

Del esquema al movimiento: interpretando circuitos de mando e instalando circuitos de fuerza

Ingeniería | Ingeniería electrónica | Aprendizaje Colaborativo

Descripción

Este plan de clase introduce a los estudiantes en la interpretación de esquemas eléctricos de mando y en la instalación segura de circuitos de fuerza para el accionamiento de una carga, como un motor trifásico representado mediante un tablero didáctico. A partir de un reto técnico, los estudiantes deberán leer un esquema, identificar sus componentes, explicar la secuencia de funcionamiento y trasladar la representación gráfica a una instalación física ordenada.

La sesión se desarrolla mediante Aprendizaje Colaborativo, organizando equipos de tres o cuatro integrantes con roles rotativos: coordinador de seguridad, intérprete del esquema, instalador y verificador. Así, cada estudiante asume responsabilidad individual y contribuye a una meta común. El trabajo incluye el uso de pulsadores de marcha y paro, contactor, relé térmico, protección y motor o carga equivalente.

La actividad es relevante porque la mayoría de los sistemas de automatización industrial, bombas, compresores, bandas transportadoras y equipos electromecánicos utilizan circuitos separados de mando y fuerza. Comprender esta diferencia permite diagnosticar fallas, realizar instalaciones confiables y evitar accidentes por conexión incorrecta. La práctica se ejecutará inicialmente sin tensión y solo podrá energizarse después de la revisión del docente, aplicando procedimientos básicos de seguridad eléctrica.

Objetivos de Aprendizaje

- Interpretar un esquema de mando identificando símbolos, conductores, contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, bobina del contactor y dispositivos de protección.
- Explicar la secuencia de funcionamiento de un circuito de mando con pulsadores de marcha y paro, contacto auxiliar de retención y protección térmica.
- Instalar, comprobar y ordenar un circuito de fuerza básico para alimentar una carga o motor didáctico, respetando el esquema y las normas de seguridad.
- Verificar colaborativamente la continuidad, correspondencia de conexiones y funcionamiento del circuito antes de su energización, argumentando las correcciones realizadas.

Recursos Necesarios

- Tableros didácticos de control eléctrico: uno por equipo de 3 o 4 estudiantes.

- Por equipo: 1 contactor con contacto auxiliar, 1 relé térmico, 2 pulsadores momentáneos (marcha y paro), 1 interruptor o protección termomagnética didáctica, borneras y señalización.
- Por equipo: motor trifásico didáctico de baja potencia o carga equivalente autorizada por la institución.
- Cables flexibles identificados por colores y punteras: aproximadamente 10 m por equipo, en calibres apropiados para el tablero didáctico.
- Multímetro digital, comprobador de continuidad y, si está disponible, pinza amperimétrica de demostración: uno por equipo.
- Destornilladores aislados, pelacables, pinza de corte, pinza de punta, crimpadora y etiquetas para conductores: un juego por equipo.
- Equipo de protección personal: gafas de seguridad, calzado dieléctrico o de seguridad y protección personal definida por el laboratorio.
- Esquema impreso de mando y fuerza, hoja de trabajo, tabla de símbolos y lista de cotejo de seguridad.
- Computador y proyector para mostrar una animación o diagrama del funcionamiento de un contactor.
- Simulador opcional: CAdE_SIMU, FluidSIM Electrical o QElectroTech para revisar el esquema antes del montaje.
- Carteles de “energizado”, “desenergizado” y “no operar”, además de señalización para el área de trabajo.
- Manual técnico o ficha de datos de los componentes utilizados.

Requisitos Previos

- Reconocer magnitudes eléctricas básicas: tensión, corriente, resistencia y continuidad.
- Aplicar la ley de Ohm en situaciones sencillas y diferenciar un circuito abierto de uno cerrado.
- Identificar conductores, bornes, conexiones en serie y paralelo y principios básicos de protección eléctrica.
- Interpretar símbolos eléctricos elementales y numeración de contactos, como 13-14, 21-22, A1-A2 y entradas/salidas de protección.
- Utilizar de forma básica un multímetro para medir continuidad y tensión, siempre bajo procedimientos de seguridad.
- Conocer normas de laboratorio: no trabajar con tensión sin autorización, mantener el área seca y ordenada, y verificar la ausencia de tensión antes de intervenir.

Actividades

Fase de Inicio

Tiempo estimado: 40 minutos.

Propósito de la sesión: Preparar a los estudiantes para interpretar un esquema de mando y transformarlo en una instalación de fuerza funcional. Se establecerá una relación clara entre el dibujo técnico, la secuencia de operación y el montaje físico, priorizando la seguridad.

Activación de conocimientos previos: “¿Qué ocurre cuando se presiona marcha?”

Tiempo: 10 minutos. Organización: equipos de 3 o 4.

- **Docente:** Proyecta un esquema sencillo que contiene una protección, un pulsador de paro normalmente cerrado, un pulsador de marcha normalmente abierto, una bobina de contactor y un contacto auxiliar.
- **Docente:** Pregunta exactamente: “Si presiono el pulsador de marcha y luego lo suelto, ¿por qué el contactor puede permanecer activado?” y “¿Qué componente debe abrirse para detener el circuito?”.
- **Estudiantes:** Analizan el esquema durante tres minutos y escriben una respuesta individual.
- **Estudiantes:** Comparan sus respuestas en el equipo y elaboran una explicación común usando los términos contacto, bobina y circuito abierto.
- **Docente:** Solicita dos respuestas y registra en la pizarra los conceptos correctos y las dudas que serán retomadas durante la práctica.

Motivación y enganche: demostración del contactor

Tiempo: 10 minutos. Organización: plenaria.

- **Docente:** Muestra un contactor y pregunta: “¿Por qué un pulsador pequeño puede controlar una carga que consume mucha corriente?”.
- **Docente:** Realiza una demostración segura con un circuito didáctico desenergizado inicialmente y explica que la bobina acciona contactos separados para el mando y la fuerza.
- **Estudiantes:** Observan el cambio de estado de los contactos y anotan qué contactos se cierran y cuáles se abren.
- **Docente:** Conecta la demostración con aplicaciones reales: bombas de agua, ascensores, ventiladores industriales y bandas transportadoras.

Contextualización y seguridad

Tiempo: 12 minutos. Organización: plenaria y equipos.

- **Docente:** Presenta el reto: “Cada equipo deberá interpretar el esquema entregado, montar el circuito de fuerza y demostrar que la carga se activa y se detiene correctamente”.
- **Docente:** Explica las reglas: trabajar desenergizado, colocar señalización, verificar ausencia de tensión, no puentear protecciones y solicitar autorización antes de energizar.
- **Estudiantes:** Revisan su tablero, identifican riesgos y firman una lista de compromiso de seguridad.
- **Docente:** Pregunta: “¿Qué puede ocurrir si se conecta directamente la alimentación a la carga sin protección?” y “¿Qué riesgo existe si el pulsador de paro se instala como normalmente abierto?”.

Organización colaborativa y transición

Tiempo: 8 minutos. Organización: equipos de 3 o 4.

- **Docente:** Forma equipos heterogéneos y asigna roles: coordinador de seguridad, lector del esquema, instalador y verificador. En equipos de tres, el coordinador también será verificador.
- **Estudiantes:** Reciben materiales, revisan que estén completos y acuerdan cómo tomarán decisiones técnicas.

- **Docente:** Indica: “Primero interpretaremos el esquema; después montaremos sin tensión; finalmente verificaremos y probaremos”.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado: 160 minutos.

Presentación del contenido: El docente introduce el contenido mediante preguntas, manipulación de componentes y análisis compartido, evitando una exposición prolongada. Se explica que el **circuito de mando** controla la bobina del contactor y normalmente trabaja con menor corriente, mientras que el **circuito de fuerza** conduce la energía hacia la carga. Se revisan los símbolos y la numeración: protección, paro normalmente cerrado, marcha normalmente abierto, contacto auxiliar de retención, relé térmico, bobina A1-A2 y contactos principales.

Actividad 1: Radiografía colaborativa del esquema

Objetivo específico: Interpretar un esquema de mando y reconocer sus componentes.

Tiempo: 35 minutos. Organización: equipos de 3 o 4.

- **Docente:** Entrega a cada equipo un esquema de mando y fuerza con una falla intencional diferente: contacto mal identificado, conductor interrumpido o protección omitida en el dibujo.
- **Estudiantes:** Numeran el recorrido del circuito de mando desde la alimentación hasta A1 y desde A2 hasta el retorno.
- **Estudiantes:** Colorean de azul el mando y de rojo el circuito de fuerza. Rodean los contactos normalmente cerrados y subrayan los normalmente abiertos.
- **Estudiantes:** Completan una tabla con las columnas: símbolo, identificación, función, estado en reposo y posible consecuencia de una falla.
- **Docente:** Formula las preguntas: “¿Qué camino sigue la corriente cuando nadie presiona un pulsador?”, “¿Qué contacto mantiene energizada la bobina?” y “¿Qué dispositivo protege al motor frente a sobrecarga?”.
- **Estudiantes:** Detectan la falla asignada, la corrigen en el esquema y justifican la modificación en dos frases técnicas.
- **Docente:** Revisa el razonamiento, no solo el resultado, y solicita que el lector del esquema explique la secuencia al resto del equipo.

Producto: Esquema anotado, tabla de componentes y explicación de la secuencia de funcionamiento.

Actividad 2: Del diagrama al tablero

Objetivos específicos: Explicar la secuencia de funcionamiento e instalar el circuito de fuerza básico.

Tiempo: 55 minutos. Organización: equipos de 3 o 4.

- **Docente:** Entrega la consigna: “Monten primero el circuito de fuerza, sin conectar la alimentación. No se permite energizar durante esta etapa”.
- **Estudiantes:** Ubican la protección, el contactor, el relé térmico, las bornas y la carga siguiendo un orden lógico y dejando espacio para inspección.

- **Estudiantes:** Identifican los bornes de entrada y salida del contactor y del relé térmico mediante la ficha técnica; no deben confiar únicamente en la posición física.
- **Estudiantes:** Cortan, pelan y colocan los conductores con la longitud necesaria, usando punteras cuando corresponda. Cada conductor se etiqueta en ambos extremos.
- **Estudiantes:** Conectan el recorrido de fuerza según el esquema: protección, contactos principales del contactor, relé térmico y motor o carga.
- **Docente:** Observa el cumplimiento de seguridad, la sección de conductor, el ajuste de bornes y el orden del cableado. Pregunta: “¿Cómo saben cuál es la entrada y cuál es la salida?” y “¿Dónde queda ubicada la protección de sobrecarga?”.
- **Estudiantes:** Realizan una inspección cruzada: el verificador compara cada conexión con el esquema y marca la lista de cotejo.
- **Docente:** Detiene el montaje si observa un riesgo, solicita que el equipo explique el error y permite corregirlo con el circuito desenergizado.

Producto: Circuito de fuerza instalado, cableado identificado y lista de cotejo parcialmente diligenciada.

Actividad 3: Verificación, diagnóstico y puesta en marcha controlada

Objetivos específicos: Verificar la continuidad y el funcionamiento del sistema, argumentando las correcciones realizadas.

Tiempo: 35 minutos. Organización: equipos y plenaria breve.

- **Docente:** Entrega una secuencia obligatoria de verificación: inspección visual, ajuste mecánico, continuidad, revisión de protecciones y autorización de energización.
- **Estudiantes:** Comprueban con el multímetro, sin tensión, la continuidad de los conductores y verifican que no exista cortocircuito entre líneas.
- **Estudiantes:** Simulan la secuencia con el dedo sobre el esquema: paro cerrado, marcha cerrada momentáneamente, contacto auxiliar retenido y apertura por paro o relé térmico.
- **Docente:** Revisa el tablero y autoriza la energización únicamente si la lista de cotejo está completa y todos los integrantes pueden explicar el circuito.
- **Estudiantes:** Prueban marcha y paro. Registran en una tabla: acción realizada, resultado esperado, resultado observado y corrección aplicada.
- **Docente:** Si aparece una falla, pregunta: “¿En qué punto se pierde la continuidad?”, “¿La bobina recibe tensión cuando se pulsa marcha?” y “¿El contacto auxiliar está cumpliendo su función?”.
- **Estudiantes:** Comparan su diagnóstico con otro equipo y explican una decisión técnica en plenaria.

Producto: Registro de pruebas, circuito funcional o diagnóstico documentado de la falla.

Diferenciación y transiciones

Para quienes necesitan apoyo, el docente entrega un esquema con colores, una tabla de símbolos, una secuencia numerada y una guía de medición del multímetro. También puede asignarles inicialmente la identificación de

componentes antes de realizar conexiones. Para quienes terminan antes, se propone agregar una lámpara piloto de funcionamiento o elaborar una segunda versión del esquema con inversión de giro, sin realizar modificaciones físicas ni energizar un circuito no autorizado.

Las transiciones serán explícitas: al finalizar la Actividad 1, el docente indica que “el esquema ya funciona como mapa; ahora cada conexión física debe tener una referencia visible en ese mapa”. Antes de la Actividad 3, todos los equipos deben dejar herramientas apartadas, colocar el aviso de desenergizado y llamar al docente para la inspección.

Fase de Cierre

Tiempo estimado: 40 minutos.

Propósito: Consolidar la diferencia entre mando y fuerza, verificar el logro de los objetivos y relacionar la práctica con tareas reales de instalación y mantenimiento industrial.

Síntesis colaborativa: “Tres rutas del circuito”

Tiempo: 10 minutos. Organización: equipos de 3 o 4.

- **Docente:** Entrega una hoja dividida en tres apartados: “mando”, “fuerza” y “seguridad”.
- **Estudiantes:** Escriben tres ideas esenciales, dibujan el recorrido de la corriente de mando y describen qué ocurre al pulsar marcha y paro.
- **Estudiantes:** Añaden una regla de seguridad que aplicaron y una conexión que verificaron con el multímetro.
- **Docente:** Solicita que cada equipo comparta una idea que no haya sido repetida por el equipo anterior.

Reflexión metacognitiva y autoevaluación

Tiempo: 15 minutos. Organización: individual y luego parejas.

- **Docente:** Solicita respuestas escritas a las siguientes preguntas exactas:
- “¿Qué elemento del esquema me permitió diferenciar el circuito de mando del circuito de fuerza y cómo lo comprobé?”
- “¿Cómo expliqué la función del contacto auxiliar y del pulsador de paro en la secuencia de funcionamiento?”
- “¿Qué verificación realicé antes de energizar y qué error habría evitado esa verificación?”
- **Estudiantes:** Responden individualmente, comparan sus respuestas con un compañero y completan: “En la próxima instalación debo mejorar...”.

Retroalimentación y evaluación del desempeño

Tiempo: 10 minutos. Organización: plenaria.

- **Docente:** Devuelve la lista de cotejo de cada equipo, destaca un logro técnico y señala una mejora concreta relacionada con seguridad, interpretación o calidad del montaje.
- **Docente:** Presenta dos errores frecuentes observados, sin señalar estudiantes: confundir un contacto normalmente cerrado con uno normalmente abierto y omitir la verificación antes de energizar.

- **Estudiantes:** Proponen verbalmente el procedimiento correcto para corregir cada error.

Transferencia y reto

Tiempo: 5 minutos. Organización: individual.

- **Docente:** Conecta la experiencia con futuras prácticas de arranque directo, inversión de giro, temporizadores y control de bombas.
- **Estudiantes:** Registran como reto: dibujar en casa o en el simulador CAdE_SIMU un circuito de mando con una lámpara piloto que indique “motor en marcha”, identificando qué contacto utilizarían y por qué.
- **Docente:** Recuerda que el reto es solo de diseño y simulación; cualquier montaje físico deberá realizarse en el laboratorio con autorización.

Evaluación

Tipo y momentos de evaluación

- **Diagnóstica:** Se aplica durante los primeros 10 minutos, mediante el análisis del esquema y las respuestas a las preguntas sobre marcha, paro y retención. Permite identificar conocimientos previos sobre contactos y bobinas.
- **Formativa:** Se aplica durante las Actividades 1, 2 y 3 mediante observación directa, preguntas guía, revisión del esquema anotado, lista de cotejo de seguridad y retroalimentación durante el montaje.
- **Sumativa:** Se aplica en el cierre, integrando el esquema corregido, la instalación de fuerza, el registro de pruebas, la explicación oral y la reflexión individual.

Criterios de evaluación

- **Interpretación del esquema:** Identifica correctamente símbolos, contactos, bobina, protecciones y recorridos del circuito de mando. Se vincula con el objetivo 1.
- **Explicación funcional:** Describe de manera ordenada qué ocurre al pulsar marcha, soltarla, pulsar paro o activar la protección térmica. Se vincula con el objetivo 2.
- **Instalación del circuito de fuerza:** Conecta protección, contactor, relé térmico y carga conforme al esquema, con conductores identificados, bornes ajustados y montaje ordenado. Se vincula con el objetivo 3.
- **Verificación y seguridad:** Realiza inspección visual, prueba de continuidad, comprobación de ausencia de cortocircuitos y solicita autorización antes de energizar. Se vincula con el objetivo 4.
- **Colaboración técnica:** Cumple el rol asignado, escucha argumentos, comparte decisiones y participa en la coevaluación del equipo. Se vincula con todos los objetivos.

Instrumentos sugeridos

- Rúbrica analítica de cuatro niveles para interpretación, montaje, verificación y explicación técnica.
- Lista de cotejo de seguridad: desenergización, señalización, uso de EPP, orden del tablero, identificación de conductores y autorización previa.

- Guía de observación directa del docente durante el trabajo colaborativo.
- Registro de pruebas y diagnóstico elaborado por cada equipo.
- Autoevaluación individual mediante las tres preguntas metacognitivas y coevaluación del cumplimiento de roles.

Evidencias de aprendizaje

- Esquema de mando y fuerza corregido, coloreado y anotado.
- Tabla de identificación y función de los componentes.
- Circuito de fuerza físicamente instalado y organizado.
- Lista de cotejo de seguridad y registro de continuidad, prueba y funcionamiento.
- Explicación oral de la secuencia de operación y de las correcciones realizadas.
- Reflexión individual y reto de diseño en simulador o esquema técnico.

Enriquecimientos

Inicio - Contextualizar

Contextualización para la fase de inicio

En la vida cotidiana, muchas acciones que parecen simples —encender una bomba de agua, poner en marcha un ventilador industrial, abrir una puerta automática o activar una banda transportadora— dependen de la interacción entre dos tipos de circuitos: el circuito de mando, que recibe las órdenes y controla la operación, y el circuito de fuerza, que conduce la energía necesaria para alimentar motores y otros actuadores.

En los hogares, talleres, comercios y empresas de la comunidad, estos sistemas están presentes en ascensores, portones eléctricos, sistemas de bombeo, compresores, refrigeración, máquinas-herramienta y procesos automatizados. Además, la expansión de la automatización, la eficiencia energética y la integración de tecnologías como sensores, variadores de frecuencia y sistemas de control exige que los técnicos comprendan los esquemas eléctricos y realicen instalaciones seguras, ordenadas y funcionales.

Durante esta sesión, los estudiantes asumirán el reto de interpretar un esquema de mando y relacionarlo con la instalación de un circuito de fuerza para controlar un motor eléctrico. Se enfatizará que una conexión incorrecta no solo puede impedir el funcionamiento del sistema, sino también provocar cortocircuitos, daños en los equipos o riesgos para las personas. Por ello, la lectura cuidadosa de planos, la verificación de conexiones y el trabajo colaborativo son competencias fundamentales en el desempeño profesional.

Situación problematizadora

El encargado de mantenimiento de un pequeño taller solicita instalar el sistema de arranque y parada de un motor que acciona una bomba de agua. El sistema debe contar con un pulsador de marcha, un pulsador de paro, un contactor y las protecciones correspondientes. Antes de energizarlo, el equipo técnico debe interpretar el esquema de mando, identificar la función de cada componente, instalar el circuito de fuerza y comprobar que el montaje sea seguro.

El desafío para los estudiantes será responder colaborativamente a la siguiente pregunta:

¿Cómo podemos pasar de un esquema eléctrico a una instalación de fuerza segura, comprendiendo qué función cumple cada componente y cómo se relacionan el circuito de mando y el circuito de potencia?

Actividad de inicio: “Del esquema a una situación real”

- **Tiempo estimado:** 25 a 30 minutos.
- **Organización:** equipos colaborativos de cuatro estudiantes.
- **Materiales:** imagen o video breve de una aplicación industrial, esquema básico de mando y fuerza, tarjetas con símbolos eléctricos, pizarra y marcadores.

El docente presenta una imagen o un video corto de una bomba, una banda transportadora o un motor controlado mediante pulsadores. A continuación, plantea preguntas orientadoras:

- ¿Qué elementos permiten que el motor arranque y se detenga?
- ¿Por qué no se conecta directamente un pulsador al motor en una instalación industrial?
- ¿Qué diferencia observan entre los elementos que controlan la operación y los que transportan la energía hacia el motor?
- ¿Qué consecuencias podría tener conectar de manera incorrecta un contactor, una protección o un motor?
- ¿Qué medidas de seguridad deberían aplicarse antes de realizar cualquier conexión?

Cada equipo recibe tarjetas con nombres, símbolos o imágenes de componentes como fuente de alimentación, fusible o interruptor automático, pulsador de marcha, pulsador de paro, contactor, relé térmico, motor y conductores. Los estudiantes deben relacionar cada componente con su función y clasificarlo como elemento de mando, protección o fuerza. Después, explican brevemente sus decisiones al grupo.

Conexión con los saberes previos

El docente recupera los conocimientos relacionados con electricidad básica, simbología eléctrica, conductores, protecciones, motores y normas de seguridad. En la pizarra puede organizar las respuestas en dos columnas:

Circuito de mando	Circuito de fuerza
Controla la orden de arranque y parada.	Alimenta directamente al motor o actuador.
Incluye pulsadores, contactos auxiliares y bobina del contactor.	Incluye protecciones, contactos principales, relé térmico y motor.
Trabaja con corrientes de control y facilita la operación segura.	Conduce la corriente necesaria para el funcionamiento de la carga.

Preparación emocional para el aprendizaje

El docente comunica que el propósito no es únicamente “conectar cables”, sino desarrollar una forma profesional de analizar, comprobar y tomar decisiones técnicas. Se invita a los estudiantes a reconocer que es normal encontrar dudas al interpretar un esquema, especialmente cuando se relacionan por primera vez los contactos auxiliares, la bobina del contactor y los elementos de protección.

Para fortalecer la confianza y la responsabilidad, se establecen los siguientes acuerdos:

- Preguntar antes de realizar una conexión que no se comprende.
- Verificar el esquema y la continuidad del circuito antes de energizar.
- Respetar la función asignada dentro del equipo y apoyar a los compañeros.
- Detener el trabajo si se identifica una condición insegura.
- Valorar el error como una oportunidad para revisar el procedimiento, siempre que se trabaje sin tensión y bajo las normas de seguridad.

Cierre de la contextualización

El docente presenta los objetivos de la sesión en un lenguaje accesible: interpretar correctamente un esquema de circuito de mando, identificar la relación entre mando y fuerza, instalar un circuito de fuerza básico y verificar su funcionamiento aplicando procedimientos de seguridad. Finalmente, cada equipo formula una predicción sobre el comportamiento del motor al presionar los pulsadores de marcha y paro, la cual será comprobada durante la práctica.

De esta manera, la fase de inicio conecta el contenido con situaciones reales de mantenimiento y automatización, activa los conocimientos previos, genera interés por el reto técnico y prepara a los estudiantes para trabajar colaborativamente en la interpretación e instalación de los circuitos.

Inicio - Diagnostico

Evaluación diagnóstica inicial

Plan de clase: Del esquema al movimiento: interpretando circuitos de mando e instalando circuitos de fuerza.

Área: Ingeniería electrónica.

Duración: 5 a 10 minutos.

Modalidad: Individual, seguida de una breve puesta en común.

Propósito

Identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre simbología eléctrica, diferencia entre circuitos de mando y de fuerza, lectura básica de esquemas, secuencia de funcionamiento y normas de seguridad para la instalación de circuitos eléctricos.

Aprendizajes relacionados

- Reconocer los principales elementos de un circuito de mando y de un circuito de fuerza.
- Interpretar la función básica de contactos, pulsadores, bobinas, protecciones y cargas.
- Relacionar un esquema de mando con la activación de un motor o receptor eléctrico.
- Aplicar criterios básicos de seguridad antes de realizar una instalación.

Aplicación para los estudiantes

Responde de manera individual. No es necesario utilizar cálculos complejos. Si no conoces una respuesta, escribe “no sé” y explica lo que comprendas.

Ítem	Pregunta o actividad	Respuesta esperada o evidencia
1	Relaciona cada elemento con su función: pulsador, contactor, protección y motor.	El estudiante identifica que el pulsador inicia o detiene una orden, el contactor conmuta el circuito, la protección limita los efectos de fallas y el motor transforma la energía eléctrica en movimiento.
2	¿Cuál es la diferencia principal entre un circuito de mando y un circuito de fuerza?	El circuito de mando controla la operación mediante señales y dispositivos de control; el circuito de fuerza conduce la energía hacia la carga, por ejemplo, un motor.
3	Observa los símbolos o esquemas proporcionados por el docente e identifica cuáles representan un contacto normalmente abierto, un contacto normalmente cerrado y una bobina.	Reconocimiento básico de la simbología eléctrica utilizada en el esquema.
4	Completa la secuencia: al presionar el pulsador de marcha, se energiza _____; sus contactos de potencia permiten alimentar _____.	Contactor o bobina del contactor; motor o carga.
5	¿Qué función cumple un contacto auxiliar normalmente abierto conectado en paralelo con el pulsador de marcha?	Permite mantener energizada la bobina después de soltar el pulsador. Se espera que el estudiante mencione la función de enclavamiento o autosostenimiento.
6	Menciona dos verificaciones o medidas de seguridad que deben realizarse antes de instalar un circuito de fuerza.	Ejemplos: desconectar la alimentación, verificar ausencia de tensión, utilizar equipos de protección, revisar el esquema, comprobar conexiones y seleccionar conductores adecuados.

Actividad rápida de interpretación

Entregue a los estudiantes un esquema sencillo de mando con un pulsador de marcha, un pulsador de paro, una bobina de contactor y un contacto auxiliar de retención. Solicite que respondan en una o dos frases:

- ¿Qué ocurre cuando se presiona el pulsador de marcha?
- ¿Qué elemento interrumpe el funcionamiento del circuito?
- ¿Qué componente del circuito de fuerza se activaría mediante el contactor?

Esta actividad puede realizarse en aproximadamente tres minutos y permite verificar si el estudiante comprende la relación entre el circuito de mando y el circuito de fuerza.

Orientaciones para el docente

Nivel de desempeño diagnóstico	Evidencias observables	Acción sugerida
Inicial	Confunde los circuitos de mando y de fuerza, no reconoce la simbología o desconoce las medidas de seguridad.	Realizar una explicación introductoria con ejemplos visuales y repasar la función de cada componente antes de la práctica.
Básico	Reconoce algunos componentes, pero presenta dificultades para explicar la secuencia de funcionamiento o el enclavamiento.	Organizar parejas de apoyo y utilizar un esquema guiado paso a paso.
Competente	Diferencia ambos circuitos, interpreta la secuencia básica y menciona medidas de seguridad pertinentes.	Asignar roles de verificador, lector del esquema y montajista durante la actividad colaborativa.

Registro rápido de resultados

El docente puede registrar el número de respuestas correctas o utilizar la siguiente escala:

- **0 a 2 respuestas correctas:** requiere nivelación inicial.
- **3 a 4 respuestas correctas:** posee conocimientos básicos en desarrollo.
- **5 a 6 respuestas correctas:** cuenta con conocimientos previos suficientes para iniciar la interpretación y el montaje guiado.

La evaluación no debe calificarse como parte de la nota final. Sus resultados se utilizarán para conformar grupos colaborativos heterogéneos y ajustar la explicación inicial sobre simbología, funcionamiento y seguridad.

Desarrollo - Rubrica

Rúbrica de evaluación del proceso de aprendizaje

Plan de clase: Del esquema al movimiento: interpretando circuitos de mando e instalando circuitos de fuerza.

Área: Ingeniería electrónica.

Nivel: Educación técnica/tecnológica.

Duración: Una sesión de 4 horas.

Objetivos de aprendizaje

- Interpretar esquemas básicos de circuitos de mando, identificando simbología, componentes, contactos y secuencia de funcionamiento.
- Relacionar el circuito de mando con el circuito de fuerza y explicar cómo se produce la activación de la carga.
- Realizar el montaje de un circuito de fuerza siguiendo el esquema técnico, utilizando adecuadamente herramientas, conductores y dispositivos de protección.

- Aplicar normas de seguridad eléctrica durante la planificación, el montaje, la verificación y la puesta en funcionamiento.
- Trabajar colaborativamente, asumiendo responsabilidades, comunicando procedimientos y resolviendo dificultades técnicas.

Escala de desempeño

Nivel	Descripción general	Valor
4. Logro destacado	Realiza el proceso con autonomía, precisión, fundamenta sus decisiones técnicas y contribuye activamente al trabajo del equipo.	4 puntos
3. Logro esperado	Realiza correctamente la mayor parte del proceso, con mínimos apoyos y respetando las normas técnicas y de seguridad.	3 puntos
2. En desarrollo	Presenta avances parciales, pero requiere orientación frecuente para interpretar, montar, verificar o justificar el trabajo.	2 puntos
1. Inicio	Evidencia dificultades importantes y necesita acompañamiento permanente para ejecutar las tareas de manera segura y correcta.	1 punto

Rúbrica analítica

Criterio de evaluación	4. Logro destacado	3. Logro esperado	2. En desarrollo	1. Inicio
1. Interpretación del esquema de mando	Identifica con precisión la simbología, alimentación, pulsadores, contactos, bobina, protecciones y secuencia de operación. Explica claramente el funcionamiento del circuito.	Identifica la mayoría de los elementos y explica adecuadamente la secuencia básica de funcionamiento, con pocas imprecisiones.	Reconoce algunos componentes, pero confunde conexiones, funciones o secuencias. Requiere preguntas guía del docente.	No logra interpretar los elementos principales ni explicar cómo funciona el circuito, aun con apoyo.
2. Relación entre circuito de mando y circuito de fuerza	Explica con claridad cómo el circuito de mando controla el dispositivo de fuerza y relaciona cada elemento con su función en el sistema.	Relaciona correctamente el mando con la activación de la carga, aunque presenta alguna explicación incompleta.	Comprende parcialmente la relación entre ambos circuitos y necesita apoyo para identificar el recorrido de la energía.	No establece la relación entre el circuito de mando y el circuito de fuerza.

Criterio de evaluación	4. Logro destacado	3. Logro esperado	2. En desarrollo	1. Inicio
3. Planificación del montaje	Organiza el procedimiento, identifica materiales y herramientas, verifica el esquema y anticipa posibles errores antes de iniciar el montaje.	Prepara adecuadamente la mayoría de los materiales y sigue una secuencia de trabajo lógica.	Inicia el montaje sin completar la planificación o requiere recordatorios para organizar materiales y pasos.	Trabaja de manera desorganizada y no logra establecer una secuencia segura de montaje.
4. Instalación del circuito de fuerza	Realiza el montaje con conexiones correctas, conductores ordenados, terminales firmes, identificación adecuada y correspondencia total con el esquema.	Realiza un montaje funcional, con pequeños detalles de orden o identificación que no afectan la operación.	Presenta errores de conexión, selección, ajuste u organización que requieren corrección y supervisión frecuente.	El montaje presenta errores graves o condiciones inseguras que impiden su funcionamiento.
5. Uso de herramientas e instrumentos de medición	Utiliza correctamente las herramientas y el multímetro, selecciona la escala apropiada y verifica continuidad, conexiones y ausencia de fallas antes de energizar.	Utiliza adecuadamente las herramientas e instrumentos, con pocas indicaciones del docente.	Manipula los instrumentos con dudas, selecciona incorrectamente alguna función o necesita ayuda para interpretar las mediciones.	Usa incorrectamente las herramientas o instrumentos y puede provocar daños en el equipo o riesgos para las personas.
6. Aplicación de normas de seguridad eléctrica	Aplica permanentemente el uso de EPP, desenergización, verificación de ausencia de tensión, orden del puesto y revisión previa a la puesta en marcha. Advierte riesgos a sus compañeros.	Respeto las normas principales de seguridad y corrige sus acciones cuando recibe una indicación.	Conoce algunas normas, pero las aplica de forma irregular y requiere recordatorios frecuentes.	Ignora normas de seguridad o realiza acciones que ponen en riesgo a personas, equipos o instalaciones.
7. Trabajo colaborativo y comunicación técnica	Asume responsablemente su rol, escucha, argumenta sus decisiones, ayuda a sus compañeros y registra los acuerdos y resultados del equipo.	Participa activamente, cumple su rol y se comunica de forma respetuosa y pertinente.	Participa de manera irregular o depende de otros para cumplir su función dentro del equipo.	No cumple el rol asignado, dificulta el trabajo grupal o no respeta las intervenciones de sus compañeros.

Criterio de evaluación	4. Logro destacado	3. Logro esperado	2. En desarrollo	1. Inicio
8. Verificación, diagnóstico y mejora	Comprueba el funcionamiento, detecta fallas mediante un procedimiento lógico, propone correcciones y explica los resultados obtenidos.	Verifica el circuito y corrige errores sencillos con orientación mínima.	Detecta algunos problemas, pero necesita apoyo para localizar la causa y aplicar la solución.	No realiza una verificación sistemática ni logra identificar o corregir las fallas.

Valoración sugerida

Criterio	Puntaje máximo	Ponderación
Interpretación del esquema de mando	4	15 %
Relación entre mando y fuerza	4	10 %
Planificación del montaje	4	10 %
Instalación del circuito de fuerza	4	20 %
Uso de herramientas e instrumentos	4	10 %
Seguridad eléctrica	4	15 %
Trabajo colaborativo y comunicación	4	10 %
Verificación, diagnóstico y mejora	4	10 %
Total	32	100 %

Interpretación del resultado

- 3,50 a 4,00: logro destacado.
- 2,75 a 3,49: logro esperado.
- 2,00 a 2,74: en desarrollo; requiere refuerzo y práctica guiada.
- 1,00 a 1,99: inicio; requiere acompañamiento intensivo antes de realizar nuevas conexiones.

Aplicación durante la sesión de 4 horas

Momento	Tiempo aproximado	Evidencias a observar
---------	-------------------	-----------------------

Interpretación y planificación	60 minutos	Identificación de componentes, explicación del esquema, distribución de roles y lista de materiales.
Montaje colaborativo	100 minutos	Orden de las conexiones, uso de herramientas, correspondencia con el esquema y aplicación de normas de seguridad.
Verificación y puesta en funcionamiento	40 minutos	Pruebas de continuidad, revisión de conexiones, detección de fallas y funcionamiento del circuito bajo supervisión docente.
Socialización y retroalimentación	40 minutos	Explicación del procedimiento, dificultades encontradas, soluciones aplicadas y autoevaluación del equipo.

Instrumentos y evidencias complementarias

- Esquema de mando interpretado y marcado por el equipo.
- Diagrama o croquis del circuito de fuerza antes del montaje.
- Lista de verificación de seguridad y procedimiento de trabajo.
- Registro de mediciones y pruebas realizadas.
- Montaje físico terminado y funcionando, cuando las condiciones de seguridad lo permitan.
- Breve explicación oral individual o grupal sobre el funcionamiento del circuito.
- Autoevaluación y coevaluación sobre la participación y el cumplimiento del rol asignado.

Nota de seguridad: toda conexión, medición o puesta en funcionamiento debe realizarse con la supervisión del docente, aplicando procedimientos de desenergización, verificación de ausencia de tensión y uso de equipos de protección. Si un estudiante incumple una norma crítica de seguridad, el docente debe detener la actividad y brindar retroalimentación inmediata antes de continuar.

Cierre - Retroalimentar

Estrategias de retroalimentación para el cierre

Estas estrategias se aplican durante los últimos 40 minutos de la sesión de cuatro horas. Se orientan a que los estudiantes reconozcan sus avances, identifiquen errores en la interpretación de esquemas de mando y mejoren la instalación de circuitos de fuerza, considerando el trabajo colaborativo y las normas de seguridad eléctrica.

Propósitos de aprendizaje para el cierre

- Interpretar correctamente los símbolos, componentes y secuencias de funcionamiento de un esquema de circuito de mando.
- Relacionar el esquema de mando con la conexión de los elementos principales del circuito de fuerza.
- Realizar o verificar una instalación básica de circuito de fuerza siguiendo el esquema, las especificaciones técnicas y las normas de seguridad.

- Detectar errores de conexión mediante la observación del montaje, la lectura del esquema y el uso ordenado de procedimientos de verificación.
- Explicar las decisiones técnicas tomadas y brindar retroalimentación respetuosa a los integrantes del equipo.

1. Demostración técnica y retroalimentación del docente

Duración: 10 minutos.

Cada equipo presenta brevemente su esquema interpretado y el montaje o propuesta de instalación del circuito de fuerza. El docente solicita que expliquen la secuencia de funcionamiento antes de realizar cualquier prueba de energización.

El docente utiliza preguntas específicas para orientar la reflexión:

- ¿Qué elemento inicia la secuencia de mando?
- ¿Qué función cumple cada contacto utilizado?
- ¿Cómo se relaciona el circuito de mando con el accionamiento del circuito de fuerza?
- ¿Qué componente protege el circuito y qué riesgo se evita con su uso?
- ¿Qué terminales o conexiones deben verificarse antes de energizar?
- ¿Qué ocurriría si un contacto normalmente abierto se conectara como normalmente cerrado?

La retroalimentación debe centrarse en la evidencia observada y no en características personales. Se recomienda utilizar la estructura: logro observado, aspecto por mejorar y acción concreta.

- **Logro:** “El equipo identificó correctamente la función del contactor y relacionó su activación con el circuito de fuerza”.
- **Aspecto por mejorar:** “En el esquema no se distingue con claridad la numeración de los terminales”.
- **Acción:** “Revisen la hoja técnica y rotulen los terminales antes de continuar con la prueba”.

2. Lista de cotejo colaborativa entre equipos

Duración: 10 minutos.

Los equipos intercambian sus esquemas o montajes con otro grupo. Un integrante explica el circuito y el equipo visitante realiza una revisión utilizando una lista de cotejo. La revisión debe efectuarse con el circuito desenergizado y siguiendo las indicaciones de seguridad del docente.

Aspecto a revisar	Sí	En proceso	Observación concreta
Los símbolos y componentes del circuito de mando están identificados.			
La secuencia de funcionamiento puede explicarse de manera ordenada.			
El circuito de fuerza corresponde con el esquema propuesto.			
Los conductores y terminales están identificados o rotulados.			

Aspecto a revisar	Sí	En proceso	Observación concreta
Se consideran protecciones y normas básicas de seguridad.			
El equipo verifica las conexiones antes de energizar.			

Para evitar comentarios generales, cada equipo debe formular una fortaleza y una recomendación de mejora. Se pueden utilizar expresiones como:

- “Una fortaleza del trabajo es...”
- “La conexión que comprendimos con claridad fue...”
- “Recomendamos verificar...”
- “Una posible mejora sería...”
- “La evidencia que sustenta nuestra observación es...”

3. Protocolo de análisis de errores

Duración: 10 minutos.

El docente presenta uno o dos errores técnicos frecuentes, mediante un esquema o una conexión desenergizada, sin convertir la actividad en una situación de riesgo. Los estudiantes analizan el problema en equipos y completan la siguiente secuencia:

- **Identificar:** ¿Qué elemento o conexión parece incorrecta?
- **Explicar:** ¿Por qué puede afectar el funcionamiento del circuito?
- **Predecir:** ¿Qué comportamiento se observaría si se mantuviera el error?
- **Corregir:** ¿Qué modificación debe realizarse?
- **Verificar:** ¿Qué procedimiento se aplicaría antes de una nueva prueba?

Los errores pueden relacionarse con la inversión de contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, la falta de protección, la conexión incorrecta de un contactor, la ausencia de identificación de conductores o la falta de correspondencia entre el circuito de mando y el de fuerza.

El docente retroalimenta utilizando preguntas que promuevan el razonamiento técnico:

- “¿Qué parte del esquema respalda esa decisión?”
- “¿Qué medición o comprobación permitiría confirmar la hipótesis?”
- “¿La corrección resuelve la causa del problema o solo su efecto?”
- “¿Qué riesgo existiría si se realizara la prueba sin revisar esa conexión?”

4. Autoevaluación y coevaluación del desempeño

Duración: 5 minutos.

Cada estudiante responde individualmente y luego comparte sus respuestas con su equipo. La actividad permite valorar tanto el aprendizaje técnico como la colaboración.

- ¿Qué componente del circuito de mando puedo identificar y explicar con seguridad?
- ¿Qué relación comprendí entre el mando y el circuito de fuerza?
- ¿Qué error logré detectar o corregir?
- ¿Qué procedimiento de seguridad apliqué correctamente?
- ¿Qué necesito practicar antes de realizar una nueva instalación?
- ¿Cómo contribuí al trabajo del equipo?

Para la coevaluación, cada integrante completa la frase: “Mi compañero o compañera contribuyó al equipo cuando...” y “Podría mejorar su participación si...”. El docente recuerda que la retroalimentación debe referirse a conductas observables, como interpretar, verificar, explicar, registrar o cumplir normas de seguridad.

5. Ticket de salida técnico

Duración: 5 minutos.

Antes de finalizar la sesión, cada estudiante entrega una respuesta breve a las siguientes preguntas:

- Dibuje o describa la secuencia básica de funcionamiento del circuito de mando trabajado.
- Mencione dos verificaciones que deben realizarse antes de energizar el circuito de fuerza.
- Identifique un error posible en la instalación y explique cómo corregirlo.
- Indique una norma de seguridad que aplicó durante la práctica.

El docente clasifica las respuestas en tres niveles:

Nivel	Evidencia observada	Retroalimentación sugerida
Logro esperado	Interpreta el esquema, relaciona mando y fuerza, y propone verificaciones seguras.	“Demuestras comprensión de la secuencia y puedes justificar tus conexiones con base en el esquema”.
En desarrollo	Reconoce los componentes, pero presenta dificultad para explicar la secuencia o relacionar ambos circuitos.	“Identificas los elementos principales. Para avanzar, sigue el recorrido de la corriente paso a paso y relaciona cada acción del mando con el elemento de fuerza que controla”.
Requiere apoyo	Confunde símbolos, terminales o procedimientos de verificación.	“Revisa la simbología y la numeración de terminales con apoyo de la guía técnica. No realices conexiones ni pruebas hasta confirmar cada punto”.

Retroalimentación diferenciada según las dificultades observadas

Dificultad	Retroalimentación constructiva	Acción de mejora
Confusión entre contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados.	“La identificación del componente es correcta, pero debes relacionar su estado inicial con la condición de funcionamiento del circuito”.	Representar el estado inicial y el estado activado del contacto antes de conectarlo.

Dificultad	Retroalimentación constructiva	Acción de mejora
El circuito de mando no corresponde con el circuito de fuerza.	“El esquema de mando está bien organizado; ahora verifica qué dispositivo activa realmente cada elemento del circuito de fuerza”.	Seguir cada conductor y elaborar una tabla de correspondencia entre mando, contactor y carga.
Falta de orden en la instalación.	“El montaje puede funcionar, pero la identificación y el orden de los conductores dificultan su revisión”.	Rotular terminales, organizar conductores y mantener una distribución coherente con el esquema.
Omisión de protecciones o normas de seguridad.	“La conexión no debe evaluarse solo por si funciona; también debe ser segura y verificable”.	Incluir la protección correspondiente y aplicar una lista de verificación antes de energizar.
Participación desigual dentro del equipo.	“El resultado técnico es importante, pero también deben distribuir las responsabilidades y comunicar las decisiones”.	Asignar roles rotativos: lector del esquema, responsable del montaje, verificador de seguridad y relator.

Cierre metacognitivo del docente

El docente finaliza destacando que interpretar un esquema no consiste únicamente en reconocer símbolos, sino en comprender la secuencia de operación y traducirla en una instalación segura y verificable. Se recomienda cerrar con una síntesis como la siguiente:

“Hoy relacionaron la lectura del circuito de mando con la instalación del circuito de fuerza. Un montaje técnicamente correcto requiere interpretar la secuencia, identificar terminales, comprobar la correspondencia entre los circuitos y verificar las condiciones de seguridad antes de energizar. Los errores encontrados son oportunidades para mejorar el procedimiento y justificar cada decisión técnica”.

Evidencias para valorar el logro

- Esquema de mando interpretado y correctamente explicado.
- Correspondencia identificada entre los elementos de mando y los componentes de fuerza.
- Instalación o propuesta de instalación organizada, rotulada y coherente con el esquema.
- Aplicación de procedimientos de verificación y normas de seguridad.
- Capacidad para detectar, explicar y corregir errores técnicos.
- Participación respetuosa y fundamentada en la retroalimentación entre pares.