfaces.

#### 3.5.6.7.1 Módulos de terminales para módulos de potencia

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) los módulos de terminales para los módulos de potencia incluyen las siguientes características:

- Alimentación para un grupo potencial nuevo hasta el siguiente módulo de terminales TM-P.
- Conexión a través de un terminal de resorte.
- Precableado del módulo de terminales.
- Desviación de ruido-perturbaciones desde el módulo de I/O al riel DIN por medio de contacto de resorte.
- Instalación de un elemento de contacto apantallado (blindado).
- Bus AUX1 interrumpido con conexión a los terminales A4 y A8.

### 3.5.6.7.1.1 Asignación de terminales

Refiérase a la Figura 3-76 y a la Tabla 6-12 para la asignación de terminales del módulo de terminales para el modo de potencia.



**Figura 3-76: Asignación de terminales del módulo de terminales**

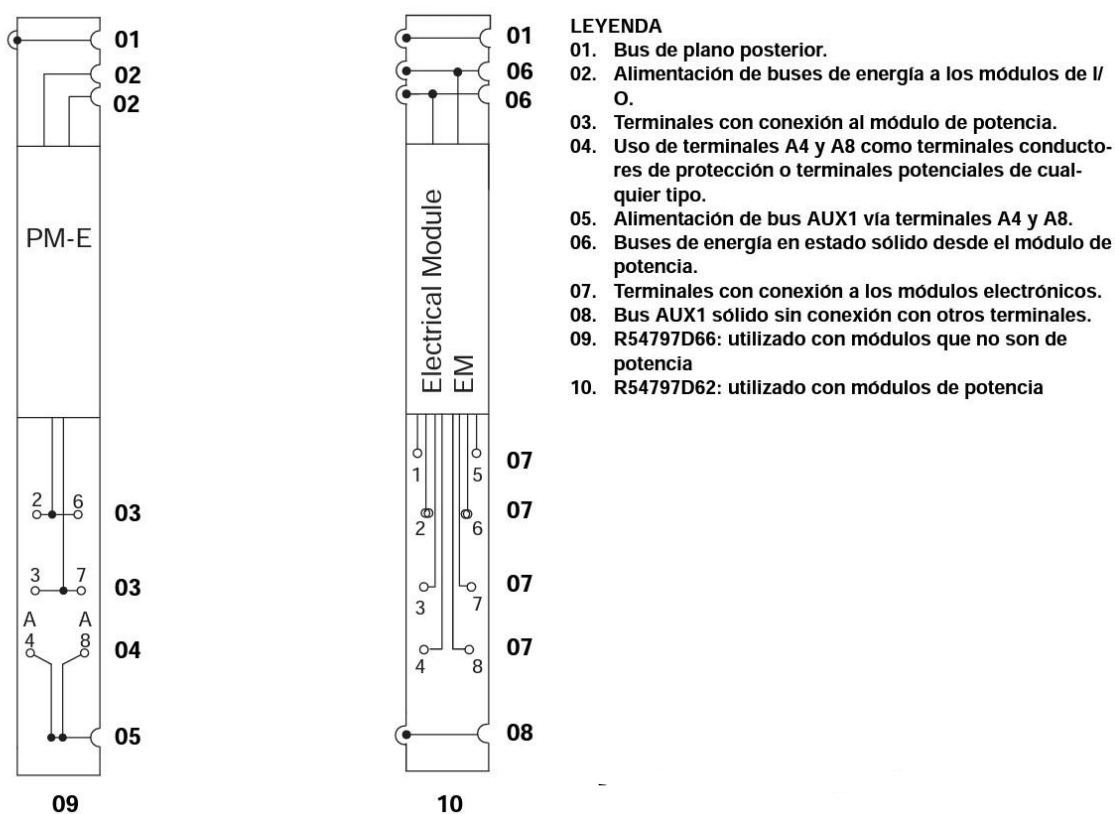
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Terminales		Descripción
2	L+/L	Voltaje de carga nominal para el módulo de potencia y el grupo de I/O asociado.
3	M/ N	
A4	AUX1	Cualquier conexión para el bus de tierra o el bus de voltaje hasta el voltaje de carga nominal máximo del módulo.
6	L+/L	Voltaje de carga nominal para el módulo de potencia y el grupo de I/O asociado.
7	M/ N	
A8	AUX1	Cualquier conexión para el bus de tierra o el bus de voltaje hasta el voltaje de carga nominal máximo del módulo.

**Tabla 6-12: Asignaciones de terminales del módulo de terminales**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.7.1.2 Diagramas de bloque del módulo de terminales



**Figura 3-77: Diagramas de bloque del módulo de terminales**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.7.2 Módulos de terminales para los módulos de I/O

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) los módulos de terminales para los módulos de I/O incluyen las siguientes características:

- Conexión por medio de terminales de resorte.
- Precableado del módulo de terminales.
- Desviación de ruido-perturbación desde el módulo electrónico al riel DIN por medio de contacto de resorte.
- Instalación de un elemento de contacto blindado.

### 3.5.6.8 Módulos de Interfaces

#### 3.5.6.8.1 Estándar Módulo de interfaces de fibra óptica

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de interfaces de fibra óptica estándar tiene las siguientes características:

- Conecta el sistema de I/O remoto con el Profibus DP-V1 vía interfaz de cable de fibra óptica.
- Prepara datos para los módulos electrónicos que están asociados con su grupo específico.
- Suministra el bus de plano posterior.
- La dirección del Profibus DP-V1 del sistema de I/O remoto puede ajustarse por medio de interruptores.
- Si la fuente de poder de 24VDC está desconectada, el módulo de interfaces de fibra óptica estándar también lo está.

- El espacio máximo de dirección es 128 bytes para entradas y 128 bytes para salidas.
- El potencial de referencia del voltaje de alimentación del módulo de interfaces de fibra óptica estándar hacia el riel, (conductor de protección), se conecta a través de una combinación RC, permitiendo de esta manera una configuración sin tierra.
- Un máximo de 63 módulos puede ser operados con el módulo de interfaces de fibra óptica estándar.
- El ancho máximo de la estación es de 1m.



### 3.5.6.8.1.1 Asignación de terminales

Refiérase a la Figura 3-78 para ver la asignación de terminales del módulo de interfaces de fibra óptica estándar para la alimentación de voltaje de 24VDC y el Profibus DP-V1 con interfaz de cable de fibra óptica. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



- LEYENDA**
- 01. Receptor - Conexión de cable de fibra óptica
  - 02. Transmisor - Conexión de cable de fibra óptica
  - 03. 1L+ (24VDC)
  - 04. 2L+ (24VDC) (para conexión derivada)
  - 05. 1M (tierra)
  - 06. 2M (tierra) (para conexión derivada)

**Figura 3-78: Asignación de terminales del módulo de interfaces de fibra óptica estándar**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

3.5.6.8.1.2 Diagrama de bloque del módulo de interfaces de fibra  
óptica estándar

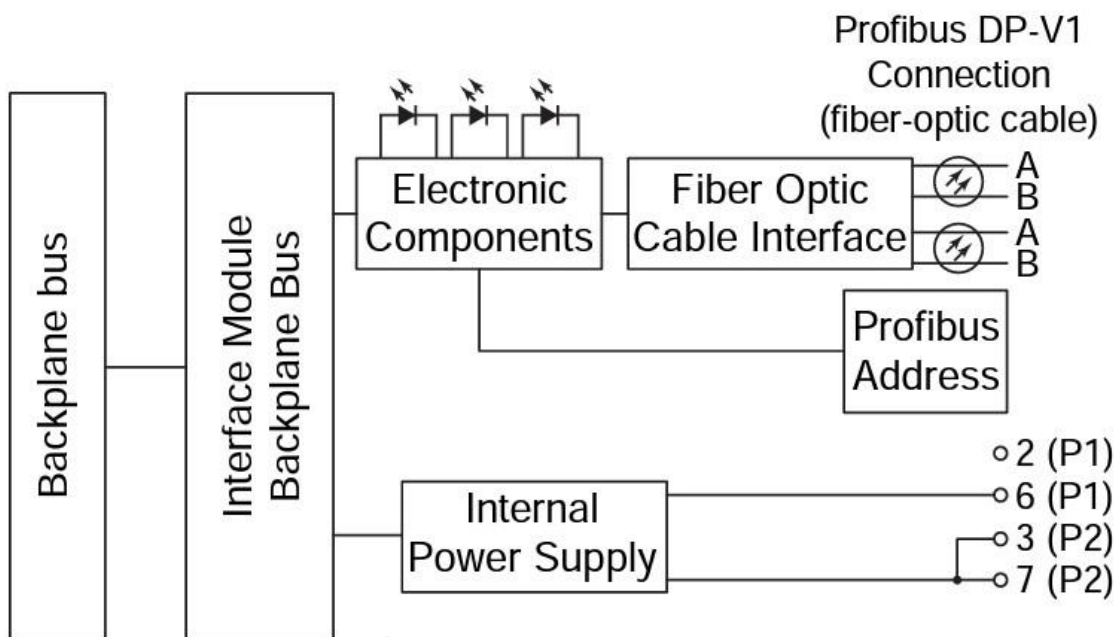


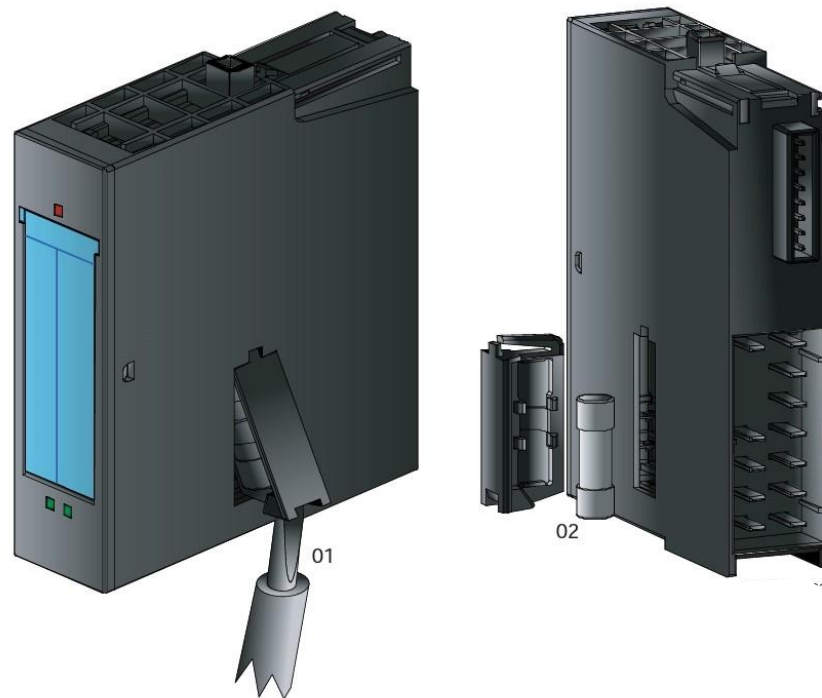
Figura 3-79: Diagrama de bloque del módulo de interfaces de fibra óptica estándar

FUENTE: P&H Mining (2013)

### 3.5.6.9 Módulo de potencia

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de potencia de 24VDC, 120VAC/230VAC tiene las siguientes características:

- Monitorea el voltaje de alimentación de todos los módulos electrónicos en el grupo potencial.
- El voltaje de alimentación se alimenta mediante el módulo de terminales TM-P.
- Puede utilizarse universalmente y puede parametrizarse para el voltaje de carga de CC y CA para usar con cualquier módulo de I/O remotas.
- Se requiere al menos una vez para el grupo del sistema de I/O remoto a la derecha del módulo de interfaces.
- Está equipado adicionalmente con un fusible reemplazable. Refiérase a la para el reemplazo de fusible. Figura 3-80



**LEYENDA**

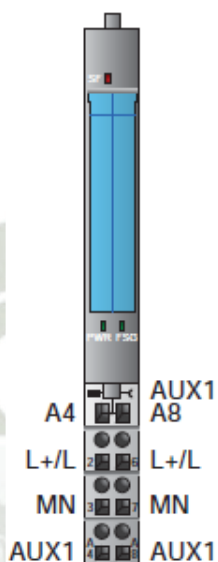
- 01. Abra el compartimiento inferior derecho del módulo de potencia con un destornillador.
- 02. El fusible está ubicado en el compartimiento.

**Figura 3-80: Cambio de fusible del módulo de potencia**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.9.1 Asignación de terminales del módulo de potencia

Refiérase a la Figura 3-81 y a la Tabla 6-13 para la asignación de terminales del módulo de potencia:

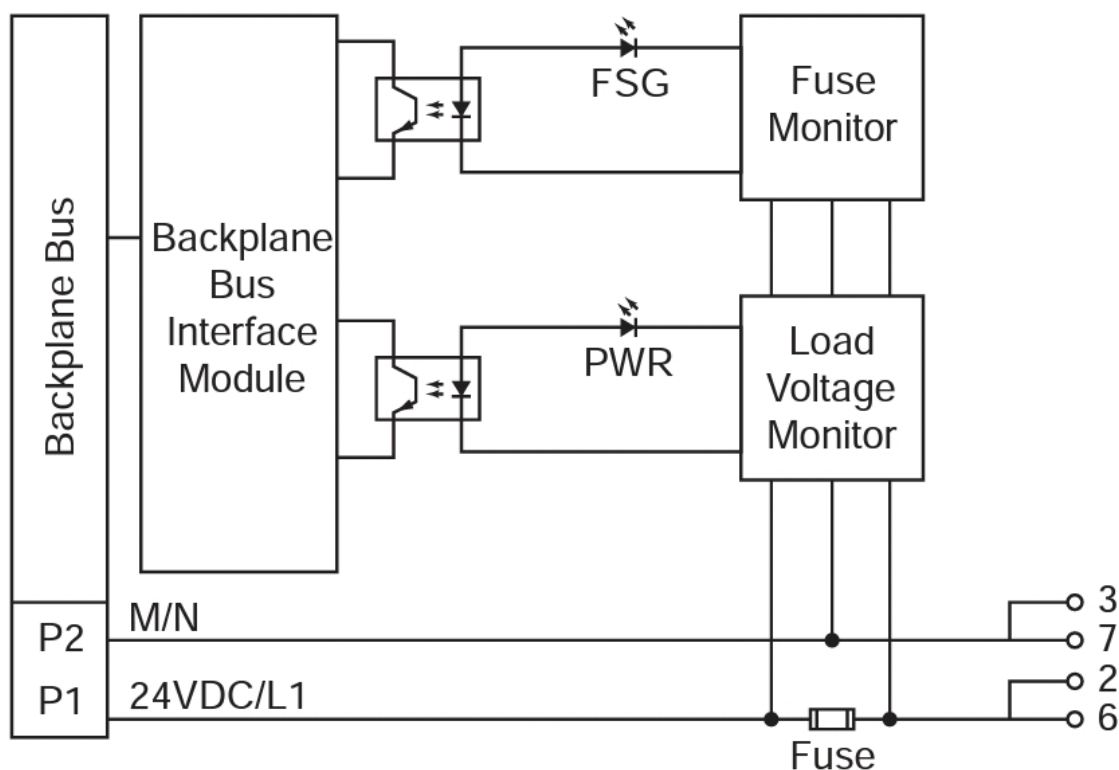


**Figura 3-81: Asignación de terminales del módulo de potencia**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Terminales		Descripción
2	L+/L	Voltaje de carga nominal de 24 VDC a 48 VDC. M: Tierra al chasis. N: Conductor neutro.
3	M/ N	
A4	AUX1	Cualquier conexión para el bus de tierra o el bus de voltaje hasta el voltaje de carga nominal máximo del módulo.
6	L+/L	Voltaje de carga nominal de 24 VDC a 48 VDC. M: Tierra al chasis. N: Conductor neutro
7	M/ N	
A8	AUX1	Cualquier conexión para el bus de tierra o el bus de voltaje hasta el voltaje de carga nominal máximo del módulo.
<b>Tabla 6-13: Asignación de terminales del módulo de potencia</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>		

### 3.5.6.9.2 Diagrama de bloque



**Figura 3-82: Diagrama de bloque del módulo de potencia**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.10 Módulos electrónicos de entradas digitales

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el rango de los módulos electrónicos de entradas digitales incluye módulos de entrada para 24VDC y 120VAC y se describen a continuación:

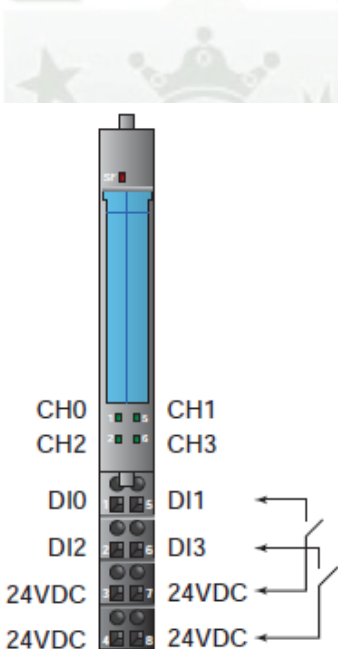
### 3.5.6.10.1 Módulos de 24VDC con 4 entradas digitales

El módulo de 4 entradas digitales de 24VDC tiene las siguientes características:

- Modulo electrónico digital con cuatro entradas.
- Voltaje de entrada nominal de 24VDC.
- Adecuado para interruptores e interruptores de proximidad.

#### 3.5.6.10.1.1 Asignación de terminales

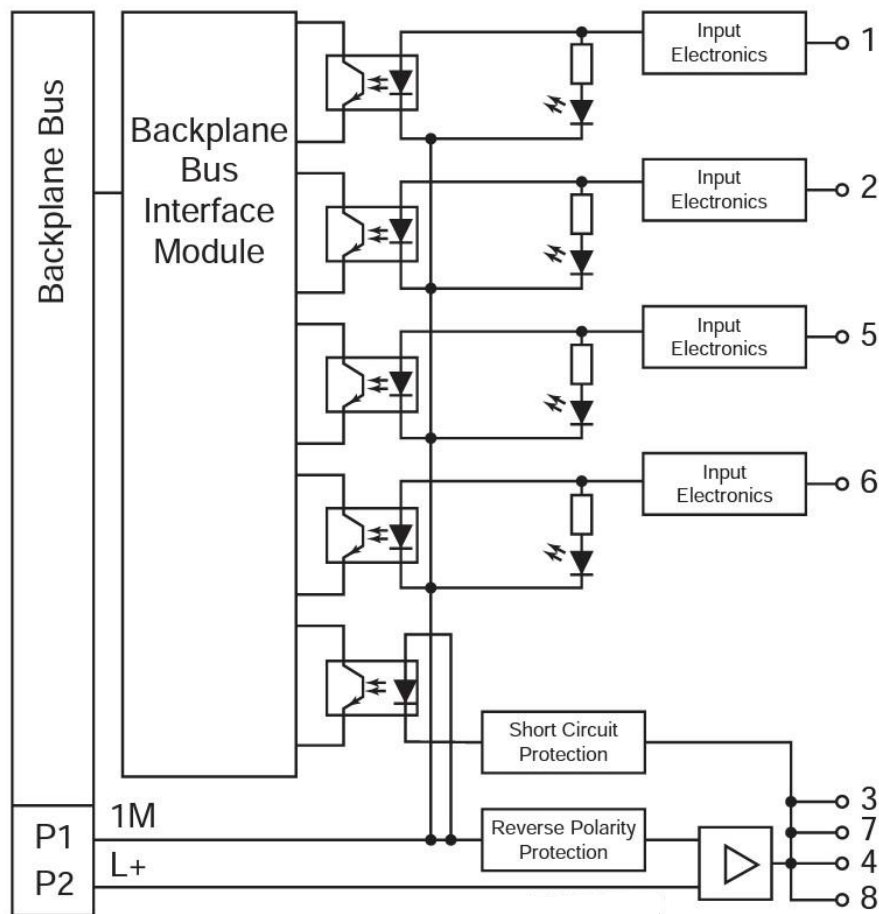
Refiérase a la Figura 3-83 para la asignación de terminales del módulo de 24VDC con 4 entradas digitales.



**Figura 3-83: Asignación de terminales del módulo de 24VDC con 4 entradas digitales**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.10.1.2 Diagrama de bloque



**Figura 3-84: Diagrama de bloque del módulo de 24VDC con 4 entradas digitales**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

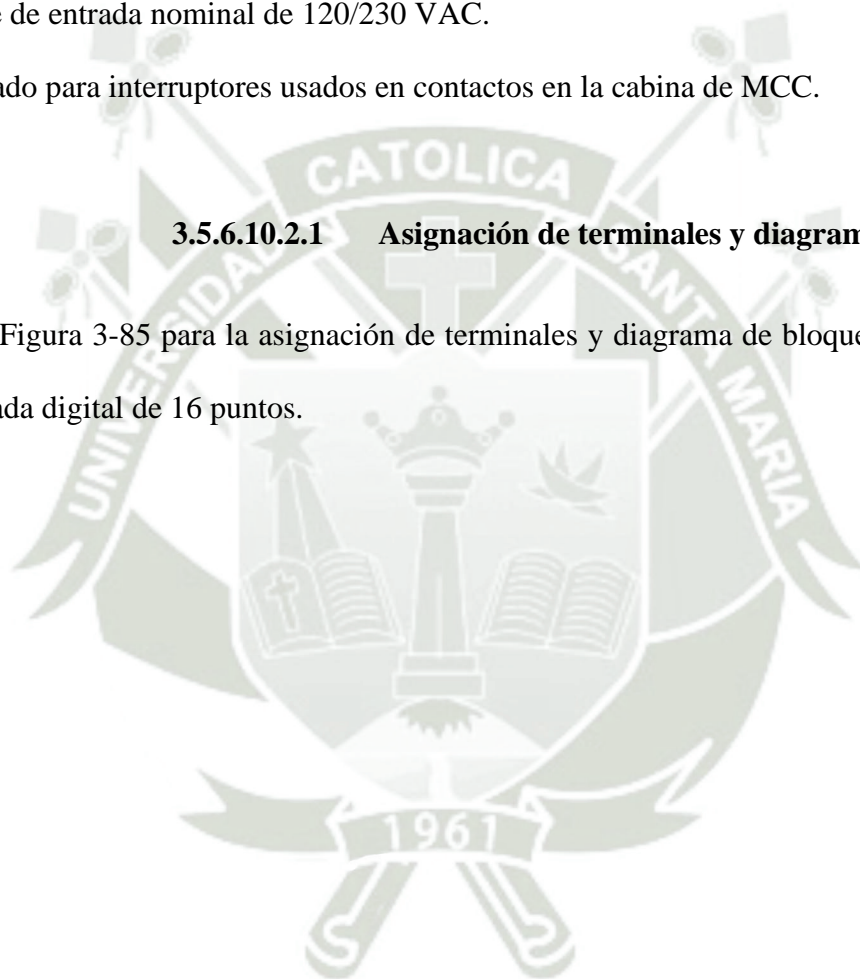
### 3.5.6.10.2 Módulo de señal con entrada digital de 16 puntos

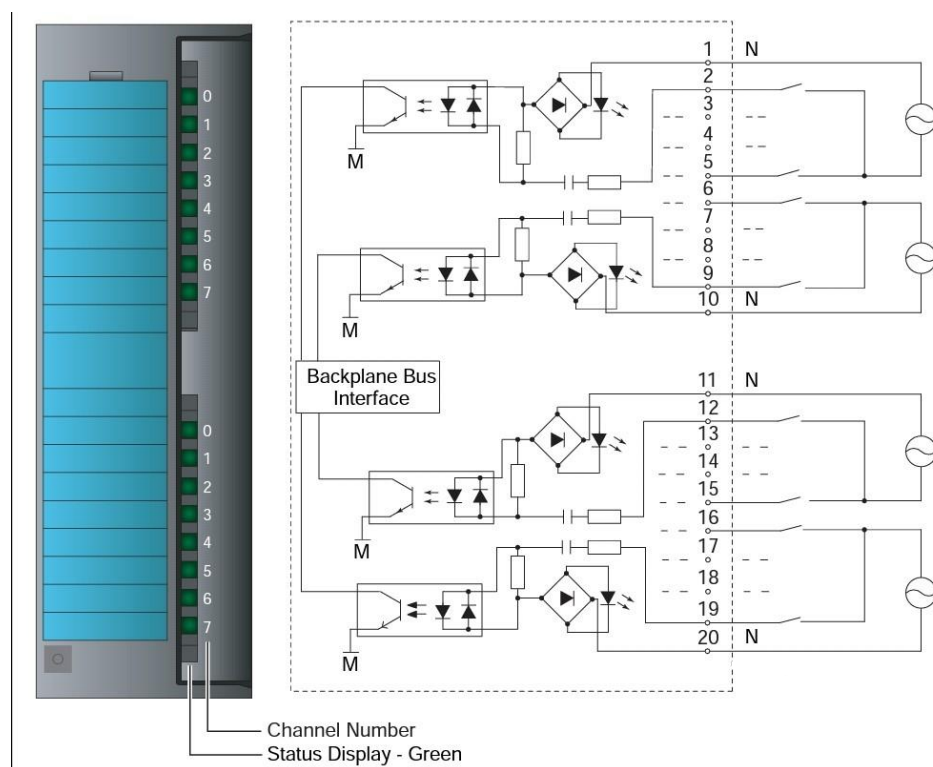
EL módulo de señal con entrada digital de 16 puntos es utilizado específicamente en la cabina de MCC y cuenta con las siguientes características:

- 16 entradas, aisladas eléctricamente en grupos de 4.
- Voltaje de entrada nominal de 120/230 VAC.
- Adecuado para interruptores usados en contactos en la cabina de MCC.

#### 3.5.6.10.2.1 Asignación de terminales y diagrama de bloque

Refiérase a la Figura 3-85 para la asignación de terminales y diagrama de bloque del módulo de señal con entrada digital de 16 puntos.





**Figura 3-85: Asignación de terminales y diagrama de bloque del módulo de señal con entrada digital de 16 puntos**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.10.3 Módulo de 120VAC con 2 entradas digitales

El módulo de 120VAC con 2 entradas digitales tiene las siguientes características:

- Módulo electrónico digital con dos entradas.
- Voltaje de entrada nominal de 120VAC.
- Adecuado para interruptores.

### 3.5.6.10.3.1 Asignación de terminales

Refiérase a la Figura 3-86 para la asignación de terminales del módulo de 120VAC con 2 entradas digitales.

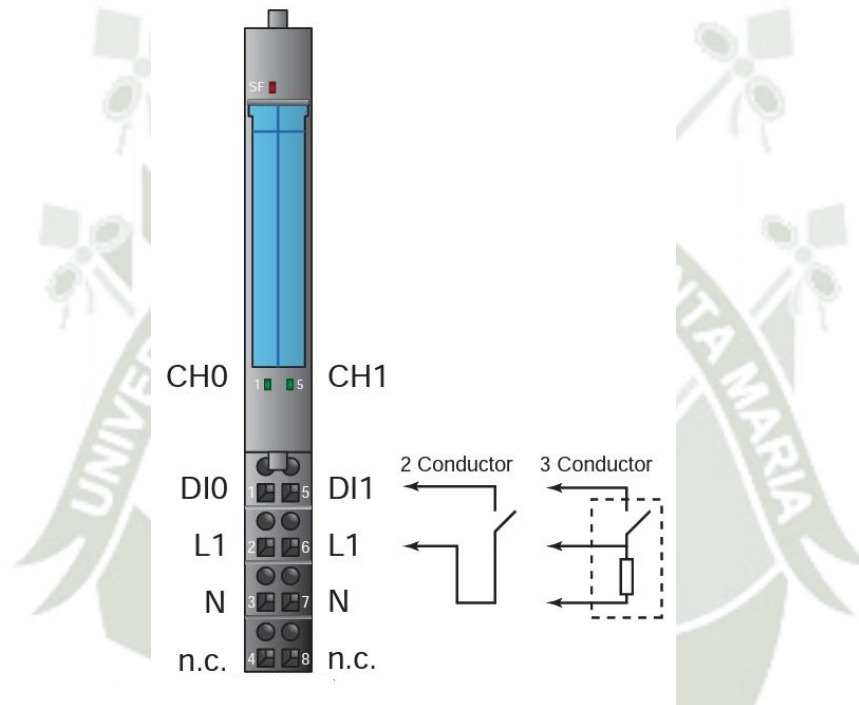
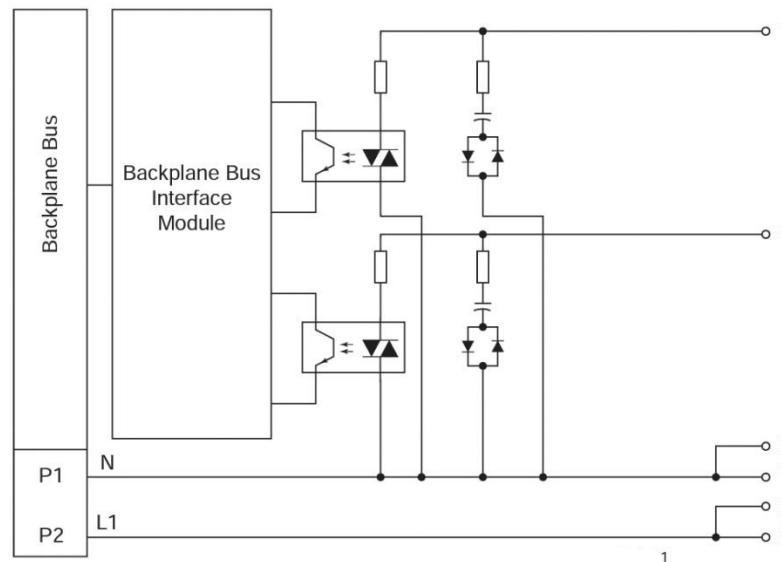


Figura 3-86: Asignación de terminales del módulo de 120VAC con 2 entradas digitales  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.10.3.2 Diagrama de bloque



**Figura 3-87: Diagrama de bloque del módulo de 120VAC con 2 entradas digitales**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.11 Módulos electrónicos de entrada análoga

El rango de los módulos electrónicos de entrada análoga incluye módulos para la medición de voltajes y corrientes. Para la medición de tiempo crítico de voltajes y corrientes, se puede usar los módulos de alta velocidad. Los módulos de alta funcionalidad proporcionan mejor resolución y mayor precisión.

También hay módulos disponibles para conectar termocuplas y termómetros de resistencia o resistores. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

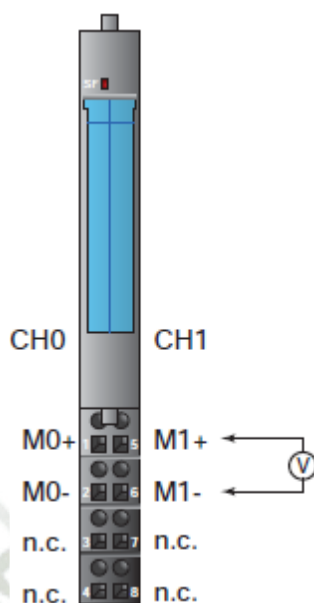
### 3.5.6.11.1 Módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje tiene las siguientes características:

- 2 entradas para medir voltaje.
- Rangos de entrada:
  - 10VDC, resolución de 15 bits + sign.
  - 5VDC, resolución de 15 bits + sign.
  - 1VDC a 5VDC, resolución de 15 bits.
- Aislado del voltaje de carga L+.
- Voltaje de modo común permitido entre los canales de 100VAC.

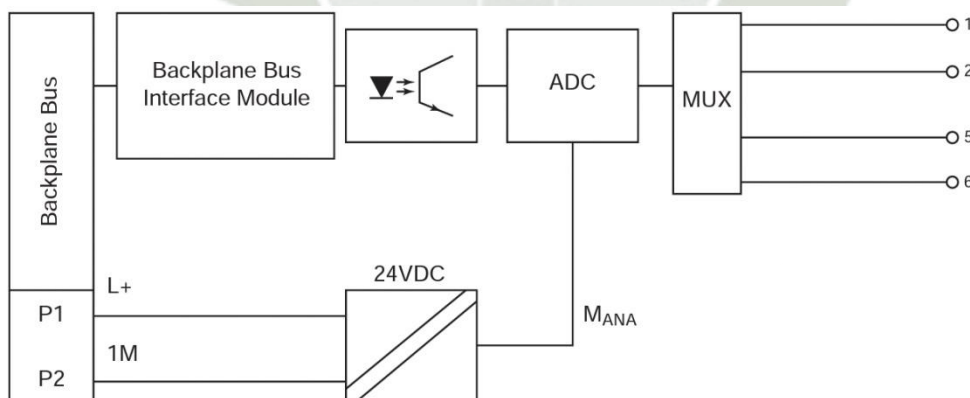
#### 3.5.6.11.1.1 Asignación de terminales

La Figura 3-88 ilustra la asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje.



**Figura 3-88: Asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.11.1.2 Diagrama de bloque



**Figura 3-89: Diagrama de bloque del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de voltaje**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

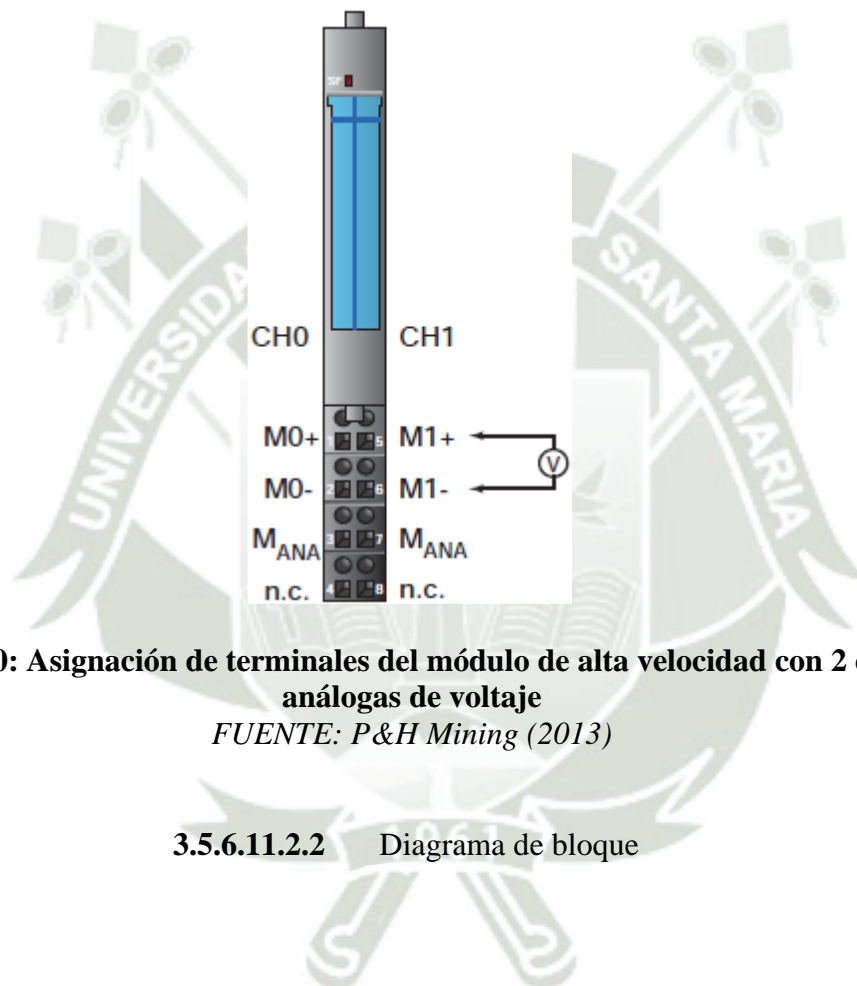
### 3.5.6.11.2 Módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje tiene las siguientes características:

- 2 entradas para medir voltaje.
- Rangos de entrada:
  - 10VDC, resolución de 13 bits + sign.
  - 5VDC, resolución de 13 bits + sign.
  - 2.5VDC, resolución de 13 bits + sign.
  - 1VDC a 5VDC, resolución de 13 bits.
- Aislado del voltaje de carga L+.
- Voltaje de modo común permitido 100VACpp.
- Respalda la operación de sincronización (modo isócrono).
  - Tiempo mínimo posible para ciclo sincrónico DP (TDPmin): 2.5ms.
  - Tiempo mínimo posible de conversión para los módulos de entrada (TCImin): 1.1ms.

### 3.5.6.11.2.1 Asignación de terminales

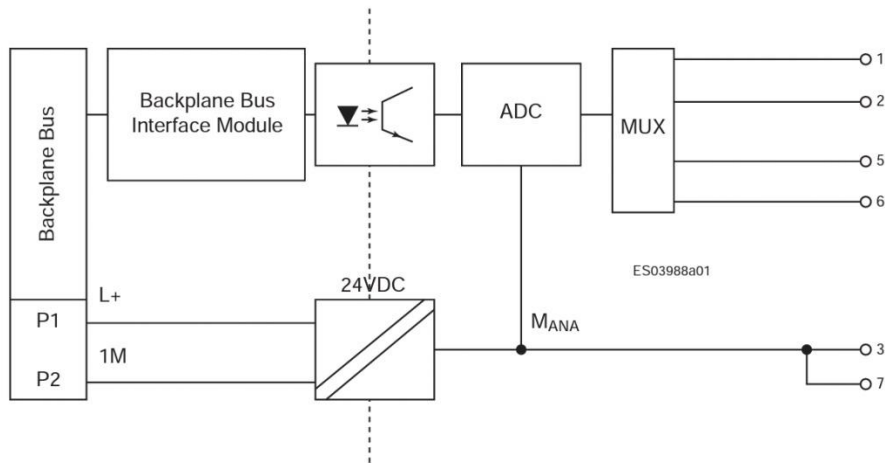
La Figura 3-90 ilustra la asignación de terminales del módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje.



**Figura 3-90: Asignación de terminales del módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.11.2.2 Diagrama de bloque



**Figura 3-91: Diagrama de bloque del módulo de alta velocidad con 2 entradas análogas de voltaje**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

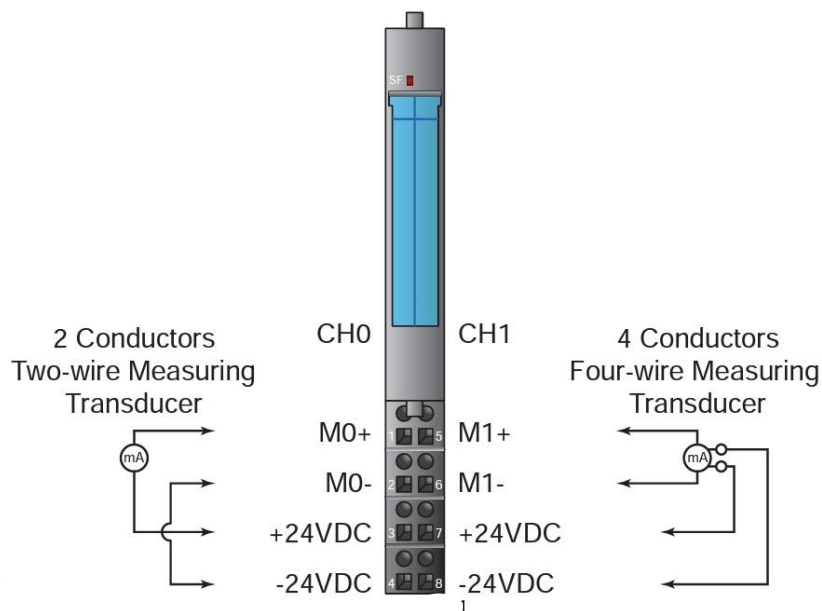
### 3.5.6.11.3 Módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de corriente

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de corriente tiene las siguientes características:

- 2 entradas para medir corriente.
- Rangos de entrada:
  - 20mA, resolución de 15 bits + sign.
  - 4mA a 20mA, resolución de 15 bits.
- Aislado del voltaje de carga L+.
- Voltaje de modo común permitido entre los canales de 100VAC.
- Soporta transductores de medida de dos o cuatro cables.

### 3.5.6.11.3.1 Asignación de terminales

La Figura 3-92 ilustra la asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de corriente.



**Figura 3-92: Asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 entradas análogas de corriente**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

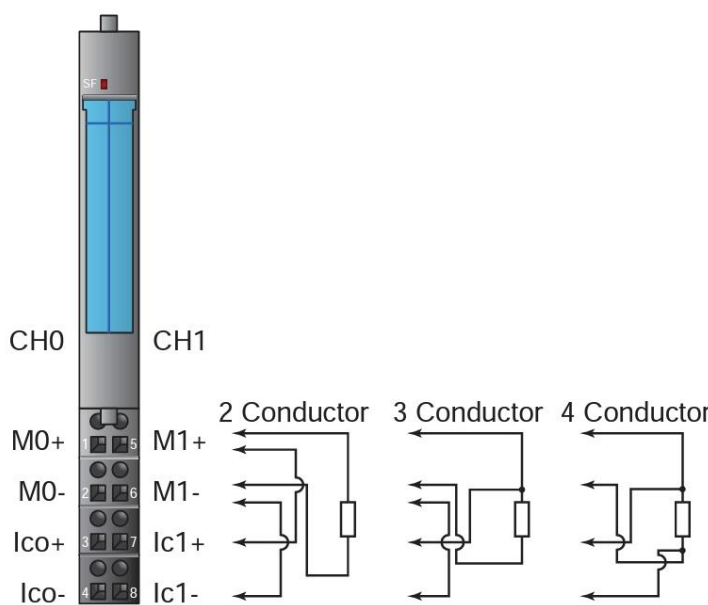


### 3.5.6.11.4.1 Asignación de terminales

Los resistores/termómetros de resistencia son medidos en una conexión de cuatro conductores. Estos resistores/ termómetros de resistencia son alimentados por la corriente constante mediante conexiones IC+ y IC-. El voltaje generado en estos resistores/termómetros de resistencia es medido por medio de conexiones M+ y M-. Esto asegura que los resultados de la medición sean muy precisos con la conexión de cuatro conductores.

En caso de la conexión de dos/tres conductores, se aplican los puentes correspondientes al módulo entre M+ y Ic+ o M- y Ic-. Sin embargo, se produce una pérdida de precisión en los resultados de la medición. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

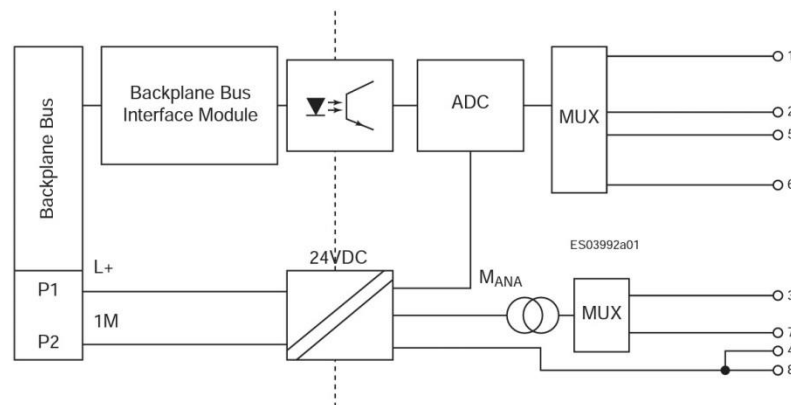
La Figura 3-94 ilustra la asignación de terminales del módulo RTD con 2 entradas análogas.



**Figura 3-94: Asignación de terminales del módulo RTD con 2 entradas análogas**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.11.4.2 Diagrama de bloque



**Figura 3-95: Diagrama de bloque del módulo RTD con 2 entradas análogas**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.12 Módulos electrónicos de salida digital

El rango de los módulos electrónicos de salida digital incluye módulos de salida para 24 VDC y módulos de salida para 24-120VDC. El módulo de relés permite la conmutación de voltajes de CA y CC.

#### 3.5.6.12.1 Módulo de 24VDC con 2 salidas digitales

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de 24VDC con 2 salidas digitales tiene las siguientes características:

- Módulo digital electrónico con dos salidas.
- Corriente de salida de 2A por salida.
- Voltaje de carga nominal de 24VDC.

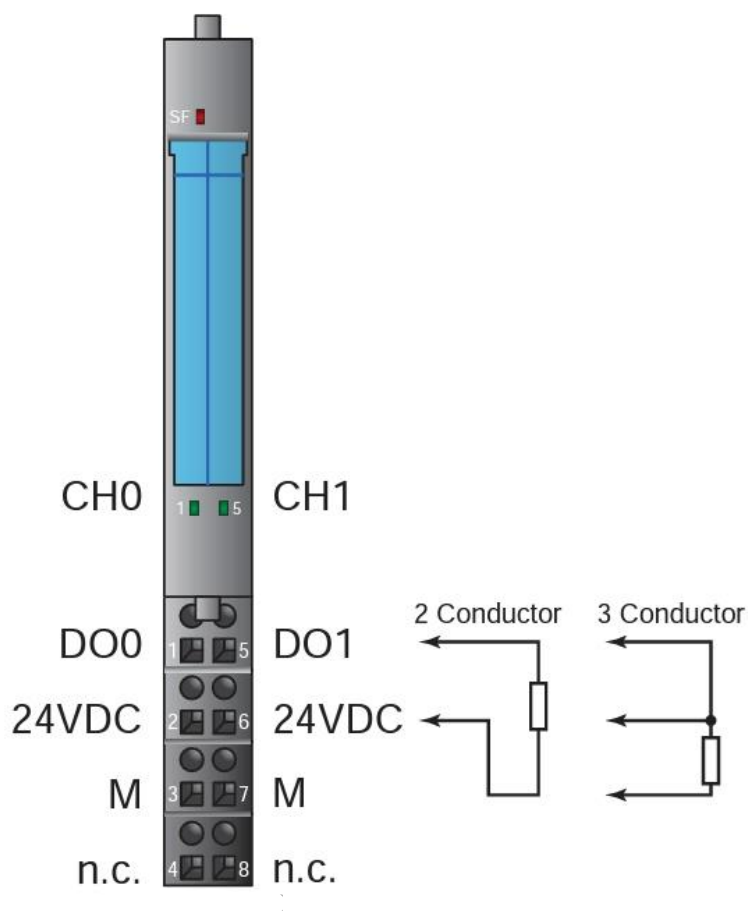
- Apropriado para válvulas de solenoide, contactores de CC y luces indicadoras.
- Respalda la operación de sincronización (modo isócrono).

Cuando conecta el voltaje de carga nominal de 24VDC al módulo de potencia mediante un contacto mecánico, dependiendo del circuito, las salidas digitales portan la señal "1" para 50 $\mu$ s aproximadamente. Tome esto en consideración si conecta el módulo a los contadores rápidos.



### 3.5.6.12.1.1 Asignación de terminales

La Figura 3-96 ilustra la asignación de terminales del módulo de 24VDC con 2 salidas digitales.



**Figura 3-96: Asignación de terminales del módulo de 24VDC con 2 salidas digitales**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.12.2 Módulo de 24VDC con 4 salidas digitales

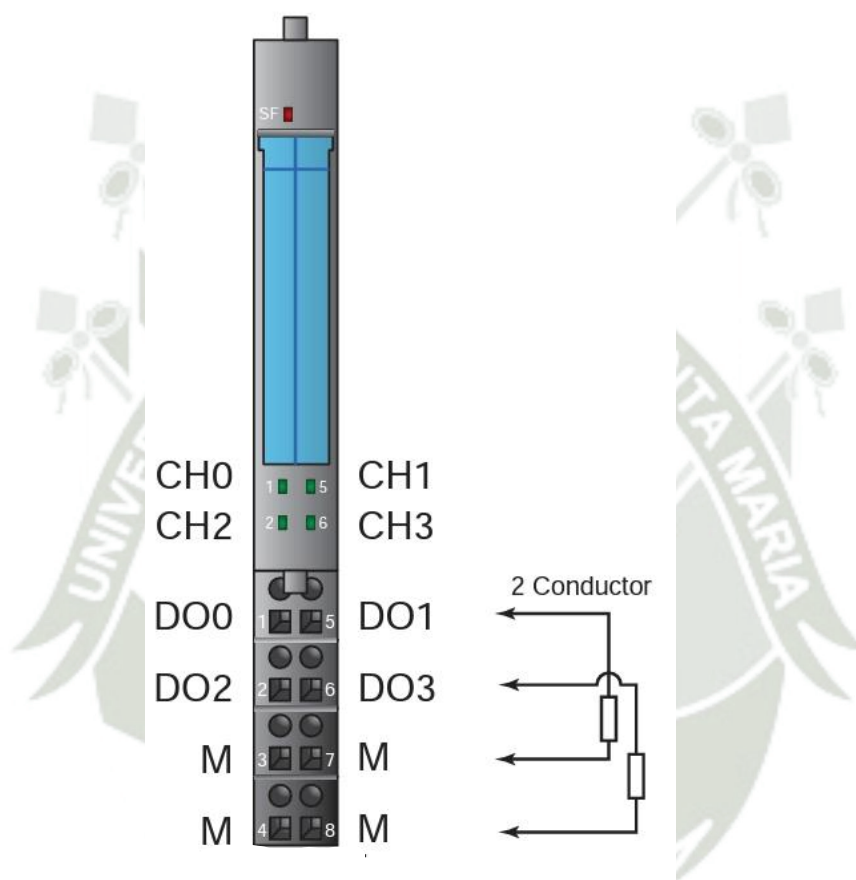
Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de 24VDC con 4 salidas digitales tiene las siguientes características:

- Módulo digital electrónico con cuatro salidas.
- Corriente de salida de 0.5A por salida.
- Voltaje de carga nominal de 24VDC.
- Apropriado para válvulas de solenoide, contactores de CC y luces indicadoras.

Cuando conecta el voltaje de carga nominal de 24VDC al módulo de potencia mediante un contacto mecánico, dependiendo del circuito, las salidas digitales portan la señal "1" para 50 $\mu$ s aproximadamente. Tome esto en consideración cuando conecta el módulo a los contadores rápidos.

### 3.5.6.12.2.1 Asignación de terminales

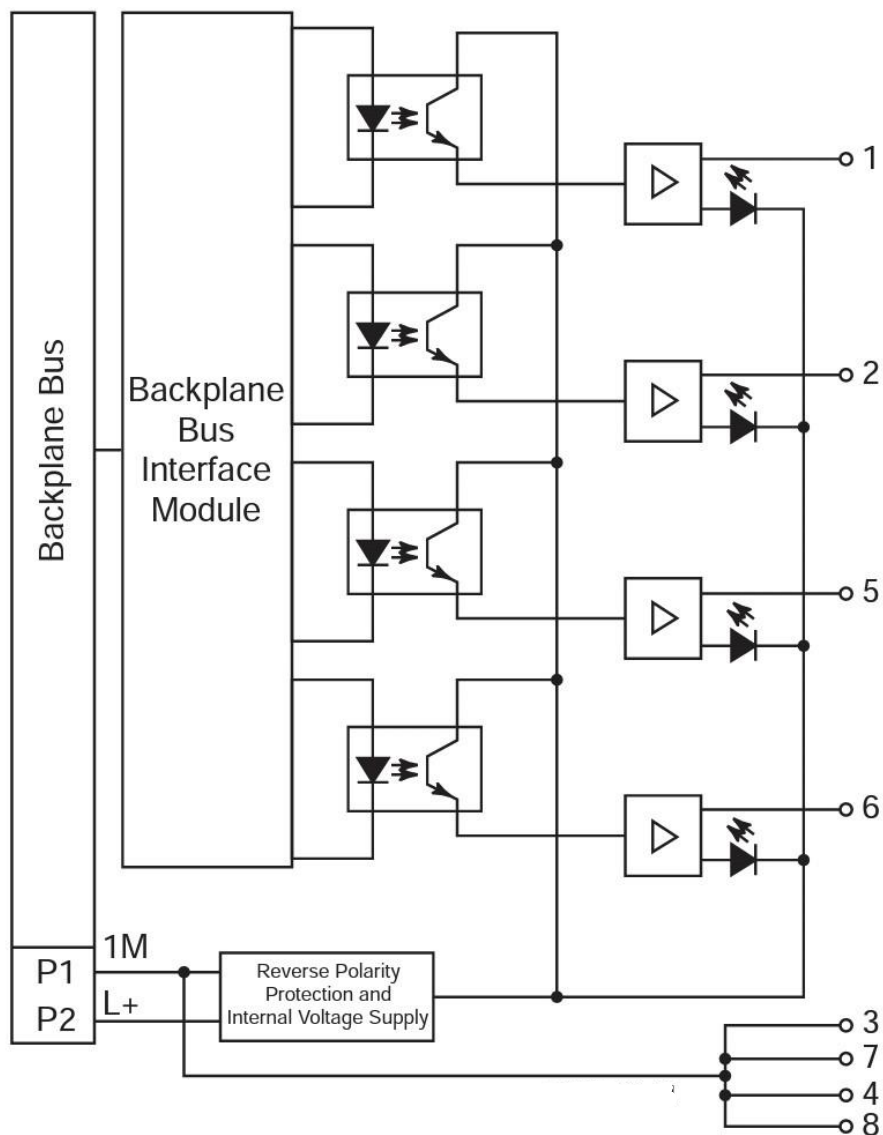
La Figura 3-97 ilustra la asignación de terminales del módulo de 24VDC con 4 salidas digitales.



**Figura 3-97: Asignación de terminales del módulo de 24VDC de 4 salidas digitales**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.12.2.2 Diagrama de bloque



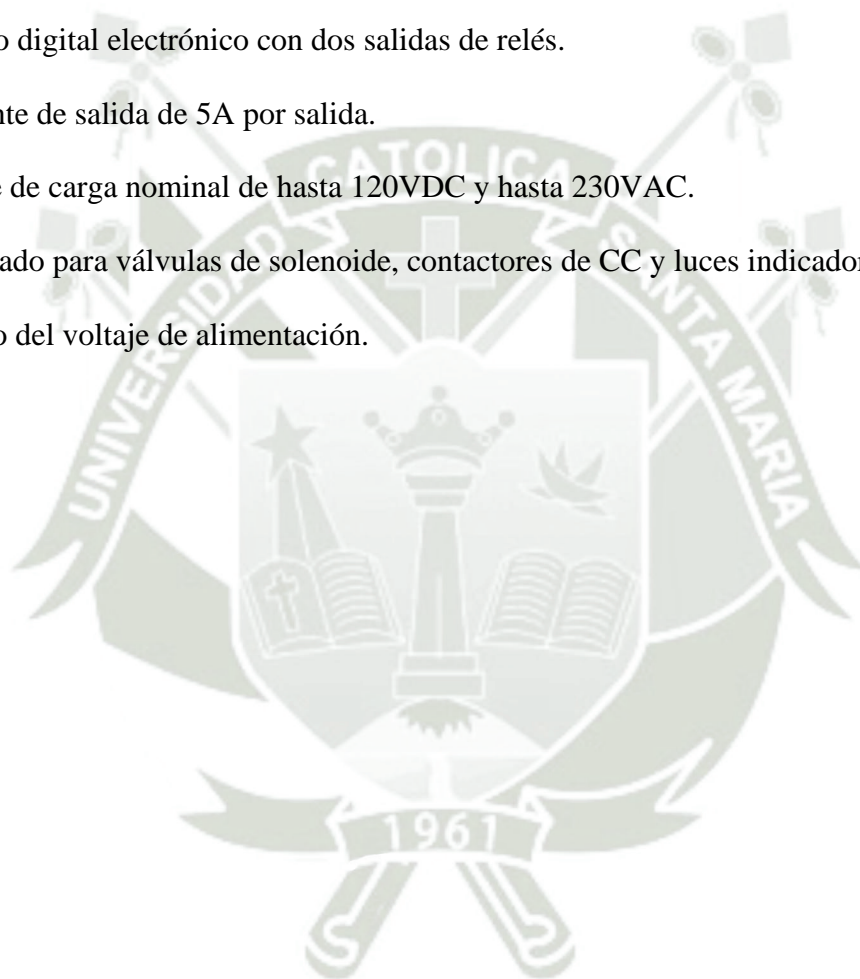
**Figura 3-98: Diagrama de bloque del módulo de 24VDC con 4 salidas digitales**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.12.3 Módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés

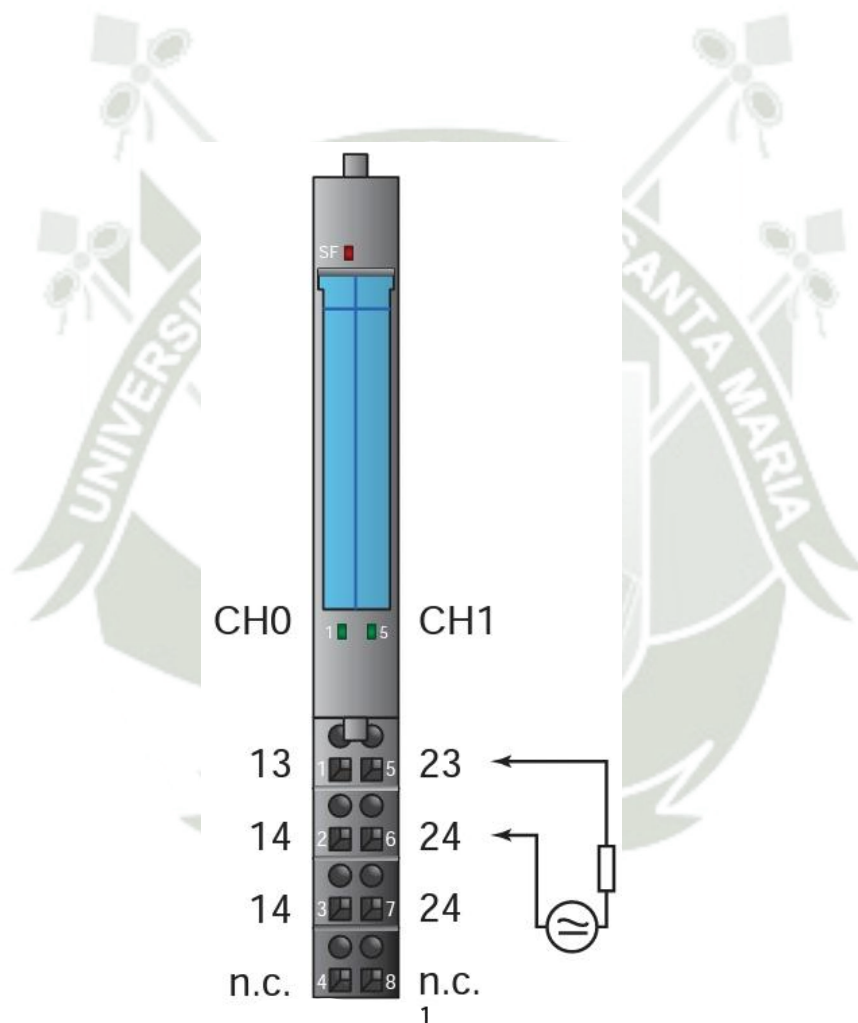
Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés tiene las siguientes características:

- Módulo digital electrónico con dos salidas de relés.
- Corriente de salida de 5A por salida.
- Voltaje de carga nominal de hasta 120VDC y hasta 230VAC.
- Apropiado para válvulas de solenoide, contactores de CC y luces indicadoras.
- Aislado del voltaje de alimentación.



### 3.5.6.12.3.1 Asignación de terminales

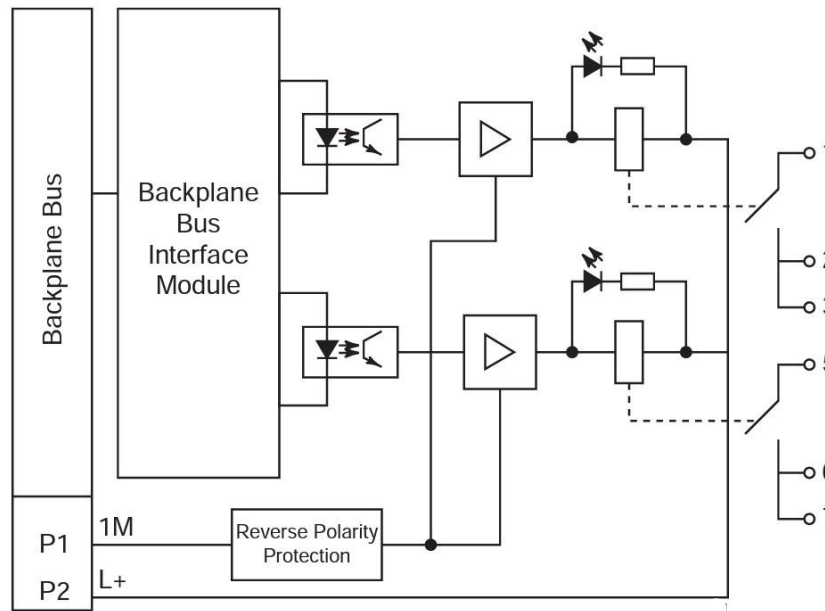
La Figura 3-99 ilustra la asignación de terminales del módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés.



**Figura 3-99: Asignación de terminales del módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.12.3.2 Diagrama de bloque



**Figura 3-100: Diagrama de bloque del Módulo de 24VDC-120VDC con 2 salidas de relés**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.13 Módulo electrónico de salida análoga

El rango del módulo electrónico de salida análoga incluye módulos para medir voltajes. Los módulos de alta funcionalidad proporcionan mejor resolución y mayor precisión.

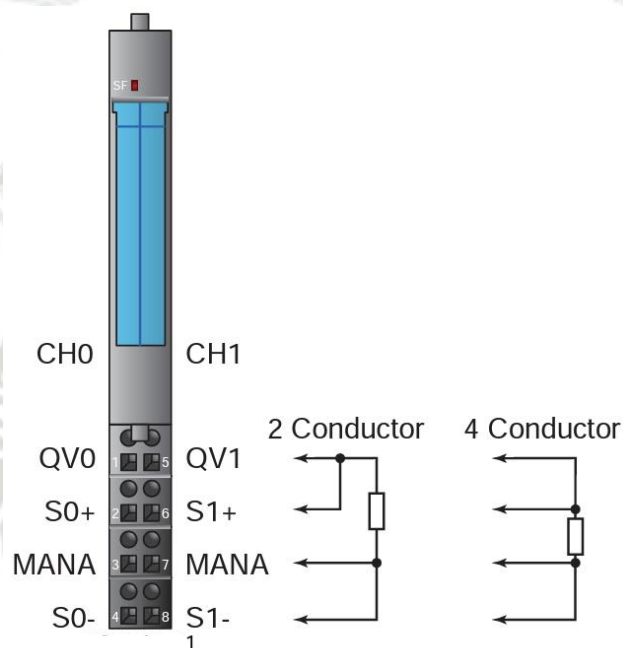
#### 3.5.6.13.1 Módulos de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el módulo de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje tiene las siguientes características:

- 2 salidas para la salida de voltaje.
- Rango de salida:
  - 10V, resolución de 15 bits + sign.
  - 1V a 5V, resolución de 14 bits.
- Aislado del voltaje de carga L+.
- Respalda la operación de sincronización (modo isócrono).
  - Tiempo mínimo posible para ciclo DP sincrónico (TDPmin): 3.75ms.
  - Tiempo mínimo posible de conversión para el módulo de salida (TCOmin): 1.5ms.

### 3.5.6.13.1.1 Asignación de terminales

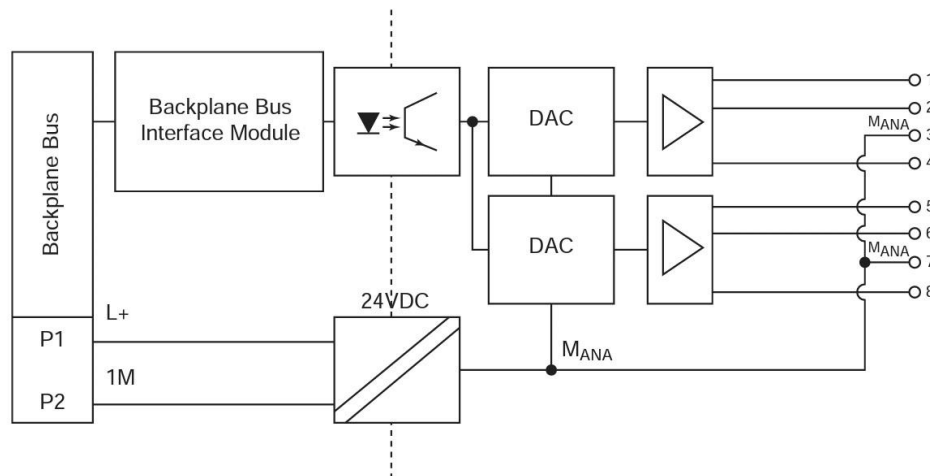
La Figura 3-101 ilustra la asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje.



**Figura 3-101: Asignación de terminales del módulo de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.13.1.2 Diagrama de bloque



**Figura 3-102: Diagrama de bloque del módulo de alta funcionalidad con 2 salidas análogas de voltaje**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.14 Alimentación de energía ininterrumpida (UPS)

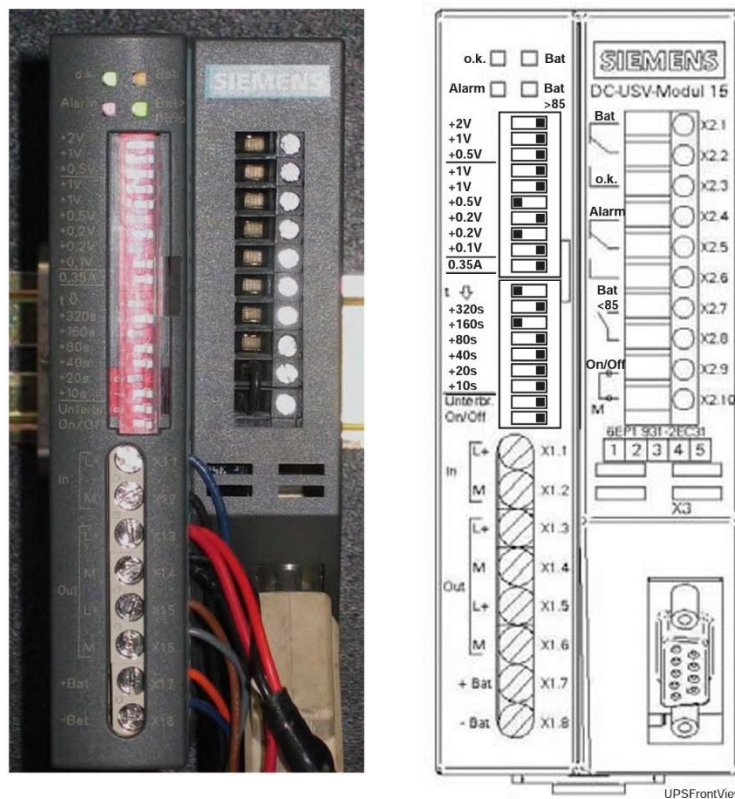
El módulo de la UPS es una unidad chasis montada en un rail DIN para proporcionar protección a la UPS para el AC800 y el touch panel del operador.

Esto compensa una proporción de la corriente de carga, un máximo de 6A, del suministro de la corriente de carga de 24VDC con capacidades nominales de corriente de 5A y superiores.

La entrada "Input L+" en el módulo de la UPS debe conectarse a la salida "Output L+" de la unidad de alimentación eléctrica de 24V DC y la entrada "Input M" a la salida "Output M" de la unidad de alimentación eléctrica. El módulo de la batería se conecta a los terminales +Bat y -Bat. Las cargas por respaldar o soportar se suministran mediante las salidas "Output L+" y "Output M" en el módulo de la UPS con el voltaje conectado a la entrada. Si el voltaje de alimentación de 24VDC falla o disminuye por debajo del umbral de carga establecido, el módulo de la batería, el cual es

mantenido a plena carga en el modo de alimentación continua, se conecta para suministrar las cargas.

El umbral de carga, el voltaje de fin de carga y la corriente de carga de la batería se pueden establecer mediante interruptores DIP. Se proporciona un bloque de interruptores para ajustar un tiempo de respaldo o soporte definido (energía almacenada) con la desconexión posterior de la batería. Los estados de operación del Módulo de la UPS son señalizados por cuatro LEDs, dos contactos inversores flotantes y una interfaz RS232. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-103: UPS**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.14.1 Datos técnicos

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) tenemos las siguientes características de la UPS:

#### 3.5.6.14.1.1 Cantidades de entrada

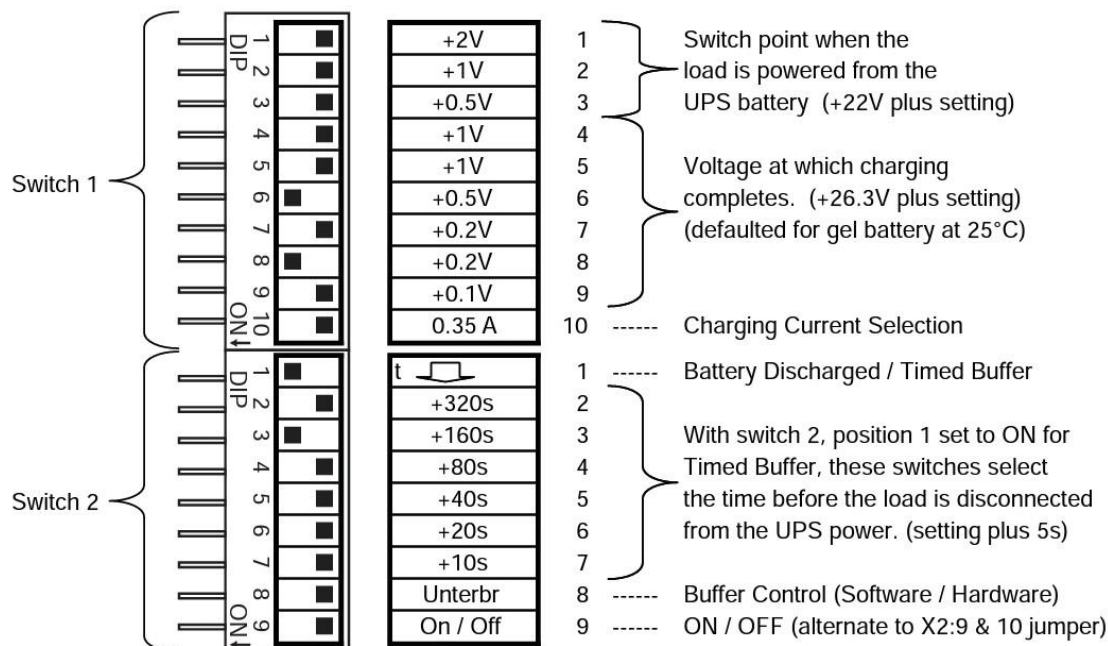
- Voltaje nominal de entrada: 24VDC.
- Margen de voltaje de operación: de 22VDC a 29VDC.
- Corriente de entrada máxima a 24VDC con batería cargando: 16.0A DC.
- Corriente de entrada máxima a 24VDC con batería cargada: 15.1A DC.
- Corriente máxima de batería en operación flotante: 15.1A DC.
- Consumo máximo de corriente de la batería en reposo: aproximadamente 0.3mA.
- Pérdida de potencia a 24VDC con batería cargando: aproximadamente 16.0W.
- Pérdida de potencia a 24VDC con batería cargada: aproximadamente 14.0W.
- Pérdida de potencia en operación flotante: 15.0W.

#### 3.5.6.14.1.2 Cantidades de salida

- Voltaje de CC de salida nominal:  $VA1 = 24VDC$ .
- Corriente directa de salida nominal:  $IA1 = 15A DC$ .
- Margen de corriente de salida:  $IA1 = 0$
- Característica de salida del regulador de carga: El módulo de batería se carga a una corriente constante ajustable, hasta alcanzar el voltaje de fin de carga establecido.
- Voltaje de fin de carga:  $VA2 = 26.3VDC$  a  $29.2VDC$ .
- Corriente de carga:  $IA2 = 0.3A DC$  a  $0.7A DC$ .

### 3.5.6.14.2 Ajustes

Todos los ajustes pueden ser configurados, utilizando el panel de interruptores DIP, ubicado en la parte delantera de la UPS.



**Figura 3-104: Ajustes de los interruptores DIP de la UPS**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

El interruptor 1, posición 10 selecciona la corriente de carga. ON es de 0.35 amperios y OFF es de 0.7 amperios. La batería puede ser cargada a una tasa de 0.8 amperios.

El interruptor 2, posición 1 selecciona el tiempo en que la UPS suministrará energía a una carga (desde la batería), una vez que se desconecte la potencia de entrada. Con el interruptor ON, el tiempo total seleccionado (más 5 segundos) de los interruptores 2 al 7, establecerán el tiempo antes que la carga sea desconectada de la batería.

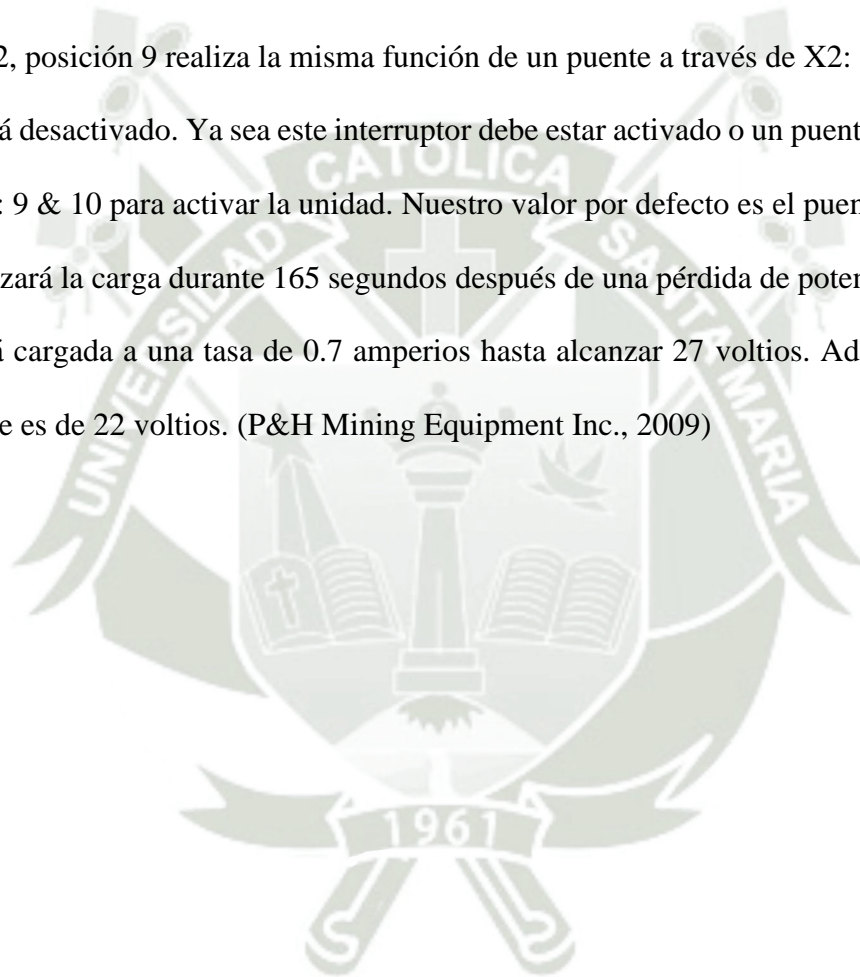
Con el interruptor OFF, la carga será energizada hasta que el nivel de agotamiento de la batería haya alcanzado ( $\sim 20.5$  V).

El interruptor 2, posición 8 anula la acción del interruptor 2, posición 1 y desconectará la carga después de un tiempo establecido por el software, en lugar del control del hardware de la UPS. El valor por defecto está desactivado para el control de hardware.

El interruptor 2, posición 9 realiza la misma función de un puente a través de X2: 9 & 10. El valor por defecto está desactivado. Ya sea este interruptor debe estar activado o un puente estar colocado a través de X2: 9 & 10 para activar la unidad. Nuestro valor por defecto es el puente.

La UPS energizará la carga durante 165 segundos después de una pérdida de potencia (160s + 5s).

La batería será cargada a una tasa de 0.7 amperios hasta alcanzar 27 voltios. Adicionalmente, el umbral de corte es de 22 voltios. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



### **3.5.6.14.3 Funciones de protección y monitoreo**

#### **3.5.6.14.3.1 Protección contra inversión de polaridad**

El módulo UPS está protegido electrónicamente contra la inversión de la polaridad del voltaje de entrada y la batería.

#### **3.5.6.14.3.2 Protección contra sobrecorriente y cortocircuito**

El Módulo UPS está protegido con una limitación de corriente interna (típicamente de 25 a 40A para aproximadamente 20 ms en un cortocircuito, de 1.05 a 1.4A para aproximadamente 80 ms en una sobrecarga de corriente) para operaciones normales y flotantes. Un fusible interno de 16A (no accesible) protege el módulo en caso de falla. En funcionamiento normal, se efectúan intentos de re arranque automático cada aproximadamente 20 segundos.

En funcionamiento flotante, el módulo se apaga en modo de almacenamiento. Re arranque después del retorno a funcionamiento normal. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.5.6.14.3.3 Protección contra descarga exhaustiva**

Las baterías de plomo-ácido sólo pueden descargarse hasta un cierto voltaje (umbral de descarga exhaustiva). Al permitir que éstas se descarguen adicionalmente, reducirá su vida útil, lo cual puede resultar en un daño irreparable en la batería.

Con el fin de proteger la batería contra daños, el Módulo UPS se detiene en el modo de almacenamiento y se desconectan las cargas desde la batería, tan pronto como el voltaje de la batería disminuye a menos de 18.5VDC durante la operación flotante. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.5.6.14.3.4 Prueba de batería**

Para garantizar una operación flotante confiable, se debe chequear el módulo de la batería para asegurar que esté completamente funcional. El módulo de batería conectado es probado cada 4 horas en operación normal. Esta prueba se realiza sólo si la batería no ha operado en el modo flotante o si ha sido desconectada dentro de este período de 4 horas. La prueba de la batería no se realiza en aplicaciones en las que la operación flotante se activa regularmente a intervalos más cortos. Una batería defectuosa es señalada mediante una alarma intermitente, lo cual indica que ésta se debe cambiar. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.5.6.14.4 Señalización**

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) tenemos la siguiente señalización:

##### **3.5.6.14.4.1 Operación normal**

El voltaje de entrada en el módulo UPS es mayor que el umbral de carga establecido. Las cargas se alimentan por medio del suministro de energía lado línea. Si un módulo de batería está conectado, éste está completamente cargado. Durante la operación normal, el LED verde (OK) se ilumina y el contacto del relé X2.2 - X2.3 (O.K.) se cierra.

##### **3.5.6.14.4.2 Carga mayor que 85%**

La carga de la batería es mayor que 85 por ciento. El segundo LED verde (Bat > 85%) se enciende y el contacto del relé X2.7-2.8 se cierra. Si el segundo LED verde está apagado, y el contacto del

relé x2.7-2.8 está abierto (posición des energizada cuando está desconectado), esto significa que la carga de la batería está por debajo del 85 por ciento.

#### **3.5.6.14.4.3 Operación flotante**

El voltaje de entrada es menor que el umbral de carga establecido. Las cargas son suministradas por el módulo de batería. En la operación flotante, el LED (Bat) amarillo se enciende y el contacto del relé x2.1 - 2.2 (Bat) se cierra (posición desenergizada cuando la unidad está desconectada).

#### **3.5.6.14.4.4 Batería no lista**

Cuando la señal "battery not ready" (batería no lista) se activa, el LED (Alarm) rojo se ilumina y el contacto del relé x2.4 - 2.5 (Alarm) se cierra (posición desenergizada cuando la unidad está desconectada).

Las causas típicas del estado de "battery not ready" durante la operación normal son:

- Estado operativo "OFF".
- Ningún módulo de batería conectado.
- Polaridad inversa o batería defectuosa (voltaje de batería < 18.5V).
- Circuito abierto entre la batería y el módulo UPS.

El intervalo para sondear estos estados operativos y para activar la señal de salida relevante es de 20s durante la operación normal. Después del término de la falla, la señal permanece hasta el siguiente sondeo.

Si la señal de alarma y el contacto del relé X2.4 - 2.5 están parpadeando en un ciclo de 2s, la batería está defectuosa pero el modo buffer (operación flotante) aún puede llevarse a cabo. Sin embargo, los tiempos de buffering establecidos ya no se pueden utilizar. Usted debe cambiar la batería. La señal de alarma durante la operación flotante significa que el voltaje de la batería ha disminuido a  $< 20.4V$  y que la desconexión automática para proteger la batería es inminente. Cuando la batería se ha desconectado debido a protección por sobrecarga, cortocircuito, descarga exhaustiva o por exceder el tiempo de buffering, el (Alarm) rojo se apaga, pero el contacto del relé x2.4 - X 2.5 permanece cerrado. El régimen de carga de los contactos del relé es de 60V DC/1A ó 30V AC/1A. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

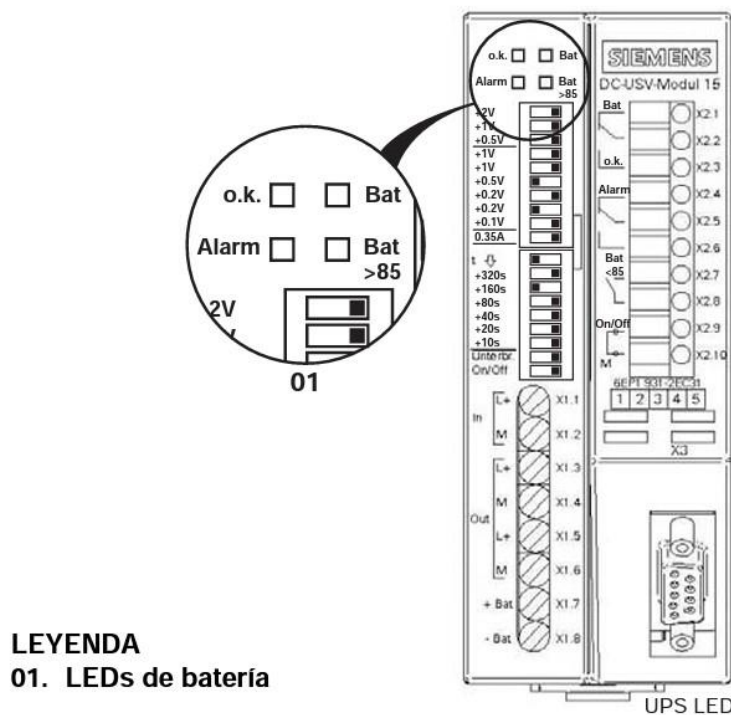


Figura 3-105: LEDs de la batería de la U...

FUENTE: P&H Mining (2013)

### 3.5.6.15 Interruptor de Ethernet

#### 3.5.6.15.1 Generalidades

El interruptor de Ethernet (ver Figura 3-106) posee cinco enchufes hembra RJ-45 para conectar DTEs u otros segmentos de red.



**Figura 3-106: Interruptor de Ethernet**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### **3.5.6.15.2 Auto-negociación**

El interruptor de Ethernet utiliza la auto-negociación, es decir la detección automática de la funcionalidad del puerto en el extremo opuesto. Al usar la auto-negociación, los repetidores o DTEs pueden detectar la funcionalidad disponible en el puerto de un dispositivo asociado, permitiendo la configuración automática de diferentes tipos de dispositivos. Con la auto-negociación, dos componentes conectados a un segmento de enlace pueden intercambiar parámetros y ajustarse a sí mismos para concordar con la funcionalidad de la comunicación respaldada. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### **3.5.6.15.3 Auto-intercambio de polaridad**

Si el par de línea de recepción está conectado incorrectamente (RD+ y RD- intercambiados), la polaridad se adapta automáticamente.

El interruptor de Ethernet es un dispositivo listo para enchufar y usar, que no requiere de configuración para su puesta en funcionamiento. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### **3.5.6.15.4 Función de auto-cruce MDI/MDIX**

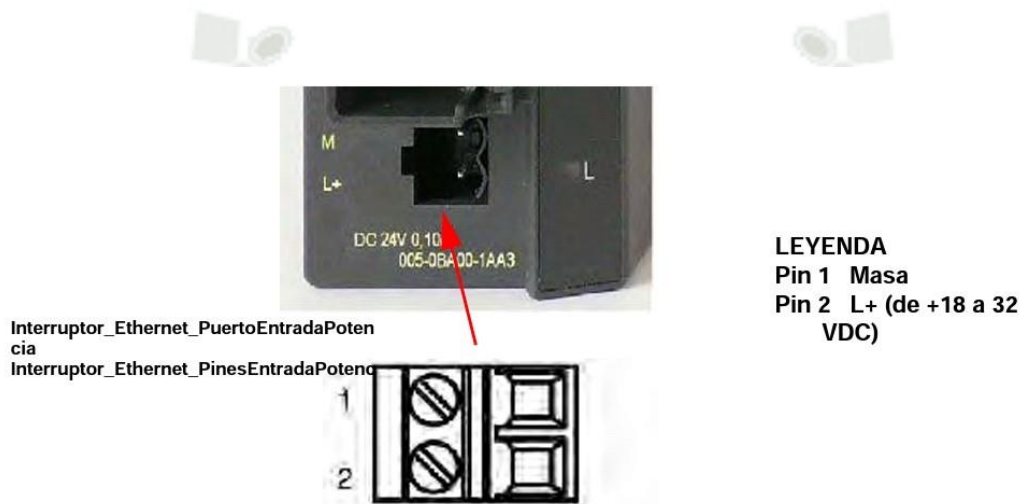
El interruptor de Ethernet admite la función de auto-cruce MDI/MDIX. La ventaja de esto es que se pueden usar cables de conexión directa de principio a fin. Por lo tanto, no es necesario usar cables especiales de Ethernet. Esto también evita malfuncionamientos provenientes de la falta de coincidencia de los alambres emisores y receptores. Por eso la instalación es mucho más sencilla para el usuario. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.6.15.5 Fuente de potencia

La fuente de potencia se conecta utilizando una regleta de terminales de 2 pines (ver Figura 3-107).

Se conecta sobre una alta resistencia con la caja para permitir una configuración sin puesta a tierra.

La fuente de potencia no es flotante. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-107: Conexión de la fuente de potencia**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.15.6 Indicador de potencia del interruptor de Ethernet

El estado de la fuente de potencia es indicado por un LED verde:

- El LED está ENCENDIDO: la fuente de potencia está conectada.
- El LED está APAGADO: la fuente de potencia no está conectada o es menor a 14VDC.

### 3.5.6.15.7 Indicadores de estado del interruptor de Ethernet

El estado de los cinco puertos es indicado por cinco LEDs, uno para cada puerto:

- El LED es VERDE: el enlace es bueno, pero no se están procesando datos.
- El LED es AMARILLO: el enlace es bueno y se están procesando datos.
- El LED es AMARILLO e INTERMITENTE: modo de prueba durante el encendido.

### 3.5.6.16 Terminal de bus óptico del Profibus

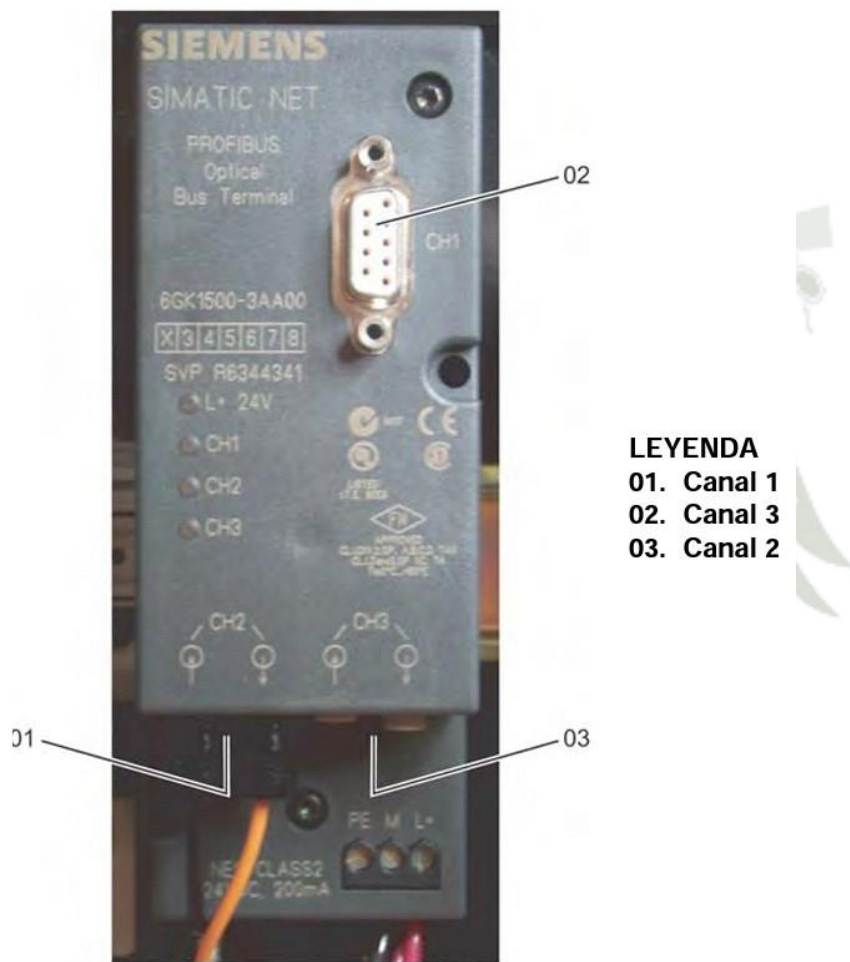
Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el terminal del bus óptico del Profibus (Profibus OBT) es un componente de la red para el uso en redes ópticas Fieldbus - Profibus DP-V1. Esto permite la conexión de un sólo dispositivo sin interfaz óptica integrada al Profibus DP-V1 óptico.

El Profibus OBT se usa en el sistema de control universal en las siguientes áreas:

- Cabina de control
- Cabina de RPC
- Sala de lubricación
- Sistema de filtrado
- Cabina de control inferior

### 3.5.6.16.1 Interfaces

El Profibus OBT tiene las siguientes interfaces para conectarse a los segmentos del Profibus DP-V1, refiérase a la Figura 3-108:



- LEYENDA**
- 01. Canal 1
  - 02. Canal 3
  - 03. Canal 2

**Figura 3-108: Interfaces del Profibus OBT**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- El canal 1 (CH1) es una interfaz RS-485 eléctrica. Ésta está implementada como un conector hembra D SUB de 9 pins. Se puede conectar un sólo nodo Profibus DP-V1 mediante este canal o se puede conectar un PC, PG o OP al Profibus OBT. El largo máximo permitido del segmento es de 100m. El segmento de cobre debería, sin embargo, mantenerse lo más corto posible, ya que se pueden acoplar perturbaciones dentro del Profibus DP-V1 óptico desde este segmento.
- El canal 2 (CH2) y el canal 3 (CH3) son interfaces ópticas. Estos están diseñados como tomacorrientes dúplex. El extremo de un cable de plástico de dos fibras o de un cable de fibra óptica PCF con dos conectores símplex se conecta a cada uno de estos tomacorrientes dúplex.

El Profibus OBT también tiene una regleta con tres terminales para conectar el suministro de energía de 24VDC y, si es necesario, un conductor a tierra. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### **3.5.6.16.2 Conversión de señal optoeléctrica y regeneración de señal**

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el Profibus OBT convierte la señal de nivel del RS-485 recibida en el canal 1 a un nivel de señal óptica, que luego es enviada mediante el canal 2 y canal 3.

Las señales recibidas en el canal 2 ó 3 son convertidas a señales eléctricas, y

- Salen por el canal 1 como una señal eléctrica.
- Son cambiadas de vuelta a una señal óptica y luego salen nuevamente por el otro canal óptico.

Los canales receptores no tienen eco. En otras palabras, las señales recibidas no son enviadas de vuelta por el mismo canal.

El Profibus OBT regenera las señales en amplitud y tiempo. Esto permite hasta 126 módulos que se conectarán en cascada en un bus óptico. La profundidad en cascada es limitada exclusivamente por los tiempos de monitoreo de los dispositivos adjuntos. El retardo en la propagación por Profibus OBT es de tiempos de 6 bits. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.6.16.3 Detección automática de la velocidad de transmisión

El Profibus OBT respalda todas las velocidades de transmisión del Profibus DP-V1 (12Mbps, 6Mbps, 3Mbps, 1.5Mbps, 500Kbps y 187.5Kbps, 93.75Kbps, 45.45Kbps, 19.2Kbps, 9.6Kbps). La velocidad de transmisión se detecta automáticamente. No es necesaria ninguna configuración. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.6.16.4 Tipos de fibras FO respaldadas

El Profibus OBT respalda los tipos de fibra según la lista indicada en la Tabla 6-14:

FO respaldada	Distancia entre dispositivos
FO Plástica de 980 $\mu$ m/1000 $\mu$ m con 2 fibras y un máximo de 200dB/km de atenuación de cable	0.1 m a 50 m
PCF FO de 200 $\mu$ m/230 $\mu$ m con 2 fibras y un máximo de 10dB/km de atenuación de cable	0 m a 300 m

**Tabla 6-14: Fibras ópticas respaldadas**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Las distancias específicas entre los dispositivos asumen que los dispositivos asociados usan los mismos componentes ópticos que usa el Profibus OBT.

La velocidad de transmisión es independiente del tipo de fibra usada y del largo del cable. Esta debe ser de hasta 12Mbps.

### 3.5.6.16.5 Displays

El Profibus OBT tiene 4 LEDs para mostrar diversos estados. Ver Figura 3-109.



**Figura 3-109: Profibus OBT**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

#### **3.5.6.16.5.1 L+ 24V (Verde)**

- Apagado: Ningún suministro de energía o el suministro de energía interno está defectuoso o cortocircuitado.
- Parpadeando: Suministro de energía presente; velocidad de transmisión aún sin establecer.
- Encendido verde: Velocidad de transmisión establecida, suministro de energía O.K.

#### **3.5.6.16.5.2 CH1, CH2, CH3 (Canal 1 a 3, Amarillo)**

- Apagado: No se reciben datos
- Encendido amarillo: Recibiendo datos.

#### **3.5.6.16.6 Controles del operador**

El Profibus OBT no tiene controles para el operador. Se debe tener cuidado que el cable de conexión del Profibus DP-V1 conectado al Canal 1 esté terminado en ambos extremos.

#### **3.5.6.16.7 Bus óptico**

El Profibus OBT es operado en conjunto con los módulos de interfaz asociados a los sistemas de I/O remotos en el PROFIBUS DP-V1 óptico, en la forma de un bus óptico.

Los nodos individuales del Profibus DP-V1 con una interfaz RS-485 se conectan al canal 1 del Profibus OBT, mediante un cable del Profibus con conectores de bus instalados en ambos extremos.

Las resistencias límites en los conectores de bus deben estar activadas.

El Profibus OBT puede incluirse en cualquier punto del bus óptico. Si está incluido al principio o en el extremo, se debe cerrar el canal óptico que no está en uso con el enchufe de goma

suministrado. Esto evita que la contaminación de los elementos ópticos y perturbaciones causadas por la luz ingresen en el módulo. Los cables de fibra óptica tienen dos conectores simplex en cada extremo. La conexión de fibra óptica entre dos dispositivos se establece al conectar el emisor óptico de un dispositivo con una fibra al receptor óptico del otro dispositivo y del receptor óptico de un dispositivo al emisor óptico del otro dispositivo (conexión cruzada).

Si un Profibus OBT o un cable de fibra óptica falla, toda la red se convierte en dos subnets. Dependiendo de la ubicación del problema, puede que los dispositivos individuales ya no sean accesibles. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

#### 3.5.6.17 Módulo de interfaces de resolver de Profibus (PRIM)

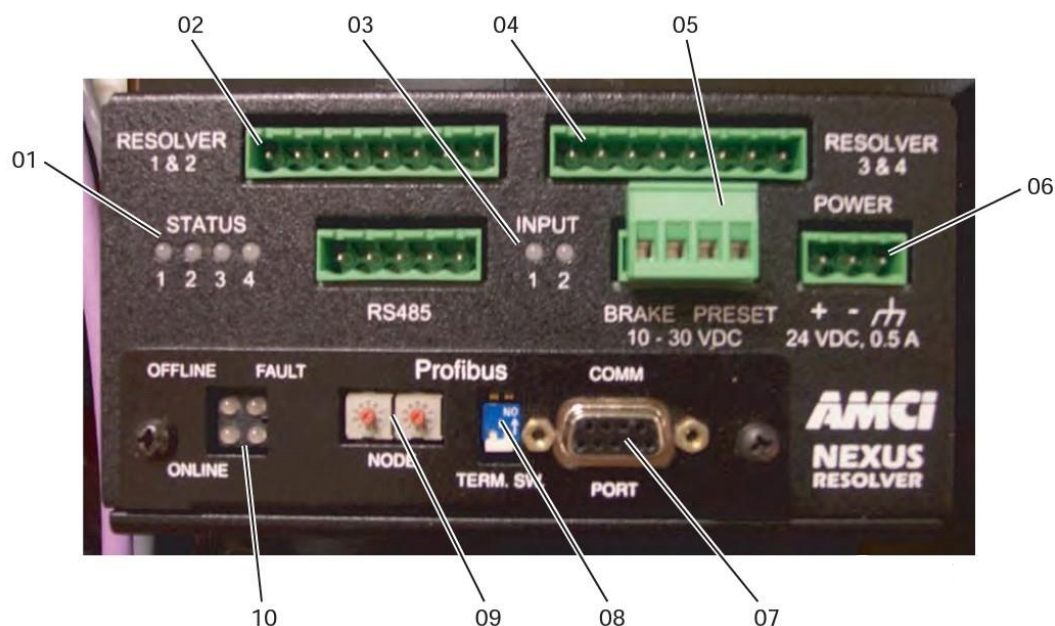


**Figura 3-110: Módulo de interfaces**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

El módulo de interfaces de resolver de Profibus (PRIM) es un módulo de entrada de cuatro resolvers, el cual se comunica con el Profibus. Los cuatro resolvers conectados al PRIM están configurados como cuatro resolvers de vuelta simple, tres de los cuales están en uso. El resolver 1 es para el levante, el resolver 2 es para el empuje y el resolver 3 es para el giro. El 4to. resolver no se usa. Vea el esquemático sobre información de cableado específica de la máquina. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.6.17.1 Visión general del hardware del resolver



#### LEYENDA

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 01. LEDs de estado de resolver    | 06. Conector de energía                      |
| 02. Conector de resolver 1 y 2    | 07. Conector de Profibus                     |
| 03. LEDs de estado de entrada     | 08. Interruptor terminal                     |
| 04. Conector de resolver 3 y 4    | 09. Selección de la dirección de la estación |
| 05. Conector de entrada (sin uso) | 10. LEDs de estado del Profibus              |

**Figura 3-111: Visión general del hardware**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.17.1.1 LEDs de estado de los resolvers

La tabla 6-15 describe la función de los LEDs de estado de los cuatro resolvers.

- LED 1 = Resolver 1, levante
- LED 2 = Resolver 2, empuje
- LED 3 = Resolver 3, giro
- LED 4 = Resolver 4, sin uso

Patrón de LED	Función
Apagado	LED desactivado
Verde sólido	Resolver OK
Verde intermitente	Falla del transductor despegable
Rojo intermitente	Falla de transductor no despegable
Rojo sólido	Falla de módulo

**Tabla 6-15: LEDs de estado de los resolvers**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.17.1.2 Conector de resolver 1 + 2 y conector de resolver 3

+ 4

N.º de pin	Función de vuelta simple	Vuelta múltiple AMCI Función	Vuelta múltiple Autotech Función
1	R1 ambos canales	R1	R1
2	R2 ambos canales	R2	R2
3	Shields	Shields	Shields
4	S1 & S2 ambos canales	S3F, S2F, S1C, S2C	S3C, S4C, S1F, S2F
5	S4 canal 1	S3C	S2C
6	S3 canal 1	S4C	S1C
7	S4 canal 2	S1F	S4F

8	S3 canal 2	S4F	S3F
<b>Tabla 6-16: Conector de resolver 1 + 2 y conector de resolver 3 + 4</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>			

#### 3.5.6.17.1.3 Conector de energía

Pasador	Función
1	+24Vdc
2	CC Común
3	Shields
<b>Tabla 6-17: Conector de energía</b> <i>FUENTE: P&amp;H Mining (2013)</i>	

#### 3.5.6.17.1.4 Conector de Profibus

El PRIM usa un conector hembra Sub-D de 9 pins para comunicarse con la red del Profibus.

#### 3.5.6.17.1.5 Interruptor terminal

Este interruptor se usa para evitar reflexiones en la línea del bus. Si el PRIM se usa como el primero o el último módulo en una red, el interruptor terminal debe estar en la posición ON (activado). De lo contrario, éste debe estar en la posición OFF (desactivado). (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.6.17.1.6 Selección de la dirección de la estación

El PRIM tiene dos interruptores rotatorios usados para configurar su dirección en la red. Se puede seleccionar cualquier estación desde 0 a 99. El interruptor 1 configura el primer dígito y el interruptor 2 configura el dígito decimal de la dirección. La dirección estándar preestablecida de P&H para el PRIM es 11. El interruptor 1 está configurado en 1 y el interruptor 2 está configurado en 1. Si el PRIM es configurado con una dirección diferente, no será reconocido por el AC800. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.5.6.17.1.7 LEDs de estado del Profibus

La tabla 6-18 describe la función de los cuatro LEDs de estado del Profibus.

LED	Patrón	Función
1	Rojo	El PRIM está fuera de línea y no es posible el intercambio de datos.
	Apagado	El PRIM está en línea
2	Verde	El PRIM está en línea y es posible el intercambio de datos.
	Apagado	El PRIM está fuera de línea.
3	Rojo parpadeando 1Hz	Error en la configuración: la longitud dentro y/o fuera establecida durante el inicio del PRIM no es igual a la longitud establecida durante la configuración de la red.
	Rojo parpadeando 2Hz	Error en los datos de los parámetros del usuario: La longitud/ contenidos de los datos de los parámetros del usuario, establecidos durante el inicio del PRIM, no son iguales a la longitud/contenidos establecidos durante la configuración de la red.
	Rojo parpadeando 4Hz	Error en el inicio del ASIS de comunicación del Profibus.
	Apagado	Sin diagnóstico presente.
4	Apagado	Sin uso.

**Tabla 6-18: LEDs de estado del Profibus**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.5.6.17.2 Retardo de energización

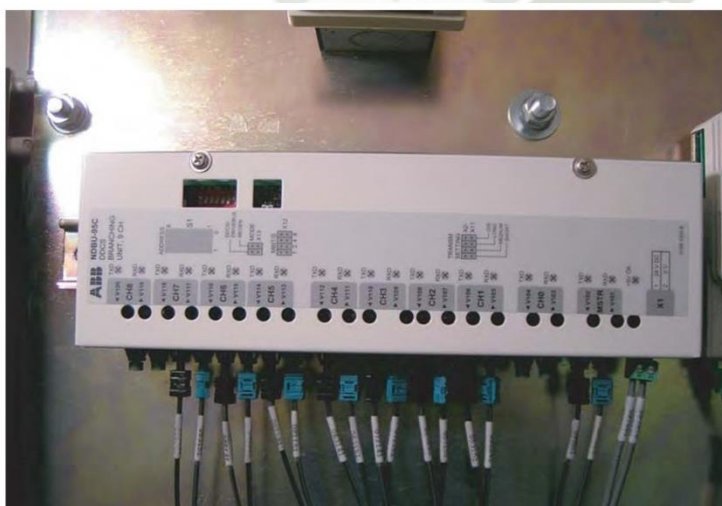
Existe un retardo de ocho segundos entre el momento de la energización y cuando el PRIM comienza a comunicarse con la red.

### 3.5.6.18 Unidad de derivación

La unidad de derivación es la interfaz entre la unidad AC800 y los drives digitales.

Ver

Figura 3-112.



**Figura 3-112: Unidad de derivación**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Esta sección examina los procedimientos para ajustar:

- Velocidad de comunicación
- Valores de la potencia óptica
- Modo de operación
- Dirección de unidad

#### **3.5.6.18.1 Ajuste de valores de la velocidad de comunicación**

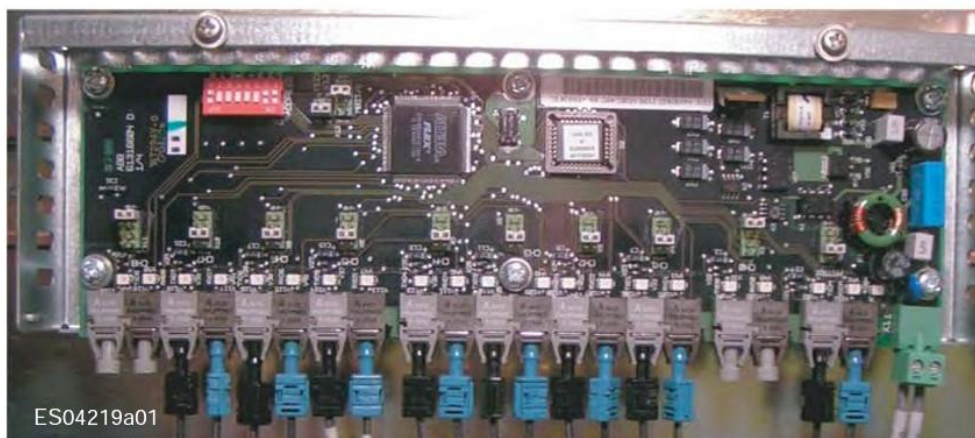
El valor por defecto del DriveWindow es 1 Mbit/s, refiérase a la Figura 3-113. El valor de ajuste de P&H Mining Equipment es de 4 Mbit/s. Para seleccionar la velocidad de comunicación correcta, realice los siguientes pasos:



**Figura 3-113: Velocidad de comunicación**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

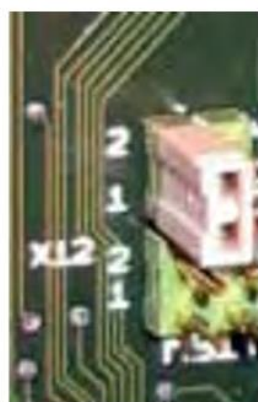
**Paso 1:** Retire la cubierta de la unidad de derivación. Ver Figura 3-114.



**Figura 3-114: Unidad de derivación - Sin cubierta**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

**Paso 2:** Coloque el puente sobre los pins 5 y 6 para seleccionar 4 Mbit/s. Ver Figura 3-115.



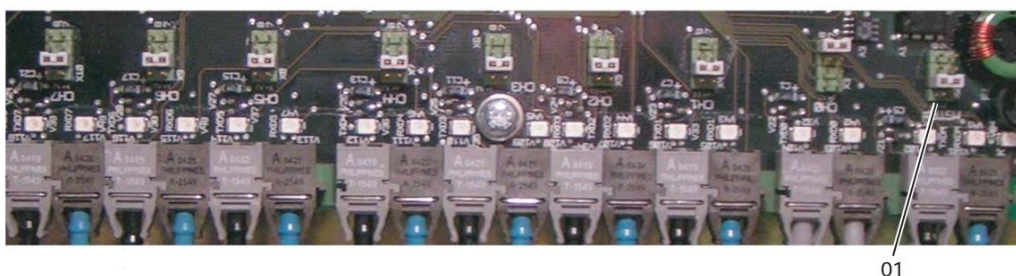
**Figura 3-115: Velocidad de comunicación - Posición del puente**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

**Paso 3:** Una vez que el puente se posiciona, se completa la instalación.

### 3.5.6.18.2 Ajuste de valores de la potencia óptica

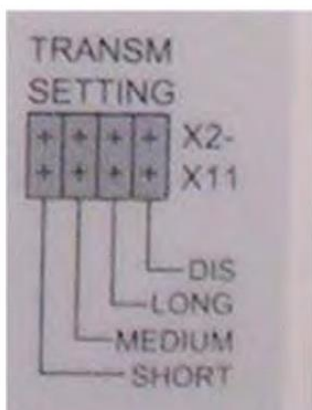
Esta sección trata sobre el ajuste de los valores de la potencia óptica, refiérase a la Figura 3-116 y la Figura 3-117.



LEVENDA  
01. Potencia óptica

**Figura 3-116: Valores de la potencia óptica**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*



**Figura 3-117: Selección de valores de la potencia óptica**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

**Paso 1:** Retire la cubierta de la unidad de derivación.

**Paso 2:** Por medio de la Tabla 6-19, coloque los puentes para cada conexión óptica.

Canal	Conexión	Posición del puente
Canal 8	X11	Pins 7&8 (Desact.)
Canal 7	X10	Pines 7y8 (Desact.)

Canal 6	X09	Pines 7y8 (Desact.)
Canal 5	X08	Pines 7y8 (Desact.)
Canal 4	X07	Pins 3&4 (Medio)
Canal 3	X06	Pins 3&4 (Medio)
Canal 2	X05	Pins 3&4 (Medio)
Canal 1	X04	Pins 3&4 (Medio)
Canal 0	X03	Pins 7&8 (Desact.)
Maestro	X02	Pins 3&4 (Medio)

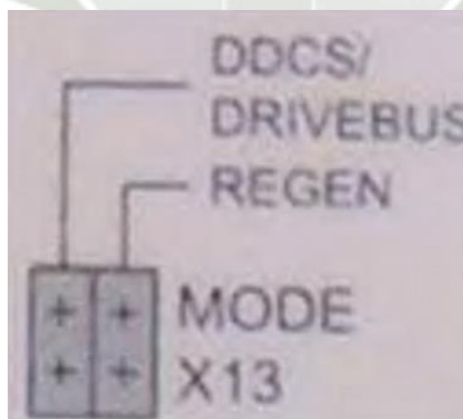
**Tabla 6-19: Valor de potencia óptica - Posición de puentes**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

**Paso 3:** Una vez que los puentes están en posición, se completa la instalación.

### 3.5.6.18.3 Selección del modo de operación

DriveWindow usa el protocolo DDCS. Refiérase a la Figura 3-118.



**Figura 3-118: Modo operación**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

**Paso 1:** Retire la cubierta de la unidad de derivación.

**Paso 2:** Coloque el puente sobre los pins 1 y 2 para seleccionar el protocolo DDCS. Ver Figura 3-119.



**Figura 3-119: Modo de operación - Posición del puente**

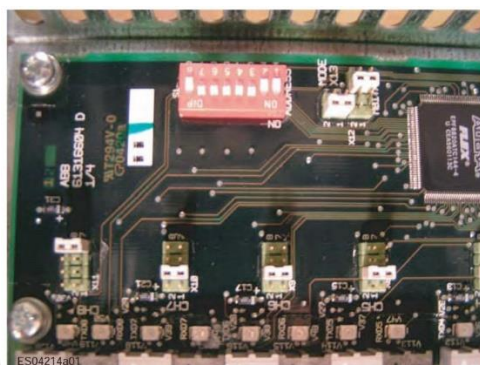
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

**Paso 3:** Una vez que el puente se posiciona, se completa la instalación.

#### **3.5.6.18.4 Selección de dirección**

El interruptor 1 (S1) es el interruptor DIP para seleccionar la dirección de la unidad de derivación.

Ver Figura 3-120.



**Figura 3-120: Selección de la dirección de la unidad de derivación**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

**Paso 1:** Retire la cubierta de la unidad de derivación.

**Paso 2:** Coloque los interruptores DIP de izquierda a derecha (de arriba hacia abajo) de acuerdo a la Tabla 6-20.

<b>Interruptor DIP</b>	<b>Posición</b>
Interruptor 8	0 (Off)
Interruptor 7	1 (On)
Interruptor 6	1 (On)
Interruptor 5	1 (On)
Interruptor 4	1 (On)
Interruptor 3	1 (On)
Interruptor 2	0 (Off)
Interruptor 1	0 (Off)

**Tabla 6-20: Interruptor S1 – Posiciones**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

**Paso 3:** Una vez que los interruptores están posicionados, se completa el ajuste.

**Paso 4:** Reinstale la cubierta de la unidad de derivación.

### **3.6 Módulo de control de drives (DCS800)**

#### **3.6.1 Módulo de control de drives (DCM)**

La perforadora 320XPC utiliza el sistema de drives digitales Centurion. Éste está compuesto por tres drives DCS800, uno para cada motor de rotación y uno para el motor de pulldown. Los campos de los motores de rotación #1 y rotación #2 son controlados por un solo drive (rotación #1), para asegurar que ambos motores estén produciendo torques iguales para compartir cargas iguales durante el movimiento de rotación. Esto se logra a través de una configuración maestro-seguidor entre los drives de rotación #1 y rotación #2. En esta sección se explican los componentes del sistema de drives digitales Centurion. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

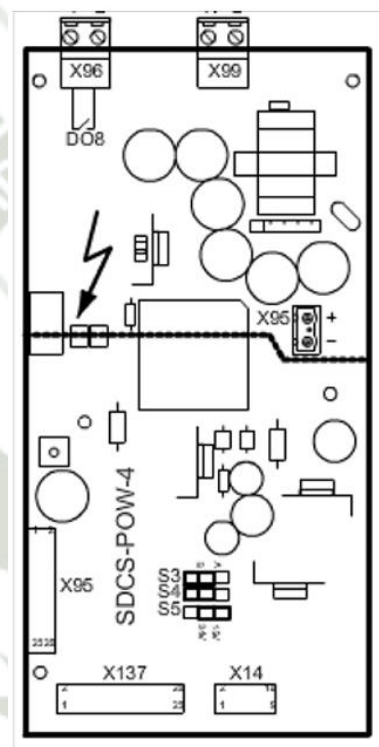


**Figura 3-121: DCS800 - Módulo de control de drives**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### **3.6.2 Tarjeta de suministro de potencia SCDS POW-4**

La tarjeta de suministro de potencia SDCS-POW-4 está diseñada para los módulos del convertidor del DCS800 y va montada en el soporte electrónico. La tarjeta de suministro de potencia SDCS-POW-4 funciona sobre la base de un modo conmutado en configuración fly back (retracción). Genera todos los voltajes de CD necesarios para la tarjeta de control SDCS-CON-4 y todas las otras tarjetas electrónicas. La entrada de voltaje se detecta automáticamente y se establece a 230VAC o 115VAC. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-122: Tarjeta de fuente de poder SDCS-POW-4**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) Se tienen las siguientes tarjetas digitales:

### 3.6.2.1 X95

X19 se usa para agregar capacitancia adicional a las existentes con el fin de incrementar el tiempo de amplificación de los conductores principales.

### 3.6.2.2 X96

X96 y DO8 es un potencial aislado mediante relevador, SIN contacto. Elemento MOV (275 V).

Valor nominal de contacto:

- AC: < 250VAC~/ < 3A~
- DC: < 24VDC-/ < 3A
- 0< 115/230V-/ < 0.3A

### 3.6.2.3 X99

X99 es el voltaje de alimentación auxiliar.

Voltaje de alimentación	115VAC	230VAC
Tolerancia	-15% / +10%	-15% / +10%
Frecuencia	45Hz - 65Hz	45Hz - 65Hz
Consumo de energía	120VA	120VA
Pérdida de energía	<60W	<60W
Corriente de entrada	0A / 20ms	10A / 20ms
Respaldo o soporte de red eléctrica (mains buffering)	mín: 30ms	mín: 300ms

**Tabla 7-1: Voltajes de alimentación**  
*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.6.3 Tarjeta de control y comunicaciones (SDCS-COM-8)

Esta tarjeta de comunicación SDCS-COM-8 debe usarse junto con un DCS800 para proporcionar la comunicación del Sistema de control de drive digital (DDCS).

### 3.6.3.1 Generalidades

La tarjeta de control y comunicaciones SDCS-COM-8 tiene las siguientes funciones:

Comunicaciones:

- Los datos son transmitidos y recibidos vía puertos de comunicación de fibra óptica.
- Comunicación con la SDCS-CON-4 vía X11.

### 3.6.3.2 Distribución de tarjeta de circuitos

La tarjeta está equipada con cuatro canales ópticos. La velocidad máxima de transmisión de datos es de 4 Mb por cada canal óptico. Ver Figura 3-123.



**Figura 3-123: Tarjeta SDCS-COM-8**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

- **Canal 0** - se usa para comunicar datos desde el control alterno (el controlador AC800) al drive.
- **Canal 1** - no se usa.
- **Canal 2** - se usa para operar dos o más drives que dependen el uno del otro.
- **Canal 3** - está preparado para conectar la herramienta del PC para commissioning y mantención (DriveWindow).

Existe un LED en la tarjeta SDCS-COM-8.

- Falla (Fault) - LED rojo.

Asignación de conectores:

- El conector X19 se usa para la tarjeta de interfaz NDPI.

#### **3.6.4 Tarjeta de control SDCS-CON-4**

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) la tarjeta de control contiene todas las funciones de control principales. La tarjeta SDCS-CON-4 está equipada con la Flash PROM, la cual contiene el firmware más los parámetros almacenados. Los parámetros manejados por el panel DCS800 o DWL, PCtool o por el servicio de parámetros de comunicación serial se almacenan inmediatamente en la Flash PROM.

- Función de vigilancia (Watchdog=guardián).
- Tarjeta de memoria (SDCS-MEM-8) para guardar la aplicación.
- Las entradas del registro de datos se almacenan en la Flash PROM durante el apagado (suministro auxiliar de energía APAGADO).

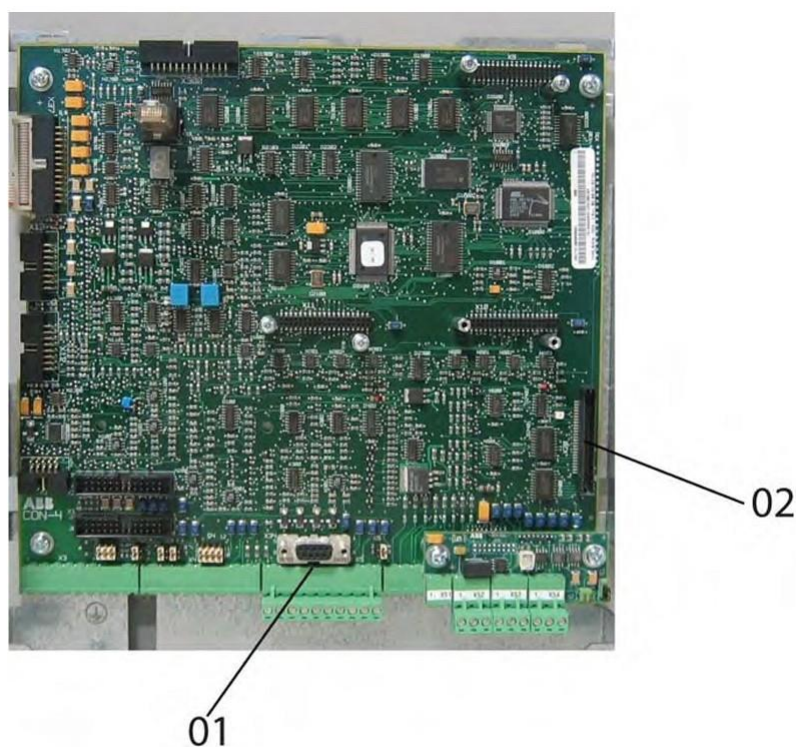
- La interfaz RS232 se usa normalmente para ajustar parámetros en el drive vía la herramienta de PC DWL o para cargar el firmware usando el software Hitachi.
- Conversión de I/O digitales y analógicas

#### **3.6.4.1 Función de vigilancia**

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) la tarjeta de control tiene un guardián interno. El guardián controla el funcionamiento del programa de la tarjeta de control (señal +24VDC). Si el guardián se dispara, tiene los siguientes efectos:

- Se deshabilita la escritura al FEPROM.
- Se resetea y deshabilita el control de disparo del tiristor.
- Se obliga a bajar las salidas digitales.
- Las salidas analógicas programables se resetean a cero, 0V.

#### **3.6.4.2 Distribución de tarjeta de circuitos**



**LEYENDA**

01. Puerto serial R232

02. Compact Flash

**Figura 3-124: Esquemático de la tarjeta SDCS-CON-4**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.6.4.3 Asignación de conectores e interruptores

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) se tiene la siguiente asignación de conectores e interruptores:

- X3 y X4 son entradas análogas.
- X6 está parcialmente escondida detrás de la tarjeta SDCS-DSL-4. X6 es una entrada digital.

- X7 está escondida detrás de la tarjeta SDCS-DSL-4. La tarjeta SDCS-DSL-4 está resaltada. X7 es una salida digital.
- X8 está escondida detrás de la tarjeta SDCS-DSL-4. La tarjeta SDCS-DSL-4 está resaltada. Aquí es donde se conecta la tarjeta SDCS-DSL-4 en la tarjeta SDCS-CON-4. La tarjeta SDCS-DSL-4 proporciona la interfaz de comunicación en serie a los excitadores de campo, convertidores de 12 pulsos, el maestro seguidor y el buzón de correos a los otros convertidores.
- X9, X10 y X11 se usan para los módulos de ES de extensión y el adaptador de la interfaz de comunicación.
- X12 y X13 se usan para la medición del voltaje, corriente y temperatura, y disparar los tiristores por medio de las tarjetas SDCS-PIN-61 o SDCS-PIN-4.
- X17 y X300 son conectores para pruebas rutinarias.
- X33 se usa para conectar el panel DCS800. Se puede conectar directamente por medio del enchufe de 40mm o mediante el cable CAT 1:1 (RJ45).
- X34 se usa para descargar el firmware para el DWL y la conexión para programación IEC61131.
- X37 se usa para el suministro de SDCS-CON-4 desde SDCS-POW-1, SDCS-POW-4 y SDCS-PIN-4.

El voltaje de suministro se puede medir a tierra.

- X37:3 = 48VCD
- X37:5 = 24VCD
- X37:7 = 15VCD
- X37:11 = 15VCD

- X37:13 = Codificador 5VCD
- X37:23 = CPU 5VCD

#### 3.6.4.4 Display de siete segmentos H2500

En la tarjeta de control SDCS-CON--4 se ubica una pantalla de siete segmentos H2500 y muestra el estado del drive. Las señales, o mensajes, se despliegan como códigos. Si el código consta de varias partes, los caracteres serán indicados por 0.7s, uno detrás del otro. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)



**Figura 3-125: Display de siete segmentos de SDCS-CON-2 (H1)**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Display de 7 segmentos	Definición
8	Programa no funciona
.	Condición normal
-	Descargar Firmware, S5 = 1-2
D	Solicitud + Descarga de firmware, Paso 2, S5 = 3-4
A	Alarma
F	Falla
E01	Error de Flash PROM interno, revisar suma
E02	Error de Flash PROM externo, revisar suma
E03	Error 1 de RAM
E04	Error 2 de RAM
E05	Hardware incompatible
E06	Error del guardián

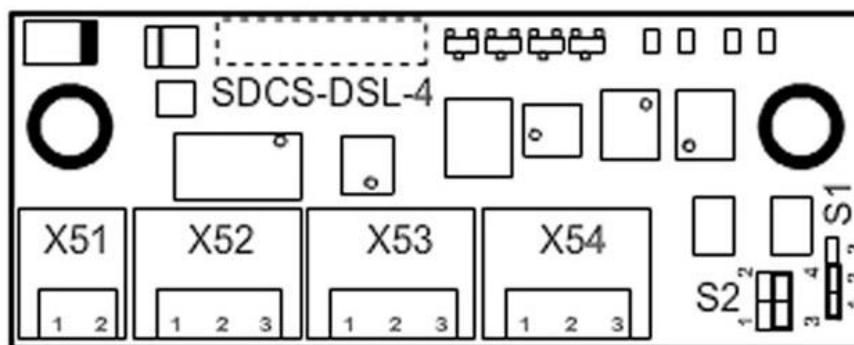
**Tabla 7-2: Definición de códigos del display de siete segmentos de SDCS-CON-4**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

#### 3.6.4.5 Tarjeta SDCS-DSL-4

La tarjeta SDCS-DSL proporciona comunicación de drive a drive. El protocolo y el hardware de comunicación se basan en CAN bus. Esta comunicación se utilizará para la operación de 12 pulsos, para la comunicación hacia el excitador de campo bien para el excitador de campo monofásico o trifásico.

El hardware de comunicación está equipado con un suministro aislado y un transmisor aislado. El terminador se puede configurar con el puente S2 y S1. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

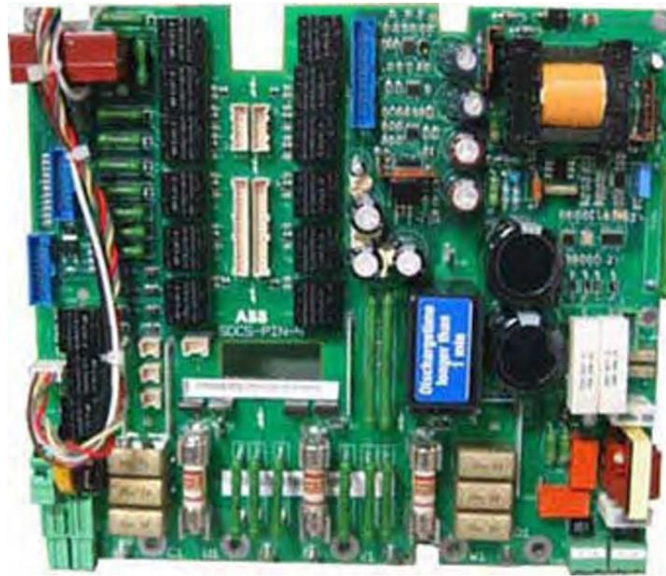


**Figura 3-126: Tarjeta SDCS DSL**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.6.5 Tarjeta SDCS-PIN-4 de interfaz de potencia (controladores de campo)

Las tarjetas de circuito SDCS-PIN-4 son específicas a la aplicación, ciertos factores de calibración se ajustan con la remoción de puentes y/o resistencias en la tarjeta.



**Figura 3-127: Tarjeta de interfaz de potencia SDCS-PIN-4**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

Todos los convertidores trifásicos vendrán ahora equipados con la tarjeta de interfaz de potencia SDCS-PIN-4. La tarjeta SDCS-PIN-4 tiene tres funciones específicas:

- Suministro de alimentación de la tarjeta CON-4 y los módulos enchufables conectados
- Control de puente de armadura y medición
- Control de excitador de campo a bordo y medición de corriente de campo.

La tarjeta de interfaz de potencia SDCS-PIN-4 suministra voltajes desde 230V, 525V y hasta 600V.

La identificación del convertidor se hace mediante el TYPECODE97.01, no por hardware. La identificación del convertidor maneja la configuración del resistor de carga total y la operación del puente 2-Q o 4-Q. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.6.5.1 Fuente de alimentación

La fuente de alimentación (X99:) opera en configuración fly-back o de retroceso. El voltaje de enlace de CC interno es de 310 V. La fuente de alimentación adapta automáticamente el voltaje de alimentación de entrada entre 230 V y 115 V y conmuta los relés K301.

En caso de oscilar el voltaje de entrada de 230 V (ej., red del generador), la operación se debe fijar en 230 V por el puente S1 = operación de 2-3 230V. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

### 3.6.5.2 Interfaz del circuito de armadura

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) se puede usar la misma tarjeta para los excitadores de campo trifásicos sin modificación. La medición de la corriente se ajusta mediante el parámetro TYPECODE 97.01 y se ajusta automáticamente por la configuración de la corriente nominal del motor.

La función de la interfaz del circuito de armadura es:

- Disparar el puente de la armadura de 6 ó 12 tiristores.
- Medición óhmica alta de voltaje CD y CA.
- Interfaz para el transformador de corriente CA para la medición de corriente.
- Circuito amortiguador para protección de los tiristores junto con el resistor R1 en el disipador térmico.
- Interfaz para la medición de temperatura del disipador térmico con un resistor PTC.
- Fusibles para protección contra sobrevoltaje y circuito de campo.
- Se puede usar la misma tarjeta para los excitadores de campo trifásicos sin modificación.

### 3.6.5.3 Interfaz del circuito de campo

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) el excitador de campo integrado se localiza internamente. Los pulsos de disparo son sincronizados desde los circuitos de la red eléctrica L1, L2, L3 y la tarjeta SDCS-CON-4. Los pulsos son amplificados en la tarjeta SDCS-PIN- 4 de la interfaz de potencia. La estructura del hardware es un puente medio controlado trifásico suministrado directamente desde los circuitos de la red eléctrica U1, V1, W1 vía los fusibles F100, F101, F102. Si el excitador de campo a bordo no se necesita, éste se puede desconectar usando el firmware.

La función de la interfaz del circuito de campo es: (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

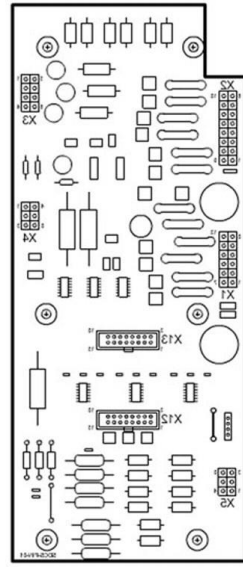
- Disparar el puente semicontrolado trifásico del puente de campo.
- Medición de la corriente de campo CD, la escala se selecciona automáticamente por medio de la corriente de campo del motor indicado.
- Se comparten los circuitos amortiguadores con el puente de la armadura.
- Fusibles F101, F102 y F103 para protección del cable y del campo del motor.
- El convertidor de 600V está siempre sin el excitador de campo a bordo

### **3.6.6 Tarjeta SDCS-PIN-61 de interfaz de potencia (controladores de armadura)**

Refiérase a la Figura 3-128 para ver esquemático de la tarjeta SDCS-PIN-61. La tarjeta SDCS-PIN-61 proporciona las siguientes funciones:

- Pulsos de disparo a los transformadores de pulsos.
- Realimentación de voltaje y corriente

- Interfaz de diverter
- Protección con fusibles para los pulsos de disparo y sincronización de CA.



**Figura 3-128: Esquemático de la tarjeta SDCS-PIN-61**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 3.6.6.1 Asignación de conectores:

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) se tiene la siguiente asignación de conectores:

- X3 - Entrada de sincronización trifásica y realimentación de voltaje
- X5 - Realimentación de corriente
- Interfaz de diverter X4
- X1 - Salida de pulsos de disparo hacia puente de avance
- X2 - Salida de pulsos de disparo para puente en retroceso
- X13 - Entrada de pulsos de disparo desde la tarjeta CON 2

- X12 - Realimentación de corriente y voltaje y sincronización trifásica a la tarjeta CON2

### 3.6.7 DCS800 DCS-CP

El panel de control del DCS800, o DCS-CP, se muestra a continuación.



**Figura 3-129: DCS800 DCS-CP**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

## 3.7 Arco Eléctrico

El arco eléctrico es uno de los peligros eléctricos más graves y menos conocidos. Un arco eléctrico (también denominado "Arc Flash ") es una descarga eléctrica continua de alta corriente que fluye a través de un espacio de aire entre los conductores. Genera una luz ultravioleta muy brillante, así como también calor intenso. Un arco eléctrico lo causa normalmente un cortocircuito. Esto se debe a veces a un fallo técnico del equipo eléctrico (por ejemplo, a una instalación incorrecta, al polvo, la corrosión, las impurezas de la superficie y, a veces, simplemente al desgaste normal). Sin

embargo, en la mayoría de los casos, los cortocircuitos son el resultado de un error humano. (CA., 2011)

### 3.7.1 Riesgos de exposición a un Arco Eléctrico.

Según CA. (2011) dependiendo de la gravedad del arco eléctrico, de la corriente y de la duración del arco, y dependiendo de la distancia entre el arco y el usuario, las consecuencias podrían ser las siguientes:

- Calor intenso del arco eléctrico de hasta 20 000 °C que puede causar quemaduras en la piel y el cuerpo del trabajador.
- Fuego que puede causar lesiones al trabajador, así como daños al lugar de trabajo circundante.
- Ráfaga de arco (explosión de arco eléctrico) con una presión de detonación de hasta 1000 kg/m<sup>2</sup> en la que salen despedidas a gran velocidad partículas de metal fundido, restos de equipos destruidos y otros componentes y que puede causar lesiones al trabajador.
- Ruido de la explosión (hasta 140 dB, igual de alto que un disparo) que puede causar lesiones en los oídos del trabajador.
- Luz ultravioleta de la explosión que puede ocasionar lesiones oculares al trabajador.

Las consecuencias para las personas que trabajan con equipos eléctricos energizados o cerca de ellos dependerán principalmente de la cantidad de energía incidente recibida en la superficie del cuerpo, que depende de la distancia hasta el arco. El principal riesgo para la persona expuesta son las quemaduras.

El principal efecto al que son expuestos los electricistas se relaciona con los valores de energía calorífica del arco eléctrico. Siendo así las quemaduras lesiones leves, a comparación de los otros daños a la salud que un arco eléctrico puede generar.

La complicación de las quemaduras, varían según; el tamaño de la misma, la profundidad, la edad de la persona quemada, la localización de la quemada y las enfermedades previas a esta.

Tres factores que permiten valorar la complicación de las lesiones o quemaduras producidas en el cuerpo de las personas afectadas:

### **Extensión**

Es el primer factor que permite determinar la complicación o severidad de una quemadura, ya que cuanto más amplia sea la zona afectada mayor es el estado de gravedad.

Las quemaduras producen una pérdida de líquidos (plasma sanguíneo) que trae como consecuencia el estado de “shock” del afectado, y mayor riesgo de infección, ya que se pierde la capa protectora de la piel al quemarse la misma. (CA., 2011)

### **Localización**

Según las partes del cuerpo que sean afectadas por las altas temperaturas, se hacen más profundas las quemaduras y tardan más en cicatrizar, y dejan lesiones estéticas.

Quemadas en zonas corporales como la cara, las manos, los pies, los genitales, entre otras, determinan mayor complicación, y por ende la cicatrización es más tardía, ya que esas zonas son más sensibles y la piel es más fina. (CA., 2011)

### **Profundidad**

Según CA. (2011) la profundidad de la lesión está directamente afectada por la temperatura y el tiempo de exposición al fuego.

Según la profundidad de las quemaduras se pueden clasificar en primer, segundo o tercer grado, acorde con la destrucción del tejido de las zonas afectadas:

- Quemaduras de primer grado: son lesiones superficiales que comprometen solamente la epidermis o capa externa de la piel. Generalmente presenta enrojecimiento (eritema) y dolor.
- Quemaduras de segundo grado: afecta en gran magnitud la epidermis y en menor la dermis. Se subclasifican además en grado superficial o profundo. Presentan enrojecimiento acompañado de ampollas (flictena) con contenido plasmático y se caracterizan por ser altamente dolorosas.
- Quemaduras de tercer grado: afectan en su totalidad el espesor de la piel, así como también afectan muchos tejidos más profundos como músculos, vasos, nervios y hasta hueso.

Las quemaduras de este grado producen una escara o especie de tejido muerto con un tono negruzco-grisáceo. No presenta dolor ya que fueron destruidas las terminaciones nerviosas de los tejidos afectados.

Por lo general estas quemaduras requieren de injertos en la piel para ayudar a la proliferación de células vivas y acelerar la cicatrización.

### ***3.8 Relé de protección SEL-751A***

El relé de protección SEL-751A da la solución para la protección de la entrada de alimentación en plantas industriales y en empresas suministradoras de energía eléctrica, con opciones flexibles de tarjetas de entradas y salidas, montaje fácil y ajustes rápidos.

El SEL-751A proporciona una protección completa de la entrada de alimentación, con elementos de sobrecorriente, sobrevoltaje, bajo voltaje y frecuencia. Integra con rapidez en comunicaciones seriales o Ethernet con protocolos IEC-61850, comunicaciones Mirrored Bits y otros. (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2022)

### **3.8.1 Protección de arco eléctrico de 2ms y relé de alimentación.**

Según Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. (2022) se tiene las siguientes características:

- Combina las entradas del sensor de luz con la protección de sobrecorriente de alta velocidad para lograr una protección segura de arco eléctrico en tan solo 2 ms.
- Mejora la protección usando opciones de soluciones basadas en voltaje, frecuencia y comunicaciones.
- Usa las mediciones del sincrofasor IEEE C37.118 para supervisar con precisión las condiciones del sistema de potencia de área amplia y para tomar decisiones basadas en las mediciones de estado.





**Figura 4-1: SEL 751A**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

### 3.8.2 Características Principales

#### 3.8.2.1 Protección de Alimentación

Proteger los circuitos de distribución radial y en lazo con una protección completa, que incluye sobrecorriente temporizado, sobrevoltaje/bajo voltaje, frecuencia y muchas más capacidades de protección. (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2022)

#### 3.8.2.2 Mitigación de arco eléctrico

Mejora la seguridad del personal con la detección opcional de arco eléctrico. El relé de protección de alimentador SEL- 751A ofrece detección combinada de sobrecorriente de luz y alta velocidad

para eventos de arco eléctrico: la solución ideal para la velocidad y la seguridad. (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2022)

### **3.8.2.3 Automatización y control**

El SEL-751A proporcionar protección, automatización y control, todo en un solo paquete. Las ecuaciones de control de SELogic soportan muchas aplicaciones automatizadas sin necesidad de utilizar controladores de automatización adicionales. Los botones configurables del panel frontal pueden reemplazar los controles de panel convencionales para simplificar las aplicaciones y el cableado. (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2022)

### **3.8.2.4 Análisis de eventos**

Realiza un análisis posterior a los eventos de manera más eficiente con registros de eventos detallados que combinan información oscilográfica y digital, lo cual facilita la búsqueda de la causa raíz. También puede agregar una fuente de tiempo sincronizada por satélite, como un reloj sincronizado por satélite SEL-2401 o SEL-2407®, para alinear convenientemente información de eventos desde múltiples dispositivos. (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2022)

### **3.8.2.5 Ambientes agresivos**

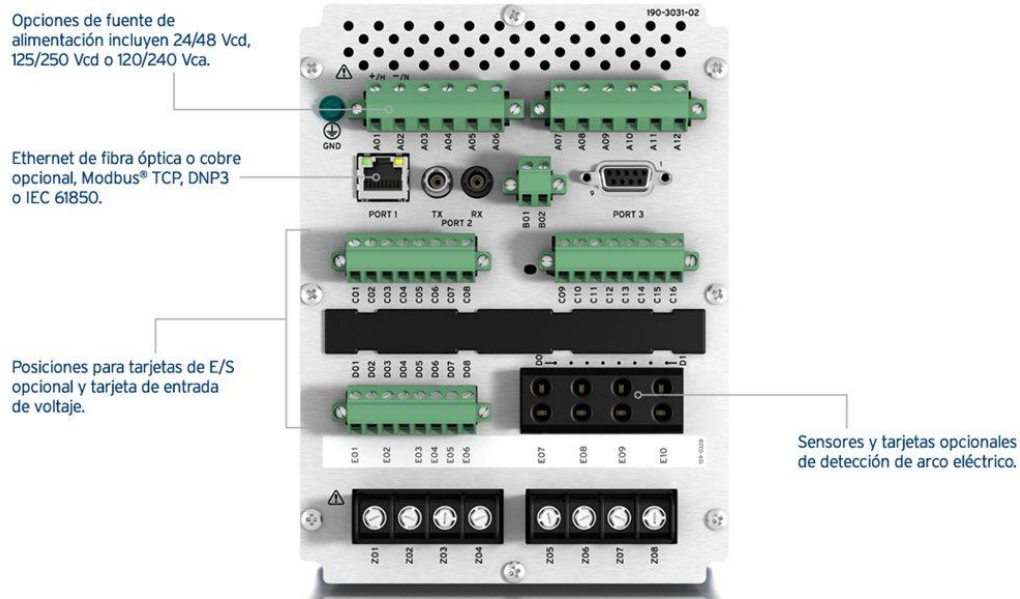
SEL-751A se usa en aplicaciones de control y protección, incluso en ambientes agresivos y peligrosos. El SEL-751A ha sido diseñado y probado para satisfacer y superar los requisitos industriales y de empresa suministradora de energía. Un intervalo de temperatura de operación de  $-40^{\circ}$  a  $+85^{\circ}$  C (de  $-40^{\circ}$  a  $+185^{\circ}$  F); Clase 1, aprobación de División 2; y el recubrimiento protector opcional permiten que este relé proporcione años de servicio confiable. (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2022)

### 3.8.2.6 Presentación Visual



**Figura 4-2: SEL 751 Front**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*



**Figura 4-3: SEL 751 Rear**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

### 3.8.2.7 Presentación Funcional General

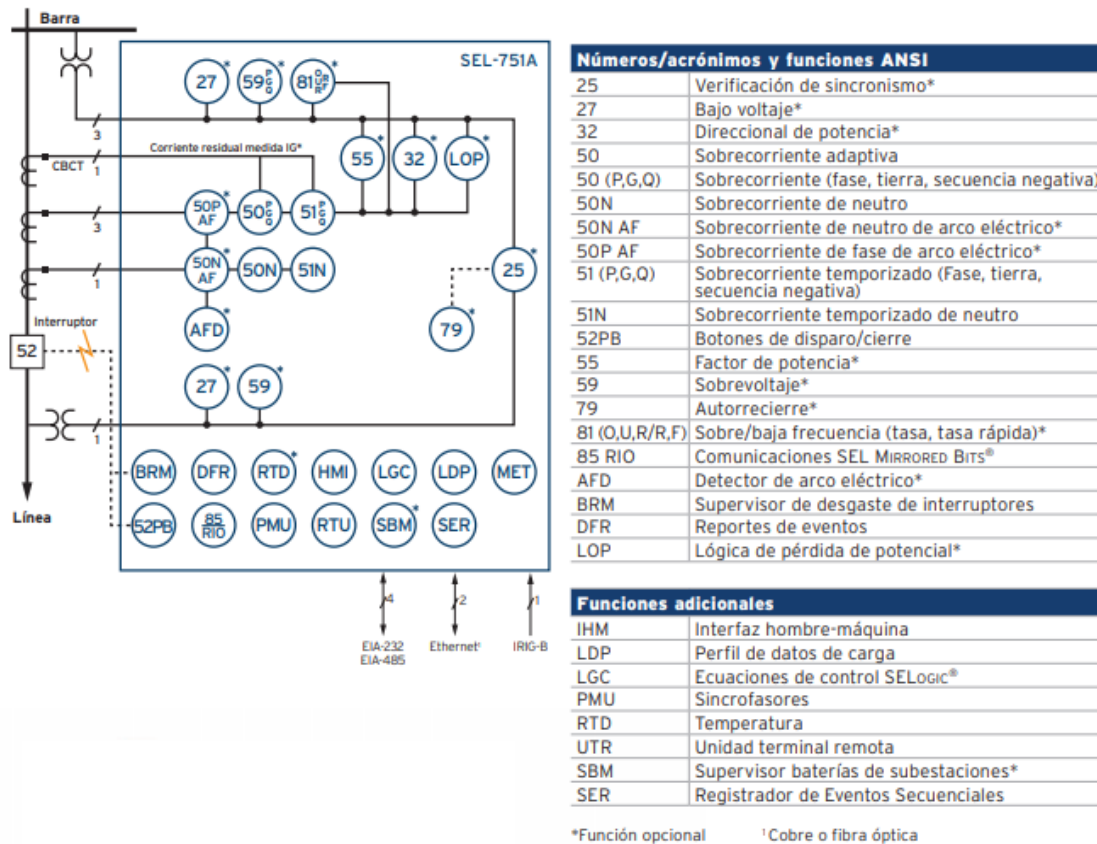


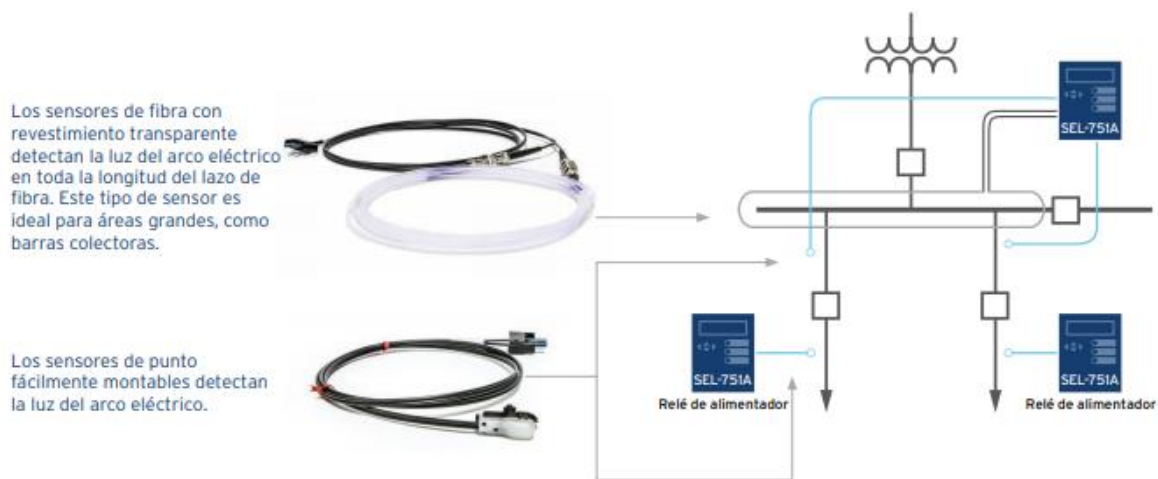
Figura 4-4: Diagrama General

FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)

### 3.8.2.8 Riesgos de Arco Eléctrico

Combina la tecnología de detección de luz con la protección de sobrecorriente rápida para brindar detección de arcos eléctricos a alta velocidad en tan solo 2 ms, sin disparar en falso. La protección de arco eléctrico rápida y segura reduce la energía incidente de los eventos de arco eléctrico. Los relés SEL-751A tienen características de integración y comunicación para un acceso remoto seguro. Con las comunicaciones inalámbricas o remotas, puede mantenerse alejado por completo de la zona de peligro mientras recopila datos importantes en tiempo real e históricos de los relés

para coordinar la protección y agilizar los tiempos de eliminación. (Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., 2022)



**Figura 4-5: Sensores Arco Eléctrico.**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

### 3.8.3 Especificaciones del SEL -751A

<b>GENERAL</b>	
Entradas de corriente de CA	5 A, 1 A, 50 mA, o 2,5 mA (alta sensibilidad) secundarios, dependiendo del modelo
Entradas de voltaje de CA	300 Vca continuo, 600 Vca por 10 segundos
Contactos de salida	El relé soporta salidas Forma A, B y C.
Entradas de control Optoaisladas	Señales de control CD/CA: 250, 220, 125, 110, 48 ó 24 V
Frecuencia y rotación de fases	Frecuencia del sistema: 50, 60 Hz Rotación de fases: ABC, ACB Seguimiento de frecuencia: 15 a 70 Hz (requiere entradas de voltaje de CA)
Elementos de tiempo-sobreintensidad luminosa de arco eléctrico.	Tiempo de operación: 2 a 5 ms Tiempo de reposición: 1 ciclo
Medios de comunicaciones	Ethernet 10/100BASE-T; Ethernet 100BASE-FX; puertos Ethernet unitarios o duales, EIA-232 serial; EIA-485 serial; conectores multimodo ST® serial o de fibra óptica
Protocolos de comunicaciones	Comunicaciones Mirrored Bits; IEC 61850; Modbus® RTU/TCP; DNP3 serial y LAN/WAN; DeviceNet™; Telnet; Protocolo de transferencia de archivos (FTP); Protocolo simple de tiempo de red (SNTP); ASCII simple y comprimido; Fast Meter y Fast Operate Extendidos; Fast SER; Event Messenger; sincrofasores IEEE C37.118 (solo mediante puerto serial)
Fuente de alimentación	125/250 Vcd o 120/240 Vca Rango de voltaje de entrada: 85–300 Vcd u 85–264 Vca 24/48 Vcd Rango de voltaje de entrada: 19.2 a 60 Vcd
Temperatura de operación	–40 ° a +85 °C (–40 ° a +185 °F)
<b>Tabla 8-1: Especificaciones del SEL -751A</b>	
<i>FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)</i>	

## CAPITULO IV

### DEFINICIONES

Según P&H Mining Equipment Inc. (2009) detallamos a continuación algunas de las definiciones más relevantes, que nos permitan comprender el concepto de la terminología empleada:

➤ **Falla catastrófica**

Un evento de Descarga Electrostática (ESD) puede haber provocado derretimiento de metal, falla de empalme, o falla de óxido. El circuito del dispositivo está permanentemente dañado, provocando la falla del dispositivo.

➤ **Tierra de punto común**

Sistema o método para la conexión de dos o más conductores a tierra al mismo potencial eléctrico.

➤ **Impulsos de control**

Señal de salida del módulo de control de drives (DCM) aplicada a los puertos de los SCR en un convertidor. Los impulsos de control son una representación de los requerimientos del operador y determinan el movimiento de la perforadora. Los impulsos de control están sincronizados con la fase de alto voltaje/ corriente entrante al puente.

➤ **“DCM” Módulo de control de drives**

Sistema de control basado en un microprocesador responsable de controlar la operación de los cuatro o cinco convertidores de armadura y de los tres convertidores de campo.

(P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Descarga electrostática (ESD)**

Transferencia de carga entre cuerpos a diferentes potenciales eléctricos.

➤ **Energía**

Capacidad para efectuar trabajos.

➤ **Feedback (retroalimentación)**

Señal de control de la corriente o tensión, representativa de una corriente o tensión mayor de un elemento de control final, ejemplo, un convertidor o un motor. Esta señal de retroalimentación es evaluada por el dispositivo de control en el lazo de control, para una posible corrección de la corriente o tensión de salida del elemento de control final.

➤ **Filtro**

Circuito que ofrece baja impedancia o resistencia a las frecuencias seleccionadas, mientras ofrece alta impedancia o resistencia a otras frecuencias. Los filtros están diseñados para impedir que las frecuencias no deseadas ingresen o afecten el circuito de control y, por consiguiente, la integridad operacional de la perforadora. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **I u O**

Usado en programación para identificar la dirección del módulo de interfaces hacia el Controlador AC800, ya sea como un módulo de entrada (I), o como un módulo de salida (O)

➤ **Defecto latente**

Dispositivo expuesto a un evento de ESD con funcionalidad parcialmente degradada y con una posible reducción en la expectativa de vida operacional. Un producto o sistema que incorpora dispositivos con defectos latentes puede experimentar una falla prematura después que el usuario los pone en servicio. Dichas fallas son usualmente costosas de reparar y en algunas aplicaciones pueden crear un peligro para el personal.

➤ **Consola del operador**

Los paneles ubicados en la cabina del operador frente al asiento del operador, que contienen los medidores, luces indicadoras, interruptores y botones de control operativos para accionar la perforadora.

➤ **Fase**

Relación angular entre dos corrientes o voltajes alternos, cuando el voltaje o la corriente son representados como una función de tiempo. Cuando ambos están en fase, el ángulo es cero; ambos alcanzan sus valores máximos simultáneamente. Cuando están fuera de fase, uno conducirá o retardará al otro; esto es, en el momento en que uno está en su máximo nivel, el otro no estará en

su valor máximo y (dependiendo del ángulo de la fase) puede diferir en polaridad como también en magnitud. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Potencia**

Tasa en que la energía es convertida de una forma a otra.

➤ **Factor de potencia**

Proporción de la potencia real de una corriente alterna o pulsativa, cuando es medida por un vatímetro, respecto a la potencia aparente comparada con las lecturas de un amperímetro y voltímetro. El factor de potencia de un inductor, capacitor, o aislador es una expresión de sus pérdidas

➤ **Áreas protegidas**

Un área protegida contra ESD consiste en materiales, equipos y procedimientos para controlar o minimizar las cargas electrostáticas (niveles de voltajes estáticos).

➤ **Reactancia**

Oposición ofrecida al flujo de una corriente alterna por la inductancia, capacitancia, o ambas, en cualquier circuito.

➤ **Potencia reactiva**

Amperios/voltios requeridos para energizar una carga inductiva o capacitiva.

➤ **Regulación**

Control de la salida del voltaje o corriente dentro de un porcentaje dado del nivel deseado.

➤ **Resistencia**

Oposición que un dispositivo o material ofrece al flujo de corriente.

➤ **Resonancia**

Condición en un circuito que contiene inductancia y capacitancia, donde la reactancia inductiva es igual y opuesta a la reactancia capacitiva.

➤ **Solenoides**

Dispositivo electro-mecánico el cual carga energía eléctrica al movimiento mecánico. La operación de este dispositivo está basada en la atracción de un núcleo de hierro móvil con el núcleo de un electroimán.

➤ **Electricidad estática**

Carga eléctrica provocada por un desequilibrio de electrones en la superficie de un material. Este desequilibrio de electrones produce un campo eléctrico que puede ser medido y que puede influenciar otros objetos a distancia.

(P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Tiristor o rectificador controlado de silicio (SCR)**

El tipo más común de tiristor. Dispositivo semiconductor que bloquea la corriente de cualquier polaridad, como un diodo, hasta aplicar el voltaje de control apropiado a la puerta, llamada señal de puerta. Cuando la polaridad es correcta y se aplica la señal de la puerta, el dispositivo SCR conducirá en sentido directo. Una vez que el SCR está conduciendo, la señal de la puerta no tiene influencia en su operación. La conducción se interrumpe cuando el voltaje que pasa de ánodo a cátodo invierte la polaridad, o la corriente disminuye por debajo del nivel específico para mantener la conducción. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Torque (par de torsión)**

Fuerza que se mueve a través de una distancia tendiente a producir rotación. La unidad de medida es el newton-metro de torsión.

➤ **Transductor**

Dispositivo eléctrico pasivo usado para medir grandes cantidades de corrientes DC. Estos dispositivos producen una señal unipolar de retroalimentación que sólo es proporcional a la corriente medida, independientemente de la polaridad de la corriente DC de gran cantidad bajo medición.

➤ **Varistor**

Dispositivo de resistencia de voltaje variable usado como protección contra el sobre-voltaje momentáneo, el cual es típica y directamente conectado a un componente o sistema electrónico sensitivo, a través de una entrada de AC. Cuando ocurre un impulso estrecho o pick de tensión y

se aplica a través del varistor, su resistencia disminuye rápidamente, creando un paso en derivación instantáneo de baja impedancia para la sobre-corriente y en consecuencia protege los componentes sensitivos del panel de control. Debido a que el paso en derivación crea un cortocircuito, el varistor y el fusible de línea están sujetos a ser dañados o debilitados en esta situación eléctrica de tolerancia fuera de diseño. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Controlador AC800**

El procesador AC800 es una unidad de proceso central (CPU) del sistema Centurion. Ésta consta de un microprocesador ejecutándose a 48MHz, 16MB RAM con servicio de batería interna o externa de respaldo, con 12 unidades X I/O que se pueden conectar al bus del módulo eléctrico, bus del módulo óptico y cuatro puertos de comunicación integrados:

- ✓ Puertos de Ethernet CN1 y CN2. El CN1 se utiliza para la comunicación con el touch panel.
- ✓ Los puertos RS232-C COM y COM4 no se utilizan.

➤ **Cables de cobre de Profibus**

Los cables de cobre blindados de Profibus se usan para conectar los componentes de Profibus a una red funcional. Los conectores de los cables vienen equipados con el interruptor terminal. El interruptor en los conectores del extremo del cable debe estar en la posición de encendido (ON) para aumentar la potencia de la señal eléctrica y para protegerla de la interferencia eléctrica interna/externa.

(P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Conductores ópticos de Profibus**

Los conductores ópticos de Profibus se usan para conectar los componentes de Profibus a una red funcional. Estos conductores son inmunes a la interferencia electromagnética y permiten la comunicación a alta velocidad gracias a que soportan frecuencias de señal mayores.

➤ **Unidad de batería externa de respaldo**

La unidad de la batería externa de respaldo, la cual utiliza una batería de litio de 3.6VDC reemplazable, se usa como fuente de alimentación externa para proporcionar un respaldo de memoria extendido al Controlador AC800. Esta unidad no es necesaria si el controlador utiliza una tarjeta de memoria flash externa.

➤ **Fuente de alimentación de 20A, 24VDC**

La fuente de alimentación de 20A, 24VDC “Sitop” recibe el voltaje prefiltrado de 120AC desde el filtro Sola. Luego, proporciona el voltaje de alimentación de 24VDC limpio y estable a las diferentes cargas en la cabina MCC, tales como el relé monitor de GF, circuito del Profibus de arrancadores Smart, controlador de inyección de agua, sistema de I/O de la MCC, etc.

➤ **Convertidor de voltaje de 24VDC a +/- 10VDC**

El convertidor de voltaje convierte 24VDC a +/- 10VDC, el cual se utiliza posteriormente para suministrar energía a los inclinómetros. (P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Sistema de I/O remotas - Nodo**

El sistema de I/O remotas se comunica con el controlador del Profibus, lee los sensores y activa los relés y solenoides. Éste está compuesto por el módulo de interfaz de I/O, módulos de I/O y módulo terminal.

➤ **Sistema Control Chief - sistema de control remoto**

Control Chief es un sistema de radiofrecuencia independiente que se usa junto con el transmisor inalámbrico portátil para controlar la perforadora desde el exterior de la cabina del operador mientras se propulsa la máquina hacia una nueva ubicación. El sistema Control Chief se basa en el sistema Allen Bradley SLC 5/04.

➤ **RCV (resistencia-capacitor-varistor)**

Los RCV son conjuntos electrónicos que utilizan una combinación de componentes electrónicos pasivos (resistencia y capacitor) y un componente semiconductor (varistor) para filtrar interferencias transitorias y sobre-voltajes de los voltajes de alimentación. También se utilizan en paralelo con las bobinas de relés/solenoides para suprimir el voltaje de retorno. Existen varios de estos en toda la cabina MCC.

➤ **Varistores de óxido de metal**

Los varistores de óxido de metal son dispositivos semiconductores diseñados para “restringir” cierto nivel de voltaje y disipar los sobre-voltajes (picos). La acción de los varistores eliminará los picos de voltaje del bus de 120VAC.

(P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Terminal de bus óptico del Profibus (OBT)**

El terminal del bus óptico del Profibus (Profibus OBT) es un componente de la red para el uso en redes ópticas Fieldbus - Profibus DP-V1. Esto permite la conexión de un sólo dispositivo sin interfaz óptica integrada al Profibus DP-V1 óptico.

➤ **Interruptor de Ethernet de 10/100 mbit, puertos RJ 45**

El interruptor de Ethernet enruta el tráfico de la red Ethernet entre el AC800, el Panel táctil y cualquier otro dispositivo Ethernet adicional que esté conectado, como un computador portátil, hubs inalámbricos, etc.

➤ **Inclinómetros**

Los inclinómetros (clinómetros) utilizan un sensor patentado basado en capacitancia sin partes en movimiento, para medir la inclinación de la perforadora de lado a lado y de adelante hacia atrás.

➤ **Interruptor de llave de programación**

El interruptor de llave de programación se utiliza para configurar ciertos parámetros de la perforadora en el GUI. Éste se ubica en la MCC, de modo que sólo está al alcance del personal autorizado para acceder a la cabina de alto voltaje. Este nivel de acceso asegura que sólo el personal calificado y autorizado pueda configurar ciertos parámetros del GUI.

(P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Relé de contactor del motor principal (MMCR)**

El MMCR es controlado por el PLC del Centurion, de 24VDC y se energizará cuando todas las condiciones para arrancar el motor principal de CA estén configuradas. Con el MMCR energizado, se suministrará 120VAC al contactor del motor principal (MMC), el cual se cerrará y suministrará alto voltaje al motor principal de CA.

➤ **Relé de sobrecarga del motor principal (MMOL)**

El relé MMOL es una entrada las I/O remotas de MCC. Cuando el motor CA principal está sobrecargado, según se detecta con los transformadores de corriente de sobrecarga, el relé MMOL se activará para abrir el contacto. El Centurion detectará esto como una condición de sobrecarga de motor y detendrá el motor principal.

➤ **Relé de control maestro (MCR)**

El MCR es un relé de bobina de 120VAC. El voltaje de suministro de CA al MCR pasa a través de los interruptores de Parada de emergencia (internos y de accionamiento manual). Los contactos del MCR suministran 120VAC al sistema Centurion. Cuando alguno de los interruptores de parada de emergencia se activa, el MCR se desenergiza, el voltaje de alimentación se elimina del sistema Centurion y la perforadora se detiene.

➤ **Calefactores de cabina**

Los calefactores de 100W con termostato integrado se utilizan para mantener la temperatura de la cabina y reducir la posibilidad de la condensación debido al cambio de temperatura.

(P&H Mining Equipment Inc., 2009)

➤ **Lista de acrónimos:**

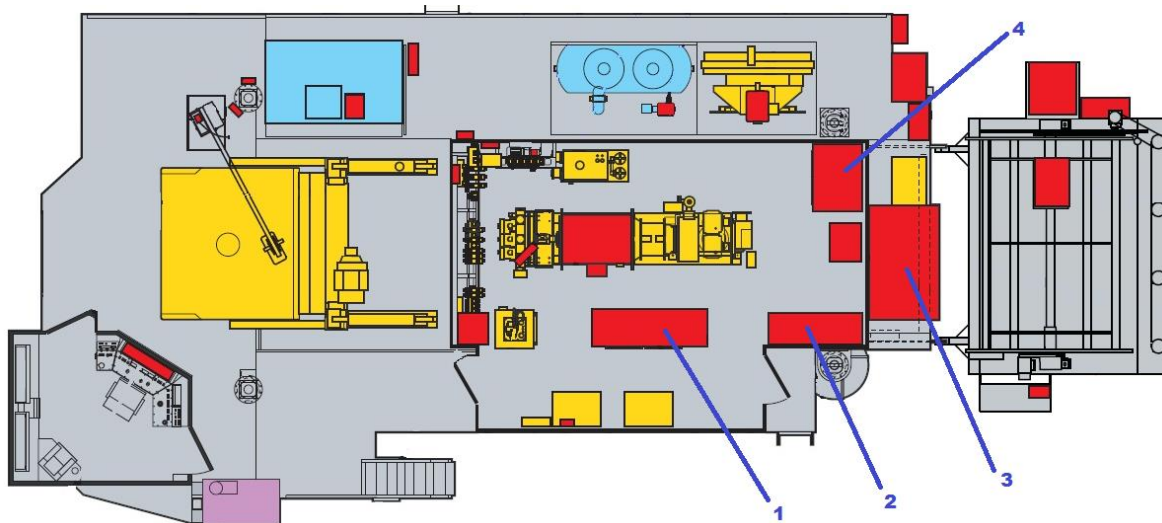
- ✓ **HVDS** - Interruptor de desconexión de alto voltaje
- ✓ **HVC** - Cabina de alto voltaje
- ✓ **MDCB** – Interruptor del mando principal
- ✓ **LCCB** – Interruptor del circuito de centro de carga
- ✓ **MCC** – Cabina de control principal
- ✓ **PDT** – Unidad de transmisión de bombas principales
- ✓ **MMCR** – Relé de contactor del motor principal
- ✓ **MMC** – Contactor del motor principal
- ✓ **CIPS** – Interruptor de presión de entrada del compresor
- ✓ **COPS** – Interruptor de presión de aceite del compresor
- ✓ **COTT** – Transductor de temperatura de aceite de compresor
- ✓ **CATT** – Transductor de temperatura de aire de compresor
- ✓ **COFS** – Interruptor de flujo de aceite de compresor
- ✓ **MCR** – Relé de control maestro
- ✓ **DCM** – Modulo de Control de Drive
- ✓ **DDCS** – Sistema de control de drive digital
- ✓ **VFD** – Drive de frecuencia Variable
- ✓ **GUI** - Interfaz gráfica del usuario
- ✓ **PRIM** – Modulo de interfaces de resolver de profibus

## CAPITULO V

### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 5.1. Ubicación de Sensores ArcFlash

Considerando la experiencia se analizaron 4 posibles lugares en los cuales se implementaría este sistema de detección de arco eléctrico, para ello se consideraron varios factores que determinaron y definieron estas ubicaciones, para poder instalar estos sensores de luz se tuvo que considerar la frecuencia en la que el personal de mantenimiento interviene estos gabinetes. De los 4 gabinetes propuestos, 2 de ellos siempre son abiertos por el personal de mantenimiento, se detectó que su sistema de protección propio normalmente siempre se encuentra “puenteado” es decir pierde su función de protección (mala práctica realizada por personal de mantenimiento la cual se detecta en varias unidades mineras), por ello se consideró instalar este sistema en estos gabinetes (Gabinete de 520VAC y 480VAC); los otros 2 gabinetes son los de alto voltaje y transformadores, ambos de ellos tienen barreras de protección rígida que no permite el acceso inmediato a ellos (puertas de gabinetes empernadas y con llave) pero también se analizó y llegó a la conclusión que deberían ser protegidos, ello debido a que se sabe por experiencia que en varias operaciones mineras el personal de mantenimiento asume que la toma de tensión principal de 7,2KVAC está bloqueada de la subestación y esto puede ser correcto o no, pero ello para evitar cualquier inconveniente es que se propuso instalar los sensores de luz en estos gabinetes, considerando la energía latente y componentes que también se encuentran en estos 2 gabinetes (Transformador principal y Gabinete de Alto Voltaje sala de máquinas).



Leyenda:

- 1- Gabinete de 480VAC
- 2- Gabinete de 520VAC
- 3- Transformador Principal
- 4- Gabinete de Alto Voltaje

**Figura 4-6: Ubicación de Sensores Arc Flash**

*FUENTE: P&H Mining (2013)*

### 5.1.1 Gabinete de 480VAC



**Figura 4-7: Gabinete 480VAC**

*FUENTE: Freddy Fernández (2014)*

El suministro llega hacia un interruptor (LCCB) ubicado en el tablero de distribución de 480VAC en la cabina de control principal MCC, Este interruptor de circuito tiene una desconexión en derivación que abre todo el circuito de 480 Vac cuando se detecta una falla a tierra y/o si las puertas de la cabina de control principal se abren mientras los circuitos están energizados, este interruptor

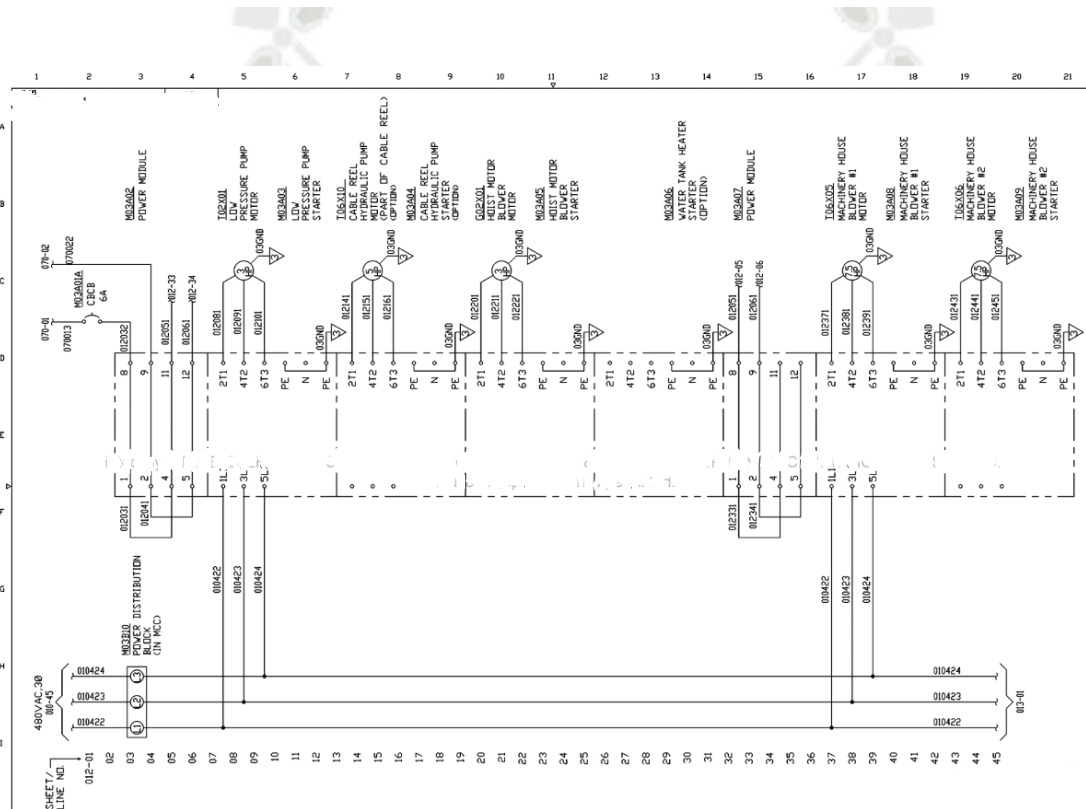
de las puertas es el que normalmente como mala práctica personal de mantenimiento puentea, lo que ocasiona que el personal este expuesto a energías incluso cuando el equipo se encuentra operativo. Este gabinete alimenta todos los motores trifásicos (motor de bomba hidráulica de baja presión, bomba de recirculación de aceite de compresor, sopladores de sala de máquinas, sistema de aire acondicionado, calefactores) de la perforadora algunos de ellos tienen arrancadores a excepción de los motores de inyección de agua y refrigeración los cuales son controlados por drive ACS800.



**Figura 4-8: Sensor de ArcFlash Gabinete 480VAC**

*FUENTE: Freddy Fernández (2014)*

Observamos que el sensor de ArcFlash se ubica en el lado superior LH, lugar en el cual va a permitir monitorear todo este gabinete y evitar cualquier evento de arco eléctrico que pudiera ocurrir en la operación del equipo o cuando personal de mantenimiento intervenga el equipo; es recomendable que cada mantenimiento programado se verifique que este sensor se encuentra montado en su base y el cable este en óptimas condiciones, esta inspección debe ser visual.



**Figura 4-9: Esquemático Eléctrico Gabinete 480VAC**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

### 5.1.2 Gabinete de 520VAC





**Figura 4-10: Gabinete 520VAC**

*FUENTE: Freddy Fernández (2014)*

El suministro llega hacia un interruptor (MDCB) ubicado en la cabina de los drives, la potencia fluye a través de fusibles de 500 Amp., antes de ingresar a los controladores drive DCS800 etapa de potencia (que son los encargados de los movimientos de Rotary y Pulldown). La potencia de 520 Vac se alimenta directamente del transformador principal a la cabina del drive de levante y

rotación (DCC). Se proporcionan dos interruptores de circuito independientes en cada cabina, uno para la fuente de alimentación del circuito de convertidores de la armadura, y uno para el circuito de convertidores de campo.

Los motores de levante y rotación se controlan por medio de drives de velocidad variable de CC digitales idénticos, en este gabinete tenemos 2 drive que controlan los movimientos de Rotary y 1 drive que controla el movimiento de Pulldow o levante.

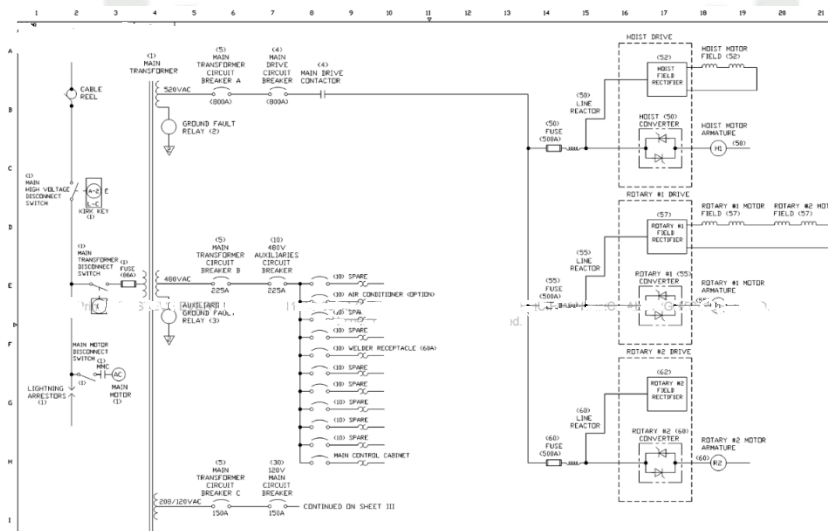


**Figura 4-11: Sensor de ArcFlash Gabinete 520VAC**

*FUENTE: Freddy Fernández (2014)*

Observamos que el sensor de ArcFlash se ubica en el lado superior LH de la puerta Izquierda, lugar en el cual va a permitir monitorear todo este gabinete y evitar cualquier evento de arco eléctrico

que pudiera ocurrir en la operación del equipo o cuando personal de mantenimiento intervenga el equipo; es recomendable que cada mantenimiento programado se verifique que este sensor se encuentra montado en su base y el cable este en óptimas condiciones, esta inspección debe ser visual.



**Figura 4-12: Esquemático Eléctrico Gabinete 520VAC**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

### 5.1.3 Transformador Principal



**Figura 4-13: Transformador Principal**

*FUENTE: Freddy Fernández, (2014)*

Le energía con la cual opera estos equipos es de 7,2KVAC, la energía es suministrada por una sub-estación en la mina; pero para que los diferentes sistemas de la Perforadora funcionen esta energía tiene que ingresar a un transformador, este transformador tiene un interruptor de desconexión de alto voltaje (HVDS), en mantenimiento se emplea este interruptor para eliminar toda la energía que ingresa al equipo; desde el interruptor de desconexión del transformador principal la potencia fluye hacia el lado primario del transformador principal (H1,H2,H3); el transformador principal tiene tres terminales secundarios trifásicos los cuales suministran la tensión necesaria para las funciones de la perforadora,

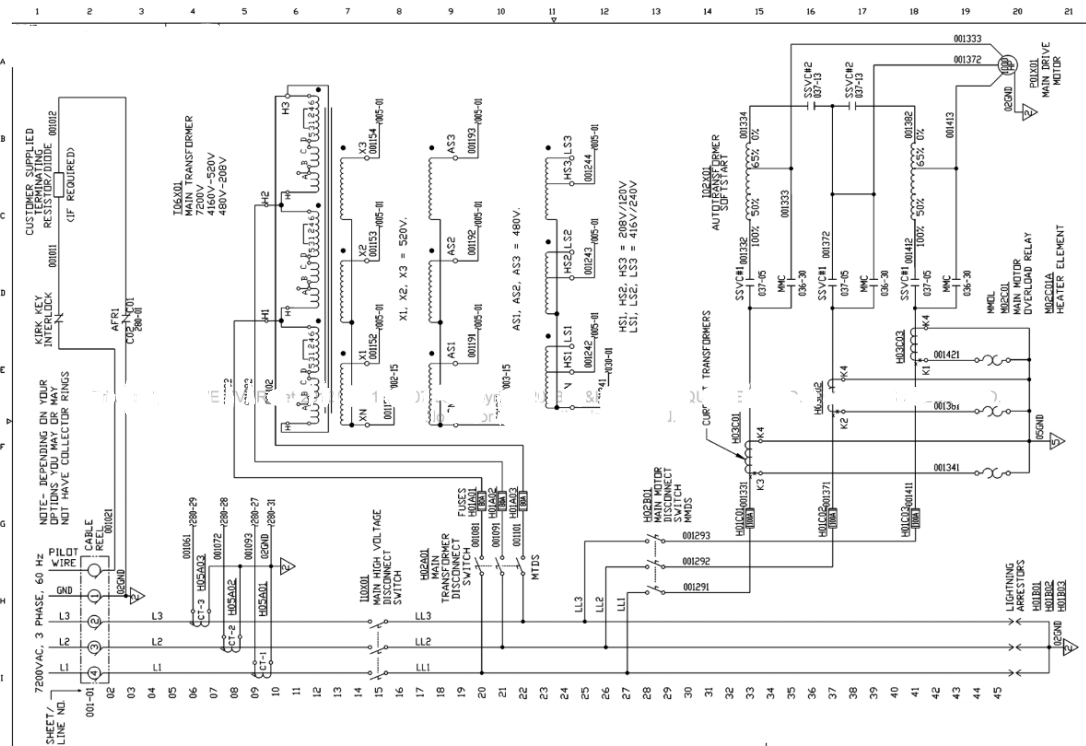
Los terminales X1, X2; X3 suministran 520VAC

Los terminales AS1, AS2, AS3 suministran 480VAC

Los terminales HS1, HS2, HS3 suministran 120VAC

El transformador principal se ubica en la parte externa de la sala de máquinas, este transformador se cuenta con una barrera rígida para evitar su ingreso, tiene puertas empernadas las cuales cumplen la función de evitar que personal ingrese de manera sencilla, en algunas unidades mineras los procedimientos de seguridad no son cumplidos al 100% y se ha encontrado estas puertas sin todos sus pernos por lo que es necesario considerar instalar un sensor de arcflash dentro del gabinete que almacena el transformador principal. Cabe indicar que cuando se requiere realizar algún correctivo, mantenimiento a este gabinete se deben considerar los procedimientos de seguridad para realizar el corte de energía desde la sub-estación y aplicar el correcto bloqueo y aislamiento.





**Figura 4-14: Esquemático Eléctrico Transformador Principal**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

#### 5.1.4 Gabinete de Alto Voltaje



**Figura 4-15: Gabinete de Alto Voltaje**

*FUENTE: Freddy Fernández (2014)*

La potencia del Interruptor de desconexión de alto voltaje se dirige a la Cabina de alto voltaje que se ubica en la pared delantera de la perforadora, dentro de la sala de máquinas.

Esta cabina contiene dos interruptores de desconexión:

- El interruptor de desconexión del motor principal H02B01. Este conjunto recibe el suministro de alto voltaje de corriente alterna (CA) del interruptor de desconexión de alto

voltaje. Los conductores del cable están conectados en la parte superior de este interruptor de desconexión. Hay tres alambres conectados en la parte inferior del interruptor, Estos alambres se dirigen hacia los fusibles del motor principal de 150 Amp, H01C01, H01C02 y H01C03. El pulsador del interruptor se proporciona con un interruptor de proximidad para informar el AC800 que el interruptor está en la posición cerrada.

- El interruptor de desconexión del transformador principal H02A01. Este conjunto recibe el suministro de alto voltaje de corriente alterna (CA) del interruptor de desconexión de alto voltaje. Los conductores del cable están conectados en la parte superior de este interruptor de desconexión. Hay tres alambres conectados en la parte inferior del interruptor, Estos alambres se dirigen hacia los fusibles del transformador principal de 150 Amp, H01A01, H01A02 y H01A03.

Esta cabina también contiene dispositivos de protección contra rayos, H01B01, H01B02 y H01B03, transformadores de corriente del motor principal, H03C01, H03C02 y H03C03, fusibles del motor principal de 150A, H01C01, H01C02 y H01C03, y fusibles del transformador principal de 150A, H01A01, H01A02 y H01A03.

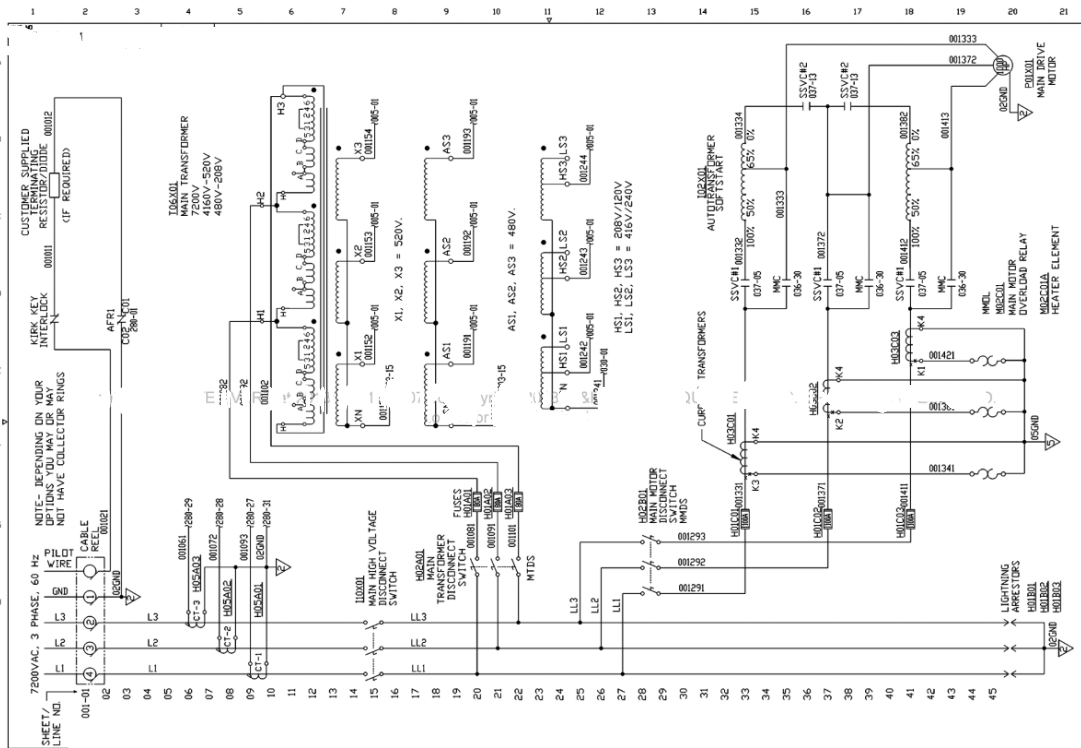


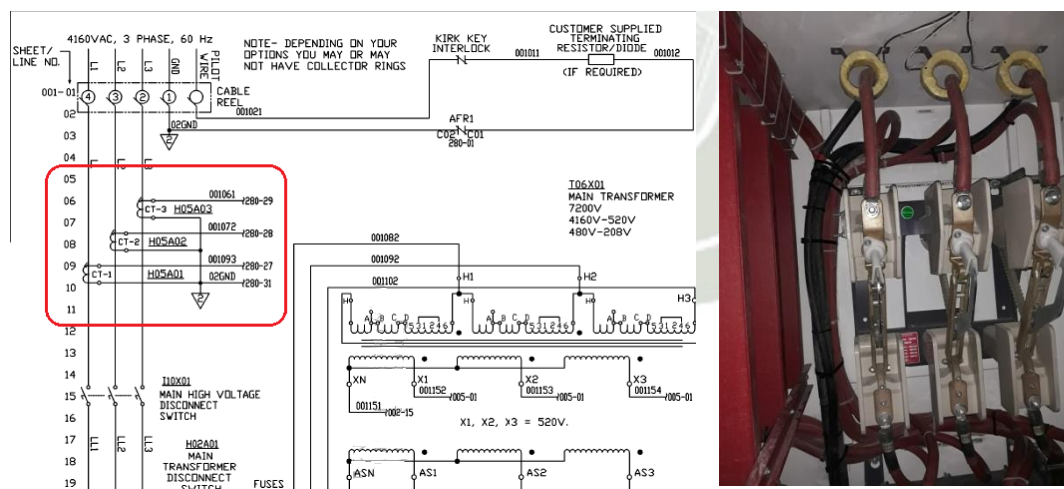
Figura 4-16: Esquemático Eléctrico Gabinete Alto Voltaje

FUENTE: *Electric Schematic P&H Mining (2013)*

## 5.2. Medición de Sobrecorriente

El módulo de detección de arco eléctrico SEL 751A además de utilizar los sensores de fibra óptica que detectan el efecto lumínico provocado por el arco eléctrico. Para evitar disparos inadecuados, analiza la sobre corriente coincidente con la emisión de luz, emitiendo señales de disparo solo si ambas condiciones se cumplen. El disparo de alta velocidad reduce significativamente el daño provocado por la energía liberada por el arco eléctrico.

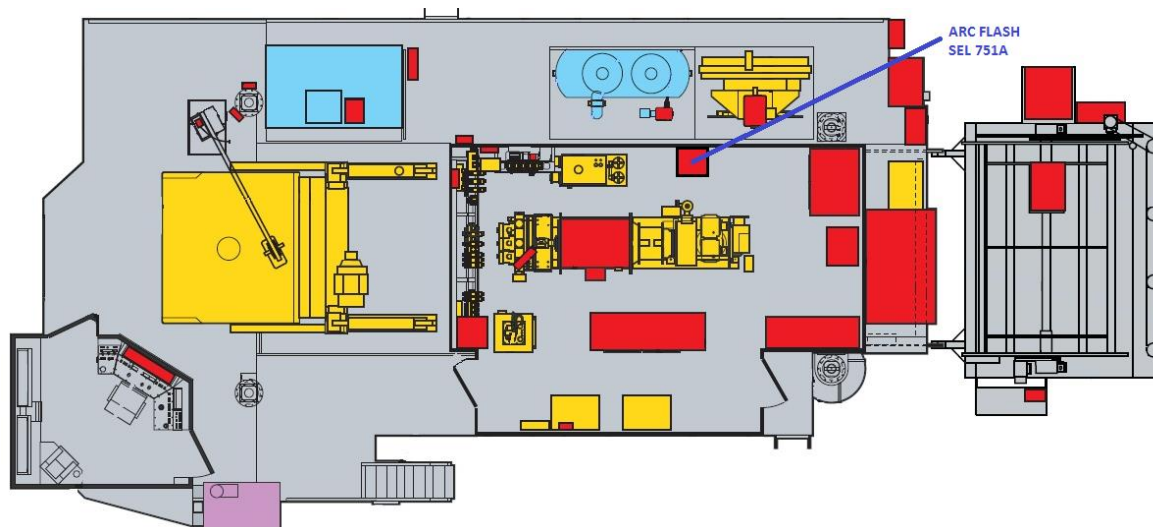
Para ello se han implementado 3 transformadores de corriente (CT) en el gabinete de alto voltaje con el objetivo de monitorear la corriente de la alimentación de entrada al equipo; estos 3 CT (H05A01, H05A02, H05A03) son de uso exclusivo para el Relé SEL 751A, la señal de los mismo va directo a este módulo, esto con el objetivo de tener un monitoreo de corriente correcto.

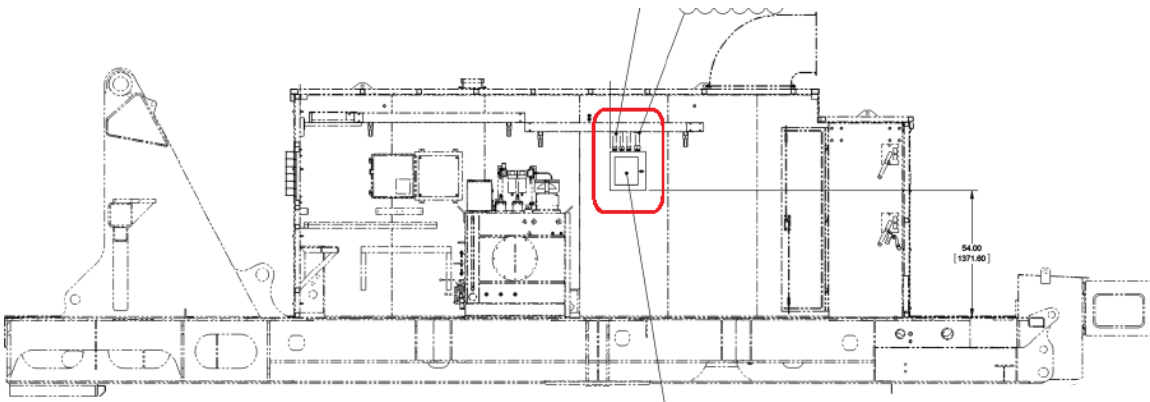


**Figura 4-17: CT en Gabinete de Alto Voltaje**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

### 5.3. Ubicación de Relé SEL 751A en Perforadora 320 XPC





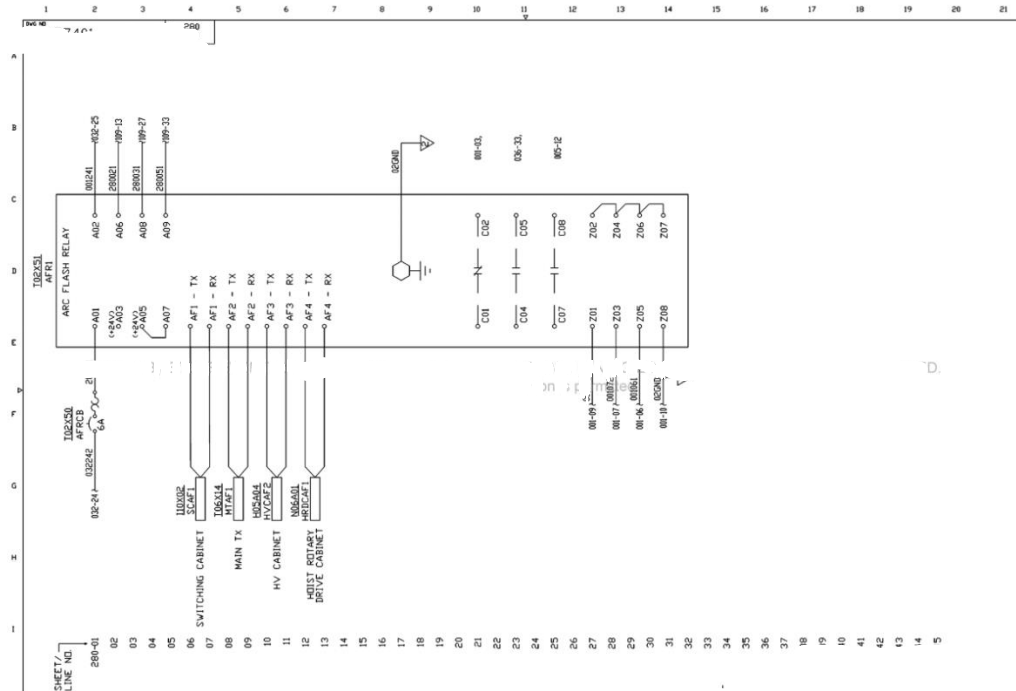
**Figura 4-18: Ubicación de SEL 751A**

*FUENTE: Freddy Fernández (2014)*

El Relé de protección de arco eléctrico y sobrecorriente SEL 751A se ubica dentro de la sala de máquinas en la parte delantera lado izquierdo, frente a la cabina de alto voltaje a un costado del compresor de aire, esta ubicación es de fácil acceso para personal de mantenimiento, el SEL 751A se montó dentro de un gabinete eléctrico que protege al relé del polvo, humedad, y de la manipulación de personal no calificado.

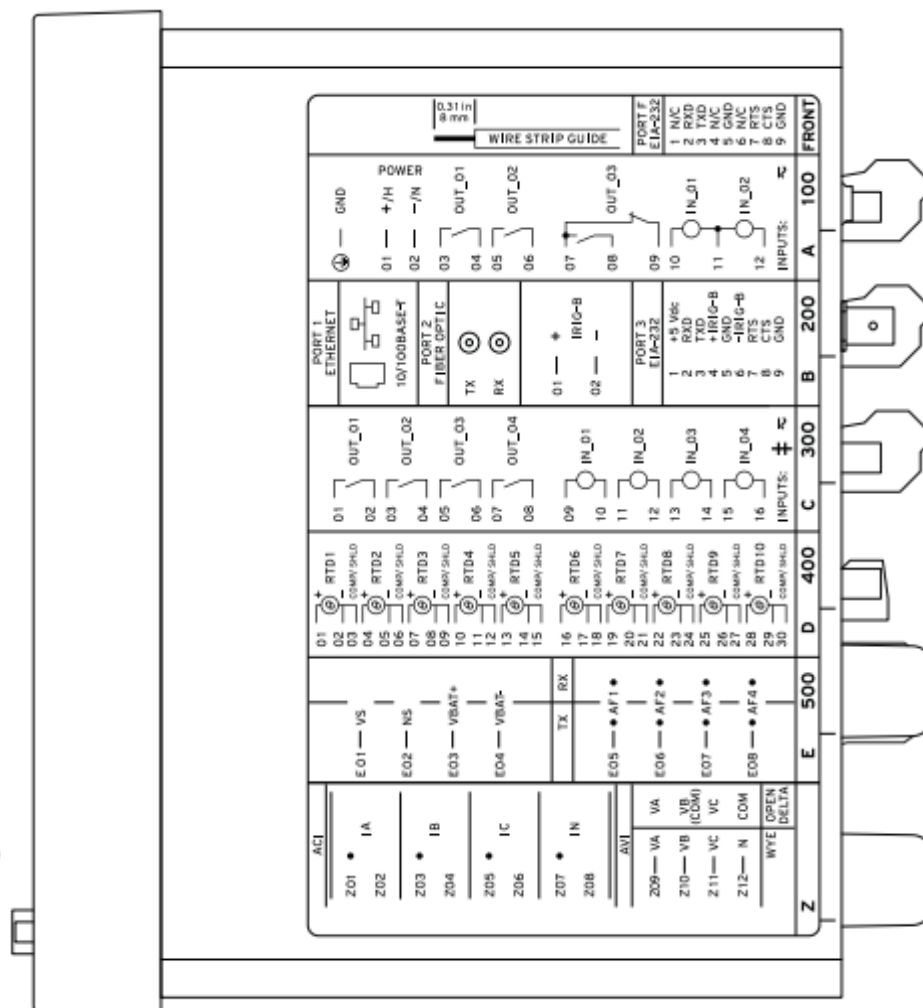
Todo el cableado se realizó por tuberías conduit y bandejas eléctricas las cuales se distribuyen por toda la sala eléctrica.

### 5.4. Conexionado de Relé de Protección SEL 751A



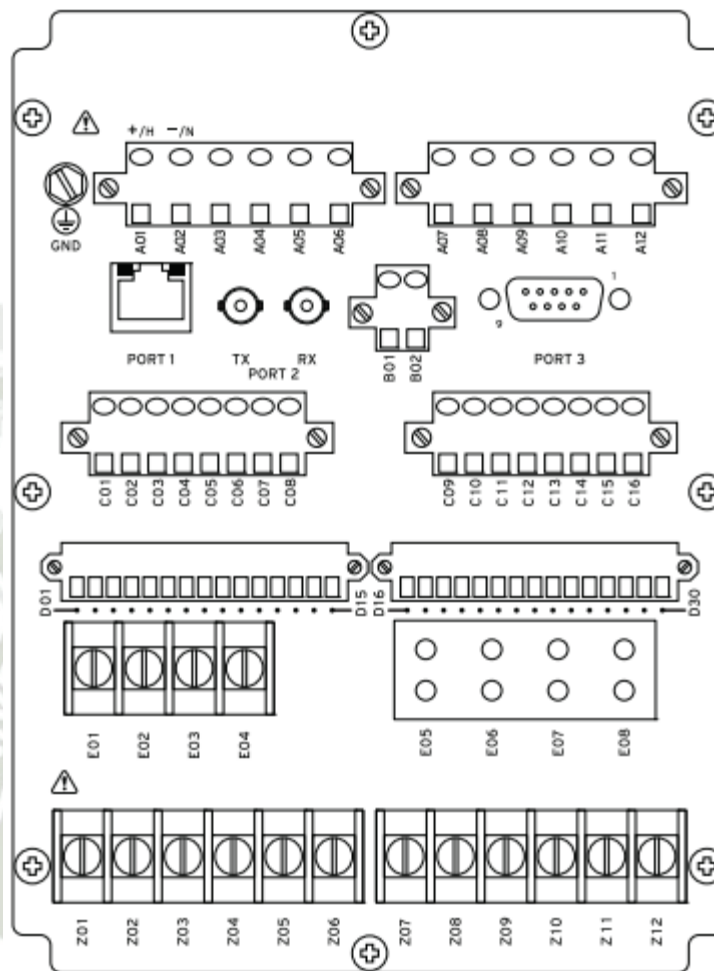
**Figura 4-19: Diagrama Eléctrico de Conexionado SEL 751<sup>a</sup>**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*



**Figura 4-20: Side-Panel Input and Output Designations**

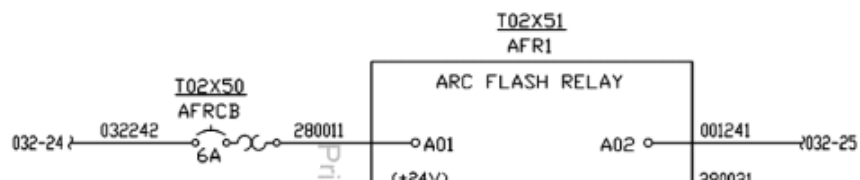
*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*



**Figura 4-21: Rear-Panel Layout**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

### 5.4.1 Voltaje de alimentación



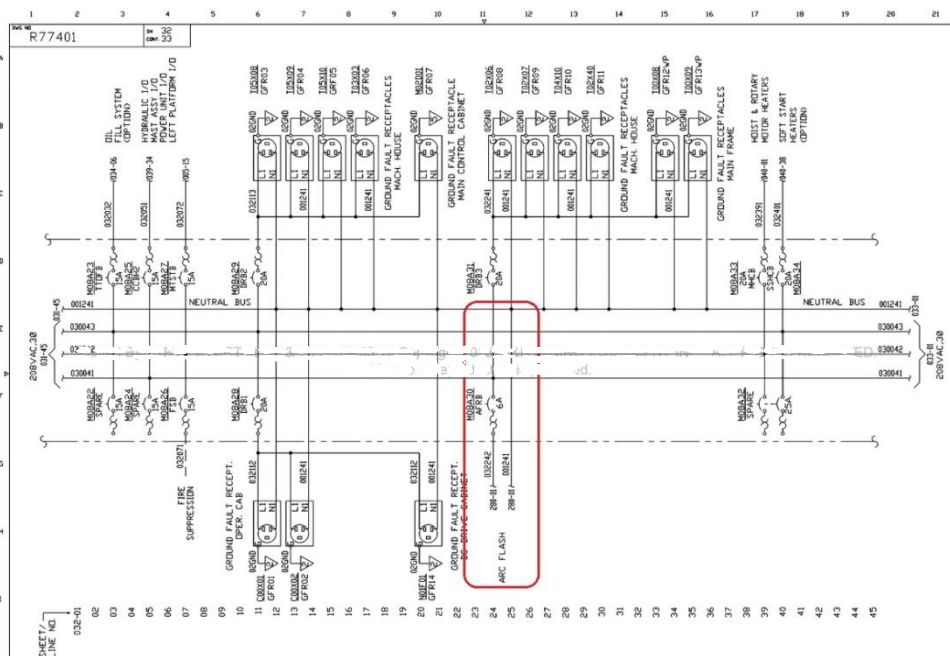
**Figura 4-22: Voltaje de Alimentación AFR1**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Observamos que las entradas de alimentación en Relé SEL 751A se da por A01 y A02 como se indica en su hoja de datos del componente.

La alimentación llega del gabinete de interruptores de 208VAC 3Ø, en dicho gabinete se encuentra el Breaker AFRCB de 6A.





**Figura 4-23: Gabinete 208VAC Breaker AFRB**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

La fuente de alimentación del Relé 751A es de 120VAC; ya que se toma el voltaje de línea de 208VAC y Neutro.

#### 5.4.2 Señales de sensores ópticos.



**Figura 4-24: Señales de sensores Ópticos AFR1**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Para esta aplicación se está considerando ocupar las 4 señales de detección de arco eléctrico con las que cuenta este Relé SEL 751A, ya se indicó la ubicación en la cual se instalarían dichos sensores ópticos y el motivo por el cual se eligió dichos lugares, se indica la nomenclatura que se dio a cada uno de los sensores dependiendo de su ubicación:

##### 5.4.2.1 SCAF1 – Switching Cabinet

Corresponde al Gabinete de 480VAC

##### 5.4.2.2 MTAF1 – Main TX

Corresponde al Transformador Principal

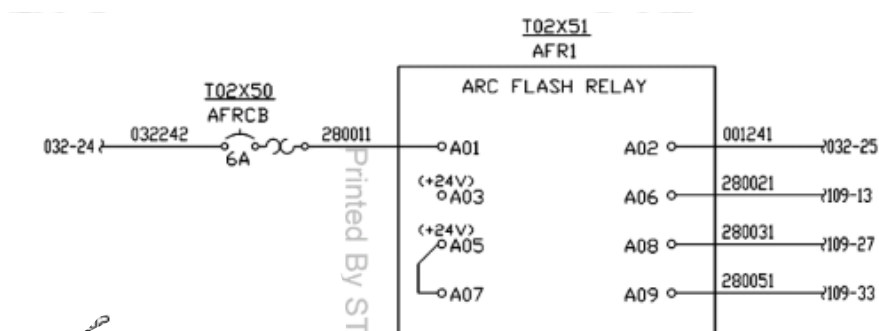
##### 5.4.2.3 HVCAF2 – HV Cabinet

Corresponde al Gabinete de Alto Voltaje

#### 5.4.2.4 HRDCAF1 – Hoist Rotary Drive Cabinet

Corresponde al Gabinete de 520VAC

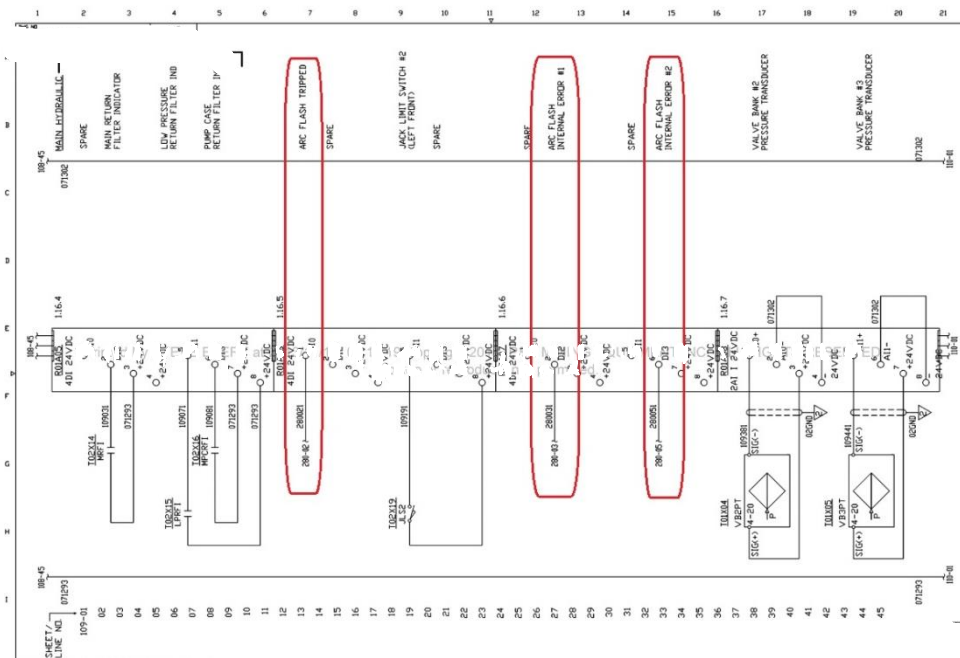
#### 5.4.3 Salidas Digitales de Diagnostico.



**Figura 4-25: Salidas Digitales AFR1**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Para poder saber el estado en el cual se encuentra el Relé SEL 751A, se van a utilizar 3 de sus salidas digitales de 24VDC, las cuales llegaran al I/O Modulo Hydraulic control cabinet.



**Figura 3-26: Entrada DI a modulo I/O**

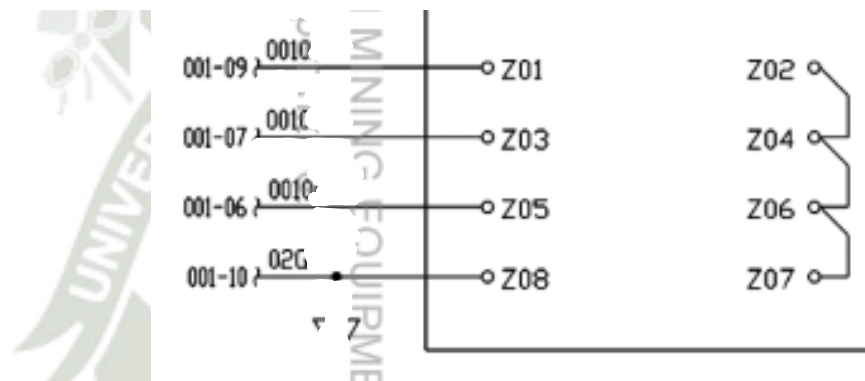
*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Las 3 salidas digitales del Relé SEL 751A indicaran un evento de falla de este AFR1, estas señales DI ingresaran a un módulo I/O de todo el sistema de control de la Perforadora 320XPC para que sean procesadas por el PLC AC800 y teniendo en cuenta la dirección de entrada se reporte la falla al GUI que se encuentra en la cabina del operador, para que cuando ocurra algún evento personal de mantenimiento pueda constatar que el Relé SEL 751A se encuentra en falla.

Los eventos que se indicarían serían los siguientes:

- A06 – ARC FLASH TRIPPED
- A08 – ARC FLASH INTERNAL ERROR #1
- A09 – ARC FLASH INTERNAL ERROR #2

#### 5.4.4 Ingreso de Señales de Corriente.

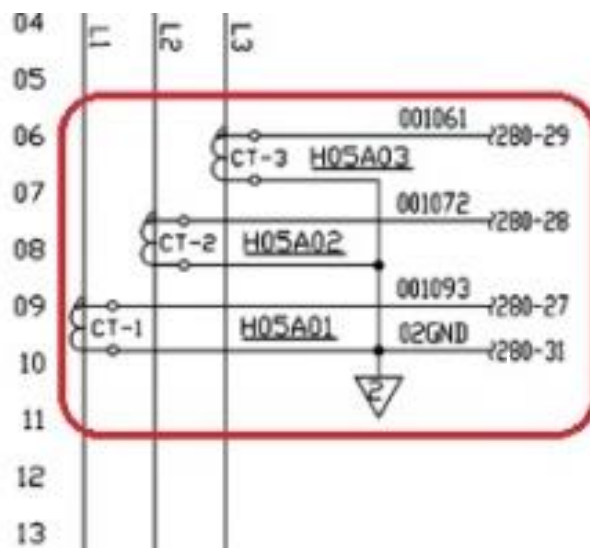


**Figura 4-27: Entrada de señales de corriente AFR1**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Es necesario que el relé SEL 751A este en constante monitoreo de la corriente de entrada de todo el sistema eléctrico, por ello se toma la señal de 3 CT instalados en la línea de entrada al equipo de 7200 VAC 3Ø.

La señal de corriente ingresa por las entradas Z01 – Z03 – Z05 del Relé SEL 751A, todas estas señales tienen la tierra común que ingresa a Z08.

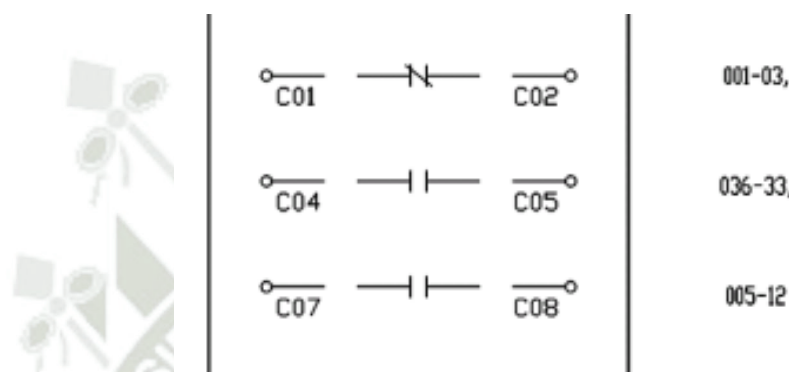


**Figura 4-28: Toma de señal de corriente para AFR1**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Observamos que la medición de corriente es exclusiva para el Relé SEL 751A, las señales se toman de las líneas L1 – L2 – L3 que ingresa al equipo de la sub-estación.

#### 5.4.5 Contactos de salida de Ejecución.

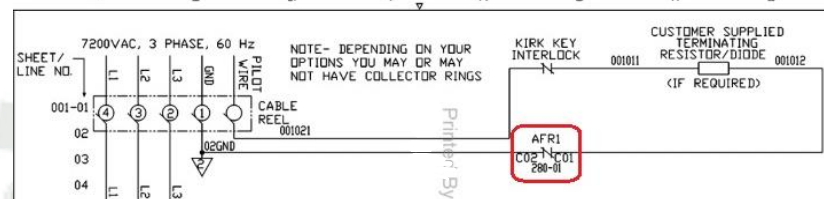


**Figura 4-29: Contactos de Salida AFR1**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Si se diera el caso que el relé SEL 751A detectara una sobre corriente y un archflash es necesario que este actúe tripeando los circuitos eléctricos principales de la Perforadora 320XCP y nos permita asegurar una energía 0 en el equipo es por ellos que se van a emplear 3 salidas de contactos en 3 circuitos específicos que nos permiten dejar el equipo sin energías peligrosas de presentarse un evento.

### 5.4.5.1 Accionamiento de Hilo Piloto



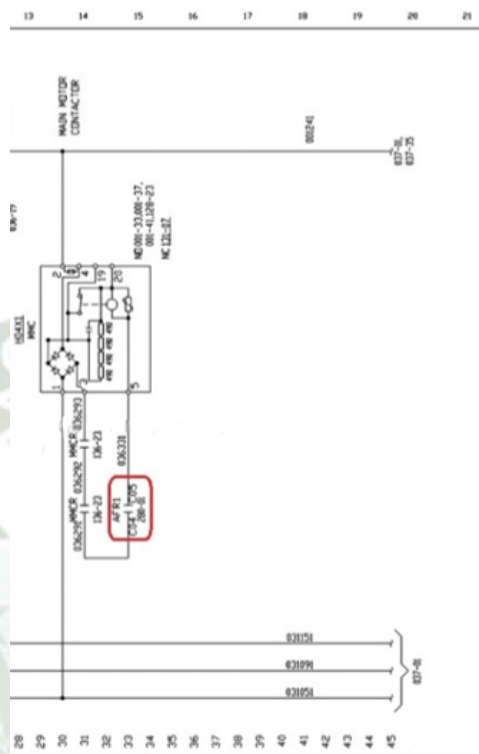
**Figura 3-30: AFR1 Hilo Piloto**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Se va a ocupar un contacto normalmente cerrado (NC) del Relé SEL751A, son las borneras C01 – C02, este contacto forma parte del circuito de accionamiento de hilo piloto, cuya función es dejar sin tensión toda la perforadora desde la subestación, es decir se cortaría la alimentación 7200VAC que ingresa al equipo, como se observa en el diagrama el cable de alimentación tiene una línea adicional de control, la cual se denomina hilo piloto cuya función es enviar una señal al contactor principal de la sub estación dejando sin alimentación principal el equipo.

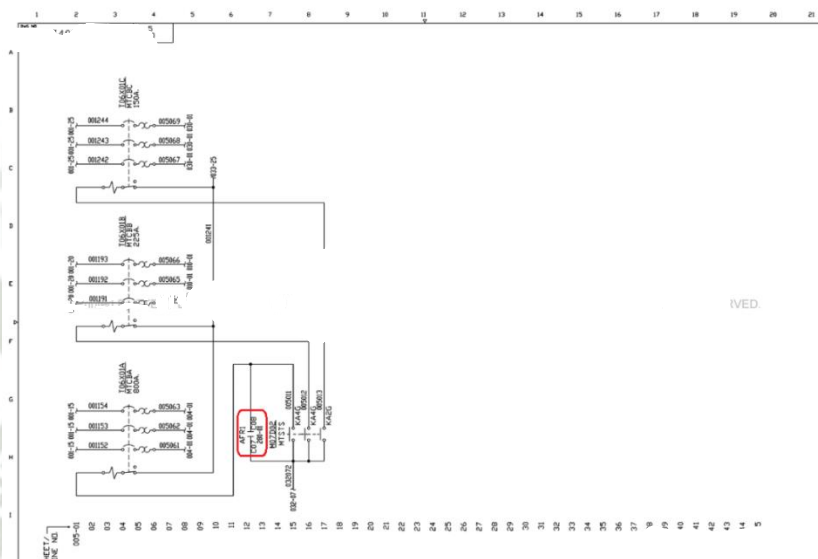
Accionando este circuito se asume que no tenemos ninguna energía en la perforadora 320XPC y la única manera de volver a energizar el equipo sería desde la subestación en la cual solo ingresa personal calificado de electricidad mina luego de cumplir un protocolo de seguridad para volver a energizar el equipo previas autorizaciones de supervisores de mantenimiento.

### 5.4.5.2 Accionamiento de Main Motor Contactor.



Se va a ocupar un contacto normalmente abierto (NO) del Relé SEL751A, son las borneras C04 – C05, este contacto al activarse deja sin energía el motor principal de la perforadora 320XPC, este motor se alimenta con una tensión de 7200VAC que llega directo de la subestación, con ello deja de funcionar todo el sistema hidráulico y neumático de la perforadora, dejando el equipo inoperativo en sus funciones principales de perforación.

### 5.4.5.3 Accionamiento de seccionadores de salida de secundario del transformador Principal



**Figura 4-32: AFR1 Seccionadores Salida Secundario Main Transformer**

*FUENTE: Electric Schematic P&H Mining (2013)*

Se va a ocupar un contacto normalmente abierto (NO) del Relé SEL751A, son las borneras C07 – C08, este contacto al activarse tripea los 3 seccionadores que corresponden a la salida de tensión del secundario del transformador principal no referimos a las alimentaciones de 520VAC – 480VAC – 208VAC; con esta acción se deja sin tensión eléctrica todo el equipo aguas abajo del transformador principal, no deberíamos tener ningún gabinete ni sistema eléctrico energizado.

Los puntos 5.4.5.2 y 5.45.5.3 son accionamientos redundantes por seguridad ya que en el punto 5.4.5.1 se indicó que toda la perforadora queda sin energía al activar el hilo piloto se sobre entiende que también queda sin energía el motor principal y todos los gabinetes y sistemas eléctricos; pero

como se trata de un sistema que busca cuidar la seguridad del personal de mantenimiento y del equipo es que se implementan estos sistemas redundantes, también cabe mencionar que tener estos sistemas redundantes aseguran la energía 0 en caso por alguna mala práctica en la unidad minera se manipules estos sistemas de seguridad.

## 5.5. Procedimiento de Programación de Relé SEL 751A

Para la programación del Relé SEL 751A se utiliza el acSELerator QuickSet®; el cual tiene un interfaz muy amigable y sencillo, a continuación, se detalla el procedimiento para poder programar este Relé SEL 751A en la perforadora 320XPC.

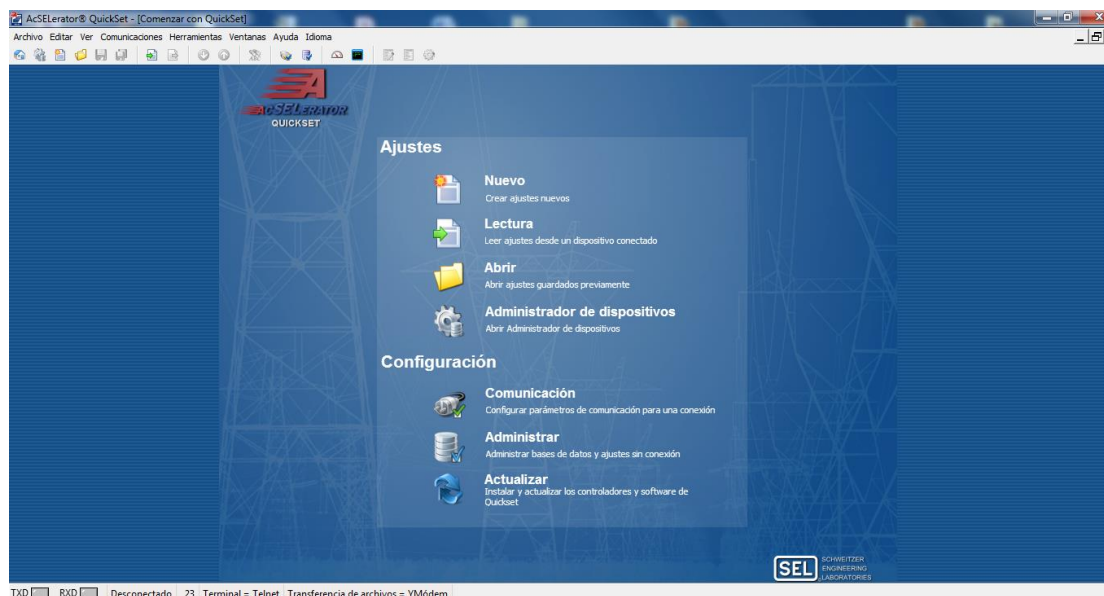
### 5.5.1 Propósito.

El Propósito de este procedimiento es mostrar paso a paso sobre como configurar el Relé SEL751A. Este Relé se utiliza para abrir el circuito piloto cuando se presenta un Arc Flash o una gran cantidad de corriente por la entrada de alimentación principal de la perforadora 320XPC P&H

### 5.5.2 Requerimientos.

- Software AcSELerator QuickSet, este software se puede descargar desde el sitio web del fabricante en <http://www.selinc.com>
- Cable Ethernet

### 5.5.3 Procedimiento.



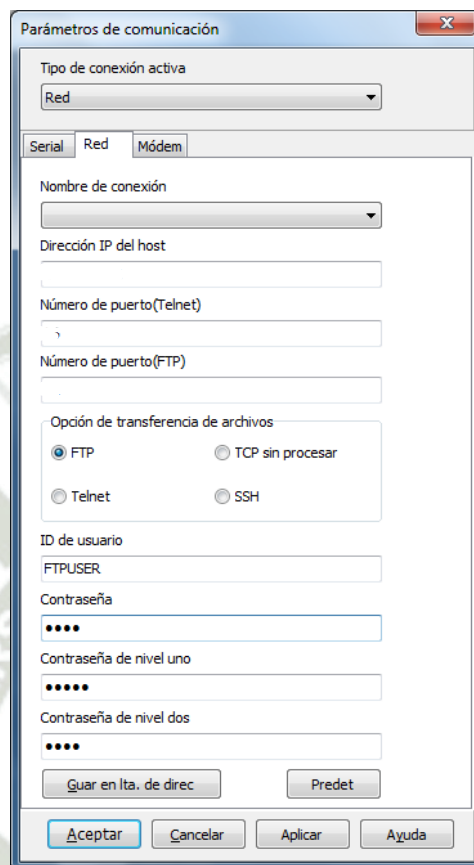
**Figura 4-33: AcSELeRator QuickSet®**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

1. Se va a proceder a configurar la comunicación, le damos clic en comunicación y colocamos el IP y el Puerto tal como aparece en la imagen; esto aplica cuando nos conectamos con cable Ethernet.

El usuario indicado por Fábrica: FTPUSER

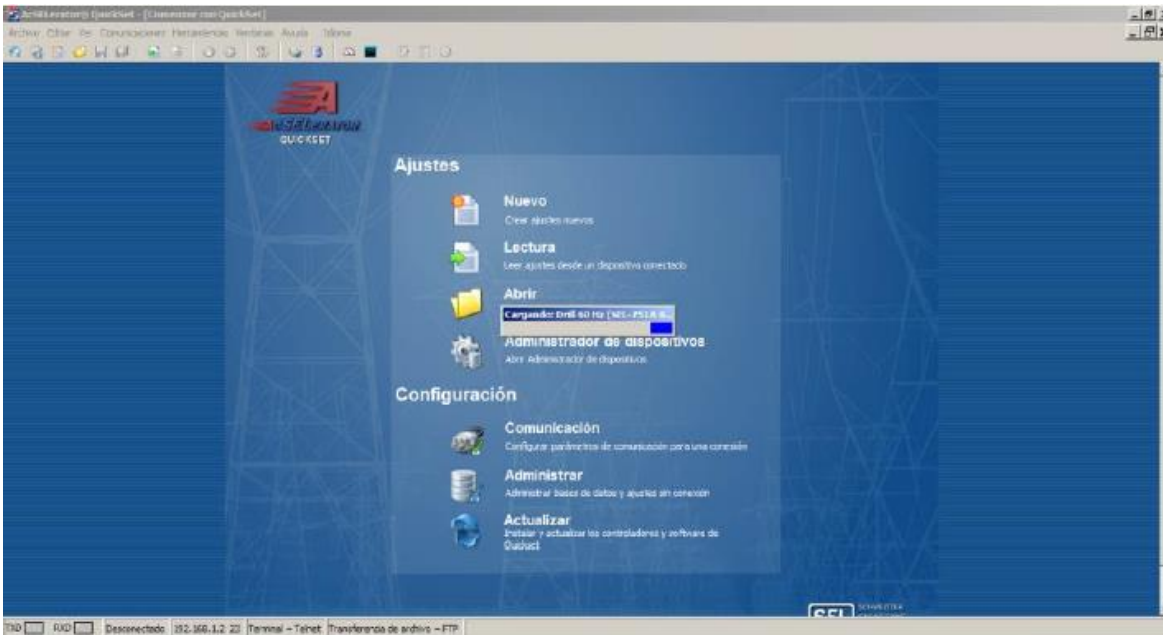
La Contraseña indicada por Fábrica: TAIL



**Figura 4-34: Parámetros de Comunicación.**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

2. Abra el Software ArSElerator QuickSet y haga clic en Abrir o Leer (Si se está conectado al ArcFlash, se puede hacer las modificaciones necesarias), el programa modificado lo proporcionara Fabrica.



**Figura 4-35: Cargar Programa Drill 60Hz**

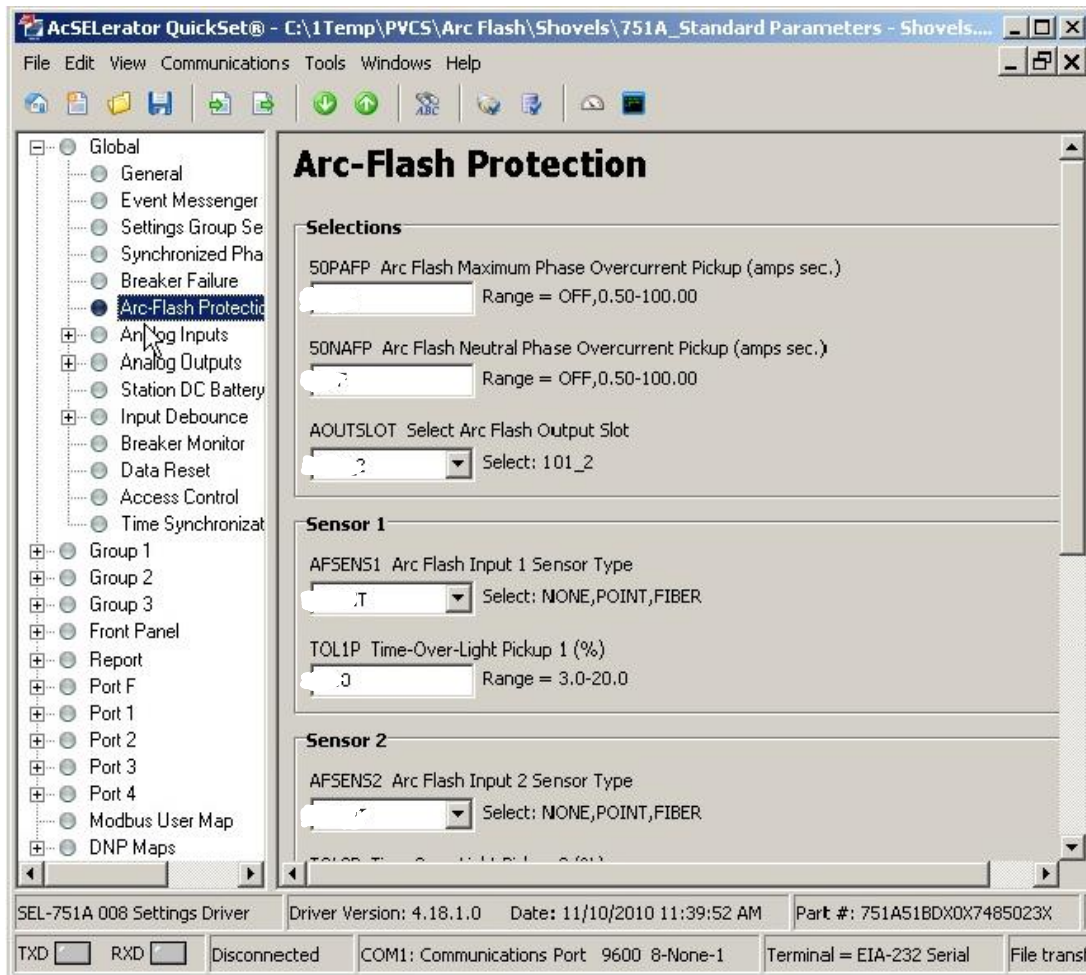
*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

- 1) Expandir 'Global' y seleccionar 'Arc Flash Protection'.
- 2) Lo primero que hay que revisar es el seteo de la Corriente en el Grupo Global, en la sección Arc- Flash Protección. Esto casi siempre llega mal seteados, se deben revisar los siguientes:

- 50PAFP
- 50NAFP
- AOUTSLOT
- AFSSENS1

- TOL1P
- AFSENS2
- TOL2P
- AFSENS3
- TOL3P
- AFSENS4
- TOL4P

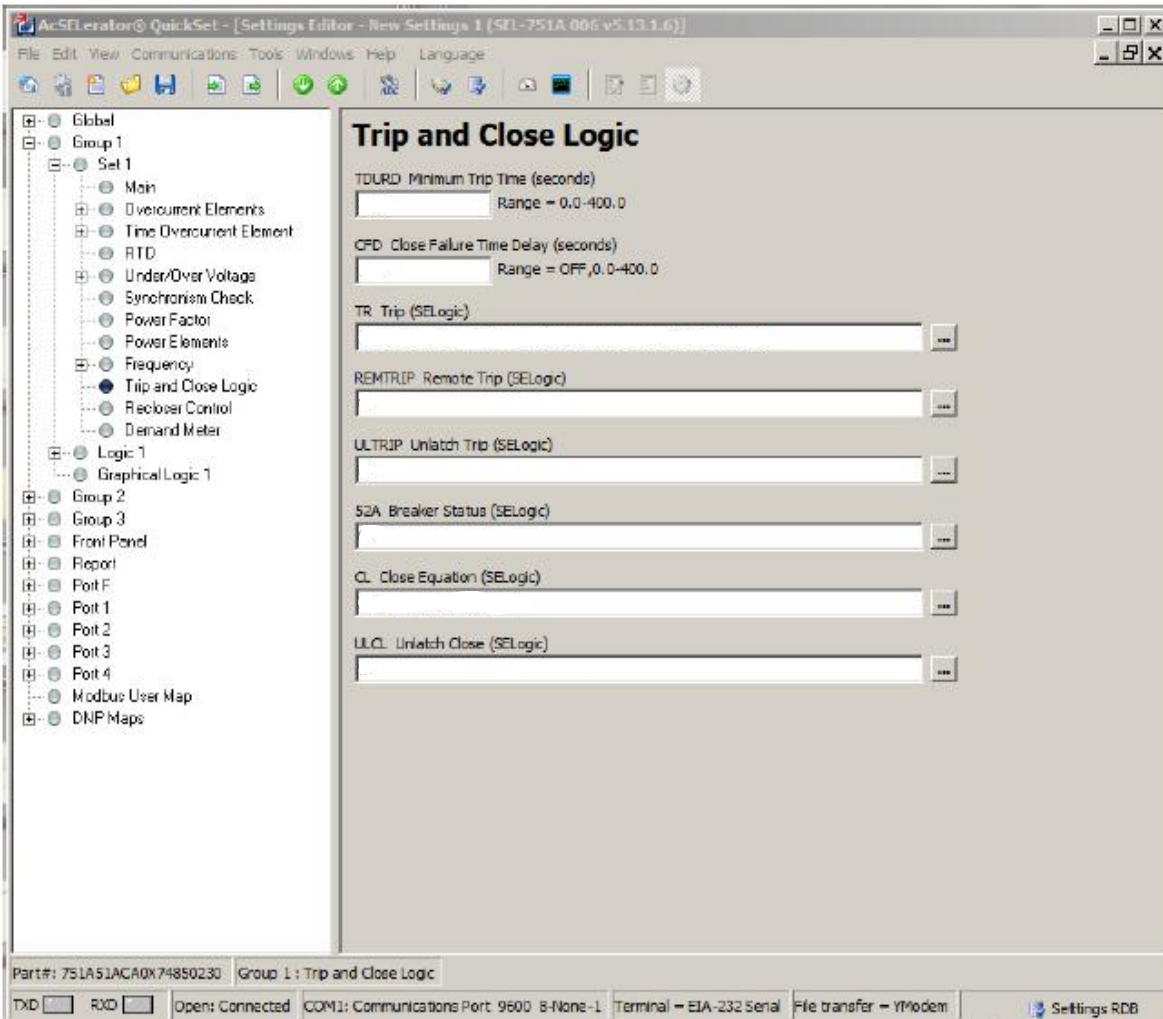




**Figura 4-36: Arc-Flash Protección.**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

3. Expandir Grupo 1, y ubicamos la sección 01 “Trip and Close logic”; se deben revisar los siguiente:
  - TR Trip
  - ULTRIP



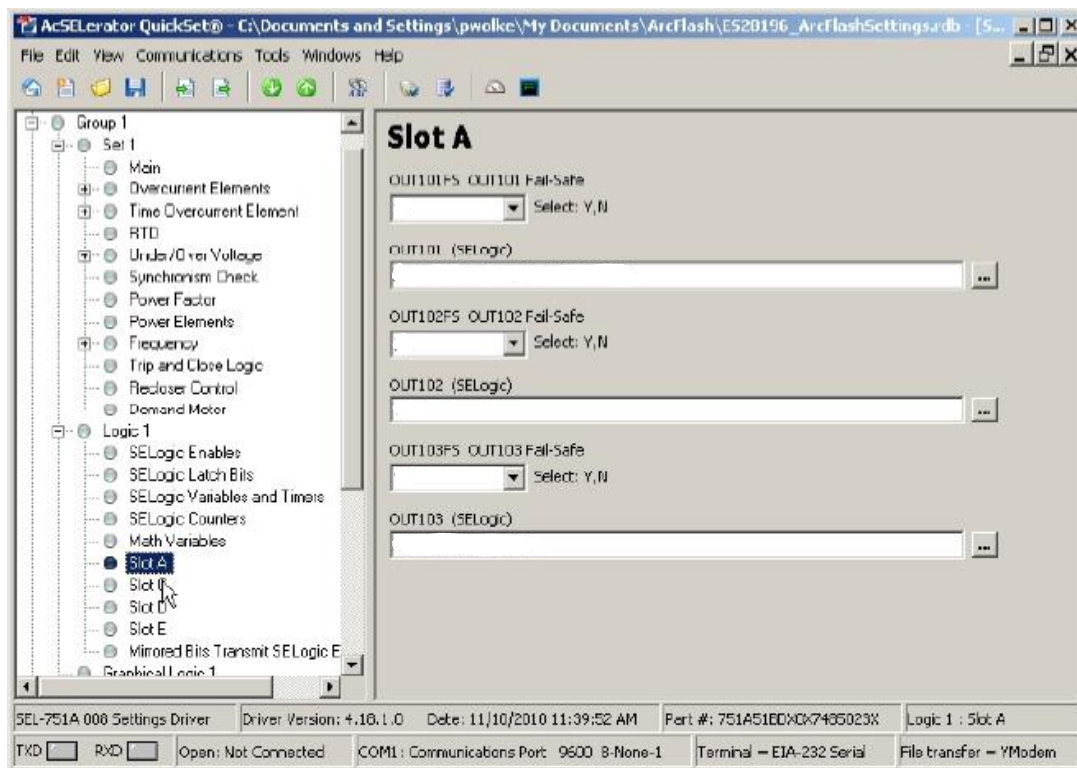
**Figura 4-37: Trip and Close logic.**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

4. Expandimos Logic 1 y ubicamos Slot A; se deben revisar los siguiente:

- OUT102FS
- OUT102
- OUT103FS

➤ OUT103

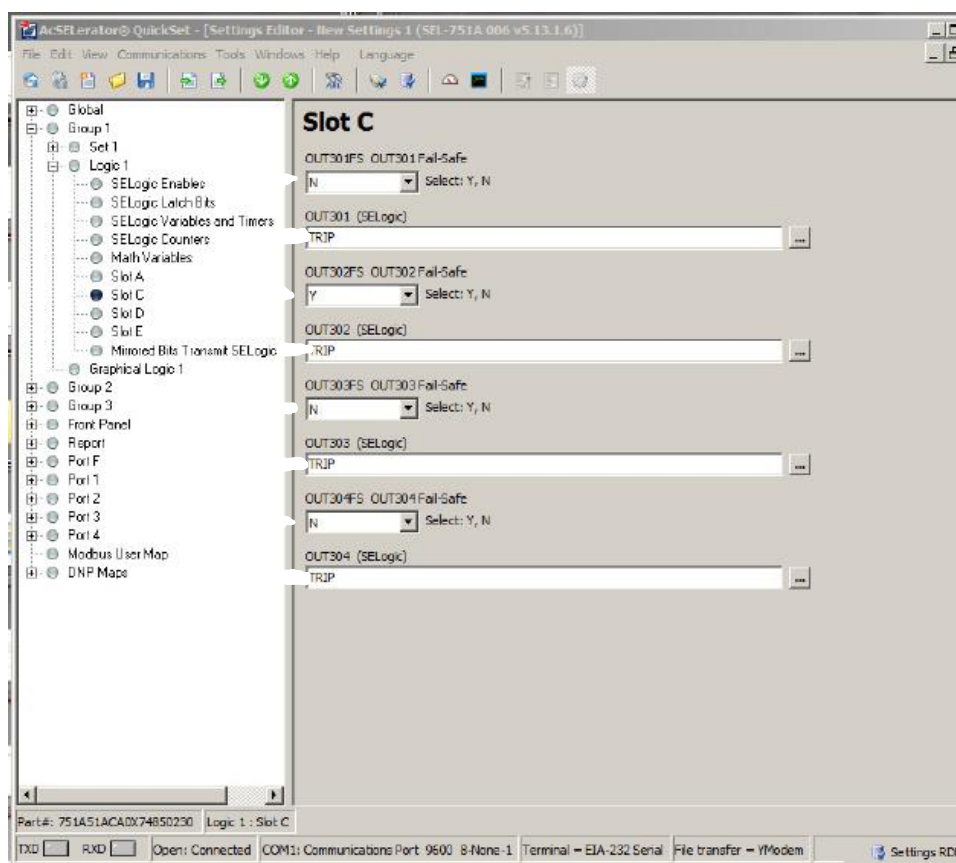


**Figura 4-38: Slot A.**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

5. Seleccionar el Slot C; se deben revisar los siguiente:

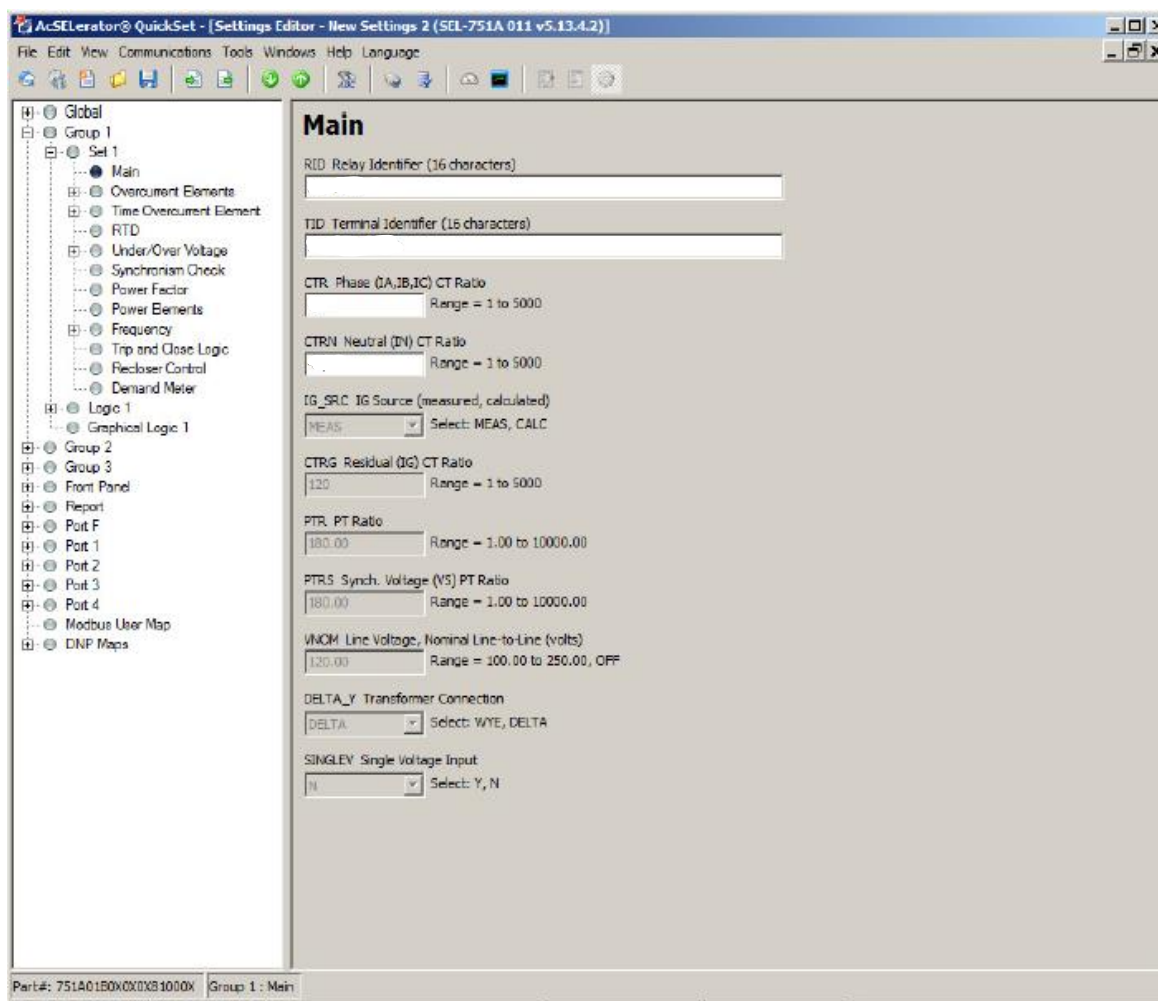
- OUT301FS
- OUT301
- OUT302FS
- OUT302
- OUT303FS
- OUT303



**Figura 4-39: Slot C**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

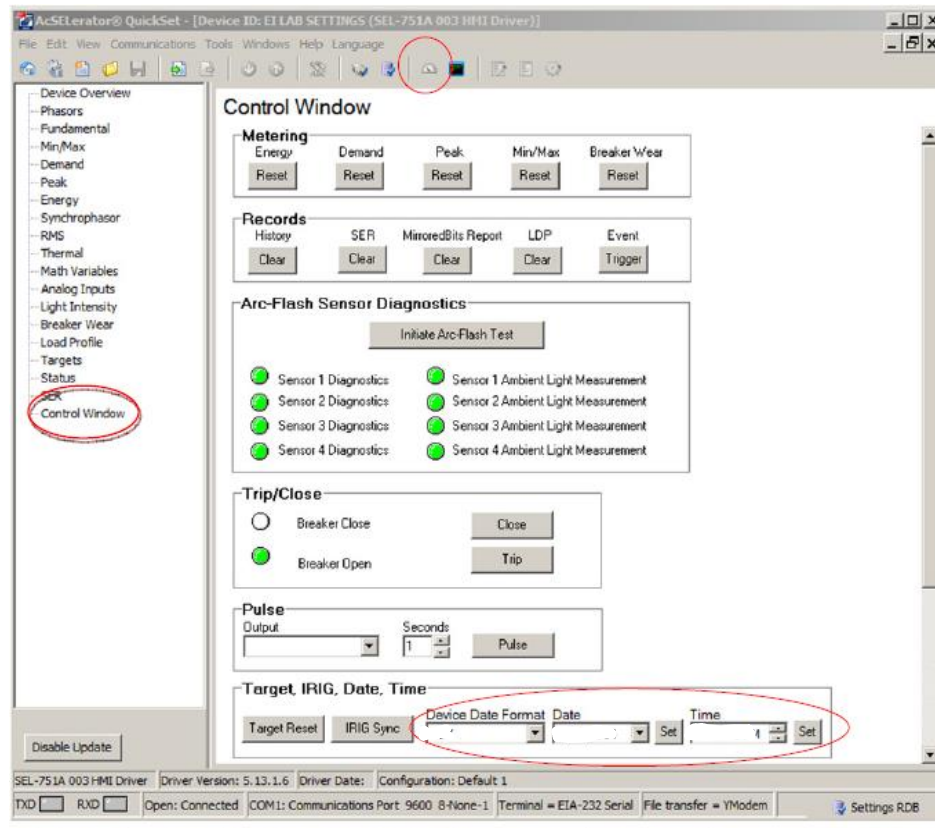
6. Establecer la relación de CT de la Perforadora. Dependiendo del CT el cual este implementado en el equipo se colocará la relación CT de 100:5 se ingresa 20; CT de 200:5 se ingresa 40, etc.



**Figura 4-40: Selección de CT**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

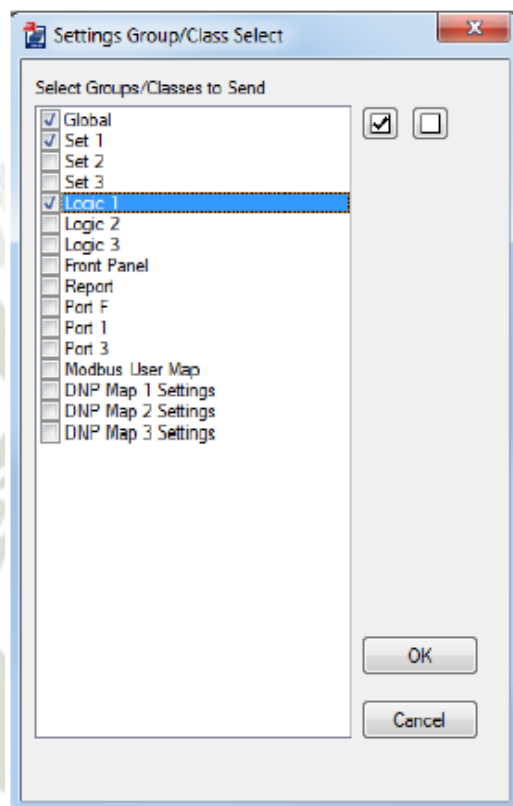
7. Click en el HMI (Human Machine Interface) de la barra de herramientas en la parte superior
8. Seleccionar “Control Window” en el lado izquierdo y establecer la fecha y la hora.



**Figura 4-41: Control Window**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

9. Después de realizar estos cambios, le damos en enviar ajustes. Y seleccionamos los cambios realizados.



**Figura 4-42: Select Groups / Classes to Send**

*FUENTE: Schweitzer Engineering Laboratories (2009)*

Con todos los pasos indicados el Relé SEL 751A ya se encuentra configurado para la Perforadora 320XPC P&H.

Nota: Para evitar que se corte la energía desde la subestación, solo para pruebas de comisionado se recomienda puentear los terminales del relé que comandan el Hilo piloto del equipo. Esto nos permitirá probar el Relé SEL751A sin perder toda la energía en el equipo

\*\*\*Carga y Prueba Completa\*\*\*

## CONCLUSIONES

- Tener la experiencia en el mantenimiento de los diferentes equipos en la operación minera nos permite identificar los peligros potenciales a los cuales nos podemos encontrar expuestos, por ello es importante implementar sistemas de seguridad redundantes que nos permitan cuidar de la seguridad del personal que tiene contacto con estos equipos ya sea personal de mantenimiento o de operaciones mina.
- El Relé SEL751A, se integra perfectamente con la perforados 320XPC P&H en sus funciones de detección de Arcflash y medición de sobrecorriente, con ello estamos evitando un posible evento de seguridad que podría ocurrir en cualquier momento, estamos cuidando la integridad del personal de mantenimiento que interactúa con este equipo gracias a la implementación de este sistema.
- Es importante que el personal de mantenimiento que intervenga estos equipos esté capacitado en los diferentes sistemas con los que opera (eléctricos, neumático, hidráulico); es muy importante seguir con los procedimientos que se elaboraron para la atención de estos equipos en una intervención de algún correctivo o de un mantenimiento programado.
- En la operación minera la producción debe ir de la mano con la seguridad, es por ello que el personal que realiza mantenimiento a los equipos debe tener tiempos óptimos en la atención de fallas, por esa razón existe presión en el trabajo para poder resolver las fallas lo cual podría provocar que el personal de mantenimiento cometa errores humanos en la manipulación de algún componente eléctrico, los sistemas de protección de sobrecorriente y detección de arco eléctrico implementados en los gabinetes eléctricos de mayor

inspección protegen al personal de mantenimiento ante cualquier evento de arco eléctrico que pudiera ocurrir por la interacción con el equipo

- Los equipos y diferentes componentes con los que funcionan la maquinaria en minería son de costo elevado, una de las funciones de la implementación del Relé SEL751A es también cuidar de estos componentes y evitar en lo posible que se dañen ante cualquier problema eléctrico, con el sistema implementado se puede evitar incluso que se genere un amago de incendio lo cual sería muy perjudicial para el equipo de minería y un alto potencial de peligro.
- El primer equipo en el cual se implementó el Relé SEL 751A fue en la perforadora 320XPC P&H, esto nos permitió comprender la importancia de implementar sistemas de protección de arcflash y sobrecorriente en otros equipos en los cuales se podría tener los mismos riesgos; como es el caso de las Palas Eléctricas que tienen mayor cantidad de gabinetes eléctricos lo cual aumenta la probabilidad de que pueda ocurrir algún evento; es por ello que la marca P&H ha optado por integrar más controladores que permitan evitar un posible arcflash. Actualmente las Palas Eléctricas modernas ya vienen con un diseño de fábrica propio para estos equipos.



## RECOMENDACIONES

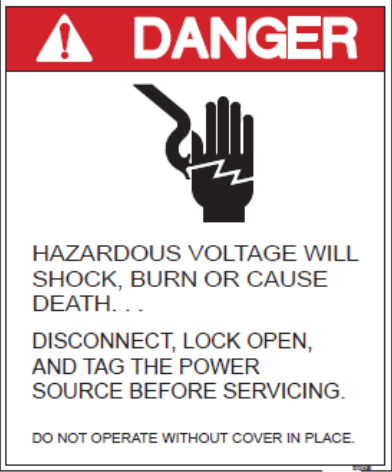
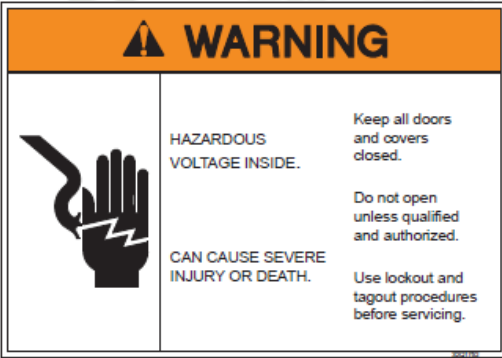
- Durante el proceso de desarrollo profesional se presentan oportunidades de mejora las cuales se deben aprovechar e implementar poniendo en práctica el conocimiento y herramientas adquiridas, es importante tomar la iniciativa en la implementación de estos proyectos.
- Es necesario mirar en macro las funciones que realizamos en la empresa y no solo tratar de abordar temas eléctricos, siempre se puede aprender de otras especialidades y es ahí donde surgen las ideas para implementar mejoras en el proceso.
- Todo trabajo que realizamos debe ir de la mano con la seguridad, por esa razón se debe de tener en claro los procedimientos de trabajo escritos, así como los manuales de funcionamiento de las máquinas con las que se interactúa; esta información nos va a permitir realizar con seguridad nuestras funciones.
- Es prescindible estar actualizado con las nuevas tecnologías las cuales pueden ser de gran utilidad para las distintas aplicaciones que se nos presente, en este mundo globalizado es necesario estar a la vanguardia de la tecnología y estar en constante actualización de los sistemas los cual nos va a permitir ser más eficientes.

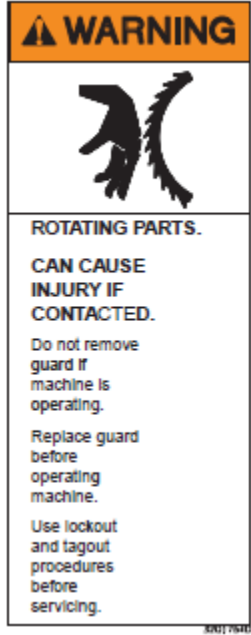

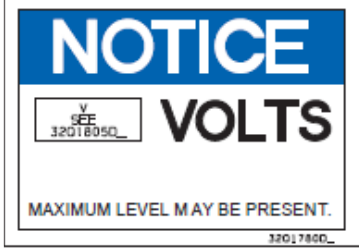


## REFERENCIA

- CA., M. C. (2011). Estudio de Arc Flash. Programas de Seguridad Eléctrica y Seguridad Funcional. Santiago de Chile, Chile: USACH.
- LasBambas. (2017). <https://www.lasbambas.com/historia>.
- P&H Mining Equipment. (2012). Operator's Manual Drill 320XPC. Milwaukee, Wisconsin, USA.
- P&H Mining Equipment Inc. (2009). Electric Manual Drill 320XPC. Milwaukee, Wisconsin, USA.
- P&H Mining Equipment Inc. (2009). Mechanic Manual Drill 320XPC. Milwaukee, Wisconsin, USA.
- P&H Mining Equipment Inc. (2012). Field Health and Safety Manual. Milwaukee, Wisconsin, USA.
- Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. (2022).
- <https://selinc.com/es/products/751A/>
- <http://www.lasbambas.com/home/>
- <https://mining.komatsu/es/miner%C3%ADa-de-superficie/perforadoras-para-tronadura>
- <https://www.gob.pe/minem>
- <https://www.osinergmin.gob.pe/mineria>


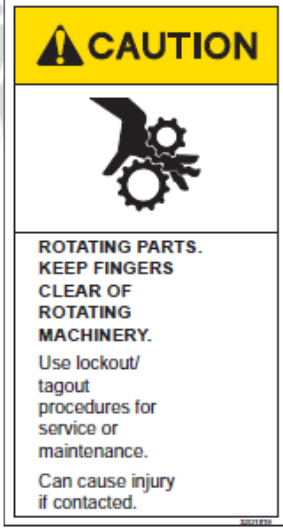
ANEXOS

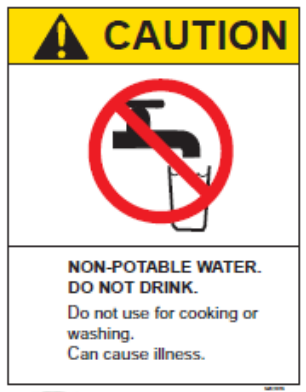
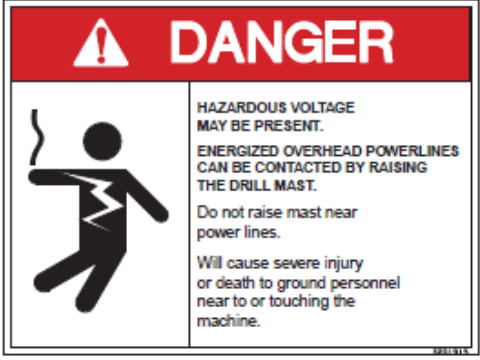
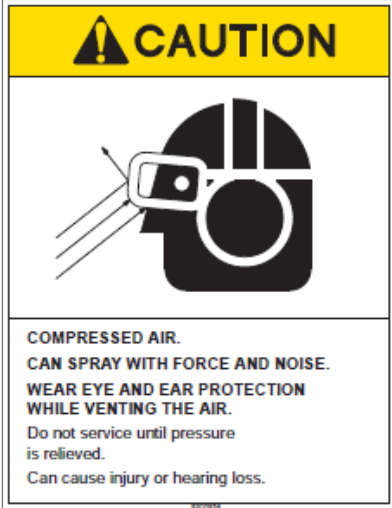
Ítem	Calcomanía / Señal de Prevención de Riesgo	Descripción
1		<p>Calcomanía de PELIGRO usada para alertar al personal que el voltaje peligroso puede ocasionar choque eléctrico, quemaduras o la muerte. Desconecte, bloquee en la posición abierta y etiquete la fuente de alimentación antes de realizar un servicio. No opere sin la cubierta en su lugar.</p>
2		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal que el voltaje que hay dentro es peligroso y puede ocasionar lesiones graves o la muerte. Mantenga todas las puertas y tapas cerradas. No abrir a no ser que esté autorizado o calificado para hacerlo. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta antes de realizar un servicio.</p>



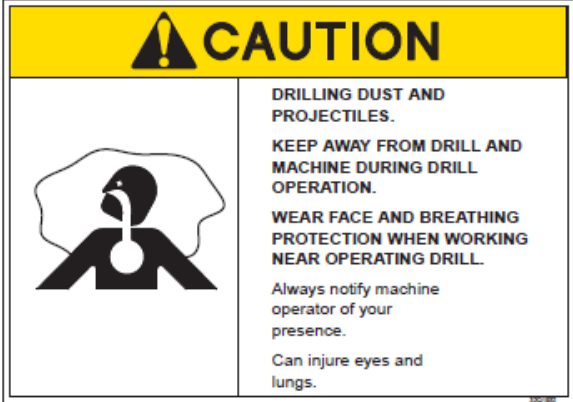
<p>3</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal que las partes en rotación pueden ocasionar lesiones, en caso de hacer contacto con ellas. No retire las protecciones si la pala está operando. Vuelva a instalar la protección antes de operar la máquina. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta antes de realizar un servicio.</p>
<p>4</p>		<p>Calcomanía de PRECAUCIÓN usada para alertar el personal que el funcionamiento anormal puede ocasionar lesiones a las personas o daños a la propiedad. No abra el interruptor durante la operación normal.</p>
<p>5</p>		<p>Calcomanía de AVISO usada para alertar al usuario del nivel de voltaje que puede haber presente.</p>

<p>6</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal que puede haber voltaje peligroso presente. Puede causar lesiones graves o la muerte. Desconecte la energía de todos los circuitos. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta antes de realizar servicio.</p>
<p>7</p>		<p>Calcomanía de PELIGRO usada para alertar al personal de la presencia de voltaje peligroso. No realice un servicio si no está autorizado y calificado para hacerlo. Verifique la presencia de voltaje. Desconecte la energía de todos los circuitos. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta antes de realizar un servicio. Causará lesiones graves o la muerte.</p>
<p>8</p>		<p>Calcomanía de PRECAUCIÓN usada para alertar al personal que al abrir la puerta se detiene la máquina. Una detención inesperada o funcionamiento anormal puede causar</p>

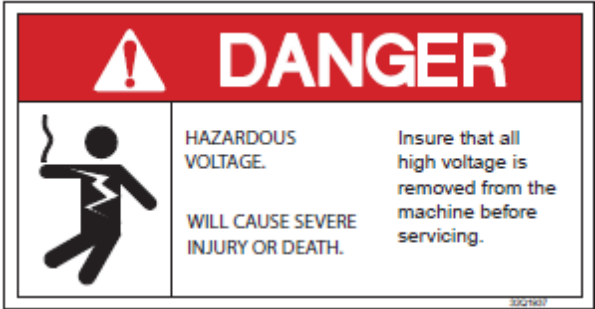

		<p>lesiones a las personas y daños a la propiedad. No abra las puertas cuando la máquina está funcionando.</p>
9		<p>Calcomanía de <b>ADVERTENCIA</b> usada para alertar al personal que el voltaje que hay dentro es peligroso y puede ocasionar lesiones graves o la muerte. Mantenga todas las puertas y tapas cerradas. No abrir a no ser que esté autorizado o calificado para hacerlo. Desconecte la energía de todos los circuitos. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta antes de realizar servicio.</p>
10		<p>Calcomanía de <b>PELIGRO</b> usada para alertar al personal de la presencia de voltaje peligroso. Causará lesiones graves o la muerte. Verifique la presencia de voltaje. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta antes de realizar servicio. Desconecte la energía a todos los circuitos. No realice el servicio si</p>

		<p>no está autorizado y calificado para hacerlo.</p>
<p>11</p>		<p>Calcomanía de <b>ADVERTENCIA</b> usada para alertar al personal de la presencia de voltaje peligroso en el interior. No realice un servicio si no está autorizado y calificado para hacerlo. Desconecte la energía de todos los circuitos. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta antes de realizar servicio. Puede causar lesiones graves o la muerte.</p>
<p>12</p>		<p>Señal de <b>PRECAUCIÓN</b> usada para alertar al personal sobre la presencia de partes en rotación. Mantenga los dedos alejados de las máquinas en rotación. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta para realizar servicio o mantenimiento. Pueden ocasionar lesiones si entra en contacto con éstas.</p>

<p>13</p>		<p>Calcomanía de PRECAUCIÓN usada para alertar al personal que el agua no es potable. No la beba. No la use para cocinar o lavar. Puede ocasionar enfermedades.</p>
<p>14</p>		<p>Calcomanía de PELIGRO usada para alertar al personal que puede haber voltaje peligroso. Se puede hacer contacto con las líneas aéreas energizadas al subir el mástil de la perforadora. No suba el mástil cerca de las líneas de alto voltaje. Ocasionará lesiones graves o la muerte al personal de terreno que se encuentre cerca o tocando la máquina.</p>
<p>15</p>		<p>Calcomanía de PRECAUCIÓN usada para alertar al personal sobre la presencia de aire comprimido. Puede rociarse con fuerza y producir ruido. Use protección en los ojos y oídos al purgar el aire. No realice servicio hasta que la presión sea liberada. Puede ocasionar lesiones o pérdida de audición.</p>


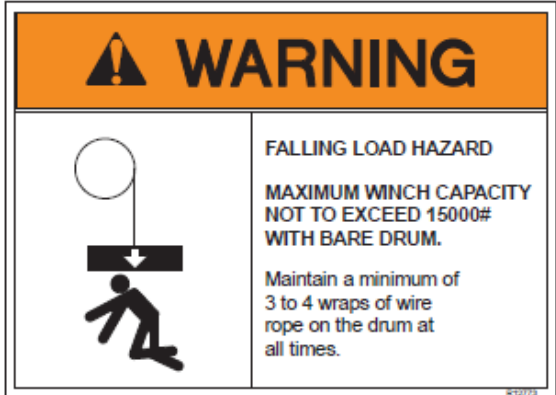
<p>16</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal sobre peligro de volcamiento. No exceda de 8° de inclinación en ninguna dirección sin consultar el diagrama de estabilidad suministrado con esta máquina. Nota: 8° de pendiente = 14% de inclinación Puede ocasionar lesiones graves, la muerte o daños a la propiedad.</p>
<p>17</p>		<p>Calcomanía de AVISO usada para alertar al personal que debe leer el manual del operador antes de intentar operar la máquina.</p>
<p>18</p>		<p>Calcomanía de PRECAUCIÓN usada para alertar al personal sobre la presencia de polvo y proyectiles al perforar. Manténgase alejado de la perforadora y la máquina durante la operación de perforación. Use protección facial y respirador cuando trabaje cerca de una perforadora en operación. Avisé siempre al operador de la máquina de su</p>



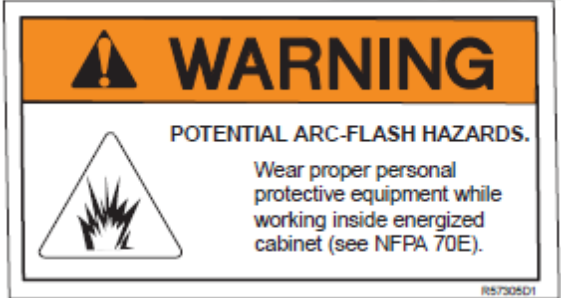
		<p>presencia. Pueden lesionar los ojos y los pulmones.</p>
<p>19</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal sobre un área peligrosa. Caída o voladura de objetos. Maquinaria en movimiento ruidosa, resbaladiza o riesgo de tropiezos. Puede causar lesiones. Use protección en la cabeza, oídos y ojos. Mantenga las manos, el cuerpo y la ropa lejos de la maquinaria. Tenga cuidado por dónde camina.</p>
<p>20</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal sobre un acceso de servicio abierto. La caída de objetos y el movimiento inesperado de la máquina puede ocasionar lesiones graves o la muerte. No ingrese cuando la máquina está en operación. Avise siempre al operador de la máquina de su presencia. Mantenga las manos, el cuerpo y la ropa lejos de</p>


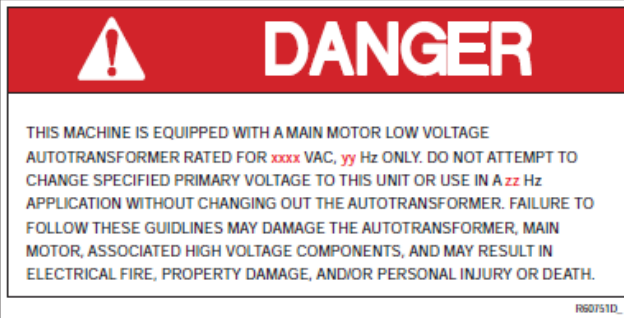
		<p>la máquina. Use los pasillos, afírmese de las barandas y tenga cuidado por donde camina.</p>
<p>21</p>		<p>Calcomanía de PELIGRO usada para alertar al personal sobre la presencia de voltaje peligroso. Causará lesiones graves o la muerte. Asegúrese de desconectar totalmente la alimentación de alto voltaje de la máquina antes de realizar un servicio</p>
<p>22</p>		<p>Señal de ADVERTENCIA usada para alertar al personal sobre un acceso de servicio abierto. La caída de objetos y el movimiento inesperado de la máquina puede ocasionar lesiones graves o la muerte. No ingrese cuando la máquina está en operación. Avise siempre al operador de la máquina de su presencia. Mantenga las manos, el cuerpo y la ropa lejos de la máquina. Use los pasillos, afírmese de las barandas y tenga cuidado por donde camina.</p>

<p>23</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal de la presencia de partes en rotación y voltaje peligroso en el interior. Pueden causar lesiones graves o la muerte. Mantenga los dedos alejados de las máquinas en rotación. Desconecte la energía de todos los circuitos antes de abrir las tapas. Siga los procedimientos de bloqueo con candado y tarjeta antes de realizar servicio.</p>
<p>24</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar el personal que la exposición al polvo dañino de sílice durante la perforación de rocas, puede ocasionar graves enfermedades respiratorias, cáncer o la muerte. Utilice protección respiratoria durante la perforación. Evite contaminar con polvo sus ropas de trabajo, comida o bebidas. Siga los procedimientos de la mina para el monitoreo del aire, límites de exposición y métodos de protección.</p>

<p>25</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal sobre las mangueras y las válvulas hidráulicas de alta presión. No realice servicio hasta que la presión sea liberada. Pueden causar lesiones graves o la muerte.</p>
<p>26</p>		<p>Señal de PELIGRO usada para alertar al personal sobre las aspas del ventilador. El ventilador puede arrancar sin advertencia. Ocasionará lesiones graves o la muerte, si se entra en contacto con éstas.</p>
<p>27</p>		<p>Calcomanía de ATENCIÓN usada para alertar al personal que siga las precauciones para la manipulación de dispositivos sensibles a la electrostática.</p>

<p>28</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal que trepar el mástil con la escalera puede provocar caídas, ocasionando lesiones graves o la muerte. Use siempre protección contra caídas cuando suba por una escalera sin jaula o anillos de protección. La escalera del mástil es para las inspecciones del mástil o equipo del mástil. Baje el mástil para realizar servicio o mantención.</p>
<p>29</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal sobre el riesgo de caídas de carga. La capacidad máxima del winche no debe exceder 15000# con tambor vacío. Mantenga un mínimo de 3 ó 4 vueltas de cable en el tambor en todo momento.</p>

<p>30</p>		<p>Señal de PRECAUCIÓN usada para alertar al personal que el uso incorrecto de la escalera puede ocasionar tropezones o caídas, lo cual puede provocar lesiones. Párese siempre de frente a la escalera mientras la usa</p>
<p>31</p>		<p>Calcomanía de PRECAUCIÓN usada para alertar al personal que esta máquina puede ser controlada a distancia. Sólo un operador debe controlar la máquina y la caja del control remoto en ese momento.</p>
<p>32</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal sobre el riesgo potencial de emisión de arcos eléctricos. Use equipo de protección personal apropiado mientras trabaja dentro de la cabina energizada. Vea NFPA 70E.* *NFPA 70E es un folleto publicado por la National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Incendios). NFPA 70E: Electrical</p>

		<p><i>Safety in the Workplace (Seguridad Eléctrica en el Lugar de Trabajo) está disponible para la venta en <a href="http://www.nfpa.org/catalogo">www.nfpa.org/catalogo</a></i></p>
<p>33</p>		<p>Calcomanía de ADVERTENCIA usada para alertar al personal que el movimiento inesperado de la máquina puede ocasionar lesiones graves o la muerte. No trabaje debajo de una perforadora que esté levantada con gatos de nivelación, a menos que esté adecuadamente bloqueada para evitar que descienda en caso de colapso de los gatos.</p>
<p>34</p>		<p>Calcomanía de PELIGRO que alerta al personal que esta máquina está equipada con un autotransformador de bajo voltaje del motor principal clasificado para xxxx vac (ver la tabla de valores), sólo yy hz. No trate de cambiar el voltaje primario especificado de esta unidad o de usarla en una aplicación de zz Hz, sin reemplazar el autotransformador. Si no se siguen estas pautas, se puede dañar el autotransformador, los componentes de alto voltaje asociados, y puede originarse</p>

		un incendio eléctrico, daños a la propiedad, y/o lesiones personales o la muerte.
<b>ANEXO 1: Calcomanías y señales de Prevención de Riesgos</b>		

