CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno de Evaluación
Módulo 7: “Mantenimiento de motores y generadores eléctricos”
PFMEI-4-01/V.1[PE01-M07/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

Introducción 7

Instrumento de Evaluación de Proceso 8

Módulo VII: Mantención de motores y generadores eléctricos (Especialista) 9

1. Motor rotor bobinado 10

2. Generador sincrónico 12

3. Variadores de Frecuencia 15

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 VII: Mantención de motores y generadores eléctricos (Especialista)

Responda las siguientes preguntas de contenido.

1. Explique porque el voltaje aumenta con menor rapidez cuando se incrementa la corriente de c-d.
   Al incrementarse la corriente de cd del rotor a 0.25A, el hierro dentro del rotor se pone saturado. Por eso, cuando la corriente de excitación se incrementa sobre este valor, habrá un pequeño incremento del flujo magnético y el voltaje generado.

2. De algunas de las razones por las que no se debe operar un alternador cerca del codo de su curva de saturación.
   Se requeriría un aumento de excitación de cd relativamente grande, para sobreexcitar el alternador. La eficiencia del alternador bajaría debido al aumento de potencia de cd en el rotor. El rotor tendería a sobrecalentarse, debido a la corriente de cd más alta. Esto reduciría los factores de tolerancia de la calidad de los devanados y el hierro, y posiblemente no operaria correctamente en condiciones de sobrecarga.

3. Un alternador tiene menos probabilidades de quemarse cuando está en un corto circuito permanente, que un generador en derivación de c-d con excitación independiente. Explique esto.
   La corriente de la armadura en cortocircuito baja a un valor ileso relativamente bajo, debido a su alta impedancia (resistencia del devanado). El generador en derivación de c-d con excitación independiente tiene muy baja resistencia de la armadura. Por eso, las corrientes altas de cortocircuito pueden fluir, quemando los devanados, conmutador y escobillas.

1. Motor rotor bobinado

4. Defina deslizamiento (s)
   Se define como la diferencia de las velocidades que se producen entre la velocidad síncrona del campo magnético giratorio y la velocidad a la cual gira el disco como resultado del torque que produce la interacción de su campo y el campo magnético giratorio. La siguiente fórmula indica la velocidad del rotor (nr) en función del deslizamiento (s):
   Nr= ns (1-s); sea ns la velocidad sincrónica

5. Defina los tipos de torque de la máquina de rotor bobinado
   Torque nominal (Tn): Corresponde a la velocidad asignada y se produce generalmente para deslizamientos comprendidos entre el 3 y el 8 por 100, que representan velocidades cercanas a la de sincronismo.
   Torque máximo (Tm): representa el torque crítico del motor, suele ser de 2 a 3 veces el torque nominal y se produce para deslizamientos comprendidos entre el 15 y el 30 por 100.

Torque de arranque o partida (Ta o Tp): en este caso la velocidad es cero y tiene que ser superior al torque nominal para permitir que el motor se ponga en marcha.

6. ¿Cómo es la alimentación del rotor bobinado?

Es única debido a que se alimenta el devanado estatorico directamente a través de la línea trifásica y no consta de escobillas o elementos rozantes.

7. ¿Qué implica la variación de la velocidad en un rotor bobinado?

La variación de su velocidad implica la variación de la frecuencia de la alimentación, por lo tanto, es necesario disponer de un convertidor electrónico que convierta la tensión de red en una tensión de frecuencia variable.

8. Defina el proceso de arranque del motor de inducción

Se denomina arranque el proceso de puesta en marcha de una maquina eléctrica. En un motor asíncrono, para que esta operación pueda llevarse a cabo es preciso, que el torque de arranque sea superior al torque resistente de la carga; de esta forma se obtiene un momento de aceleración que obliga a girar el rotor a una velocidad cada vez más elevada, obteniendo el régimen permanente cuando se igualan pares motor y resistente. El proceso va acompañado de un consumo elevado de corriente, debido a que el deslizamiento es la unidad, el motor ofrece una baja impedancia, estando prácticamente en cortocircuito.

Para reducir las corrientes en el momento de la puesta en marcha de un motor se emplean métodos especiales de arranque, según que la maquina tenga su rotor en forma de jaula de ardilla o con anillos. La sección y geometría de las barras rotoricas determina sus propiedades eléctricas y la forma de variación de estas con la velocidad de giro de la máquina.

9. ¿Cómo se controla el arranque de un motor de rotor bobinado?

Para reducir las corrientes en el momento de la puesta en marcha de un motor se emplean métodos especiales de arranque, según la maquina tenga su rotor en forma de jaula de ardilla o con anillos. La sección y geometría de las barras rotoricas determina sus propiedades eléctricas y la forma de variación de estas con la velocidad de giro de la máquina. En el caso del motor de rotor bobinado se insertan resistencias en el rotor controladas por un reóstato trifásico. Por lo tanto, es posible hacer variar la velocidad de un motor de rotor devanado con carga a modo de obtener cualquier velocidad menor que la velocidad síncrona agregando o quitando resistencia al rotor.

10. Nombre y explique brevemente los tipos de arranque de los motores de inducción

Arranque directo: Solo valido en motores pequeños o en las centrales eléctricas.

Arranque a voltaje reducido con autotransformador: reducción de la tensión durante el arranque mediante autotransformador.

Arranque conmutación estrella-triangulo: este método es el más utilizado, el más económico y solamente es para aquellos motores que estén preparados para funcionar en triangulo con la tensión de la red.

Arranque con arrancadores estáticos: son superiores al reducir la tensión en el motor disminuyendo el torque de arranque y como resultado de la menor corriente de arranque.

11. ¿Qué es un partidor suave?

Los arrancadores suaves constituyen una muy buena opción cuando se trata de reducir el stress mecánico del motor durante el arranque, pero no varía la velocidad de la máquina.

12. ¿Qué es un variador de frecuencia?

El variador de frecuencia mantiene intacto los rendimientos de torque del motor, permitiendo arrancar cualquier maquina por difícil que sea su arranque, y agrega una reducción de corriente importante. Este permite variar la velocidad de funcionamiento del motor en cualquier etapa de operación.

13. Nombre posibles razones por las cuales puede fallar los motores de inducción

Un motor de inducción puede fallar si:

- Está abierta la conexión con la línea
- Hay un circuito abierto en uno o más devanados del motor
- Un devanado está en corto circuito o a tierra
- Los cojinetes se pegan o están agarrados
- Hay interferencia entre los miembros estacionario y giratorio
- Hay conexión a tierra en el extremo del devanado que está cerca del interruptor

2. Generador sincrónico

14. Defina frecuencia para un generador sincrónico:

La frecuencia de la fem producida por un alternador depende del número de polos de campo y de la velocidad del rotor.

$$f = \frac{PN}{120}$$

Sea P números de polos del alternador y N velocidad del rotor en rpm.

Un ciclo es generado cada vez que un par de polos pasa una bobina.

15. ¿Por qué se controla la frecuencia?

La frecuencia se controla porque las reglas impuestas por las autoridades requieren que las compañías de distribución eléctricas mantengan una frecuencia relativamente constante. La variación máxima permitida es un 3%. Debido a esta situación, se debe instalar un gobernador en el motor impulsor para mantener la frecuencia requerida (50 Hz. En chile) bajo condiciones de carga variables.

16. ¿Qué es el gobernador?

El gobernador es un sistema de control asociado a la unidad generadora que permite mantener constante la velocidad de la máquina. Este indirectamente permite mantener la frecuencia constante y satisfacer la carga. La expresión que relaciona la velocidad sincrónica con la frecuencia viene dada por:

Velocidad = 120 * (frecuencia/n° de polos)

Al analizar la expresión se concluye que al ser el número de polos un parámetro fijo, una velocidad constante indicara una frecuencia constante, es decir, al controlar la velocidad se garantiza el control de la frecuencia.

17. ¿Qué es la impedancia interna?

La impedancia interna entra en escena cuando se conecta una carga al alternador y fluye a través de las bobinas del estator la corriente de la carga, ya que si no hay una carga conectada el voltaje terminal es exactamente el mismo que el voltaje generado, a la impedancia interna la determinan tres factores:

- La resistencia de los conductores del estator
- La reactancia inductiva de las bobinas del estator
- La reacción de la armadura

Estos factores afectan el voltaje terminal. Por lo tanto, depende del factor de potencia de la carga los efectos en el voltaje de salida de un alternador.

18. ¿Qué es el porcentaje de regulación de voltaje?

El porcentaje de regulación de voltaje es definido como el cambio porcentual en el voltaje de salida a medida que la corriente de carga decrece desde plena carga a un valor cero, con velocidad y excitación de campo mantenidas constantes.

$$\text{porcentaje de regulación de voltaje.} = \frac{\text{Voltaje NL - Voltaje FL}}{\text{Voltaje FL}} x100$$

Sea FL condición de plena carga y NL sin carga.

19. ¿Por qué se producen perdidas de voltaje en el estator?

Las pérdidas de voltaje en el estator se producen debido a la resistencia efectiva y a la reactancia inductiva en las bobinas de un alternador. La combinación de estas dos caídas de voltaje es llamada la caída de voltaje por impedancia del estator.

20. ¿Qué es el factor de potencia? ¿En qué se utiliza?

El factor de potencia se define como el cuociente de la relación entre la potencia activa y la potencia aparente y es utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo. El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil. Dependiendo del tipo de carga, el factor de potencia puede ser: adelantado, atrasado, igual a 1.

Factor de potencia unitario: la tensión y la corriente están en fase, cargas resistivas como las lámparas incandescentes.

Factor de potencia retrasado: la intensidad se encuentra retrasada respecto a la tensión, cargas inductivas como los motores y transformadores.

Factor de potencia adelantado: la corriente se encuentra adelantada respecto al voltaje, cargas capacitivas como los condensadores.

21. Explique brevemente los tipos de potencias

Potencia activa: es la que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo.

Potencia reactiva: es la encargada de generar el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos inductivos como los motores y transformadores.

Potencia aparente: es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva. Y gráficamente estas tres expresiones están relacionadas mediante el "triángulo de potencias".

22. ¿Cómo se mejora el factor de potencia? Y ¿Cuáles son sus beneficios?

El factor de potencia se mejora cuando se reduce la potencia reactiva.

Las cargas inductivas requieren potencia reactiva para su funcionamiento. Esta demanda de potencia reactiva se puede reducir e incluso anular si se colocan condensadores en paralelo con la carga. Los beneficios por corregir el factor de potencia son:

- Disminución de las pérdidas en conductores.
- Reducción de las caídas de tensión.
- Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones.
- Reducción de los costos por facturación eléctrica.

23. ¿Qué es la reacción de armadura?

Se conoce con el nombre de reacción de armadura el efecto que provoca la f.m.m. del inducido sobre la f.m.m. del inductor, dependiendo con que factor de potencia este trabajando la máquina, afectando la salida de voltaje de esta.

A factor de potencia unitario, la reacción de la armadura consiste de una distorsión mínima del flujo del campo principal.

A factor de potencia retrasado, las f.m.m. se oponen disminuyendo el flujo del campo principal, como resultado se obtiene una disminución del voltaje inducido.

A factor de potencia adelantado, las f.m.m. se ayudan incrementando el flujo del campo principal, como resultado se obtiene un aumento del voltaje inducido y la corriente de la carga.

24. ¿De qué depende el voltaje terminal de un generador sincrónico?
Cuanto suba o caiga el voltaje terminal depende de la magnitud de carga y el factor de potencia actual de las cargas combinadas, o sea;
A mayor carga, mayor el incremento o caída,
A menor factor de potencia retrasado mayor será la caída de voltaje y a menor factor de potencia adelantado, mayor será la subida de voltaje.

25. ¿Qué son los reguladores de voltaje automáticos?
Los reguladores de voltaje automáticos cambian la corriente de campo del alternador para compensar los cambios en la corriente de carga. Por ejemplo, si el voltaje de salida disminuye, el regulador percibe este cambio y aumenta la corriente del campo. Este aumento en la corriente de campo causa un incremento en el flujo del campo y en el voltaje inducido, de esta manera, el voltaje de salida CA retorna a su valor original.

3. Variadores de Frecuencia

26. Identifique las cuatro secciones de un variador de frecuencia
Filtros de entrada, Rectificador de entrada, Filtro intermedio, Inversor, filtro de salida y circuitos de control.

27. ¿Cuál es el rango mínimo-máximo posible de regulación de frecuencias disponibles en un variador de Frecuencia?
En el caso del MM440 de 0 a 600 Hz y en general de 0 a 300 Hz.

28. ¿Es posible programa velocidades fijas en un variador de frecuencia?
Si, perfectamente, se puede hacer un control de variación continua o variación escalonada por pasos de frecuencia y con rampas controladas para el cambio.

29. ¿Cuándo se programa la curva V/F cuadrática de un VDF?
Para aplicaciones escalares como ventiladores y bombas centrifugas

30. ¿En qué aplicaciones se debe inhibir la función invertir sentido de giro en un VDF?
En los ventiladores y las bombas ya que al girar al revés se puede soltar el rodete, a aplicaciones como ventilación de minas es importante no invertir los giros de los ventiladores ya que pueden colapsar las galerías subterráneas.

31. ¿Cuándo se utilizan relés de entrada y salida en un VDF?
En general depende del requerimiento del control, si los lazos son muy extendidos, es conveniente utilizar voltajes de mando industrial 110 o 220 VAC

32. ¿Cuándo se utilizan aisladores de corriente a corriente para las entradas y salidas análogas de un VDF?
Solo si lo requiere el control y en algunos casos para incrementar la seguridad

33. ¿Qué función cumple el parámetro vigilancia du/dt máximo del circuito intermedio de un VDF y cuando se utiliza?
Se utiliza para evitar sobretensiones de la barra de CC y cuando las cargas se desaceleran muy rápido.

34. ¿Porque la salida DC del circuito intermedio de un VDF no va conectada a tierra?
Porque la salida de un rectificador es "FASE VIVA" ya sea el potencial positivo o negativo.

35. ¿Cómo se escoge un variador de frecuencia aplicado a una bomba?
El requerimiento depende de la función y el tipo de bomba. En el caso de una bomba centrifuga que solo impulsa agua limpia, solo requiere de un control escalar.

36. ¿Qué tipo de protecciones tiene incluidas un VDF?
Sobre corriente, sobre voltaje, sobre velocidad, I^2T

37. ¿Qué dispositivo se conecta a la entrada de un VDF para incorporar la protección de falla a tierra?
Protección 50/50G o diferencial de alta tolerancia.

38. ¿Porque se debe efectuar un de rating del variador de frecuencia autoventilado cuando trabaja sobre los 1000 metros sobre el nivel del mar?
Porque el diseño calcula ventilación al nivel del mar.

39. ¿Qué factores se deben tomar en cuenta para efectuar un de rating del variador de frecuencia además de la altitud de la instalación?
La potencia a del equipo y el voltaje

40. ¿Qué función cumple la inductancia de entrada del variador de frecuencia?
Evitar la generación de armónicos por las corrientes no lineales que generan

41. ¿Qué función cumplen la inductancia de salida de un variador de frecuencia?
Suavizar la corriente del motor y mantener un flujo homogéneo de la mecánica.

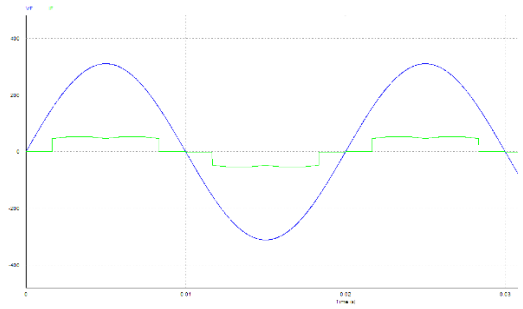
42. ¿Qué tipo de fusibles utiliza un variador de frecuencia?
En general la electrónica de potencia se protege con fusibles rápidos para semiconductores

43. Brevemente explique una forma de suministrar una alimentación de frecuencia variable y voltaje variable, que no sea a través del uso de componentes de electrónica de potencia.
Conectar un alternador con primo motor que pueda variar de cero a la velocidad de la frecuencia máxima en paralelo con el motor y entregar

44. Identifique las cuatro secciones de un variador de frecuencia
Filtros de entrada, Rectificador de entrada, Filtro intermedio, Inversor, filtro de salida y circuitos de control.

45. Brevemente explique la función de la sección de potencia CC
Toma energía de frecuencia constante o continua y la filtra para disponer energía al inversor.

46. Dibuje la forma de onda de voltaje y corriente a la entrada de un puente inversor trifásico.



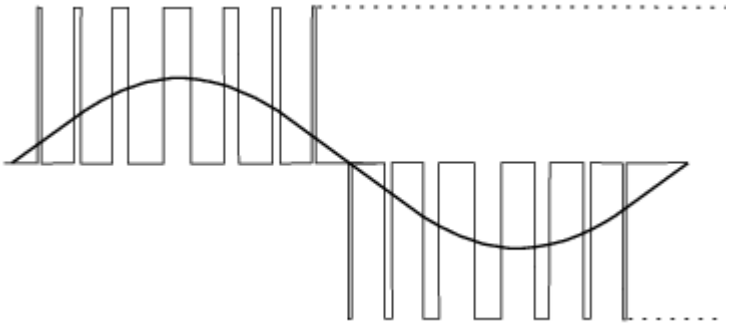
47. ¿Cuántos IGBTs se requieren en un inversor trifásico?
Monofásico 4
Trifásico 6

48. ¿Por qué la salida de un inversor trifásico se llama de seis pasos?
Porque los seis interruptores (diodos, IGBT) funcionan en un ciclo de salida

49. En un sistema VVI ¿Cuál es la sección responsable de regular la amplitud del voltaje de salida? ¿Cuál es la sección responsable de regular la frecuencia del voltaje de salida?
En puente controlado de entrada regula el voltaje y el de salida regula la frecuencia.

50. ¿Cuáles son las diferencias básicas entre los sistemas VVI y CSI?
El filtro intermedio uno es condensador (filtro de voltaje) y el otro es un reactor (filtro de corriente.

51. Dibuje la forma de onda de salida de un control por modulación por ancho de pulso PWM



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