CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

# Cuaderno de Actividades del Participante

## Módulo 4: “Mantenimiento de motores y generadores de equipos mina”.

PFMEI-3-02/V.1[PE01-M04/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°6..... 8

- Reconocer las cualidades de los imanes, su interacción y cómo generan una corriente eléctrica cuando un conductor se mueve dentro de su campo magnético. 8

Actividad N°7..... 9

Medir la centralidad y el ajuste del Porta escobilla (TIR y MBTB) del conmutador o anillo, según especificaciones técnicas del fabricante. ..... 9

## Descripción del cuaderno de actividades

Durante el desarrollo del programa ***"Mantenedor Eléctrico Avanzado Equipos Móviles"*** 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°6

- **Reconocer las cualidades de los imanes, su interacción y cómo generan una corriente eléctrica cuando un conductor se mueve dentro de su campo magnético.**

**Descripción de la Actividad.**

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos o en pares.

Solicitará a los participantes que observen y cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.

Solicitará a los participantes que realicen la recolección de datos de la actividad a realizar, el instructor colocará imanes uno cerca del otro en diferentes sentidos para ver el efecto de atracción y repulsión de estos, con un amperímetro análogo con punto medio se mostrará la dirección de la corriente al pasar el conductor por el imán en un sentido y otro.

Con una bobina y corriente continua circulando por ella en un sentido y otro, se demostrará el cambio del sentido del campo magnético al acercarle un imán permanente.

**Desarrollo de la actividad.**

El instructor demostrará la acción de atracción y repulsión en imanes permanentes poniendo frente a frente 2 imanes y cambiando el sentido de éstos al enfrentarlos uno al otro, se medirá el desplazamiento a diferentes distancias y diferentes tamaños de imanes.

Se conectará un conductor a un amperímetro (o en su defecto voltímetro) de cero central y el instructor moverá el conductor dentro del flujo magnético de un imán a diferentes velocidades y distintos sentidos y se anotarán las lecturas (positiva o negativa y mayor o menor) de las inducciones eléctricas en el conductor.

Con una bobina conectada a una fuente de poder de CC de 12 Volts, el instructor creará un electroimán y observará el efecto sobre un imán permanente, se invertirá el sentido de la corriente en la bobina y se anotará la nueva observación. Luego se acercará un trozo de metal ferroso a la bobina invirtiéndose el sentido de la corriente en la segunda ocasión y se anotarán los resultados.

## Actividad N°7

**Medir la centralidad y el ajuste del Porta escobilla (TIR y MBTB) del conmutador o anillo, según especificaciones técnicas del fabricante.**

**Descripción de la actividad:**

- El instructor podrá realizar esta actividad en grupos o en pares.
- Solicitará a los participantes que observen y cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.
- Solicitará a los participantes que realicen la recolección de datos de la actividad a realizar.

**Desarrollo de la actividad:**

El facilitador dará las siguientes instrucciones a los participantes para encontrar la posición neutra de las escobillas del motor, conozca las conexiones en serie y en derivación del mismo.

**PARA ENCONTRAR LA POSICION NEUTRA:**

1. Indicara utilizar corriente alterna para que el participante determine la posición neutra de las escobillas del motor de C-d. Con los Módulos EMS de Fuente de Energía, de medición de c-ay de motor/generador de c-desconectará el circuito que aparece en la figura 1. Las terminales de la fuente de alimentación proporcionaran un voltaje variablede*0-220Vc-a,* conforme se hace girar la perilla de control de la salida de voltaje.

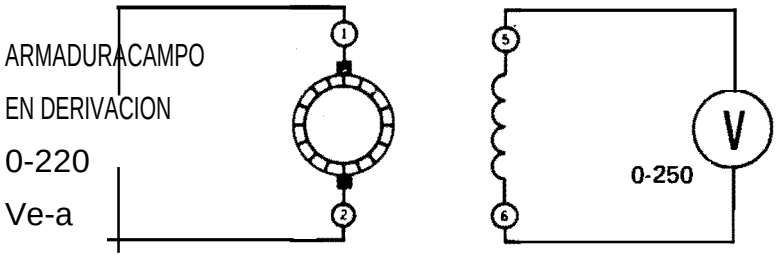


**FIGURA 1**

2. Desprender el modulo de motor/generador de CD y adelantarlo aproximadamente 10 cm. Meter la mano detrás de la placa delantera del modulo y mover la palanca de ajuste de la escobilla hasta el extremo máximo en el sentido de las manecillas del reloj. Indicar no volver a poner el modulo en su lugar (tendrá que mover de nuevo las escobillas).

3. Conectar la fuente de energía; colocar en la posición de c-a el conmutador del voltímetro de la fuente de energía y mover lentamente hacia adelante la perilla de control de la salida del voltaje hasta que el voltímetro de c-a conectado al devanado de campo en derivación indique aproximadamente 150 Vc-a. (el voltaje de c-a en el campo en derivación se induce por acción de la corriente alterna que atraviesa la armadura).

4.

   a) Meter cuidadosamente la mano detrás de la cara frontal del modulo (cuidando de mantener la otra en el bolsillo) y mueva las escobillas de una posición extrema a la otra. Observar que el voltaje de c-a inducido a través del campo disminuye a cero y luego aumenta nuevamente conforme se llega a la otra posición extrema, siguiendo el sentido contrario al de las manecillas del reloj.

   b) Dejar las escobillas en la posición en donde el voltaje inducido es cero. Este punto corresponde al plano neutro del motor/generador de CD. Cada vez que use el motor/generador de CD, las escobillas deben ajustarse a la posición neutra.

   c) Reducir el voltaje a cero y desconecte la fuente de energía. Vuelva a colocar el modulo del motor/generador de CD en su lugar y desconectar el circuito.

PARA CONEXIONES DEL MOTOR EN SERIE.

5. Con los módulos EMS de fuente de energía, de medición de CD y del motor generador de CD, conecte el circuito ilustrado en la figura 2. observe que la armadura está conectada en serie con el devanado de campo en serie, a través del voltaje de entrada.

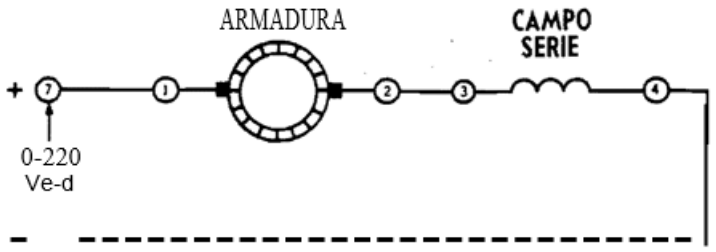


Figura 2

6. Conectar la fuente de energía y nuevamente poner en la posición de c-d el conmutador del voltímetro de la fuente de energía. Ajustar el voltaje de salida a 220 Vc-d.

   a) ¿Girar el motor rápidamente?
   b) Usar el tacómetro manual y medir la velocidad del motor en revoluciones por minuto.

   Velocidad en serie

7. 
   a) Reducir el voltaje de la fuente de energía y observar el efecto que se produce en la velocidad del motor. Observaciones:
   b) Reducir el voltaje hasta que pueda determinar la dirección de rotación (en el sentido de las manecillas del reloj o contrario a este)

   Rotación =

   Reducir el voltaje a cero y desconectar la fuente de alimentación.

8. Volver a conectar el circuito de la figura 3. (el único cambio hecho en relación con el circuito de la figura 2, es que las conexiones a la armadura quedaron invertidas.)

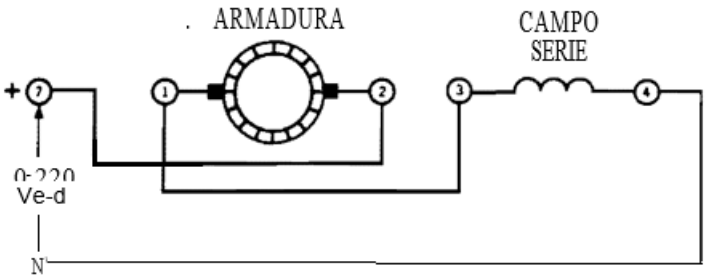


Figura 3

9. Repetir los procedimientos 6 al 8 (con las conexiones de la armadura invertidas que se indican en la figura )

Velocidad en serie (inversión) =

Rotación =

10. Escribir una regla para cambiar la dirección de rotación del motor de c-d en serie.

PARA CONEXIONES DEL MOTOR EN DERIVACION

11. Conectar el circuito que aparece en la figura 4. observar que el reóstato esta en serie con el campo en derivación y que esta combinación se conecta en paralelo con la armadura a través del voltaje de entrada.

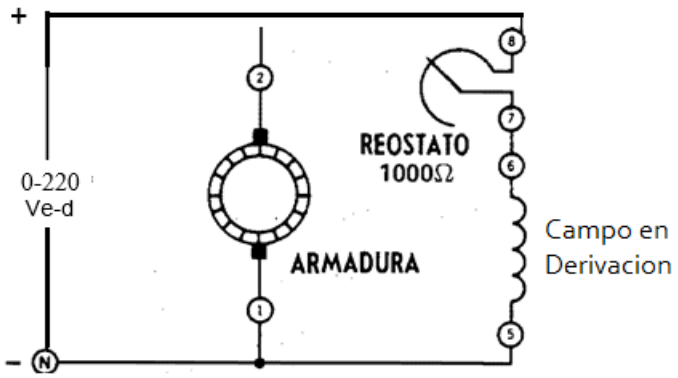


Figura 4

12.
   a) Ajustar el reóstato a la resistencia mínima (aproximadamente cero ohms cuando se hace girar a la posición extrema en el sentido de las manecillas del reloj).
   b) Conectar la fuente de energía y ajústela a 220 Vc-d.
   c) Medir la velocidad del motor con el tacómetro.
      Velocidad en derivación (cero ohms) = 1115 r/min
   d) Ajustar el reóstato a la resistencia máxima (aproximadamente 1000 ohms) = 2000 r/min.
   e) Determinar la dirección de rotación.
      Rotación =
13.
   a) Reduzca el voltaje a cero y desconecte la fuente de energía.
   b) Invierta la polaridad del voltaje de entrada intercambiando solo los cables de conexión de la fuente de energía.
14. Repetir el procedimiento 13 y compare los resultados:
   a) ¿cambio la rotación de dirección?
   b) ¿vario la velocidad?
   c) Reducir el voltaje a cero y desconectar la fuente de alimentación.

15. Intercambiar los cables de conexión que van a la fuente de energía. El circuito debe quedar igual al que se ilustra en la figura4. ahora invierta solo las conexiones de la armadura.
16. Repetir el procedimiento 13 y compare la dirección de rotación con la que se encontró en el procedimiento 13.

    Rotación = ESCMR

17.
    a) Mientras el motor siga funcionando, abrir momentáneamente el circuito del campo en derivación, quitando el cable de conexión de una de las terminales del devanado de campo en derivación (5 o 6). Indicar a los participantes tener mucho cuidado de no tocar ninguna de las otras conexiones de las terminales ni ningún metal mientras realiza este procedimiento. Estar listo para cortar inmediatamente la energía aplicada al motor desconectando la fuente de alimentación.

    b) Explicar lo que sucede cuando en un motor de c-d se pierde la alimentación al campo en derivación.

    c) ¿puede ocurrir lo mismo en un motor de c-d conectado con el campo en serie?
    Explique por qué.

18. Conectar el circuito de la figura 5. Observar que la armadura está conectada a la salida variable de 0-220 Vc-a (terminales 7 y N), en tanto que el campo en derivación está conectado a la salida fija de 0-220Vc-d (terminales 8 y N).

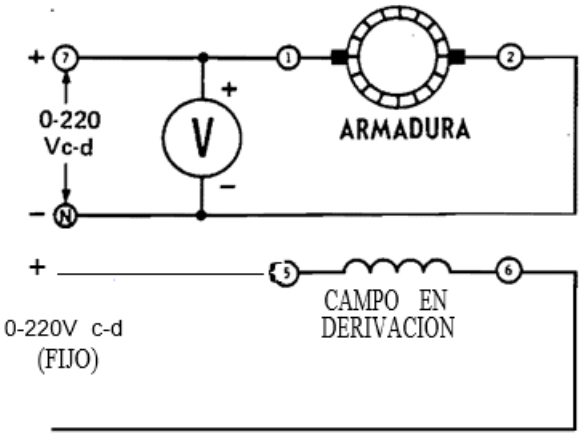


Figura 5

19.
    a) Conectar la fuente de energía y ajustar el voltaje de la armadura a 60 Vc-d, guíese por las lecturas que del medidor.

b) Usar el tacómetro manual para medir la velocidad del motor. Anotar en la tabla las mediciones de velocidad. (Espere hasta que la velocidad del motor se estabilice antes de efectuar la medición).

| E (VOLTS) | 0 | 60 | 120 | 180 | 220 |
|---|---|---|---|---|---|
| SPEED (r/min) | 0 | 300 | 600 | 900 | 1110 |

Tabla 1

c) Repita (b) para cada uno de los valores de voltaje que se indican en la tabla.

d) Marque los puntos obtenidos en la tabla, en la grafica ilustrada en la figura. luego trace una línea continua por los puntos marcados.

e) ¿es un buen método de control de velocidad el hacer que varié el voltaje de la armadura (manteniendo constante el voltaje del campo en derivación)?

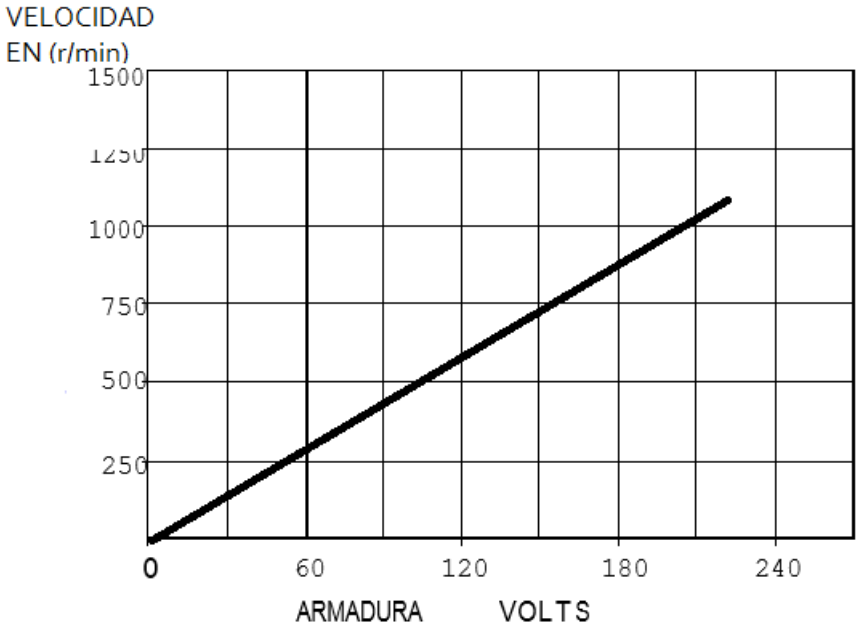


Figura 6

PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. Explique cómo se localiza la posición neutra de las escobillas en un motor de c-d.

_____

_____

_____

_____

2. ¿Giraría el motor si solo se excitara la armadura (se le aplicara un voltaje)?

_____

_____

_____

_____

3. ¿Por qué es peligroso aplicar energía a un motor de c-d en serie, sin ninguna carga?

_____

_____

_____

_____

(Vea las notas).

4. ¿Cuáles son las dos formas en que se puede invertir la rotación de un motor de c-d conectado en derivación?
(Vea las notas)

_____

_____

_____

5. ¿Por qué se necesitan detectores de pérdida de campo en motores grandes de c-d?

6. En el procedimiento :
   a) ¿Se duplica la velocidad del motor cuando se duplica el voltaje de la armadura?
   b) ¿Sería correcto afirmar que “con un voltaje fijo de campo, la velocidad de un motor en derivación es proporcional al voltaje de la armadura?
   Explique por qué:

7. ¿Cuáles son las dos formas en que se puede variar la velocidad de un motor de c-d?

8. De los dos métodos dados en (7):
   a) ¿Cuál de los dos da el mayor rango de velocidad? (vea las notas)
   b) ¿Cuál es el más económico (utiliza menos partes)?

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