CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno de Evaluación

Módulo 3: “Nociones Básicas de Sistemas Eléctricos de Equipos Fijos”

PFMEI-2-01/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; 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

Índice 6

Introducción 7

Instrumento de Evaluación de Proceso 8

Módulo III: 9

Nociones Básicas de Sistemas Eléctricos de Equipos Fijos 9

1. Nociones básicas de sistemas trifásicos 10

2. Introducción a los principales equipos electromagnéticos 14

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 III:

Nociones Básicas de Sistemas Eléctricos de Equipos Fijos

1. Nociones básicas de sistemas trifásicos

1. Un sistema conectado en estrella con voltaje de fase de 3Ø, entrega 110V AC. Determine la línea de voltaje. 190 V

2. Un sistema conectado en estrella de 3Ø presenta un voltaje fase a fase de 11kV. Determine el voltaje fase a punto de estrella. 6,35 kV

3. ¿Cuánto voltaje de fase generará un sistema conectado en estrella de 3Ø y 33kV? 19 kV

4. En un sistema conectado en delta, dónde VL es 230V, encuentre Vp. 230 V

5. En un sistema conectado en delta, dónde la corriente de fase es de 15A, encuentre la corriente de la línea. 25,9 V

6. En un sistema conectado en delta, dónde la corriente de la línea es de 25A, encuentre la corriente de fase. 14,4 A

7. Un alimentador de 3Ø y 415V es conectado a una carga de tres fases compuesta por una impedancia de 15Ω en cada fase y cada impedancia posee un factor de poder de 0,9lag. Si la carga es conectada en estrella, determine: VP, IP, y IL.

   V_P = 239,6 V
   I_P = 15,97 A
   I_L = 15,97 A

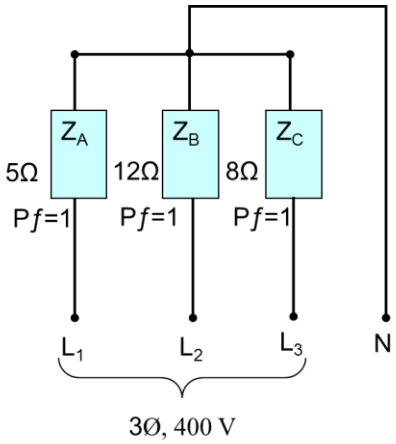
8. Si la carga de la pregunta anterior es conectada en delta. Determine VP, IP y IL.

   V_P = 415V
   I_P = 27,67A
   I_L = 47,92A

9. Considerando el diagrama de circuito mostrado en la figura, determine:

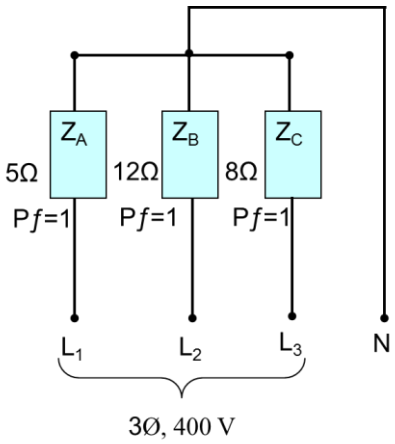
V_A, V_B, V_C
I_A, I_B, I_C

I_1, I_2, I_3,



V_A = 230.9 V, V_B = 230.9 V, V_C = 230.9 V
I_A = 46.18 A, I_B = 19.24 A, I_A = 28.86 A
I_1 = 46.18 A, I_2 = 19.24 A, I_3 = 28.86

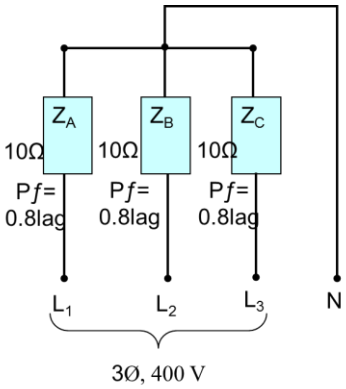
10. Considerando el diagrama de circuito mostrado en figura, determine la corriente que fluye al punto estrella IABC.



I_{ABC} = 23,4A

11. Considerando el diagrama de circuito mostrado en figura, determine:

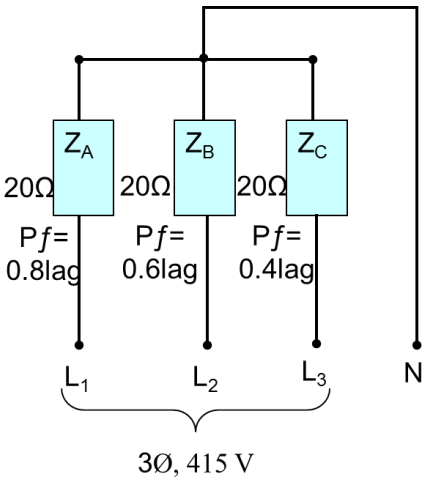
- I_A, I_B, I_C
- $Ø_1$, $Ø_2$, $Ø_3$,



- $I_A=I_B=I_C=23{,}1A$
- $Ø_A = Ø_B = Ø_C = 0^0E$ (dentro de fase)

12. Considerando el diagrama de circuito mostrado en figura, determine:

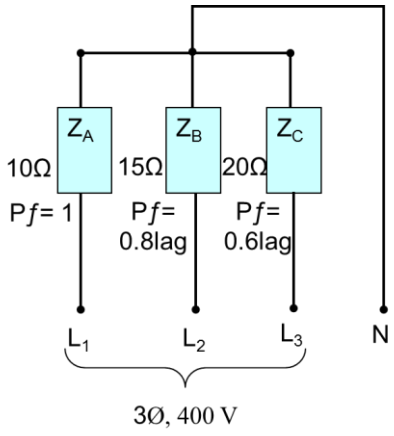
- I_A, I_B, I_C
- $Ø_1$, $Ø_2$, $Ø_3$,



- $I_A=I_B=I_C=12A$
- $Ø_A=36{,}9$ lag V_A, $Ø_B=53{,}1$ lag V_B, $Ø_C=66{,}4^0E$ lag V_c

13. Considerando el diagrama de circuito mostrado en figura, determine:

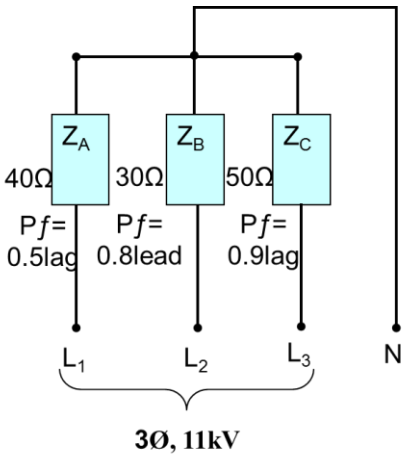
- I_A, I_B, I_C
- $Ø_1$, $Ø_2$, $Ø_3$,



- I_A = 23A I_B=15,33A I_C=11,5A
- $Ø_A$ = 0lag V_A, $Ø_B$ = 37lag V_B, $Ø_C$ = 53^0E lag V_c

14. Considerando el diagrama de circuito mostrado en figura, determine:

- I_A, I_B, I_C
- $Ø_1$, $Ø_2$, $Ø_3$,



- I_A=158,8A; I_B=211,7A; I_C=127A
- $Ø_A$=60^0lag V_A, $Ø_B$ = $36,9^0$ lead V_B, $Ø_C$ = $25,8^0$ lag V_c

15. Si un motor de 3Ø, 415V con una impedancia por fase de 15Ω a una PF de 0,6 lag se conecta en estrella. ¿Cuánta energía real consumirá?

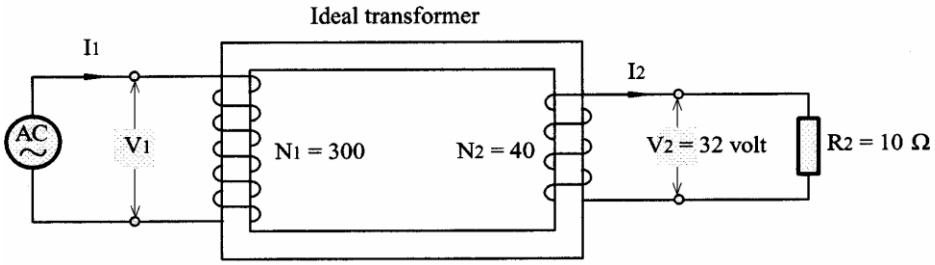
P = 6.889W
Paso 1: V_L = 415V, so V_p = 239.6V
Paso 2: I_p = 15,97A, so I_L = 15,97A
Paso 3: P= $\sqrt{3}\, V_L I_L \cos Ø$
P=$\sqrt{3}$ x 415 x 15,97 x 0,6 = 6.889 W Estrella

16. Si un motor de 3Ø, 415V con una impedancia por fase de 15Ω a una PF de 0,6 lag se conecta en delta. ¿Cuánta energía real consumirá?

P = 20.667W
Paso 1: V_L = 415V, so V_p = 415V
Paso 2: I_p = 27.67A, so I_L = 47.92 A
Paso 3: P= $\sqrt{3}\, V_L I_L \cos Ø$
P= $\sqrt{3}$ x 415 x 47,92 x 0,6 = 20.667W

2. Introducción a los principales equipos electromagnéticos

17. Determine los valores desconocidos de la figura a continuación.



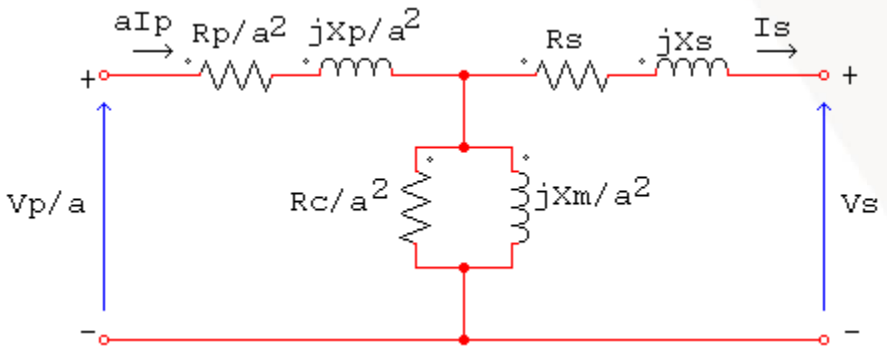
I2 = 3,2A

V1= 240V

Transformación ratio = 7,5

I1 = 0,43A

18. Dibuje el circuito equivalente de un transformador.



19. El radio del output de energía total comparado con el input de energía total en un período de 24 horas corresponde a la eficiencia diara .

20. Típicamente, los transformadores presentan una eficiencia de entre un 90 y 99%.

21. En general, cuando el tamaño de un transformador aumenta, su eficiencia (aumenta / disminuye) aumenta porque disminuyen las pérdidas.

22. Describa brevemente las pérdidas que experimenta un transformador.

- Pérdidas de cobre: pérdidas basadas en la resistencia. Varían según la carga y son proporcionales al cuadrado de la corriente.
- Pérdidas de fierro: son pérdidas de núcleo. Son constantes para todas las cargas. Se incurre en ellas cuando se energiza el primario.

23. Mencione 4 medidas de seguridad para usar transformadores de instrumentos.

- Alimentador de energía aislado.
- Test.
- Tarjeta personal de peligro (tarjeta de bloqueo).
- Bloqueo.

24. Mencione 2 dispositivos que pueden ser conectados al secundario de un transformador de potencial.

- Voltímetro.
- Vatímetro.

25. Mencione 2 consecuencias de una conexión de transformador incorrecta.

- Explosión.
- Corrientes circulantes altas.

26. En los motores síncronos, la velocidad de rotación es:

a) dependiente del número de polos.
b) dependiente de la frecuencia de alimentación y el número de polos.
c) la mitad de la velocidad sincrónica.
d) el doble de la mitad sincrónica.

Consejo de Competencias Mineras
Apoquindo 3500, Piso 7,
Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccminero.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