



Cuaderno de Actividades del
Participante
Módulo 2: “Interruptores y
desconectadores”.
PFMEI-3-01/V.1[PE01-M02/v.1

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:



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 educativas:

- 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°2.....	8
Comprender la naturaleza de un cortocircuito en media y alta tensión. Asimismo, podrán estimar las magnitudes de corrientes de cortocircuito.	8
Actividad N°3.....	12
Conocer un cortacircuitos fusible, sus elementos estructurales e Interpretarán parámetros de su hoja de datos.....	12
Actividad N°4.....	17
Práctica de algunos puntos importantes de las rutinas de mantenimiento de interruptores de AT y MT.	17

Descripción del cuaderno de actividades

Durante el desarrollo del programa ***“Mantenedor Eléctrico Avanzado Equipos Fijos”*** 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°2

Comprender la naturaleza de un cortocircuito en media y alta tensión. Asimismo, podrán estimar las magnitudes de corrientes de cortocircuito.

Descripción de la actividad

Primera parte: Generación de un cortocircuito controlado y visualización de las componentes de la corriente de cortocircuito.

Los participantes utilizarán elementos de laboratorio para armar una red eléctrica sencilla con resistencias e inductancias y registrarán el evento del cortocircuito para su posterior análisis. El cortocircuito será controlado, es decir, al estar el sistema en cortocircuito, la corriente quedará limitada por las resistencias de la red.

Segunda parte: Cálculo aproximado de la corriente de cortocircuito por el método de las impedancias.

En la misma red eléctrica armada en la etapa anterior, se calculará el valor de la corriente de cortocircuito por el método de las impedancias y se analizará si coincide con el valor obtenido experimentalmente.

Desarrollo de la actividad

Primera parte: Generación de un cortocircuito controlado y visualización de las componentes de la corriente de cortocircuito.

1. Conecte la fuente AC a la toma de corriente y ajuste su voltaje de salida a 10V, verificando este valor con un multímetro. Desconecte la fuente del tomacorriente.
2. Utilizando la fuente de AC ajustable ya seteada, los conectores, las inductancias, el interruptor y las resistencias, arme el siguiente circuito.

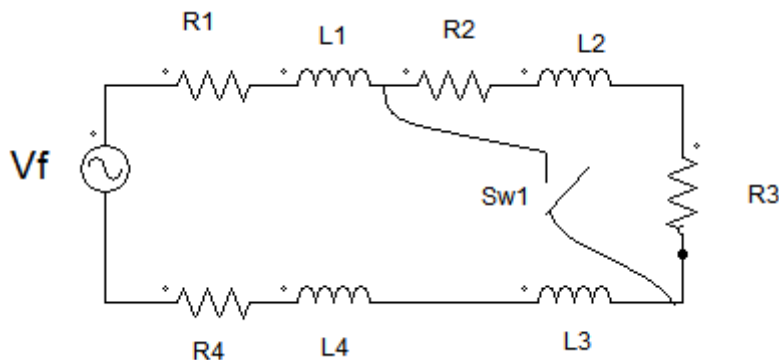


Fig. 1 Circuito RL.

3. Conecte la tenaza amperimétrica en el circuito, abra el software de adquisición de datos.

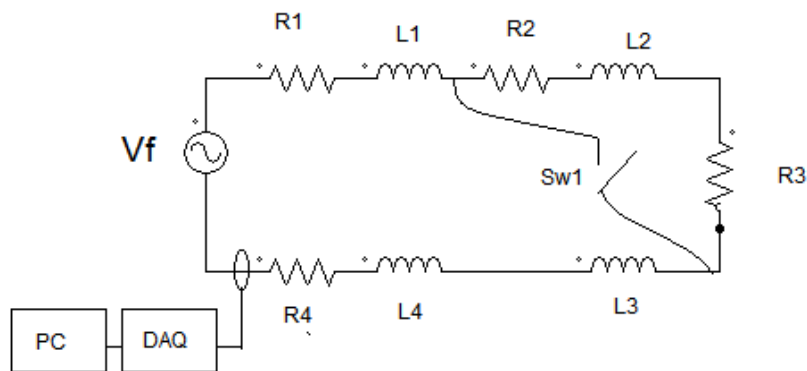


Fig. 2. Conexión del equipo para registro de datos de corriente.

4. Energice el circuito. Registre el voltaje de la fuente con carga. Inicie la toma de muestras. Espere 5 segundos y cierre el interruptor $Sw1$. Ahora espere 5 segundos y abra el interruptor $Sw1$.
5. Visualice en su interfaz de usuario los datos grabados. Identifique la componente simétrica y asimétrica durante el tiempo del cortocircuito.
6. Si posee de otro juego de inductancias, reemplácelas por un par de las resistencias ($R1$ y $R3$) y luego repita procedimiento del punto 4 y 5.

Segunda parte: Cálculo aproximado de la corriente de cortocircuito por el método de las impedancias.

1. Dibuje el circuito equivalente del sistema cuando el $Sw 1$ está cerrado.
2. Suma las resistencias y las inductancias del circuito resultante.
3. Calcule mediante Ley de Ohm la corriente de cortocircuito en forma fasorial y compárela con lo obtenido en el punto 4 y 5 de la primera parte. Use el voltaje de la fuente cuando estaba en vacío. En este experimento se ignorará la impedancia interna de la fuente si no es conocida.
4. ¿Se obtuvo un valor calculado similar al medido en la primera parte? Si hay una diferencia apreciable, ¿a qué puede deberse?

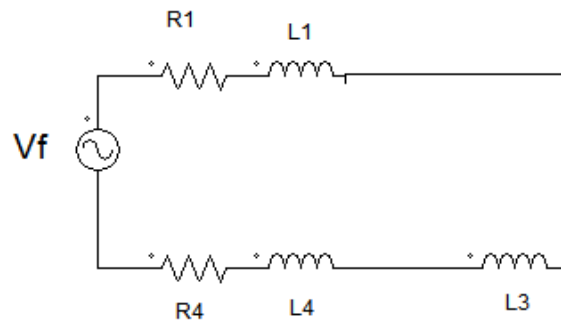
Respuestas para el instructor

Primera parte:

El objetivo es grabar el evento del cortocircuito y la corriente permanente (que dirá sólo 5 segundos).

Si la interfaz de usuario no entrega el valor rms de la componente simétrica, calcúlelo dividiendo el valor pico por 1,4142.

Segunda parte:
El circuito equivalente es:



Diferencias apreciables en el valor calculado y el medido pueden deberse a la no incorporación de la impedancia de la fuente. Puede obtenerse este parámetro si son conocidas todas las resistencias e inductancias utilizadas.

La corriente de cortocircuito se calculará como sigue:

$$I_{cc} = \frac{V_{fuente\ vacio}}{|Z_{cc}|}$$

$$\text{Con } Z_{cc} = \sqrt{(R1 + R4)^2 + (XL)^2}$$

$$\text{Con } XL = 2\pi f$$

Notas:

Nombre del Instructor	Fecha de la actividad	Firma
Observaciones		

Actividad N°3

Conocer un cortocircuitos fusible, sus elementos estructurales e Interpretarán parámetros de su hoja de datos.

Descripción de la actividad

Se contará con un cortocircuito fusible para inspeccionarlo visualmente, inferir su funcionamiento, medir su resistencia eléctrica y leer su hoja de datos.

Desarrollo de la actividad

Examine los cortocircuitos fusible que tiene para esta actividad y responda:

1. ¿De cuántos polos es?

2. ¿De qué material está hecha la base?

3. Trate de observar presencia de corrosión en terminales y puntos de contacto con fusible.

4. Escriba una lista de los elementos que constituyen el cortacircuitos:

5. ¿Para qué voltaje de operación está diseñado este equipo?

6. ¿Para qué corriente de operación está diseñado este equipo?

7. ¿Para qué voltaje el fabricante garantiza su rigidez dieléctrica?

8. ¿Cuántos V kBIL aparecen en la hoja de datos? ¿Qué significa este parámetro?

9. Con el milióhmetro, mida la resistencia del fusible.

10. Inserte el fusible en el portador y mida la resistencia entre terminales del equipo con el milióhmetro.

11. Determine la resistencia de la ruta conductora del equipo, excluyendo el fusible.

12. Plantee posibles fallas de este equipo en una red de MT o AT

Notas:

--

Nombre del Instructor	Fecha de la actividad	Firma
Observaciones		

Actividad N°4

Práctica de algunos puntos importantes de las rutinas de mantenimiento de interruptores de AT y MT.

Descripción de la actividad

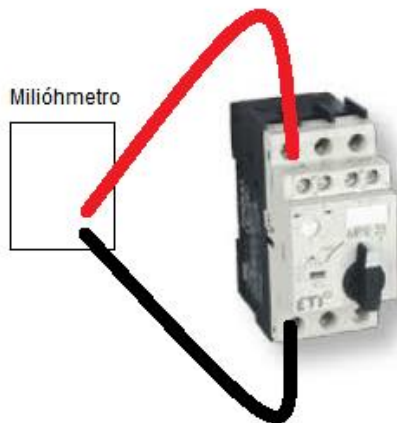
Se contará con un interruptor automático, idealmente de MT o AT, pero en su defecto con uno de BT. Se realizarán algunas rutinas de mantenimiento.

Desarrollo de la actividad

1. Tome el interruptor de prueba (supongamos un interruptor trifásico de 380V), desenergizado y fuera de todo circuito.
2. Atornille los bornes hasta que queden fijos, sin insertar ningún cable.
3. Encienda el milióhmetro y haga ajuste a cero si corresponde.
4. Con una pinza del instrumento toque uno de los bornes del interruptor (en posición cerrado) y la otra en la salida. Registre la medida de resistencia de contacto de este polo.
5. Registre la temperatura ambiente.
6. Repita el paso 4 para los dos restantes polos del interruptor. Si ve alguna asimetría, es decir, una diferencia por sobre un 5%, revise las puntas del instrumento y verifique que no haya corrosión en los puntos de contacto.
7. Proceda a medir resistencia de aislación: Conecte el terminal rojo del instrumento a un borne y el terminal negro a otro borne de un polo distinto. Ajuste el voltaje de prueba a 500V, tome la precauciones de seguridad para que no se produzcan daños a terceros o a Ud. mismo.
8. Inicie la prueba y espere 60 segundos. Registre el valor de la resistencia de aislación y la temperatura ambiente.
9. Repita la prueba para otro par de polos y registre el valor de resistencia de aislación.
10. Complete para el último par de polos y registre.
11. Analice los resultados para saber si hay alguna asimetría en las medidas registradas.

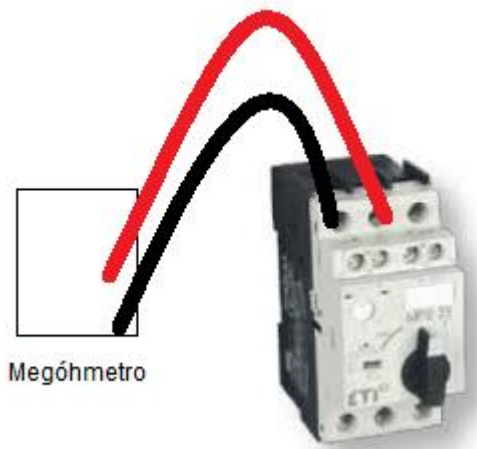
12. Proceda a conectar el probado hipot de la misma forma que el medidor de aislación.
(Puede usar el mismo medidor de aislación si el voltaje nominal del interruptor que está probando es al menos 3 veces menor que la del instrumento hipot.
13. Setee el probador hipot a un valor de 1,7 veces el voltaje nominal del interruptor.
14. Espere 30 segundos y repita para los otros pares de polos.
15. Si no observa “saltos” en la corriente de fuga o el trip del instrumento hipot no se acciona, significa que el interruptor posee una rigidez dieléctrica adecuada para la operación.

Respuestas para el instructor

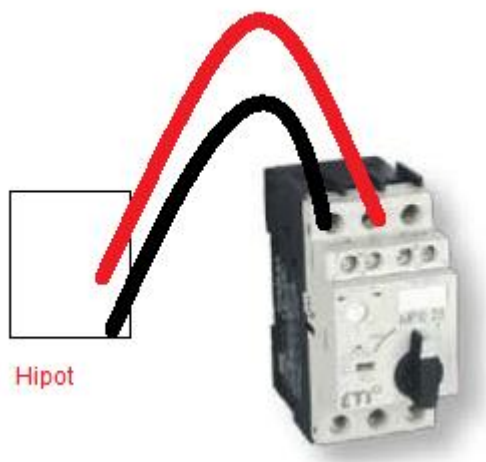


4.

6.



11.



Notas:

Nombre del Instructor	Fecha de la actividad	Firma
Observaciones		



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

