CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno de Evaluación

Módulo 2: “Mantenimiento de protecciones en sistemas eléctricos de potencia”

PFMEI-4-02/V.1[PE01-M02/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; FreeportMcMoran 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

Introducción 7

Instrumento de Evaluación de Proceso 8

Módulo II: Mantención de protecciones en sistemas eléctricos de potencia 9

1. Protecciones eléctricas 10

Introducción

La evaluación corresponde a cualquier situación, recurso, procedimiento o instrumento que se utilice para obtener información sobre la marcha del proceso de formación. Permite conocer las competencias que fueron adquiridas por los participantes y que a futuro son las que le servirán en el mundo del trabajo.

El documento tiene una estructura similar al cuaderno del instructor, es decir, la misma división de módulos y contenidos.

Al interior de cada módulo el instructor encontrará un set de preguntas y sus respectivas respuestas.

Se sugiere realizar evaluaciones parciales de cada uno de los contenidos consignados en el Cuaderno del Instructor. Para tal efecto se recomienda seleccionar algunas preguntas para realizar los test y construir una pauta de evaluación para esto.

Se recomienda preparar a los participantes antes de la evaluación final del módulo y mediante el trabajo en las distintas sesiones, dar respuesta a las inquietudes que surjan durante el proceso de formación.

Cabe señalar que las actividades prácticas sugeridas en el Cuaderno del Instructor pueden ser utilizadas como evaluaciones de proceso de los contenidos vistos en cada módulo. Para el óptimo desarrollo de las actividades, el participante cuenta con un cuaderno de actividades, que posterior a su realización, serán verificadas y firmadas por el instructor y podrán ser parte del portafolio de evidencias de cada participante.

Instrumento de Evaluación de Proceso

Módulo II: Mantención de protecciones en sistemas eléctricos de potencia

1. Protecciones eléctricas

Responda las siguientes preguntas de contenido.

1. Señale 3 condiciones que debe cumplir un sistema de protecciones eléctricas.
   - Selectividad.
   - Estabilidad.
   - Confiabilidad.

2. Explique qué se hace para prevenir fallas en el relé o en el circuito de desconexión del interruptor de poder.
   Se usan sistemas de protecciones duplicadas, la cual consiste en conectar dos sistemas de protección para una misma línea y actuando sobre el mismo interruptor pero sobre bobinas de aperturas independientes.

3. Señale 4 requisitos de una protección eléctrica.
   - Seguridad,
   - Obediencia,
   - Fiabilidad,
   - Precisión,
   - Rapidez,
   - Flexibilidad,
   - Simplicidad,
   - Mantenimiento,
   - Facilidad de prueba,
   - Auto diagnóstico.

4. Señale 3 protecciones propias del transformador.
   - Relé de Buchholz (63),
   - Válvula de sobrepresión,
   - Protección de imagen térmica (49),
   - Temperatura del aceite (26),
   - Indicadores de nivel de aceite (71).

5. Señale 2 fallas que deben ser despejadas por las protecciones de líneas de transmisión de alta tensión.
   - Cortocircuitos trifásicos con o sin puesta a tierra.
   - Cortocircuitos bifásicos con o sin puesta a tierra.
   - Cortocircuitos monofásicos.
   - Doble puesta a tierra (simultaneidad de puesta a tierra de dos fases diferentes en distintos lugares.

6. ¿Dónde es más probable el embalamiento y pérdida de sincronismo?; ¿en las máquinas de polos salientes o en los turbogeneradores?
   Turbogeneradores.

7. Señale dos fallas por las cuales se produce pérdida de excitación en generador sincrónico.
   a) Apertura accidental del interruptor del devanado de excitación,
   b) Falla en el sistema de regulación de tensión del generador,
   c) Pérdida de la alimentación de la excitación.

8. Describa los sistemas de protección de redes, contra cortocircuitos, más usados actualmente.
   - Protección con relés de máxima intensidad y relés direccionales.
   - Protección con relés de distancia o de impedancia.
   - Protección con relés diferenciales.

9. ¿Cuál es la función de un pararrayos?
   Consiste en mantener la tensión entre sus terminales por debajo del valor de tensión correspondiente al nivel de aislamiento del equipo protegido.

10. Escriba la ecuación que define a MCA (múltiplo de la corriente de ajuste).

$$MCA = \frac{Corriente\ real\ de\ sobrecarga}{Corriente\ de\ arranque\ ajustada}$$

11. ¿Qué es la selectividad?
    Es la cualidad de los sistemas de protección eléctrica por la cual su accionamiento debe sacar de servicio solo la porción de la red afectada por la falla o en su defecto, la menor porción posible.

12. Mencione y explique los 3 tipos de coordinación:
    - Coordinación tipo 1: En condición de cortocircuito, el material no debe causar daños a personas e instalaciones. No debe existir proyección de materiales encendidos fuera del arrancador. Son aceptados daños en el contactor y el relé de sobrecarga; el arrancador puede quedar inoperativo. El relé de cortocircuito del interruptor deberá ser reseteado o, en caso de protección por fusibles, todos ellos deberán ser reemplazados.
    - Coordinación tipo 2: En condición de cortocircuito el material no deberá ocasionar daños a las personas e instalaciones. No debe existir proyección de materiales encendidos fuera del arrancador. El relé de sobrecarga no deberá sufrir ningún daño. Los contactos del contactor podrán sufrir alguna pequeña soldadura fácilmente separable, en cuyo caso no se reemplazan componentes, salvo fusibles. El reseteado del interruptor o cambio de fusibles es similar al caso anterior.
    - Coordinación total: En condición de cortocircuito, el material no debe causar daños a las personas e instalaciones. No debe existir proyección de materiales encendidos fuera del partidor o arrancador. No se acepta ningún daño ni riesgo de soldadura en ninguno de los aparatos que componen la salida, asegurando la "continuidad de servicio" y minimizando los tiempos de mantenimiento.

13. ¿Qué es la capacidad o poder de ruptura?
Es la capacidad que tiene un aparato de protección contra cortocircuitos de soportarla sin dañarse, controlarla y desconectarla.

14. En máquinas sincrónicas ¿cuáles son las impedancias a la secuencia positiva?
a) Sub transitoria,
b) Transitoria, y
c) Sincrónica.

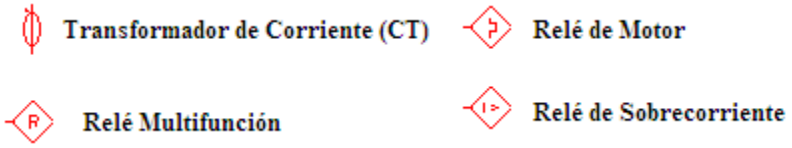
15. Describa los 4 tipos de cortocircuito:
- Monofásico a tierra: un conductor que entra en contacto con tierra. Es el más frecuente.
- Bifásico: dos fases entran en contacto. Cuando se produce junto al generador es el que provoca mayores corrientes.
- Bifásico a tierra: dos fases entran en contacto con tierra.
- Trifásico: las tres fases entran en contacto. Es el que provoca las corrientes más altas.

16. ¿Qué son y para qué se utilizan las subestaciones unitarias?
Su propósito es transformar, controlar y regular la energía eléctrica en una instalación de media tensión. Por su diseño, este tipo de subestaciones se utilizan en: edificios de apartamentos, comercios, hospitales, minería e industria semi pesada en general.

17. Según su funcionamiento, los relés de protección pueden ser:
- Sobre intensidad.
- Mínima y máxima tensión.
- Vigilancia de contactos a tierra.
- Diferenciales.
- Distancia.

18. ¿Qué es ETAP?
Es el software más utilizado para la determinación de coordinación de protecciones eléctricas adecuadas en líneas de transmisión, transformadores, motores, etc.

19. Describa la simbología IEC de dispositivos de protección.



20. Describa el procedimiento de las siguientes pruebas en interruptores de poder:
    - Prueba funcional: Verifica la operación general del interruptor.
    - Prueba de ultrasonido: Revisa las micro-grietas en los aislamientos.
    - Prueba del aislamiento de los circuitos auxiliares: Mide el aislamiento de los circuitos de control de baja tensión.
    - Prueba del contenido de agua en el gas: Mide el contenido de la humedad en el medio aislante.
    - Tensión interfacial del aceite: Mide la tensión interfacial del aceite aislante (para partículas en el aceite).

21. Explique qué son las operaciones unitarias y cuál es el objetivo de seguir la lógica a que aplica la función.
    Las operaciones unitarias son cada una de las acciones necesarias de transporte, adecuación y/o transformación. En un sistema de protecciones eléctricas de media y alta tensión, los equipos de protección como relés, medidores y sensores, deben seguir una lógica que permita, mediante operaciones unitarias, cumplir los objetivos de proteger correctamente a las personas, los equipos e infraestructura existente.

22. ¿Qué son los circuitos de control y cómo se clasifican?
    Son el conjunto de componentes primarios o básicos que no están conectados directamente a la potencia de la máquina, pero sin embargo tiene absoluto gobierno (mando o regulación) sobre el circuito de fuerza.
    Los circuitos de control realizan funciones tales como: arranque, aceleración, regulación, inversión, etc.
    Pueden ser clasificados en sistemas manuales, semiautomáticos, y automáticos.

23. Indique a que aparato se le asigna los siguientes Números ANSI / IEEE:
    a) 14; b) 21; c) 26
    a) Dispositivo de falta de velocidad, es el que actúa cuando la velocidad de la máquina desciende por debajo de un valor predeterminado
    b) Relé de distancia, es el que funciona cuando al admitancia, impedancia o reactancia del circuito disminuyen o aumentan a unos límites preestablecidos.
    c) Dispositivo térmico, es el que funciona cuando la temperatura del campo en shunt, o el bobinado amortiguador de una máquina, o el de una resistencia de limitación de carga o de cambio de carga, o de un líquido u otro medio, excede de un valor determinado con anterioridad. Si la temperatura del aparato protegido, tal como un rectificador de energía, o de cualquier otro medio, es inferior a un valor fijado con antelación.

24. Indique a que aparato se le asigna los siguientes Números ANSI / IEEE:
    a) 37; b) 50; c) 51.
    a) Relé de baja intensidad o baja potencia, es el que funciona cuando la intensidad o la potencia caen por debajo de un valor predeterminado.
    b) Relé instantáneo de sobre intensidad o de velocidad de aumento de intensidad, es el que funciona instantáneamente con un valor excesivo de velocidad de aumento de intensidad.
    c) Relé de sobre intensidad temporizado, es un relé con una característica de tiempo inverso o de tiempo fijo que funciona cuando la intensidad de un circuito de c.a. sobrepasa in valor dado.

25. Qué Número ANSI / IEEE tiene signado el “Relé de sobretensión, el que funciona con un valor dado de sobretensión”
    Nº 59.

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