PROCESO DE GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL

FORMATO GUÍA DE APRENDIZAJE

1. CONTROL INDUSTRIAL

- **Denominación del Programa de Formación:** DESARROLLO DE SISTEMAS ELECTRONICOS INDUSTRIALES
- **Código del Programa de Formación:** 224201
- **Nombre del Proyecto Formativo:** DESARROLLO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS PARA APLICACIONES INDUSTRIALES Y CONTROL PARA UN PROTOTIPO DE INVERNADERO EN EL CIC
- **Fase del Proyecto:** EJECUCIÓN y EVALUACION
- **Actividad de Proyecto Formativo:**

- **Fase del Proyecto**: Análisis.
- **Actividad de Proyecto:** Identificar requerimientos técnicos para el desarrollo de sistemas electrónicos industriales.
- **Competencia:** Diseño de circuitos electrónicos industriales
- **Resultados de Aprendizaje a Alcanzar:** Analizar circuitos eléctricos aplicando leyes y principios.
- **Duración de la Guía:** 158 Horas Totales (30 horas independientes)

2. PRESENTACIÓN

Estimado aprendiz
Los sistemas industriales requieren de la implementación de tableros eléctricos de control utilizando los componentes necesarios, tales como pulsadores, selectores, pilotos, cables, borneras, contactores, relés, fuentes, variadores de velocidad y arrancadores suaves entre otros. Para garantizar un correcto funcionamiento del sistema, se necesita crear protocolos de pruebas y documentación necesaria para que las condiciones de operación sean adecuadas, garantizando una correcta instalación y puesta en marcha. Actualmente, en nuestras plantas industriales, es cada vez mayor el número de máquinas que trabajan de modo completamente automático, pero con opción de trabajo manual. El operador se limita a iniciar el proceso, y la mayoría de todas las otras operaciones se realizan automáticamente. Aprendiz, esta guía le proporcionará las herramientas necesarias para cumplir con el resultado de aprendizaje; además, le invito a que tenga una actitud positiva y proactiva para el desarrollo de las diferentes actividades que en

esta guía se encuentran planteadas, disposición para trabajar en equipo, consultar y concluir sobre aspectos de los diferentes términos utilizados para el presente curso.

3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1 Actividad de reflexión inicial

Reconocer los conocimientos ya adquiridos durante la formación, para el desarrollo de las actividades planteadas a través de la guía.

En las plantas de producción industrial, normalmente constituidas por una variedad de equipos de proceso como por ejemplo equipos de transformación, selección, transporte, etc., se requiere utilizar un elemento que realice la función motriz en cada máquina; estos elementos son los actuadores. Ahora bien, cada uno de los actuadores debe ser controlado de acuerdo a las necesidades del proceso, por ejemplo:

En una bodega de almacenamiento de tres niveles, se requiere implementar el control eléctrico de un sistema de elevación de carga (malacate) con el fin de poder distribuir fácilmente los productos entre cada piso.

¿Usted cómo implementaría dicho control?

¿Cómo haría el manual de operación del elevador?

¿Qué tendría que decir del mantenimiento y seguridad de dicho elevador?

Se hará un foro de participación general relativo al tema.

Video soporte: https://youtu.be/yX5CwNRdv_4, https://youtu.be/0uZrrafwe-A.

Tiempo 3 horas

3.2 Actividad de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje

3.2.1 Identificar componentes eléctricos de protección y maniobra a partir de la observación de instrumentación y equipos de control industrial.

ACTIVIDAD 1

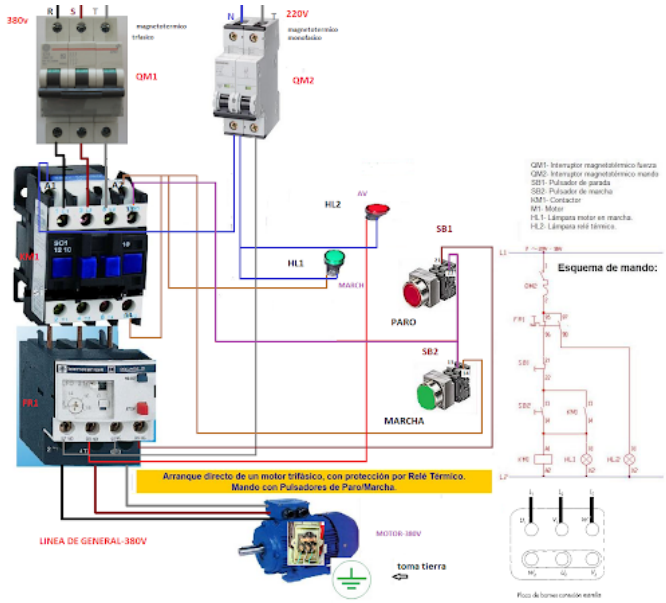


Figura 1. Esquema arranque y protección de motor

Tomado de http://www.montajeselectricoscenteno.es/esquema-electrico-motor-de-arranque/
Los aprendices consultarán y realizarán un mapa conceptual sobre: descripción, funcionamiento, operación, tipos y aplicación de los componentes eléctricos que se utilizan para el control industrial, tales como:
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN Y CONTROL DE MOTORES
Fusibles, Interruptores magnéticos, relés térmicos, interruptores termomagnéticos (guardamotores), contactores (con sus categorías), relevadores, temporizadores, contadores digitales programables.
Arrancadores suaves y variadores de velocidad.
ELEMENTOS AUXILIARES DE CONTROL DE MOTORES
Pulsadores, selectores o conmutadores, paradas de emergencia, pilotos de señalización, borneras, marcadores para cable.
Tableros y gabinetes eléctricos (con Rótulos de señalización en el panel frontal), canaletas, riel Din (omega), barrajes, elementos de medida (voltímetro de cuadro, amperímetro de cuadro, vatímetro de cuadro).
El Instructor utilizará los catálogos de los fabricantes de productos eléctricos industriales, con el fin de que el aprendiz se involucre en la selección de elementos de maniobra y control de un centro de control de motores (CCM)
Videos de ayuda https://youtu.be/rfamshoh870, https://youtu.be/hH179x-3UTs
Tiempo. 6 horas
3.2.2 Identificar el Relé como dispositivo de maniobra en sistemas eléctricos e instrumentación.
ACTIVIDAD 2
Teniendo en cuenta la explicación que hará el instructor del Relé e indicaciones de búsqueda en biblioteca.sena.edu.co responder las siguientes preguntas:
¿Qué es un relé?
¿Para que sirve un relé?
¿Cuáles son las aplicaciones más importantes de un relé?
¿Dibuje un relé e indique cuales son las partes más importantes y su función?
¿Cuál es el símbolo eléctrico de un relé?
Haga una secuencia con representación gráfica de cómo funciona un relé´
¿Qué tipos de relés existen?
¿Qué diferencia a un relé de un contactor?
¿Cómo se clasifican los contactores?
Tiempo. 6 horas
3.2.3 Simular y poner en marcha componentes eléctricos de maniobra a partir de la observación de instrumentación y equipos de control industrial.
ACTIVIDAD 3
Con ayuda del instructor realizar los siguientes ejercicios teniendo en cuenta las características de los relés:
Utilizando un relé, ¿debemos diseñar un circuito que nos permita encender un motor desde dos puntos diferentes de la habitación, de qué manera se puede hacer? Simular y realizar el plano eléctrico de control y potencia.

Utilizando un relé, debemos diseñar un circuito que permita energizar una lampara solo si dos pulsadores están energizados, ¿de qué manera se puede lograr? Simular y realizar el plano eléctrico de control y potencia.

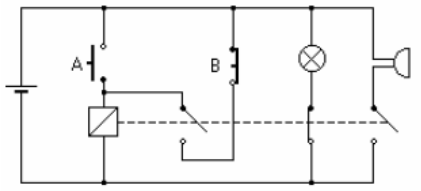


Figura 2. **Rele y socalo de conexión**
Tomado de https://www.seas.es/blog/automatizacion/

ACTIVIDAD 4

Realizar los siguientes ejercicios formado grupos de trabajo de 3 aprendices, realizar el esquema eléctrico teniendo en cuenta las considerasiones dadas por el instructor, luego hacer la simulación y montaje si es necesario:

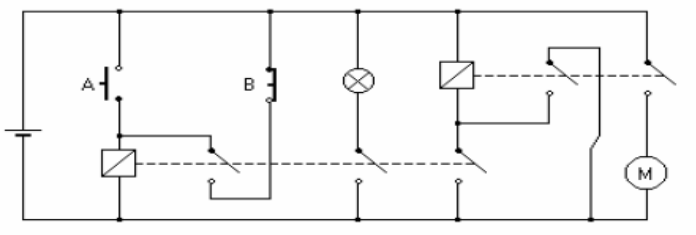
1. En los circuitos siguientes aparecen dos pulsadores: A y B. Se trata de estudiar el efecto que se produce al pulsar uno de ellos (A), luego soltarlo y más tarde pulsar el otro (B).



Momento	Funciona…
En este instante (sin pulsar nada)	
Mientras pulsamos "A"	
Al soltar "A" (dejar de pulsar)	
Al pulsar "B" después	

Figura **3. Esquema eléctrico Relé y contactos auxiliares.**

2.



Momento	Funciona…
sin pulsar nada	
Pulsando "A"	
Al soltar "A"	
Pulsando "B"	

Figura 4. **Esquema eléctrico doble relé**

Evidencia: Conocimiento

Tiempo. 8 horas

3.3 Actividades de apropiación del conocimiento (Conceptualización y Teorización).

3.3.1 Reconocer los diferentes elementos eléctricos y sus características técnicas para arranque de actuadores en sistemas de control e instrumentación.

ACTIVIDAD 1

Los aprendices deberán simular en el software indicado por el instructor y seleccionar los elementos necesarios.

Realizar el montaje del tablero y puesta en marcha de los siguientes motores (Para los ítems 2 y 3 el montaje se hará con un motor de 1 hp a 220 V (didáctico)):

1. Arrancador Directo con motor de 1HP / 220 VAC.

2. Arrancador Directo con inversión de giro para motor de 12 Hp / 220 VAC.

3. Arrancador estrella – triángulo con inversión de giro para motor de 100 HP a 440VAC.

4. Arrancar el motor del item 2 a través de variador de velocidad, cuales deben ser las características de este variador.

5. Arrancar el motor del ítem 2 a través de arrancador suave, cuales deben ser las características de este arrancador.

Evidencia: Desempeño Controles eléctricos

Tiempo. 15 horas

3.3.2 Elaborar formato de solicitud de equipos y manuales técnicos para la verificación de la instalación siguiendo protocolos y normas de seguridad.

ACTIVIDAD 2

Condiciones de la actividad

1. Conformar grupos de 4 personas.

2. Crear en drive una carpeta que contenga a los integrantes del grupo y este compartida con el instructor.

3. Todos los formatos y protocolos deben ser construidos como documentos de google en el drive y deberán tener la intervención de todos los integrantes del grupo como trabajo colaborativo.

Para esta actividad cada grupo de aprendices deberá seguir los siguientes pasos con la ayuda de su instructor
1. Solicitud de equipos:
Diseñar un formato de solicitud de equipos y elementos de protección personal.

El Formato deberá contar con su aporte en el diseño tener como mínimo:
1. Empresa (SENA)
2. Nombre del formato
3. Identificación del formato
4. Fecha de recibido y entrega
5. Nombre del solicitante e identificación
6. Área de adscripción
7. Equipo y/o elemento de protección solicitado
8. Observaciones
9. Firmas

Los equipos a solicitar serán (se debe verificar marcas y referencias que se tienen para la solicitud):
1. Detector de tensión sin contacto (ausencia de tensión):
Para determinar si los conductores o cualquier parte metálica no conectada a tierra tienen energía antes de tocarlos.
2. Multimetro digital:
Se usa para realizar mediciones básicas de resistencia, tensión y corriente.
3. Pinza voltiamperimetrica (pinza de gancho)
Se usa para realizar mediciones de corriente sin abrir el circuito.
4. Termómetro IR sin contacto:
Se usa para medir la temperatura con el fin de determinar la sobrecarga del circuito, conexiones deficientes o conductores más pequeños de lo normal.
5. El analizador de la calidad de la energía
Se usa para medir los armónicos en la línea, los transitorios, las interrupciones en la alimentación y otros estados del circuito que pueden producir fallos en el sistema y de componentes, Potencia activa, reactiva y aparente y factor de potencia.
6. Megger (medidor de aislamiento):
Es una herramienta de prueba que detecta el deterioro del aislamiento mediante la medición de los valores de alta resistencia en condiciones de alta tensión. Un megóhmetro detecta fallas en el aislamiento causadas por un exceso de humedad, suciedad, calor, frío, sólidos o vapores corrosivos, vibración y envejecimiento.

7. Medidor LCR (Medidor de Impedancias):
Inductancia (L)
Las mediciones de inductancia de fase a fase se pueden utilizar para identificar diversas condiciones:
1. Deficiencias o incorrecciones en rectificaciones, p. ej., cables de devanado de bobinas invertidos.
2. Averias en cables de alimentacion o contactos principales del circuito de alimentacion.
3. Problemas de excentricidad en el entrehierro.
4. Espiras cortocircuitadas, p. ej., de fase a fase en el estator y de bobina a bobina.
5. Porosidad del rotor y danos en la laminacion.
6. Grietas en las barras o los anillos de extremo del rotor.
Capacitancia
Se efectua un analisis de tendencia de la medicion; los valores derivados a tierra que aumenten con el paso del tiempo son indicativos de la existencia de contaminacion superficial, una elevada humedad, alta temperatura o averia del aislamiento.

8. Telurometro de 3 puntas.
Permitira la medición de la resistencia a tierra la cual deberá estar por debajo una tabla de valores según la función de la instalación.

Solicitados estos equipos realizaremos la solicitud en el mismo formato de los elementos de protección requeridos, señor aprendiz determinar que elementos requiere para garantizar su protección personal.

Las medidas y el diagnostico electrico pueden separarse en dos categorias principales:
a. Medidas electricas estaticas (fuera de servicio):
Con la fuente de alimentacion de la maquina aislada, se efectuan medidas para localizar averias o errores, o para proporcionar informacion que pueda servir para la realizacion de comparaciones o la observacion de tendencias con el paso del tiempo.
b. Medidas electricas dinamicas (en servicio):
Entre estas se incluyen medidas con corriente, analisis y medidas estáticas complementarias. Aunque se tratan las medidas estaticas, se han incluido tres medidas dinamicas importantes: tension de alimentacion, frecuencia y rotacion de fases.

2. Documentación con manuales de operación:
Estimado grupo de aprendices, los equipos solicitados tienen unos manuales de operación, deben elaborar un archivo de anexos que los contenga y desarrollar un protocolo de realización de mediciones, con el cual desarrollaran pruebas a una instalación que esta conformada por circuito de control y potencia con máquina eléctrica. Debera documentarse a través de internet y desarrollar un formato adecuado según la solicitud.
3. Lista de chequeo:

El equipo de trabajo debe elaborar una lista de chequeo donde garantice la seguridad de uso de los equipos para el operario, tanto para pruebas estáticas como dinámicas.

Evidencia: Entregar formatos de solicitud diligenciados y protocolo de pruebas de aceptación
Tiempo. 28 horas

3.4. Actividades de Transferencia:
Realizar pruebas de precomisionamiento y comisionamiento sobre variador de velocidad motor asíncrono.

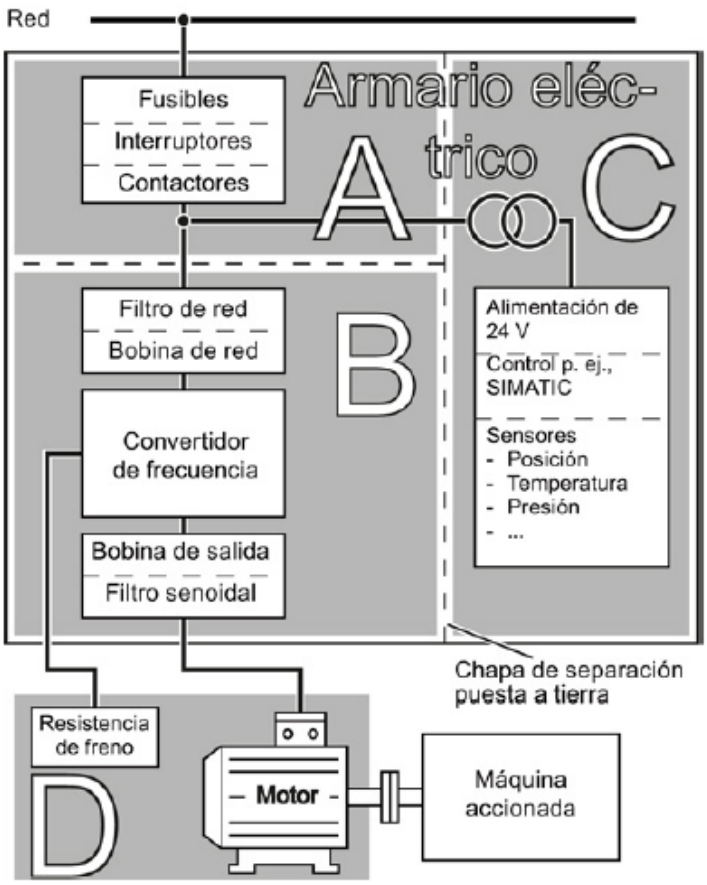
Actividad 1
Para el desarrollo de esta actividad se conformaran grupos de cuatro aprendices los cuales deben de conformar una empresa de prestación de servicios en el sector de la instrumentación, la empresa debe hacer un portafolio de servicios donde explique y muestre a través de fotografías cada una de las pruebas, para ello deberán simularlas, una vez hecho el portafolio deben presentarlo al grupo donde se escogerá el mejor portafilio a contratar.
Los servicios a ofrecer serán:

PRUEBAS DE PRE COMISIONAMIENTO
Es el conjunto de actividades de revisión, verificación, documentación y realización de las pruebas y ensayos necesarias para comprobar que todos los sistemas que conforman el proyecto fueron correctamente instalados y debidamente probados, tal como exigen las bases de diseño y los manuales de los fabricantes de cada equipo.
http://sertecsa.net/sertec/documentos/MANUAL_DE_Comisionamiento%20_BRIEF.pdf

- **Revisión del Variador de Frecuencia**

- **Revisión de la instalación del Variador de frecuencia.**
- **Revisión de las señales de control.**
- **Revisión de las señales de comunicación o redes.**
- **Correcta puesta a tierra del equipo y motor**

Es fundamental que su empresa realice las revisiones recomendadas para ello deberán tener en cuenta que el armario eléctrico este diseñado de acuerdo a las reglas de compatibilidad electromegnética.
Tener en cuenta la siguiente disposición:



- **Zona A:**
  Conexión de red
  No deben superarse los límites de emisión de perturbaciones y de inmunidad a perturbaciones.
- **Zona B:**
  Electrónica de potencia
  Emisores de perturbaciones
- **Zona C:**
  Control y sensores
  Receptores de perturbaciones

Zona D:
Motor, resistencia de freno y cables correspondientes
Emisores de perturbaciones

División del armario eléctrico o del sistema de accionamiento en zonas CEM

Figura 5. **Distribución Armario Eléctrico**
Tomado. Manual sinamics G120C
a. Construir un formato de revisión donde especifique las acciones realizadas:
Se revisara:
1. protecciones, en el manual del variador verificar cuales son las adecuadas y colocarlas en el formato.
2. Bobinas de red y bobina de salida cuales serian hipotéticamente las adecuadas a recomendar a su entidad contratante y sus beneficios.
3. Resistencia de freno ideal
si el sistema tiene bobinas de red y de salida realizar consulta
4. Motor y sus características de trabajo
5. Revisar sistema de puesta a tierra según necesidades del equipo instalado.
Tener en cuenta la figura recomendada por siemens

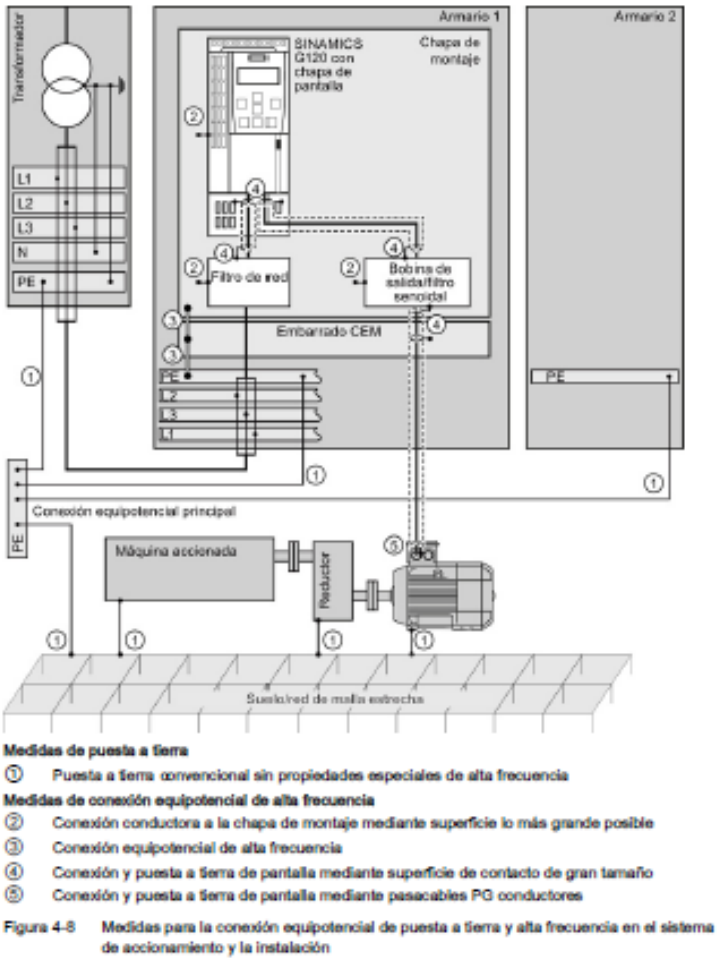
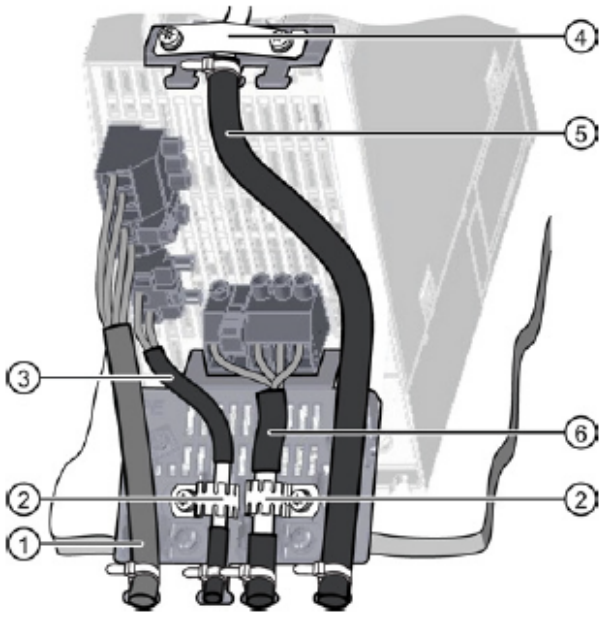


Figura 4-8 Medidas para la conexión equipotencial de puesta a tierra y alta frecuencia en el sistema de accionamiento y la instalación

Figura 6. **Medidas de puesta a tierra**
Tomado. Manual sinamics G120C

Recuerde que debe seguir los pasos de la instalación:
1. Monte el convertidor.
2. Monte la bobina de red (si la hay).
3. Monte la resistencia de freno (si la hay).
4. Conecte los siguientes componentes:
– Convertidor - motor
– Convertidor – bobina de red – red
– Convertidor – resistencia de freno
5. Cablee la regleta de bornes de la Control Unit.
6. Una vez finalizada y comprobada la instalación, puede aplicarse tensión al convertidor.
Una vez finalizada la instalación puede procederse a poner en marcha el convertidor.
Revisar que los cables de potencia cumplan con los criterios de CEM (compatibilidad electromagnética) según recomendaciones de Siemens asi:

a



Cableado conforme a las normas de CEM tomando como ejemplo un convertidor Frame Size A

① Cable de red no apantallado

② Abrazaderas de pantalla CEM (tiras en zigzag) en la chapa de pantalla del Power Module

③ Cable apantallado a la resistencia de freno (no disponible en todos los convertidores)

④ Abrazadera de pantalla CEM para el cable a la regleta de bornes en la chapa de pantalla de la CU

⑤ Cable apantallado a la regleta de bornes

⑥ Cable apantallado para motor

Figura 7. **Conexionado**
Tomado. Manual sinamics G120C

Revisar que las conexiones eléctricas de potencia correspondan a la instalación revisar borne a borne:

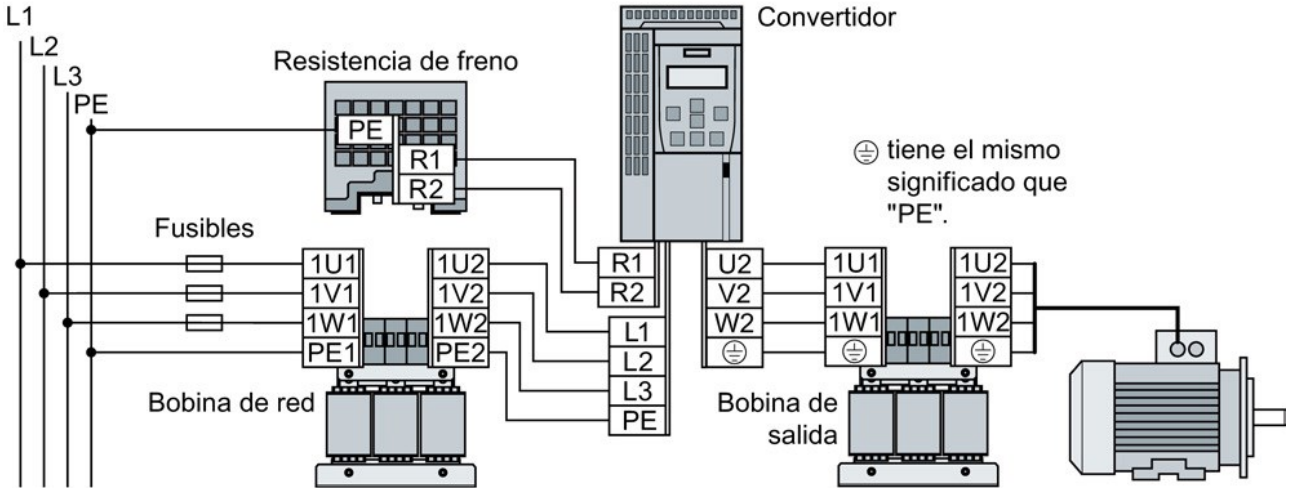


Figura 8. **Conexionado, fusibles, bobinas de red y bobinas de salida.**
Tomado. Manual sinamics G120C

- **Determinar fusible adecuado**
- **Sección minima de conductor para conectar cada elemento.**

Realizar Revisión de bornera de control

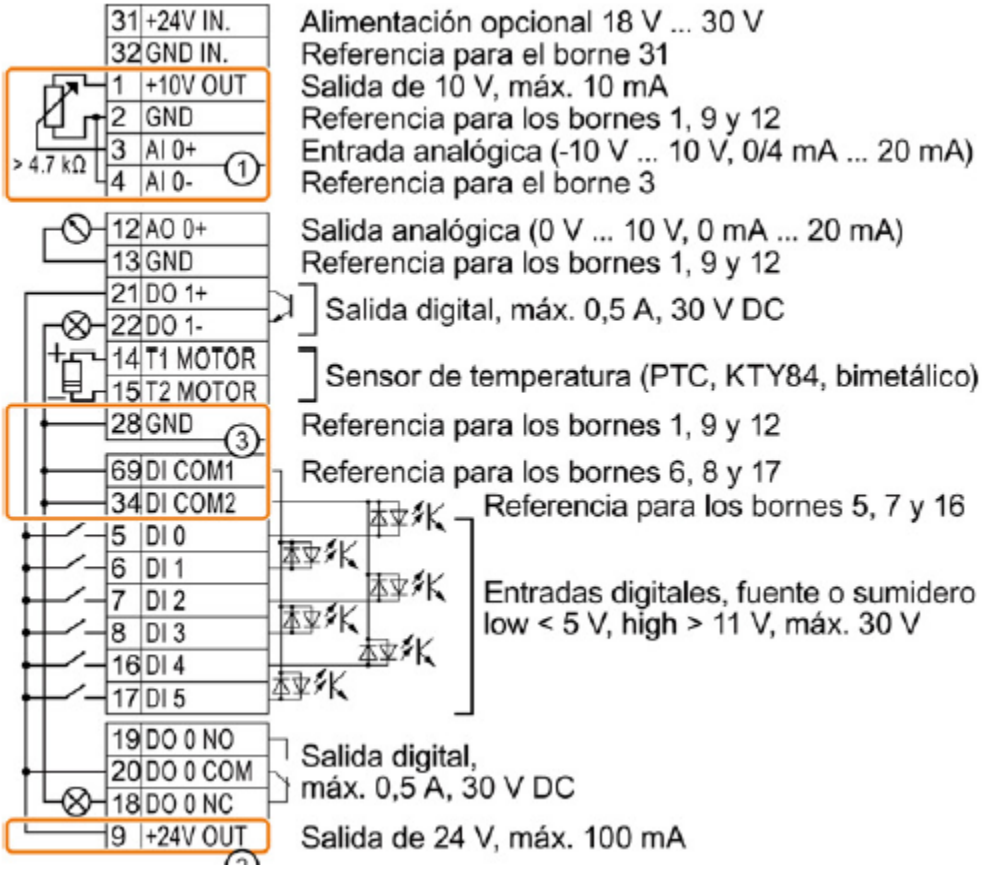


Figura 9. **Conexionado de control**
Tomado. Manual sinamics G120C

Tener en cuenta los requerimientos de entrada, salida tanto analógica como digital configuración de arranque, sensores y fuentes de alimentación.
Revisar el cableado de las comunicaciones.

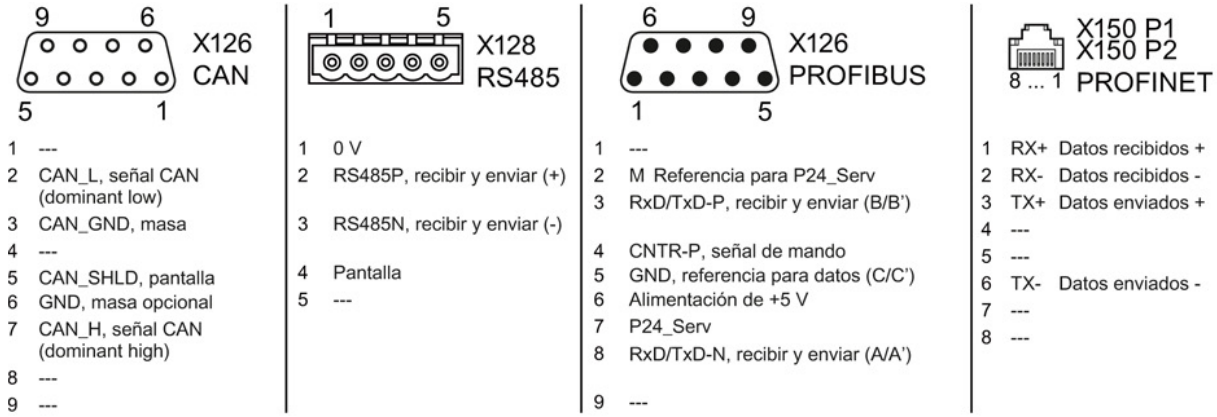


Figura 10. **Comunicaciones**
Tomado. Manual sinamics G120C

PRUEBAS DE COMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA

COMISIONAMIENTO El fin del Comisionamiento es de garantizar que los sistemas que conforman el proyecto, interactúen entre si de acuerdo a los diseños, normas, requerimientos del cliente y recomendaciones de los fabricantes, estando expeditos para iniciar las actividades de Puesta en Marcha de la Planta.

http://sertecsa.net/sertec/documentos/MANUAL_DE_Comisionamiento%20_BRIEF.pdf

- **Chequeo de cables de fuerza hacia el motor**
- **Chequeo de protocolos de aislamiento de equipos.**
- **Pruebas de sintonía y parametrización**
- **Pruebas de control con motor desacoplado**
- **Pruebas de control con motor en carga**
- **Entrega de protocolo de comisionamiento de equipos**

Siga los pasos señalados en el manual del variador para la puesta en marcha

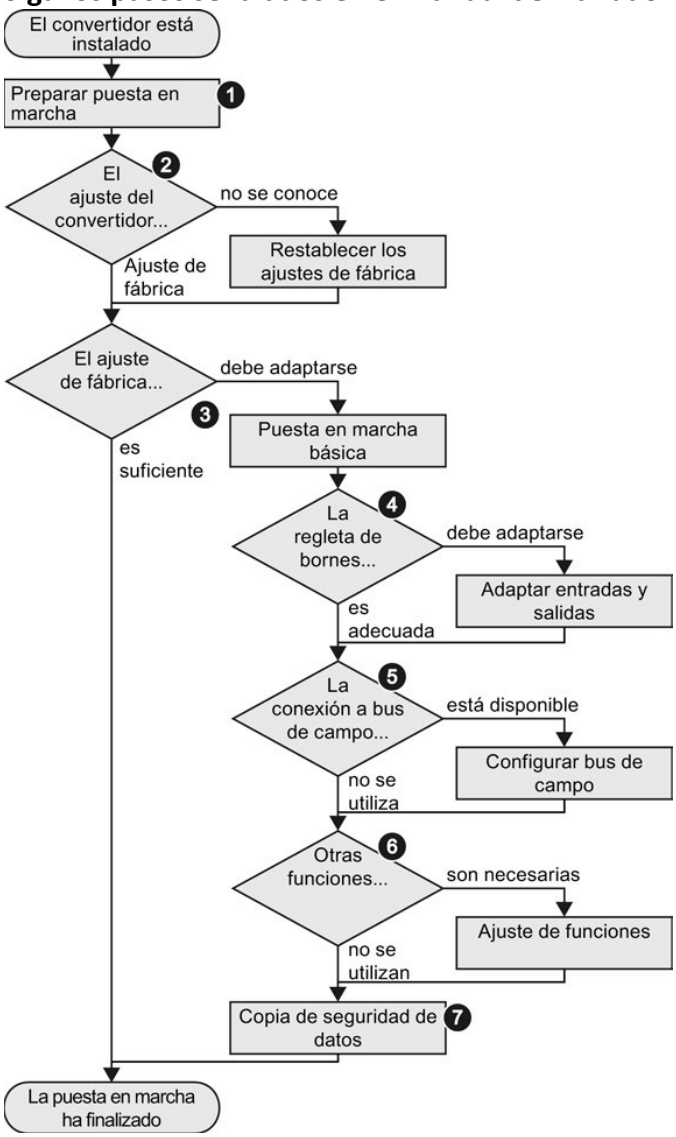


Figura 11. **Diagrama de flujo programación**
Tomado. Manual sinamics G120C

Seguir los pasos para configuración y determinar:
1. Las características del motor están programadas según datos de placa del motor,
2. La frecuencias programadas están acordes con las necesidades del servicio.
3. Las rampas de aceleración y desaceleración se programaron adecuadamente.
4. La entrada análoga esta definida para la función de trabajo requerida.
5. Determinar si la característica U/F es la adecuada para el servicio prestado por la máquina, según las posibilidades del variador

Requisito	Ejemplos de aplicación	Nota	Característica
El par necesario no depende de la velocidad	Cintas transportadoras, transportadores de rodillos, transportadores de cadena, bombas de excéntrica de tornillo sin fin, compresores, extrusoras, centrifugadoras, agitadores, mezcladores	-	Lineal
		El convertidor compensa las pérdidas de tensión debidas a la resistencia del estátor. Se recomienda para motores de potencia inferior a 7,5 kW. Requisito: Ha ajustado los datos del motor según la placa de características y ha realizado la identificación de los datos del motor tras la puesta en marcha básica.	Lineal con Flux Current Control (FCC)
El par necesario aumenta con la velocidad	Bombas centrífugas, ventiladores radiales, ventiladores axiales	Menos pérdidas en motor y convertidor que en la característica lineal.	parabólica

Tabla 1
6. Verificar que las funciones de protección y supervisión estén programadas adecuadamente.
Evidencia: Entregar portafolio de servicios documentado y con imágenes de cada uno de los servicios.
Tiempo. 30 horas

- **Ambiente Requerido**

a. Condiciones Eléctricas: Contar con red trifásica en diversos puntos para el trabajo de cada uno de los grupos.

- ✓ **b. Equipos y elementos requeridos:: Motores, relés, contactores, variadores de velocidad, equipos de medición y diagnostico, computadores con software de simulación, Word, Excel, Video Beam o TV**

herramientas eléctricas y de mano, fuentes CC.

- **Materiales: Cables, regletas, armarios, marqullas**

4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Tome como referencia la técnica e instrumentos de evaluación citados en la guía de Desarrollo Curricular

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
Evidencias de Conocimiento : **Evidencias de Desempeño** **Evidencias de Producto:**	• **Describe el funcionamiento de circuitos eléctricos de** • **control de motores de acuerdo con planos y diagramas.** • **Verifica funcionamiento de circuitos eléctricos de control de motores aplicando herramientas de simulación.** • **Monta circuitos eléctricos de control de motores de acuerdo con diagramas de diseño.** • **Aplica pruebas de aceptación en circuitos eléctricos de control de motores de acuerdo con los procedimientos, listas de chequeo y normas de seguridad y salud en el trabajo.** • **Comprueba funcionamiento de**	**Evidencia de Conocimiento** **Cuestionario** **Control de motores, interpreta planos, configuración de variadores de velocidad y arrancadores suaves. Reconoce y teoriza pruebas de aceptación.** **Listas de chequeo de desempeño.** **LCH 01D Controles eléctricos.** **LCH 02D Pruebas de Aceptación** **LCH 03D precomisionamiento y comisionamiento de variador de velocidad motor asíncrono** **Listas de cheque de producto** **LCH 01P Formato solicitud de equipos de medida y seguridad industrial diligenciado.** **LCH 02P Portafolio de servicios Comisionamiento.**

	circuitos eléctricos de control de motores de acuerdo con procedimientos técnicos y normas de seguridad y salud en el trabajo. • Registra pruebas de aceptación de acuerdo con formatos técnicos.	

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Autoinducción: También llamada inducción. Es la generación de una f.e.m. en una bobina que se opone al cambio de flujo magnético.

Aislamiento: Son los materiales que tienen buenas propiedades dieléctricas

Autoinductancia: También llamada inductancia. Es una característica de la bobina que depende de su geometría y corresponde a la constante de proporcionalidad entre la f.e.m. autoinducida y la rapidez con que cambia la corriente.

Corriente alterna: Circuitos en los cuales la corriente que circula por ellos, y su valor, cambia su sentido periódicamente. Son alimentados por una fuente o batería que entrega una f.e.m. alterna.

Corriente continua: Circuitos en los cuales la corriente que circula por ellos, mantiene su sentido y su valor. Son alimentados por una fuente o batería que entrega una f.e.m. continua.

Circuito LC: Circuito de corriente alterna formado por un inductor y un condensador.

Circuito RC: Circuito de corriente alterna formado por un resistor y un condensador.

Circuito RLC: Circuito de corriente alterna formado por un resistor, un inductor y un condensador.

Constante Dieléctrica (K): Es la razón entre la capacitancia de un condensador con un dieléctrico entre sus electrodos y la capacitancia cuando entre los electrodos hay aire. También se le llama Permitividad y Capacidad Específica Inductiva.

Continuidad: Ensayo para determinar si la corriente eléctrica fluye continuamente a través de la longitud de un conductor o conductores de un cable.

EMI: Abreviatura de interferencia electromagnética.

Factor de potencia: Relación entre la resistencia y la Impedancia o entre la potencia activa y la aparente. Matemáticamente es el coseno del ángulo entre el voltaje aplicado y la corriente resultante

Fuerza electromotriz (f.e.m.): Es otra forma de llamar a la diferencia de potencial. Corresponde a la fuerza que "empuja" a los electrones desde el potencial mayor al menor.

Flujo magnético: El flujo magnético corresponde al número de líneas de campo magnético que atraviesan una superficie.

Impedancia: Es un equivalente a la resistencia total en un circuito de corriente alterna.
Inductancia: Es la propiedad de un circuito, o elemento del circuito, de oponerse a un cambio en el flujo de corriente,. La unidad de medida es el Henry
Inducción electromagnética: Fenómeno en el que un flujo de campo magnético variable genera una corriente eléctrica.
Ley de Faraday: Ley que establece que una variación de flujo magnético a través de un circuito induce en él una fuerza electromotriz (f.e.m.).
Ley de Lenz: Sostiene que la f.e.m. inducida crea una corriente que siempre recorre el conductor en un sentido tal de producir un campo magnético interno cuyo flujo se opone al cambio de flujo externo que la induce.
Reactancia: Es un equivalente a la resistencia que hay en un condensador o en una bobina.
Resonancia: Consiste en un aumento de la amplitud de las oscilaciones de un sistema cuando la frecuencia externa aplicada sobre él es igual a su frecuencia propia de vibración.
Tierra: Témino Británico para potencial cero de referencia. 1) Conexión conductiva entre un circuito eléctrico y tierra u otro cuerpo conductivo que sirva como tierra. ; 2) Término utilizado para los conductores que no transportan corriente en un cable.

6. REFERENTES BILBIOGRÁFICOS

Libro Guía: Charles S. Siskind, sistemas industriales de regulación eléctrica, labor, S.A.
Fernández de la Calle Inmaculada, Seguridad funcional en instalaciones de proceso: sistemas Instrumentados de seguridad y Análisis SIL. EDITORIAL Ediciones Díaz de Santos. FECHA 2012-01-01 (Biblioteca virtual SENA ProQuest Ebook capitulo 13)

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor (es)	**MARCO TULIO CARABALI ESCOBAR**	**INSTRUCTOR**	**CIC**	**Abril 2026**

8. CONTROL DE CAMBIOS (diligenciar únicamente si realiza ajustes a la guía)

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha	Razón del Cambio
Autor (es)					