CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno de Actividades del Participante

Módulo 3: “Mantención de variadores de frecuencia”

PFMEI-4-04/V.1[PE01-M03/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; Freeport McMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.

Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Descripción del cuaderno de actividades 7

Actividad N° 13 8

- Realizar inspección técnica del estado de componentes de sistema de accionamiento del variador de frecuencia, de acuerdo a procedimiento. 8

Descripción del cuaderno de actividades

Durante el desarrollo del programa ***"Mantenedor Instrumentista Especialista"*** se proponen un conjunto sistemático de actividades reflexivas, formativas y prácticas, basadas en competencias, que el participante deberá resolver.

El cuaderno de actividades es el documento que se utilizará para ir realizando estos ejercicios y actividades y tiene como finalidad apoyar el proceso de aprendizaje. Permitirá además, preparar al participante para la evaluación final, ya que contribuirá a reafirmar sus avances y solucionar las dificultades que puedan surgir a lo largo del programa.

El cuaderno constituye también un valioso registro del trabajo y la puesta en práctica realizada por el participante y para esto, cuenta con un espacio al final de cada actividad, para que el instructor consigne esto a través de su firma y alguna observación.

Una vez completado el cuaderno, pasa a constituirse en un **portafolio de evidencias,** que permitirá al participante evidenciar los logros alcanzados a lo largo del programa y demostrar lo que ha sido capaz de realizar.

Actividad N° 13

- Realizar inspección técnica del estado de componentes de sistema de accionamiento del variador de frecuencia, de acuerdo a procedimiento.

Descripción de la Actividad

Esta actividad debe realizarla de forma grupal o bien individual (si es individual debe ser autorizado por su instructor).

En todo momento debe observar y cumplir con todas las medidas de seguridad para la tarea.

Usted utilizando un VDF y un motor trifásico, conectara el equipamiento de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y datos de placa del motor. Trabajará bajo el concepto de configurar la aplicación industrial "**moto bomba centrifuga"** y el mando debe ser en modo LOCAL-REMOTO. Solo se utilizara control discreto, para el mando "LOCAL" y este será el panel BOP para mando ON/OFF y la consigna de velocidad. En modo "REMOTO" se utilizaran botoneras estándar para el mando ON/OFF y botonera estándar para la consigna de velocidad. deberá respetar las condiciones de seguridad eléctricas y criterios de seguridad para el control digital.

Desarrollo de la Actividad

Formar grupos de acuerdo a la disponibilidad de equipamiento, leer los requerimientos y explicar la filosofía de control requerida con el variador, debe activar dos mandos separados "MODO LOCAL y REMOTO".
Utilizar mando LOCAL por Panel frontal (BOP) del VDF: ON/OFF, SUBIR BAJAR VELOCIDAD por medio de botones del potenciómetro motorizado del panel frontal BOP y se debe inhibir inversión de marcha.

Utilizar en modo REMOTO un sistema de botonera estándar, partir (verde) parar (rojo) a demás utilizar una parada de emergencia "**botón Zeta rojo**", es requisito que la parada de emergencia funcione en los dos modos LOCAL y REMOTO (**Nunca debe quedar desactivada una parada de emergencia**).

De igual modo las luces pilotos deben trabajar en los dos modos LOCAL y REMOTO

- Partir con rampa de aceleración de 10 seg.
- Para con desaceleración de 10 seg. (OFF1)
- Parada de Emergencia con rampa rápida de 5 seg. (OFF3)
- Botón amarillo DIN4 para incrementar velocidad
- Botón amarillo DIN5 para decremento velocidad
- Utilizar un interruptor DIN6 para realizar cambio Local/Remoto

- Utilizar piloto Verde para indicar motor corriendo
- Utilizar piloto rojo para indicar motor detenido
- Utilizar Piloto para indicar comando en modo remoto
- Utilizar piloto un piloto amarillo para indicar defecto del VDF

Conceptos básicos:

Asistido por el instructor identificar los datos fundamentales del motor de inducción

a) Datos Relevantes de motor que deben ser anotados:

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
Voltaje Y/D		Hz	
Corriente Y/D		Autoventilado	
Potencia		Factor de servicio	
RPM			
Factor Potencia			
N° de Polos			
Factor Servicio			

Ejecute los siguientes pasos:

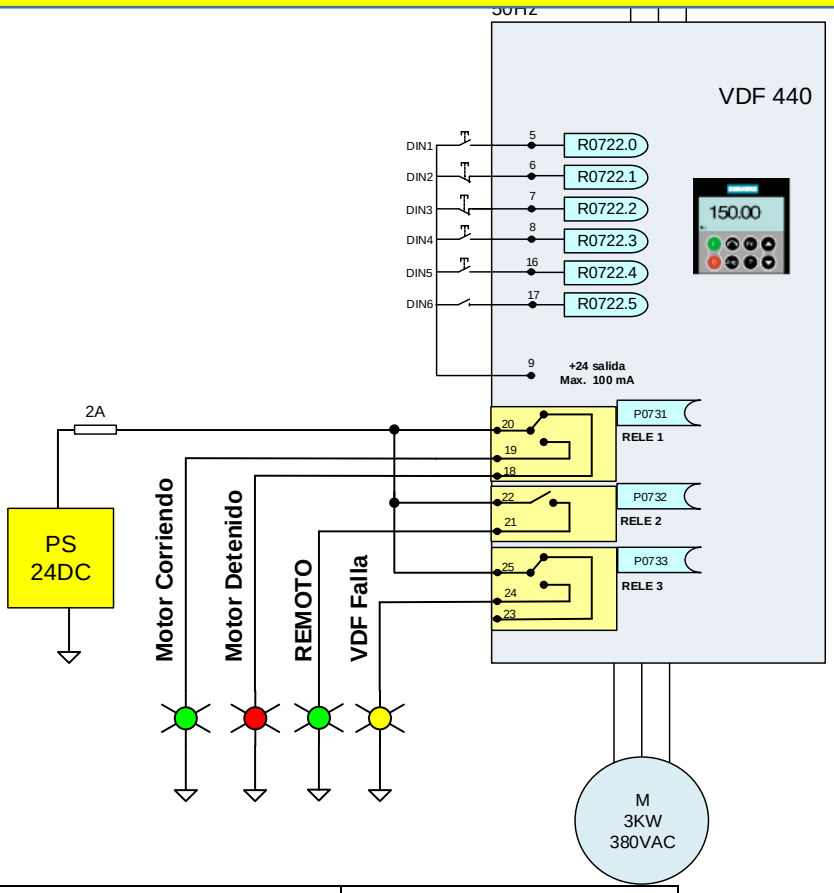
a) Realice inspección de los bornes del motor y determine la conexión apropiada.
b) Revise los requerimientos eléctricos necesarios para la instalación.
c) Verifique los puntos de conexiones de tierra del motor y VDF.
d) Determine la potencia requerida por VDF para satisfacer la aplicación.
e) Determine si la aplicación es de torque constante “CT” o torque variable “VT”.
f) Recomiende un tipo de control para la motobomba “Escalar – Vectorial”, verifique con el manual del variador.

Conectar VDF y MOTOR.
Los participantes guiados por el instructor de manera individual o en grupos de alumnos, conectaran el VDF como se muestra en la figura siguiente, para luego comisionar parámetros y configurar el control discreto del VDF. Utilizar manual (Referencia SIEMENS MICROMASTRER 440).
Observaciones:

- Alimentación trifásica RST, protegida por automático 10 [Amp] y diferencial de 30 [mA], todo el conexionado se debe realizar bajo normativa IP20 (Esferas de 12,5 mm de diámetro no deben llegar a los puntos energizados).
- Fuente de 24VDC protegida por fusible de 2 [Amp].
- Todos los accesorios botoneras y pilotos son para 24VDC

Importante:

Conectar el equipo solo con la aprobación del instructor



Conexiones Entradas:	Conexión de Salidas
DIN1 Botón Verde (NA) DIN2 Botón Rojo (NC) DIN3 Botón Rojo Zeta con retención (NC) DIN4 Botón Amarillo (NA) DIN5 Botón Amarillo (NA) DIN6 Interruptor (NA)	RELE 1 (DOUT1) Piloto Verde (Corriendo) Piloto Rojo (Detenido) RELE 2 (DOUT2) Piloto Verde (REMOTO) RELE 3 (DOUT3) VDF con Falla

PROGRAMACIÓN DEL VDF (COMISIONADO)
Puesta En Servicio Rápida (Comisionado) Con BOP (Panel Básico)

- Energice el variador de acuerdo al conexionado anterior (Solo con la autorización del instructor ejecutar este paso)

Reset a los ajustes de fábrica

Como no se sabe que programación tiene el VDF, es recomendable ejecutar un Reset a los ajustes de fábrica. Para reponer todos los parámetros a los ajustes de fábrica, se deben ajustar los siguientes parámetros como se indica:
Ajuste el P0010 = 30
Ajuste el P0970 = 1 y valide
Nota
El proceso de Reset tarda aproximadamente 10 segundos en completarse.

Para la puesta en servicio rápida (P0010 = 1) se requieren documentar los parámetros siguientes.

NUMERO	NOMBRE	NIVEL de ACCESO	EstC
P0100	Europa / Norte América	1	C
P0205	Aplicación del convertidor	3	C
P0300	Selección del tipo de motor	2	C
P0304	Tensión nominal del motor	1	C
P0305	Corriente nominal del motor	1	C
P0307	Potencia nominal del motor	1	C
P0308	CosPhi nominal del motor	1	C
P0309	Rendimiento nominal del motor	1	C
P0310	Frecuencia nominal del motor	1	C
P0311	Velocidad nominal del motor	1	C
P0320	Corriente de magnetización del motor	3	CT
P0335	Ventilación del motor	2	CT
P0640	Factor de sobrecarga del motor [%]	2	CUT
P0700	Selección de la fuente de órdenes	1	CT
P1000	Selección de la consigna de frecuencia	1	CT
P1080	Velocidad Mín.	1	CUT
P1082	Velocidad Máx.	1	CT

P1120	Tiempo de aceleración	1	CUT
P1121	Tiempo de deceleración	1	CUT
P1135	Tiempo de deceleración OFF3	2	CUT
P1300	Modo de control	2	CT
P1500	Selección consigna de par	2	CT
P1910	Cálculo de los parámetros del motor	2	CT
P1960	Selec. optimiz. control velocid.	3	CT
P3900	Fin de la puesta en servicio	1	C

- Consultar manual del variador SIEMENS MM440 para los detalles de cada comando.

Para seleccionar los parámetros a los que se accede. Este parámetro también permite la selección de una lista de parámetros definida por el usuario para la puesta en servicio. Al final de la secuencia de puesta en servicio, ajuste el P3900 = 1 para llevar a cabo los cálculos del motor y borrar todos los demás parámetros (no incluidos en el P0010 = 1) a sus valores por defecto.

NOTA: Se requiere dar una partida para sintonizar el motor con el variador (El movimiento del motor debe ser mínimo para una correcta sintonía).
Una vez parametrizado el variador y el motor implementar la lógica de funcionamiento

Lógica de Funcionamiento

Para programar la botonera de **"Partida/Parada"** utilizaremos bloques libres y se programa el siguiente circuito lógico. (Se requiere programación BICO)

- **Primer paso** - Desconectar las entradas digitales (DIN1 y DIN2) del programa por defecto:

  P0701 = 0,99 (libera entrada digital 0 para index1);
  P0702 = 0,99 (Libera entrada digital 1 para index1);
  Asigne parada de emergencia (Botón Zeta NC)
  P0703 = 4,4 (OFF3 – Parada de Emergencia índex 0&1);
  Programe el MOP
  P0704 = 13,13 (MOP subida para índex 0&1);
  P0705 = 14,14 (MOP Bajada para índex 0&1);
  Libere la entrada digital 6
  P0706 = 99,99 (Libera entrada digital 5 para índex 0&1);

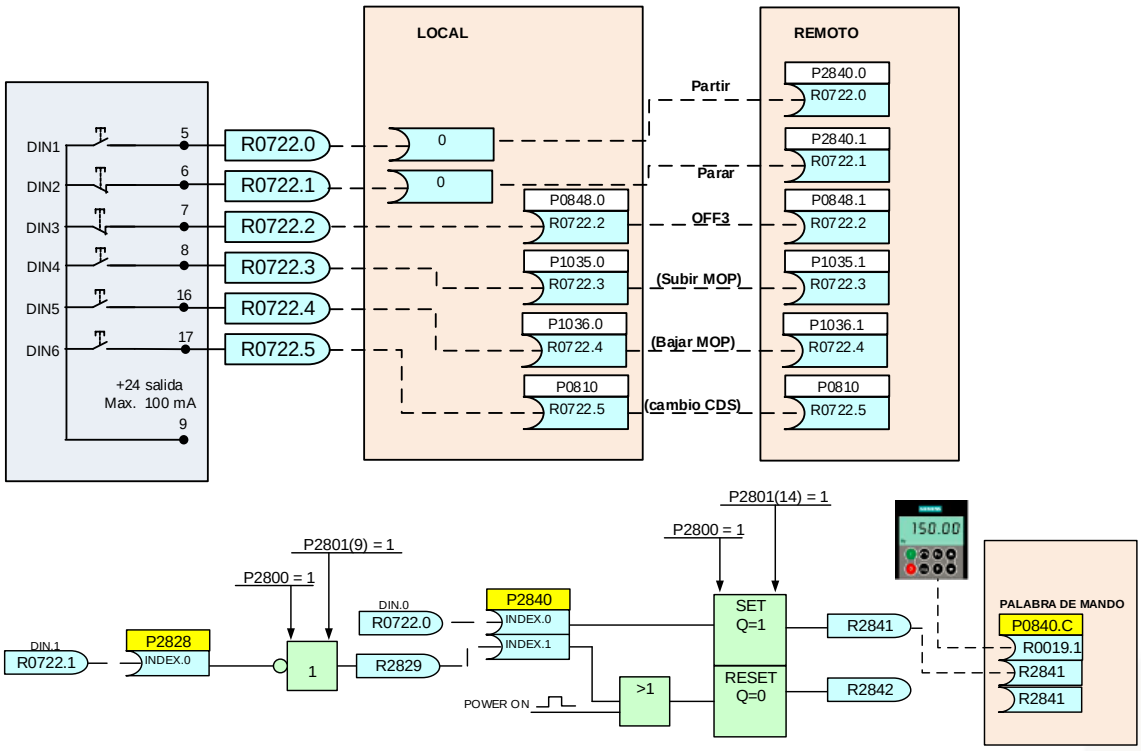
- **Segundo paso** - Activar los bloques libres:

  P2800 =1 (NOT (1))
  P2801 (9) = 1 (FF-SR (1))
  P2801 (14) = 1

- **Tercer paso** - Cablear los bloques :

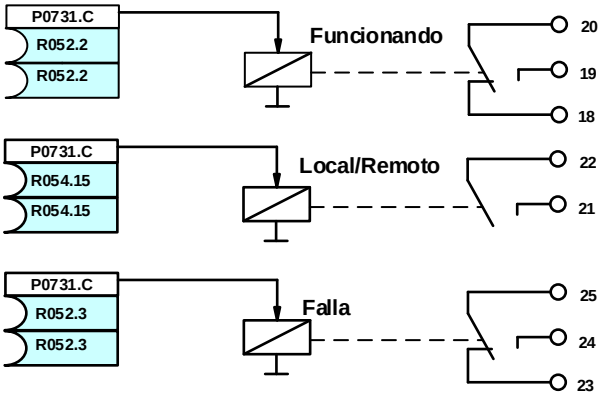
  P2828 =R0722.1
  P2840 (0) = R0722.0
  P2840 (1) = R2829
  P0840[0] = R0019.1
  P0840[1] = R2841
  P0840[2]= R2841
  P0810 = R0722.5 (asignar entrada digital 6 al comando 810 CDS Local/Remoto (Selección fuente de ordenes). Consulte parámetro R0050 –Juego CDS activo.

El esquema final debe quedar como se indica a continuación:



Conecte las salidas digitales como se indica en el siguiente diagrama lógico, recuerde cablear los **index0**, **index1** y **index2.**
Conecte la fuente de consigna:
P1070 [0] = R1050 (P1000 = 1 mando local)
P1070 [1] = R1050 (P1000 = 1 Mando terreno discreto)
P1070 [2] = R0755.0 (P1000 = 2 Mando terreno 0-20 mA)

- Consulte los parámetros en el manual del VDF, identifique la "**PALABRA DE MANDO**" y la "**PALABRA DE ESTADO**"
-



Nota: Parámetros CDS (P0810 y P0811) juego de datos de órdenes.
Parámetros CDS (P0820 y P0821) juego de datos de convertidor.

Comprobación de la operación del equipo

a) Compruebe los botones de mandos.
b) Comprueba la operación LOCAL/REMOTO.
c) Compruebe paradas de emergencia en modo LOCAL & REMOTO
d) Verifique las corrientes en el motor para distintas frecuencias.
e) Verifique los voltajes en el motor para distintas frecuencias.
f) Verifique las RPM del motor según variador.

<u>Requisitos adicionales del requerimiento:</u>
Programación analógica:

En modo remoto, se requiere cambiar la consigna de velocidad a una señal de:
4 a 20 [mA].
4 mA = debe asignar un 50% de la velocidad
20mA = debe asignar un 100% de la velocidad

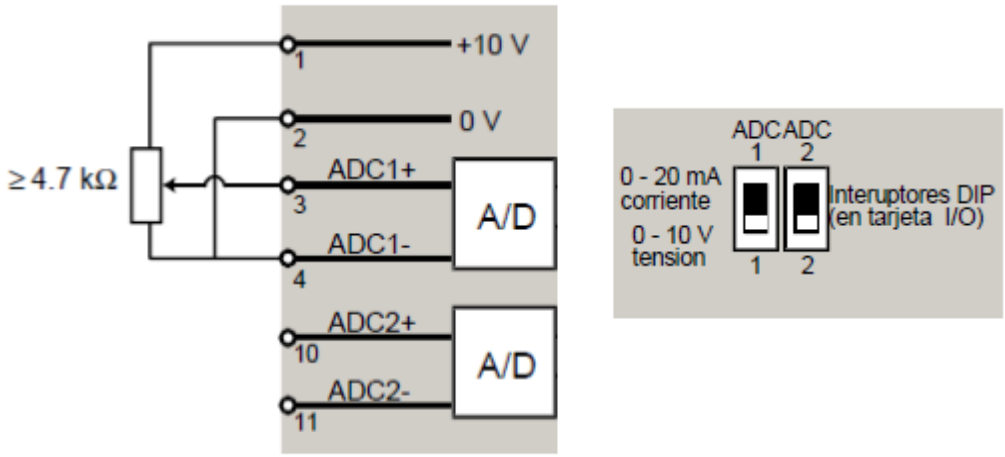
El arranque (PowerON) debe alcanzar la velocidad la velocidad dentro de los 10 seg.
<u>Desarrollo:</u>

Como todas las entradas digitales están ocupadas, utilizaremos la entrada análoga 2 (dos) como entrada digital para configurar tres fuentes de órdenes distintas

1 Modo local -> Mando por BOP
2 Modo Remoto1 -> Mando discreto y consigna por MOP
3 Mando Remoto2 -> Discreto y Consigna por señal de 4-20mA

Nota: Estudie plano funcional de las entradas análogas.

Conecte: señal discreta de 24V al terminal 10; Terminal 11 conectar con común terminal 28 (0 Volt)



Bornera analógica

Para utilizar señal de 0-20mA conecte los interruptores como se indica:

ADC1 en ON -> 4 a 20 [mA]
ADC2 en OFF -> 0-10[Volt]

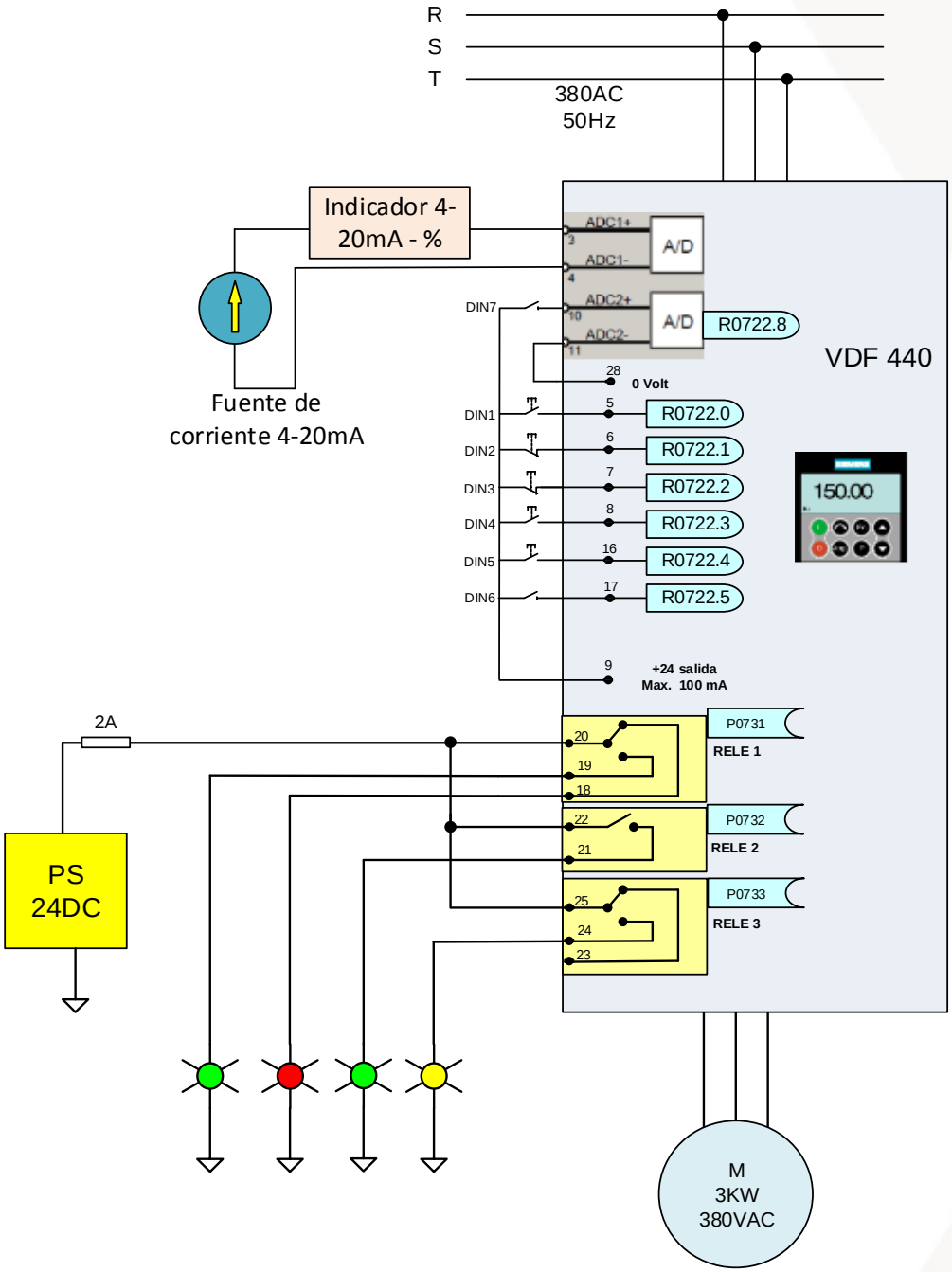
Y asigne el parámetro

756[0] en “2” señal entrada de 0-20 mA
756[1] en “0” señal entrada tensión unipolar 0-10V
Asigne el parámetro P0811 a la señal digital R0722.8 (asignación de la fuente de ordenes CDS)
Conecte la señal del lazo de corriente en serie con la entrada análoga ADC1 (+ borne 3 y –borne 4).

Segunda Comprobación de la operación del equipo

a) Compruebe los botones de mandos.
b) Comprueba la operación LOCAL/REMOTO.
c) Compruebe paradas de emergencia en modo LOCAL & REMOTO.
d) Verifique las corrientes en el motor para distintas frecuencias.
e) Verifique los voltajes en el motor para distintas frecuencias.

f) Verifique las RPM del motor según variador.



Conexionado Final de fuerza y control VDF MM440 - SIEMENS

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-MCMORAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD