PROCESO DE GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL
FORMATO GUÍA DE APRENDIZAJE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA DE APRENDIZAJE

- **Denominación del Programa de Formación:** Agrotrónica

- **Código del Programa de Formación:** 232100

- **Nombre del Proyecto Formativo:** Implementación de un sistema automatizado orientado a las necesidades de los procesos agropecuarios, con impacto en la productividad y competitividad delas producciones en la región de influencia.

- **Fase del Proyecto:** ANÁLISIS

- **Actividad de Proyecto Formativo :** Identificar las variables críticas para el monitoreo y control del proceso agropecuario, según sus necesidades y limitaciones Tecnológicas.

- **Competencia:**
  280401040- Instalar instrumentación industrial de acuerdo con estándares técnicos y manual de fabricante

- **Resultados de Aprendizaje:**

  RAP 1:
  Alistar recursos de instalación del automatismo de acuerdo con normativa y manuales técnicos

- **Competencia:**
  270401089- Monitorear labor agrícola según parámetros y métodos técnicos

- **Resultados de Aprendizaje:**

  RAP 1:
  Implementar el sistema automatizado de adquisición de datos según criterios técnicos.

- **Duración de la Guía de Aprendizaje (horas):** 216 Horas

2. PRESENTACIÓN



Estimado Aprendiz:

Bienvenido al fascinante mundo de la **Agrotrónica**, donde la tecnología y la agricultura se encuentran para revolucionar la forma en que producimos alimentos y gestionamos recursos naturales. Esta guía de aprendizaje ha sido cuidadosamente diseñada para acompañarlo durante el periodo lectivo comprendido entre **marzo y junio**, aprovechando nuestras sesiones de los **martes y jueves en la jornada de la tarde**.

Durante estas **15 semanas intensivas**, nos embarcaremos en un viaje de descubrimiento que transformará su comprensión de la electricidad y los sistemas automatizados. El objetivo central de este trimestre es dotarlo de las capacidades fundamentales para **interactuar con la electricidad de manera segura y eficiente**, preparándolo para instalar, configurar y mantener sistemas de automatización en entornos agropecuarios.

🎯 Lo que aprenderá:

- **Fundamentos sólidos:** Desde la naturaleza básica de la electricidad hasta circuitos complejos
- **Habilidades prácticas:** Medición con instrumentos profesionales, montaje de circuitos y soldadura
- **Seguridad eléctrica:** Protocolos y normativas para trabajar sin riesgos
- **Aplicaciones reales:** Sensores, actuadores y sistemas de control para la agricultura
- **Documentación técnica:** Interpretación de planos y elaboración de listas de materiales

A lo largo de este proceso formativo, trabajaremos dos **Resultados de Aprendizaje (RAPs)** fundamentales que lo capacitarán para alistar recursos técnicos e instalar instrumentos básicos en circuitos funcionales. Cada sesión práctica está diseñada para construir sobre el conocimiento previo, asegurando una progresión lógica y efectiva en su aprendizaje.

⚡ Compromiso con la Seguridad

La electricidad es una herramienta poderosa que requiere respeto y conocimiento. Durante todo el programa, mantendremos un compromiso inquebrantable con las normas de seguridad del laboratorio. Su bienestar y el de sus compañeros es nuestra prioridad absoluta.

Lo invitamos a mantener una **actitud curiosa y proactiva**, a hacer preguntas sin temor, a experimentar dentro del marco de seguridad establecido y a **trabajar en equipo** compartiendo conocimientos y experiencias. Recuerde que el aprendizaje más significativo ocurre cuando nos atrevemos a explorar, cometer errores controlados y aprender de ellos.

🚀 Su Proyecto Final

Al concluir esta guía, usted habrá desarrollado un **prototipo de control agrotrónico funcional** que integrará sensores, circuitos de control y actuadores para automatizar una variable ambiental (luz o temperatura). Este proyecto será la evidencia tangible de su dominio de los conceptos y habilidades desarrolladas.

"La electricidad es realmente solo fuego organizado."
- George Carlin

Y usted está a punto de aprender a organizarla para transformar la agricultura.

3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE



3.1 Actividades de reflexión inicial: Actividad:"El Costo de la Ignorancia Técnica"

Duración: 4 horas (Semana 1)

Descripción de la actividad:

Esta actividad de apertura busca sensibilizar a los aprendices sobre la importancia crítica de los conocimientos técnicos en electrotecnia para la instalación y mantenimiento de sistemas agrotécnicos. A través del análisis de un caso real de falla catastrófica en un sistema de riego automatizado, los estudiantes comprenderán las consecuencias económicas, productivas y de seguridad que puede generar una instalación eléctrica deficiente.

Objetivos de aprendizaje:

- Reconocer la importancia de los fundamentos eléctricos en sistemas agrotécnicos
- Identificar riesgos asociados a instalaciones eléctricas incorrectas
- Valorar el papel del técnico profesional en la seguridad y eficiencia de sistemas automatizados
- Desarrollar pensamiento crítico sobre consecuencias de decisiones técnicas

Desarrollo de la actividad:

FASE 1: Presentación del caso (45 minutos)

El instructor presentará el caso documentado de una finca agrícola que experimentó pérdidas significativas debido a fallas en su sistema de riego automatizado. El caso incluirá:

- Contexto: Finca de 5 hectáreas con cultivo de tomate bajo invernadero
- Inversión inicial: $15.000.000 COP en sistema de riego automatizado
- Problema: Cortocircuitos recurrentes, quema de bombas y controladores
- Causa raíz: Instalación realizada por personal no calificado
- Consecuencias: Pérdida total del cultivo ($30.000.000 COP) y riesgo de incendio

Materiales de apoyo para esta fase:

Video: Fallas eléctricas en sistemas de riego Reglamento Técnico RETIE

FASE 2: Análisis en equipos (1 hora 30 minutos)

Los aprendices se organizarán en equipos de 4-5 personas para analizar el caso utilizando la metodología de los "5 Por Qués" y el diagrama de Ishikawa (espina de pescado).

Preguntas guía para el análisis:

1. ¿Cuáles fueron las decisiones técnicas incorrectas identificadas en el caso?
2. ¿Qué conocimientos de electrotecnia faltaron en la instalación?
3. ¿Cómo se pudieron prevenir estas fallas?
4. ¿Qué normativas fueron ignoradas o desconocidas?
5. ¿Cuál es el impacto económico total (directo e indirecto)?
6. ¿Qué riesgos de seguridad se presentaron?

Herramientas de análisis:

Tutorial: Diagrama de Ishikawa Metodología 5 Por Qués

FASE 3: Investigación complementaria (45 minutos)

Cada equipo investigará casos similares y normativas de seguridad eléctrica:

- Normativa RETIE aplicable a instalaciones agropecuarias
- Casos documentados de accidentes eléctricos en el sector agrícola
- Mejores prácticas en instalaciones eléctricas para sistemas de riego
- Costos de corrección vs. costos de hacer bien desde el inicio

Recursos de investigación:

Ministerio de Energía - RETIE Seguridad eléctrica en agricultura ICONTEC - Normas técnicas

FASE 4: Presentación y debate (1 hora)

Cada equipo presentará sus hallazgos en formato de informe técnico de 10 minutos, seguido de 5 minutos de preguntas y debate. Las presentaciones deben incluir:

- Diagrama de Ishikawa del análisis de causa raíz
- Identificación de conocimientos técnicos críticos faltantes

- Propuesta de medidas preventivas
- Análisis costo-beneficio de la formación técnica adecuada
- Reflexión sobre el papel del Técnico en Agrotrónica

🎓 Estrategias didácticas:

- **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP):** Caso real como detonante del aprendizaje
- **Trabajo Colaborativo:** Análisis en equipos multidisciplinarios
- **Pensamiento Crítico:** Análisis de causas y consecuencias
- **Debate Constructivo:** Discusión de soluciones y perspectivas

📦 Materiales necesarios:

- Documento impreso del caso de estudio (1 por equipo)
- Pliegos de papel kraft para diagramas
- Marcadores de colores
- Computadores con acceso a internet (1 por equipo)
- Proyector para presentaciones
- Plantilla para diagrama de Ishikawa
- Formato de informe técnico

Plantillas descargables:

📄 Plantilla Ishikawa 📄 Formato Informe Técnico

☑ Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Conocimiento:** Cuestionario individual sobre conceptos de seguridad eléctrica y normativa
- **Evidencia de Producto:** Informe técnico del análisis de caso con diagrama de Ishikawa y propuestas
- **Evidencia de Desempeño:** Rúbrica de evaluación de la presentación oral y participación en el debate

Reflexión final para el instructor:

Esta actividad establece el tono para todo el programa. Es fundamental que los aprendices comprendan desde el inicio que los conocimientos que adquirirán no son meramente académicos, sino herramientas críticas que pueden prevenir pérdidas económicas, proteger vidas y asegurar la viabilidad de proyectos agropecuarios. Enfatice el orgullo profesional y la responsabilidad ética del técnico competente.

3.2 Actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje:

Actividad: "Gimkana de Saberes Previos"

Duración: 7 horas (Semanas 2-3)

Descripción de la actividad:

La "Gimkana de Saberes Previos" es una actividad lúdica y dinámica diseñada para evaluar y nivelar los conocimientos fundamentales que los aprendices necesitarán durante el programa. A través de estaciones de aprendizaje rotativas, los estudiantes enfrentarán retos que abarcan matemáticas aplicadas, conversión de unidades, lógica computacional y reconocimiento de riesgos eléctricos según normativa RETIE. Esta actividad no solo identifica las brechas de conocimiento, sino que proporciona un espacio de aprendizaje colaborativo donde los compañeros se apoyan mutuamente.

Objetivos de aprendizaje:

- Evaluar conocimientos previos en matemáticas, física y seguridad eléctrica
- Identificar fortalezas y áreas de mejora individuales y grupales
- Desarrollar habilidades de trabajo en equipo y aprendizaje colaborativo
- Familiarizar a los aprendices con conceptos clave de la normativa RETIE
- Reforzar operaciones matemáticas esenciales para circuitos eléctricos

- Crear un ambiente de aprendizaje dinámico y motivador

Desarrollo de la actividad:

ESTACIÓN 1: Conversión de Unidades Eléctricas (1 hora 15 minutos)

Los equipos enfrentarán desafíos de conversión entre diferentes órdenes de magnitud, esencial para interpretar datasheets y especificaciones técnicas.

Retos de la estación:

- **Nivel Básico:** Convertir 5000 mA a A, 0.002 kΩ a Ω
- **Nivel Intermedio:** Expresar 250,000 µF en F, 0.000035 A en µA
- **Nivel Avanzado:** Problemas mixtos con notación científica
- **Desafío Extra:** Calcular consumos en diferentes unidades

Tabla de Prefijos del Sistema Internacional:

Prefijo	Símbolo	Factor	Equivalencia
Tera	T	10^{12}	1,000,000,000,000
Giga	G	10^{9}	1,000,000,000
Mega	M	10^{6}	1,000,000

Kilo	k	10^{3}	1,000
-	-	10^{o}	1
Mili	m	10^{-3}	0.001
Micro	µ	10^{-6}	0.000001
Nano	n	10^{-9}	0.000000001
Pico	p	10^{-12}	0.000000000001

Materiales de apoyo:

Video: Prefijos del SI | Conversor de Unidades | Khan Academy - Física

ESTACIÓN 2: Matemáticas Aplicadas a Circuitos (1 hora 30 minutos)

Resolución de problemas matemáticos que aparecerán constantemente en el análisis de circuitos eléctricos.

Competencias evaluadas:

- **Operaciones básicas:** Suma, resta, multiplicación y división con decimales
- **Fracciones:** Suma de fracciones (para resistencias en paralelo)
- **Potencias y raíces:** Cálculo de potencia ($P = I^2R$)
- **Proporciones:** Divisores de voltaje y corriente
- **Despeje de fórmulas:** Manipulación algebraica de ecuaciones
- **Porcentajes:** Tolerancias y eficiencias

Ejemplos de problemas:

1. Si $R_1 = 100\Omega$ y $R_2 = 220\Omega$ están en serie, ¿cuál es la resistencia total?

2. Calcular 1/(1/100 + 1/220) para resistencias en paralelo
3. Si V = 12V y R = 330Ω, despejar I de la ecuación V = I × R
4. Una resistencia de 1kΩ tiene tolerancia del 5%. ¿Cuál es su rango de valores?
5. Calcular la potencia disipada si I = 0.05A y R = 470Ω

Recursos educativos:

Matemáticas para Electricidad | Calculadora Algebraica | Simulador Ley de Ohm

ESTACIÓN 3: Lógica y Pensamiento Computacional (1 hora 15 minutos)

Desarrollo de habilidades de pensamiento lógico necesarias para el diseño y troubleshooting de sistemas automatizados.

Actividades de la estación:

- **Secuencias lógicas:** Completar patrones numéricos y geométricos
- **Diagramas de flujo:** Interpretar y crear algoritmos básicos
- **Tablas de verdad:** Introducción a lógica booleana (AND, OR, NOT)
- **Resolución de problemas:** Acertijos lógicos aplicados a sistemas eléctricos
- **Troubleshooting básico:** Identificar fallas en diagramas simples

Ejemplo de Desafío Lógico:

"Tienes tres interruptores fuera de una habitación cerrada. Uno de ellos controla una bombilla dentro de la habitación. Solo puedes entrar UNA vez a la habitación. ¿Cómo determinas qué interruptor controla la bombilla?"

(Este tipo de problemas desarrolla el pensamiento lateral necesario para diagnóstico de fallas)

Herramientas interactivas:

Blockly Games - Lógica | Introducción a Lógica Digital | Simulador de Lógica

ESTACIÓN 4: Reconocimiento de Riesgos Eléctricos RETIE (1 hora 30 minutos)

Identificación visual y conceptual de situaciones peligrosas según el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

Competencias evaluadas:

- Reconocimiento de señalización de seguridad eléctrica
- Identificación de instalaciones no conformes con RETIE
- Clasificación de riesgos: contacto directo, contacto indirecto, arco eléctrico
- Conocimiento de distancias de seguridad
- Elementos de Protección Personal (EPP) requeridos
- Procedimientos de las "5 Reglas de Oro"

Las 5 Reglas de Oro para Trabajos Eléctricos:

1. **Abrir con corte visible** todas las fuentes de tensión
2. **Enclavamiento o bloqueo** de los aparatos de corte
3. **Verificar ausencia de tensión** en todos los conductores
4. **Poner a tierra y en cortocircuito** todas las posibles fuentes
5. **Delimitar y señalizar** la zona de trabajo

Actividad práctica:

Se presentarán 20 fotografías de instalaciones reales. Los equipos deben:

- Identificar todos los riesgos presentes (mínimo 3 por imagen)
- Clasificar cada riesgo por nivel: ALTO, MEDIO, BAJO
- Proponer medidas correctivas específicas
- Citar el artículo RETIE que se está violando

Recursos normativos:

RETIE Completo (PDF) Riesgos Eléctricos ARL SURA - Prevención

ESTACIÓN 5: Desafío Integrador Final (1 hora 30 minutos)

Un caso complejo que requiere aplicar conocimientos de todas las estaciones anteriores.

ESCENARIO DEL DESAFÍO:

"Deben dimensionar el sistema eléctrico para una estación de bombeo de riego que operará 8 horas diarias. La bomba consume 1500W a 220V. Deben:

1. Calcular la corriente de operación (convertir a mA)
2. Seleccionar el calibre de cable adecuado según tabla RETIE
3. Dimensionar la protección termomagnética
4. Calcular el consumo mensual en kWh y costo (tarifa: $600/kWh)
5. Identificar 5 riesgos eléctricos en el diagrama proporcionado
6. Proponer el diagrama de flujo para el control automático del sistema

Este desafío simula una situación real que encontrarán en su vida profesional.

🏅 Sistema de Puntuación y Gamificación:

- **Puntos por estación:** 0-100 puntos según nivel de dominio
- **Bonificación por velocidad:** +10 puntos si completan antes del tiempo
- **Bonus por colaboración:** +15 puntos si ayudan a otro equipo
- **Penalización:** -5 puntos por error de seguridad en RETIE
- **Insignias especiales:**
  - 🥇 "Maestro de las Unidades" - Estación 1 perfecta
  - 🧮 "Calculador Experto" - Estación 2 sin errores
  - 🧠 "Mente Lógica" - Estación 3 completada en tiempo récord
  - ⚡ "Guardián de la Seguridad" - Estación 4 con todas las identificaciones
  - 🏆 "Integrador Total" - Desafío final resuelto completamente

Clasificación final:

- 450-500 puntos: ⭐ ⭐ ⭐ EXPERTO

- 400-449 puntos: ⭐⭐ AVANZADO
- 350-399 puntos: ⭐ COMPETENTE
- Menos de 350: EN DESARROLLO (requiere nivelación)

🎓 Estrategias didácticas:

- **Aprendizaje por Estaciones:** Rotación que mantiene la atención y energía
- **Gamificación:** Sistema de puntos e insignias que motiva el desempeño
- **Aprendizaje entre Pares:** Los equipos se apoyan mutuamente
- **Evaluación Formativa:** Identificación temprana de brechas de conocimiento
- **Aprendizaje Significativo:** Conexión directa con aplicaciones reales

📦 Materiales necesarios:

- 5 estaciones de trabajo claramente delimitadas
- Hojas de trabajo para cada estación (5 copias por equipo)
- Calculadoras científicas (1 por equipo)
- Computadores con acceso a internet (1 por estación)
- Impresiones de fotografías de riesgos eléctricos
- Copia del RETIE (versión resumida para consulta)
- Tabla de calibres de cable AWG
- Cronómetros para cada estación
- Tablero de puntuación visible
- Insignias impresas para premiar

☑ Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Conocimiento:** Hojas de trabajo completadas en cada estación con calificaciones individuales

- **Evidencia de Desempeño:** Observación directa durante las estaciones mediante lista de chequeo
- **Evidencia de Producto:** Solución completa del desafío integrador final
- **Autoevaluación:** Formato de reflexión personal sobre fortalezas y áreas de mejora identificadas

Plan de Nivelación:

Los aprendices que obtengan menos de 350 puntos recibirán un plan personalizado de nivelación que incluye:

- Sesiones de tutoría individual (2 horas semanales)
- Material de refuerzo en matemáticas básicas
- Ejercicios adicionales de conversión de unidades
- Acceso a plataformas de aprendizaje en línea (Khan Academy, Coursera)
- Evaluación de progreso en la semana 5

3.3 Actividades de apropiación:

Estructura de las Sesiones de Formación

A continuación se detallan las **15 sesiones prácticas** que constituyen el núcleo de su formación técnica. Cada sesión tiene una duración de **3.5 horas** y está diseñada con una estructura pedagógica consistente:

- **Introducción teórica:** Contextualización y fundamentación conceptual
- **Desarrollo práctico:** Experimentación guiada con equipos reales
- **Consolidación:** Análisis de resultados y reflexión sobre aprendizajes

Todas las sesiones integran materiales de apoyo digitales, videos tutoriales y documentación técnica profesional.

Duración: 3.5 horas | **Semana:** 4

Introducción:

Todo sistema agrotrónico depende del flujo ordenado de electrones a través de materiales conductores. Comprender la diferencia fundamental entre un conductor (que permite el paso de corriente eléctrica), un aislante (que lo bloquea) y un semiconductor (que se comporta de manera intermedia) es la base para evitar cortocircuitos, proteger equipos electrónicos sensibles y diseñar instalaciones seguras. En esta sesión, los aprendices experimentarán directamente con diversos materiales para clasificar su comportamiento eléctrico, estableciendo los cimientos para todo el conocimiento posterior en circuitos y sistemas automatizados.

Conceptos clave que se desarrollarán:

- Estructura atómica y el electrón libre
- Corriente eléctrica como flujo ordenado de cargas
- Conductores: materiales con alta movilidad de electrones (metales)
- Aislantes: materiales con electrones fuertemente ligados
- Semiconductores: comportamiento intermedio controlable
- Resistividad eléctrica de materiales
- Aplicaciones en sistemas agrotécnicos

Desarrollo de la Actividad:

FASE 1: Fundamentación Teórica (45 minutos)

- **Estructura atómica:** Explicación del modelo atómico simplificado (núcleo y órbitas electrónicas)
- **El electrón libre:** Por qué algunos materiales tienen electrones que se mueven libremente
- **Corriente eléctrica:** Definición como flujo de electrones y analogía con el flujo de agua
- **Clasificación de materiales:**
    - *Conductores:* Cobre, aluminio, plata, oro (aplicaciones)
    - *Aislantes:* Plástico, cerámica, vidrio, caucho (protección)

- *Semiconductores:* Silicio, germanio (electrónica moderna)

Recursos educativos para esta fase:

¿Qué es la Electricidad? Conductores y Aislantes Simulador de Cargas Teoría Corriente Eléctrica

FASE 2: Práctica de Laboratorio (2 horas)

Objetivo: Los aprendices testearán experimentalmente diversos materiales y clasificarán su comportamiento eléctrico utilizando el multímetro en modo continuidad.

Procedimiento experimental:

1. **Configuración del multímetro:**
    - Colocar el selector en modo continuidad (símbolo de diodo con sonido)
    - Verificar el funcionamiento tocando las puntas entre sí (debe sonar)
    - Explicación: la continuidad indica que hay un camino conductor
2. **Prueba de materiales metálicos:**
    - Cable de cobre desnudo
    - Alambre de aluminio
    - Clip metálico (acero)
    - Moneda
    - *Resultado esperado: Todos conducen (multímetro suena)*
3. **Prueba de materiales aislantes:**
    - Plástico (regla, bolígrafo)
    - Madera seca
    - Vidrio
    - Caucho (borrador)
    - *Resultado esperado: No conducen (multímetro no suena)*

4. **Experimentos especiales:**

   - Madera húmeda vs. madera seca (demostrar efecto del agua)
   - Agua pura vs. agua con sal (conductividad iónica)
   - Cable con aislamiento vs. cable desnudo
   - Grafito del lápiz (semiconductor básico)

⚠ **Precauciones de seguridad:**

- Solo se trabaja con multímetro (baja tensión, alimentado por batería interna)
- NO conectar materiales a tomas de corriente AC
- Mantener el área de trabajo seca
- No probar materiales desconocidos sin autorización del instructor

Videos de apoyo para la práctica:

Uso del Multímetro Prueba de Continuidad

FASE 3: Análisis y Consolidación (45 minutos)

Actividad 1: Elaboración de tabla comparativa

Cada equipo completará una tabla con los resultados obtenidos:

Material	**¿Conduce? (Sí/No)**	**Clasificación**	**Aplicación en Agrotrónica**
Ejemplo: Cobre	Sí (baja resistencia)	Conductor	Cableado de circuitos, bobinas

Actividad 2: Discusión técnica guiada

Pregunta central: ¿Por qué el agua en un cultivo es peligrosa para las instalaciones eléctricas?

Puntos a desarrollar en la discusión:

- El agua pura es aislante, pero el agua con sales/minerales conduce
- En agricultura, el agua siempre tiene impurezas conductoras
- Riesgo de cortocircuitos en equipos no protegidos adecuadamente
- Importancia de grados de protección IP (Ingress Protection)
- Necesidad de conexiones a tierra en entornos húmedos
- Casos reales de electrocución en entornos agrícolas

Actividad 3: Conexión con aplicaciones reales

El instructor mostrará ejemplos de:

- Sensores de humedad de suelo (conductividad variable)
- Cables sumergibles para bombas
- Cajas de conexión con grado IP65/IP67 para exteriores
- Conectores impermeables

Materiales necesarios por equipo (4-5 aprendices):

- 1 Multímetro digital con función de continuidad
- 2 Cables caimán/banana para conexión
- Kit de muestras de materiales:
    - Trozo de cable de cobre (10 cm)
    - Alambre de aluminio
    - Trozo de madera seca
    - Trozo de plástico (PVC)
    - Pieza de caucho/goma
    - Trozo de vidrio
    - Clip metálico

- Mina de lápiz (grafito)

- 2 Recipientes pequeños (para agua pura y agua salada)
- Sal común y agua destilada
- Trozo de madera húmeda (preparada con anticipación)
- Formato de tabla de resultados impreso
- Toallas de papel (para limpiar y secar)

☑ Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Producto:** Tabla comparativa completa con clasificación de materiales y aplicaciones en agrotrónica (Trabajo en equipo - calificación grupal)
- **Evidencia de Desempeño:** Lista de chequeo de uso correcto del multímetro y procedimientos de medición (Evaluación individual durante la práctica)
- **Evidencia de Conocimiento:** Cuestionario corto al final de la sesión sobre conceptos fundamentales (Evaluación individual - 10 preguntas)

🎯 Criterios de Evaluación:

- Clasifica correctamente todos los materiales como conductores, aislantes o semiconductores
- Utiliza adecuadamente el multímetro en modo continuidad
- Explica la diferencia entre conductores y aislantes a nivel atómico
- Identifica aplicaciones prácticas en sistemas agrotécnicos
- Reconoce riesgos asociados a materiales conductores en presencia de humedad

Duración: 3.5 horas | **Semana:** 5

🎯 Introducción:

En el campo de la Agrotrónica, los técnicos deben manejar rangos extremadamente amplios de valores eléctricos: desde las diminutas señales de sensores (medidas en miliamperios o milivoltios) hasta las grandes potencias de motores y actuadores (kilovatios). Dominar el Sistema Internacional

de Unidades y sus prefijos no es un simple ejercicio académico, sino una competencia esencial para interpretar correctamente datasheets, especificaciones técnicas, planos eléctricos y displays de instrumentos de medición. Un error en la interpretación de magnitudes puede resultar en la destrucción de componentes electrónicos sensibles o en el subdimensionamiento peligroso de conductores y protecciones.

Las tres magnitudes eléctricas fundamentales:

- **VOLTAJE (V):** Tensión eléctrica o diferencia de potencial - "la presión eléctrica"
    - Símbolo: V (voltios)
    - Analogía: presión del agua en una tubería
    - Rango típico en agrotrónica: 3.3V a 220V AC
- **CORRIENTE (I):** Intensidad del flujo de electrones - "el caudal eléctrico"
    - Símbolo: A (amperios)
    - Analogía: cantidad de agua que fluye por segundo
    - Rango típico: 1mA (sensores) a 10A (motores)
- **RESISTENCIA (R):** Oposición al paso de corriente - "la fricción del circuito"
    - Símbolo: Ω (ohmios)
    - Analogía: estrechamiento en la tubería
    - Rango típico: 100Ω a 10kΩ (componentes comunes)

Desarrollo de la Actividad:

FASE 1: Fundamentación Teórica (1 hora)

Parte A: Notación Científica (20 minutos)

- ¿Por qué necesitamos la notación científica? (números muy grandes y muy pequeños)
- Estructura: $a \times 10^n$ (donde $1 \leq a < 10$)
- Ejemplos de conversión:
    - $15000 = 1.5 \times 10^4$

- $0.0035 = 3.5 \times 10^{-3}$
- $250{,}000 = 2.5 \times 10^{5}$

Operaciones básicas con notación científica

Parte B: Prefijos del Sistema Internacional (25 minutos)

Prefijo	**Símbolo**	**Factor**	**Notación Científica**	**Ejemplo Eléctrico**
Tera	T	1,000,000,000,000	10^{12}	1 TΩ (muy raro)
Giga	G	1,000,000,000	10^{9}	2.4 GHz (frecuencias)
Mega	M	1,000,000	10^{6}	2.2 MΩ (resistencias altas)
Kilo	k	1,000	10^{3}	10 kΩ (muy común)
Unidad base	**-**	**1**	**10^{0}**	**100 Ω, 5 V, 2 A**
Mili	m	0.001	10^{-3}	20 mA (sensores)
Micro	µ	0.000001	10^{-6}	100 µF (capacitores)
Nano	n	0.000000001	10^{-9}	10 nF (capacitores pequeños)
Pico	p	0.000000000001	10^{-12}	100 pF (capacitancia parásita)

Parte C: Magnitudes Eléctricas (15 minutos)

- **Voltaje (V):** Definición, instrumento de medición (voltímetro), conexión en paralelo

- **Corriente (I):** Definición, instrumento (amperímetro), conexión en serie
- **Resistencia (R):** Definición, instrumento (ohmímetro), medición sin energía
- Submúltiplos y múltiplos más usados en cada magnitud

Recursos didácticos:

Notación Científica | Magnitudes Eléctricas | Prefijos del SI | Simulador Conversiones

FASE 2: Taller Práctico de Conversiones (2 horas)

Los aprendices trabajarán con la guía "Resistencias y Prefijos" que contiene 40 ejercicios graduados en complejidad. El taller se organiza en cuatro niveles progresivos:

NIVEL 1: Conversiones Básicas (10 ejercicios - 20 minutos)

Conversiones directas entre unidades base y un solo prefijo:

1. Convierta 5000 mA a A
2. Convierta 0.025 A a mA
3. Exprese 3300 Ω en kΩ
4. Convierta 0.0047 kΩ a Ω
5. Exprese 12000 V en kV
6. Convierta 0.5 kV a V
7. Exprese 470000 Ω en MΩ
8. Convierta 2.2 MΩ a Ω
9. Exprese 0.00033 A en mA
10. Convierta 150 mV a V

NIVEL 2: Conversiones con Micro (10 ejercicios - 25 minutos)

Introducción del prefijo micro y conversiones entre múltiples prefijos:

11. Convierta 0.000035 A a µA

12. Exprese 2500 µA en mA
13. Convierta 0.0000015 A a µA y luego a mA
14. Un sensor entrega 750 µA. ¿Cuántos mA son?
15. Convierta 0.000000100 F a µF
16. Exprese 4700 pF en nF y luego en µF
17. Convierta 0.001 mA a µA
18. ¿Cuántos µA hay en 0.5 A?
19. Exprese 330000 pF en µF
20. Convierta 1.5 µF a nF

NIVEL 3: Notación Científica (10 ejercicios - 30 minutos)

Combinación de prefijos con notación científica:

21. Exprese 250,000 Ω en notación científica y luego en kΩ
22. Convierta 3.5×10^{-3} A a mA
23. Exprese 0.000000047 F en notación científica y prefijo adecuado
24. Un motor consume 4.5×10^{3} mA. ¿Cuántos A son?
25. Convierta 2.2×10^{6} Ω a MΩ
26. Exprese 750×10^{-6} A en el prefijo más apropiado
27. Convierta 5.6×10^{4} V a kV
28. Exprese 0.000000330 F usando notación científica y prefijo nano
29. Un cable tiene resistencia de 1.5×10^{-2} kΩ. ¿Cuántos Ω son?
30. Convierta 4700×10^{-9} F a nF

NIVEL 4: Problemas Aplicados (10 ejercicios - 45 minutos)

Situaciones reales de agrotrónica que requieren conversiones:

31. Un sensor de humedad de suelo entrega una señal de 0.00085 A. Exprese en mA y µA.
32. Una electroválvula requiere 220 V y consume 0.5 A. ¿Cuántos mA consume?
33. Un datasheet indica que un LED soporta máximo 20 mA. ¿Cuántos A son?
34. Una resistencia limitadora tiene 470 Ω. El circuito necesita 0.68 kΩ. ¿Es mayor o menor?
35. Un panel solar genera 12 V y 2500 mA. ¿Cuántos A genera?
36. Un cable tiene 0.015 Ω por metro. Un tendido de 50m tendrá ¿cuántos Ω? Exprese en mΩ.
37. Un capacitor es de 100000 pF. ¿Cuántos µF son?
38. Una batería de 12 V entrega 7.5 A. Un motor requiere 7500 mA. ¿Alcanza la batería?
39. Un circuito tiene resistencia total de 3.3 kΩ. Si lo alimentamos con 5 V, ¿cuántos mA circulan? (Use V=IR)
40. Un transformador entrega 24 V AC. Un dispositivo requiere 0.024 kV. ¿Son compatibles?

Estrategia de Escalera de Conversión:

Enseñar a los aprendices el método visual de "saltar escalones":

Tera (T)

↓ ×1000

Giga (G)

↓ ×1000

Mega (M)

↓ ×1000

Kilo (k)

↓ ×1000

UNIDAD BASE

↓ ×1000

mili (m)

↓ ×1000

micro (μ)

↓ ×1000

nano (n)

↓ ×1000

pico (p)

Regla: Bajar = multiplicar por 1000 (mover punto decimal 3 lugares a la derecha)
Subir = dividir entre 1000 (mover punto decimal 3 lugares a la izquierda)

FASE 3: Socialización y Corrección (30 minutos)

Metodología de corrección cruzada:

1. **Intercambio de guías (5 min):** Cada equipo entrega su guía al equipo de la derecha
2. **Corrección con solucionario (15 min):** El instructor proyecta las respuestas y los equipos califican el trabajo de sus compañeros
3. **Discusión de errores comunes (10 min):**
    - Confusión entre mili (m) y Mega (M) por capitalización
    - Errores al mover el punto decimal
    - No usar el prefijo más apropiado (ej: escribir 0.0047 A en vez de 4.7 mA)
    - Olvidar cambiar la unidad al convertir

Meta de Aprendizaje:

Al finalizar esta sesión, cada aprendiz debe poder:

- Convertir entre cualquier par de prefijos sin calculadora

- Identificar el prefijo más apropiado para expresar una cantidad
- Interpretar correctamente valores en datasheets técnicos
- Realizar conversiones mentales rápidas para órdenes de magnitud comunes

Materiales necesarios:

- Guía impresa "Resistencias y Prefijos" (1 por aprendiz)
- Calculadora científica (1 por equipo)
- Tabla de prefijos del SI (póster para el aula)
- Solucionario para el instructor
- Proyector para corrección colectiva
- Lápices de colores para corrección cruzada
- Regla de conversión plastificada (opcional, como ayuda visual)

Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Conocimiento:** Taller escrito completo con mínimo 85% de respuestas correctas (Individual)
- **Evidencia de Desempeño:** Participación en corrección cruzada y discusión de errores (Lista de chequeo)
- **Quiz exprés:** 5 conversiones realizadas en 5 minutos al final de la clase (Individual)

Sesión 6: La Resistencia y el Código de Colores

Duración: 3.5 horas | **Semana:** 6

Introducción:

La resistencia eléctrica es uno de los componentes más fundamentales en cualquier circuito electrónico. Su función principal es limitar el paso de corriente, protegiendo componentes delicados como LEDs, transistores y microcontroladores de daños por sobrecorriente. En lugar de imprimir valores numéricos (que se borrarían con el tiempo y el calor), los fabricantes utilizan un ingenioso sistema de **bandas de colores** que todo técnico competente debe dominar. La lectura rápida y precisa del código de colores no es solo una habilidad técnica, sino una competencia profesional que distingue al técnico capacitado del aficionado.

El Código de Colores: Un lenguaje universal

Cada color representa un dígito según la siguiente tabla estándar:

Color	Dígito	Multiplicador	Tolerancia
Negro	0	×1 (10^0)	-
Café/Marrón	1	×10 (10^1)	±1%
Rojo	2	×100 (10^2)	±2%
Naranja	3	×1,000 (10^3)	-
Amarillo	4	×10,000 (10^4)	-
Verde	5	×100,000 (10^5)	±0.5%
Azul	6	×1,000,000 (10^6)	±0.25%
Violeta	7	×10,000,000 (10^7)	±0.1%
Gris	8	×100,000,000 (10^8)	±0.05%
Blanco	9	×1,000,000,000 (10^9)	-

Dorado	-	×0.1 (10^{-1})	±5%
Plateado	-	×0.01 (10^{-2})	±10%

Mnemotecnia popular para recordar el código:

*"**N**egro **C**afé **R**ojo **N**aranja **A**marillo **V**erde **A**zul **V**ioleta **G**ris **B**lanco"*

O la frase: "*Nunca Comas Rana Ni Aguacate Verde Azul Violeta, Grita Basta*"

Desarrollo de la Actividad:

FASE 1: Fundamentación Teórica (45 minutos)

Parte A: Concepto de Resistencia (15 minutos)

- Definición: oposición al flujo de corriente eléctrica
- Unidad: Ohmio (Ω) - símbolo omega del alfabeto griego
- Función en circuitos: protección, división de voltaje, limitación de corriente
- Tipos de resistencias: carbón, película metálica, bobinadas, precisión
- Potencia nominal: 1/8W, 1/4W, 1/2W, 1W, 2W, 5W (tamaños físicos)

Parte B: Lectura del Código de 4 Bandas (15 minutos)

Estructura: [1° Dígito] [2° Dígito] [Multiplicador] [Tolerancia]

Ejemplo 1: Marrón-Negro-Rojo-Dorado

- Marrón = 1 (primer dígito)
- Negro = 0 (segundo dígito)
- Rojo = ×100 (multiplicador)
- Dorado = ±5% (tolerancia)
- **Resultado: 10 × 100 = 1000Ω = 1kΩ ±5%**

Ejemplo 2: Amarillo-Violeta-Naranja-Plateado

- Amarillo = 4
- Violeta = 7
- Naranja = ×1000
- Plateado = ±10%
- **Resultado: 47 × 1000 = 47,000Ω = 47kΩ ±10%**

Parte C: Lectura del Código de 5 Bandas (15 minutos)

Estructura: [1° Dígito] [2° Dígito] [3° Dígito] [Multiplicador] [Tolerancia]

Las resistencias de 5 bandas ofrecen mayor precisión con un dígito adicional

Ejemplo: Café-Rojo-Café-Café-Café

- Café = 1 (primer dígito)
- Rojo = 2 (segundo dígito)
- Café = 1 (tercer dígito)
- Café = ×10 (multiplicador)
- Café = ±1% (tolerancia)
- **Resultado: 121 × 10 = 1210Ω = 1.21kΩ ±1%**

⚠ **Truco para identificar el extremo correcto:**

- La banda de tolerancia (dorado/plateado) suele estar más separada
- Si hay duda, calcula desde ambos extremos y usa el valor más común
- Las resistencias NUNCA empiezan con banda dorada/plateada como primer dígito

Recursos didácticos:

📺 Código de Colores Explicado 📺 Cómo Leer Resistencias 🔧 Calculadora de Código de Colores 🎮 Juego Interactivo de Resistencias

FASE 2: Práctica Lúdica de Decodificación (2 horas 15 minutos)

Se organizará una actividad gamificada donde los aprendices trabajarán en parejas para decodificar, calcular y organizar un lote de resistencias reales.

Actividad 1: Decodificación Básica (30 minutos)

Cada pareja recibe 10 resistencias de 4 bandas y debe:

1. Identificar correctamente el extremo de lectura
2. Leer cada banda de color
3. Calcular el valor nominal en Ω
4. Expresar el valor con el prefijo apropiado (kΩ, MΩ)
5. Anotar la tolerancia
6. Calcular el valor máximo y mínimo permitido por la tolerancia

Ejemplo de cálculo de tolerancia:

Resistencia de 1kΩ ±5%:

- 5% de 1000Ω = 50Ω
- Valor mínimo: 1000Ω - 50Ω = 950Ω
- Valor máximo: 1000Ω + 50Ω = 1050Ω
- **Rango aceptable: 950Ω a 1050Ω**

Actividad 2: Desafío de Velocidad (20 minutos)

Competencia por equipos:

- El instructor muestra resistencias reales o proyecta imágenes
- Los equipos tienen 30 segundos para calcular cada valor
- Primer equipo en responder correctamente gana puntos
- Resistencias de dificultad creciente (valores raros, 5 bandas)
- Tabla de posiciones visible en tiempo real

Actividad 3: Reto de Organización (45 minutos)

Simulación de trabajo técnico real:

1. Cada equipo recibe un lote mezclado de 40 resistencias de diferentes valores
2. Deben decodificar TODAS las resistencias
3. Organizar por valores comerciales según serie E12:
    - E12: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82 (y sus múltiplos)
4. Colocar en compartimentos etiquetados de la caja organizadora
5. Crear un inventario escrito del banco de resistencias

Serie E12 de valores comerciales:

Los fabricantes no producen todos los valores posibles, sino valores estandarizados:

Valor Base (Ω)	×10	×100	×1k	×10k	×100k	×1M
10	100Ω	1kΩ	10kΩ	100kΩ	1MΩ	10MΩ
22	220Ω	2.2kΩ	22kΩ	220kΩ	2.2MΩ	22MΩ
47	470Ω	4.7kΩ	47kΩ	470kΩ	4.7MΩ	47MΩ

Esta estandarización facilita el diseño y la disponibilidad de componentes

Actividad 4: Verificación con Multímetro (40 minutos)

Control de calidad profesional:

1. Seleccionar 5 resistencias de diferentes valores
2. Predecir el valor según código de colores
3. Configurar el multímetro en modo ohmímetro

4. Medir el valor real de cada resistencia
5. Comparar valor medido vs. valor nominal
6. Verificar que el valor real esté dentro del rango de tolerancia
7. Documentar resultados en tabla comparativa

⚠ **Precauciones al medir resistencias:**

- La resistencia NUNCA se mide en circuitos energizados
- Tocar ambos terminales con los dedos puede alterar la lectura
- Verificar que el multímetro esté en el rango adecuado
- Algunas resistencias se calientan si han estado en uso (esperar enfriamiento)

FASE 3: Cierre y Evaluación (30 minutos)

Evaluación práctica individual (20 minutos):

- El instructor entrega a cada aprendiz 5 resistencias sin identificar
- Deben decodificar y calcular todos los valores en máximo 15 minutos
- Medirlas con multímetro y verificar tolerancia
- Entregar hoja de registro completa

Reflexión final (10 minutos):

Discusión grupal sobre:

- ¿Por qué es importante la tolerancia en proyectos de precisión?
- ¿Qué pasa si usamos una resistencia de valor incorrecto en un circuito?
- Aplicaciones de resistencias en sistemas agrotécnicos (sensores, divisores de voltaje)
- ¿Cuándo es necesario usar resistencias de alta precisión (±1%) vs. estándar (±5%)?

Materiales necesarios:

Kit de Resistencias

- 10 resistencias 4 bandas
- 5 resistencias 5 bandas
- Valores: 100Ω a 100kΩ
- Potencias: 1/4W y 1/2W

Instrumentos

- 1 Multímetro digital
- Cables de prueba
- Calculadora científica

Material Organizativo

- Caja organizadora
- Etiquetas adhesivas
- Marcador permanente

Sesión 7: La Ley de Ohm (Fundamento Matemático)

Introducción

La **Ley de Ohm** es la ecuación fundamental que gobierna el comportamiento de los circuitos eléctricos. Formulada por el físico alemán Georg Simon Ohm en 1827, establece la relación matemática entre voltaje, corriente y resistencia: **V = I × R**. Esta ley simple pero poderosa permite a los técnicos predecir el comportamiento de cualquier circuito antes de construirlo, dimensionar componentes correctamente y diagnosticar fallas con precisión.

En sistemas agrotécnicos, la Ley de Ohm es esencial para calcular la corriente que consumirá una electroválvula, determinar la resistencia limitadora necesaria para un LED indicador, dimensionar cables para motores o verificar si una fuente de poder puede alimentar un conjunto de sensores.

Dominar esta ley es el paso definitivo para pasar de "conectar componentes al azar" a **diseñar circuitos con criterio técnico**.

Analogía hidráulica:
• **Voltaje (V)** = Presión del agua en una tubería
• **Corriente (I)** = Caudal de agua que fluye
• **Resistencia (R)** = Estrechamiento o fricción en la tubería

A mayor presión (voltaje), más fluye (corriente). A mayor resistencia (estrechamiento), menos fluye.

Las tres formas de la Ley de Ohm

Fórmula	Cuándo usarla	Ejemplo Aplicado
V = I × R	Para calcular voltaje conociendo corriente y resistencia	¿Cuánto voltaje cae en una resistencia de 100Ω si circulan 50mA?
I = V / R	Para calcular corriente conociendo voltaje y resistencia	¿Cuánta corriente circula en un circuito de 12V con 330Ω?
R = V / I	Para calcular resistencia conociendo voltaje y corriente	¿Qué resistencia necesito si tengo 5V y quiero 20mA?

FASE 1: Fundamentación Teórica (1 hora)

Parte A: El Triángulo Mnemotécnico (20 minutos)

El instructor presentará el triángulo de Ohm, herramienta visual para recordar las tres fórmulas. El método es simple: **tape la magnitud que busca, y las otras dos quedan en su operación correcta**.

Parte B: Ejercicios Resueltos (40 minutos)

1. **Calcular Corriente:** Una electroválvula de riego tiene resistencia de 50Ω y se conecta a 12V. ¿Cuánta corriente consume?
    - Fórmula: I = V / R = 12V / 50Ω = 0.24A = **240mA**

2. **Calcular Resistencia Limitadora:** Un LED necesita 20mA y cae 2V. Tenemos fuente de 5V. ¿Qué resistencia necesitamos?
    - Voltaje en resistencia: 5V - 2V = 3V
    - Fórmula: R = V / I = 3V / 0.02A = **150Ω**

Recursos didácticos:

- Ley de Ohm Explicada (Español)
- Ejercicios Resueltos de Ley de Ohm
- Simulador Interactivo Ley de Ohm (PhET)

FASE 2: Resolución Colaborativa de Problemas (2 horas)

Los aprendices resolverán 20 problemas graduados en tres bloques de complejidad:

Bloque 1: Problemas Directos (8 problemas)

Bloque 2: Problemas con Conversiones (6 problemas)

Bloque 3: Problemas Aplicados a Agrotrónica (6 problemas)

FASE 3: Evaluación y Cierre (30 minutos)

Quiz individual de 5 problemas para verificar competencia adquirida.

Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Conocimiento:** Quiz escrito de 5 problemas (40%)
- **Evidencia de Desempeño:** Resolución colaborativa verificada (30%)
- **Evidencia de Producto:** Hoja de trabajo completa (30%)

Sesión 8: Introducción al Protoboard y Simulación

Introducción

Antes de soldar o instalar en campo, todo circuito profesional debe prototiparse.
El **protoboard** (también llamado breadboard o placa de pruebas) y los **simuladores virtuales** como Tinkercad Circuits permiten probar diseños sin riesgo de dañar componentes costosos. Esta sesión desarrollará las competencias para montar circuitos temporales de forma rápida y segura, habilidad fundamental para el diagnóstico y desarrollo de sistemas agrotécnicos.

Un técnico competente debe saber montar, verificar y desmontar circuitos con eficiencia, comprendiendo la topología interna del protoboard para evitar cortocircuitos y conexiones erróneas.

Anatomía del Protoboard

Un protoboard estándar de 830 puntos tiene tres zonas claramente diferenciadas:

Zona	Ubicación	Conexión Interna	Uso Típico
Buses de Alimentación	Laterales (verticales)	Conectados verticalmente	V+ (rojo) y GND (azul/negro)
Canal Central	Separación en medio	Sin conexión	Separar patas de circuitos integrados
Nodos de Componentes	Filas horizontales (5 puntos)	Conectados horizontalmente	Montar componentes y cables

⚠ **Error común:** Muchos protoboards tienen buses de alimentación divididos a la mitad. SIEMPRE verificar continuidad con multímetro antes de usar. Si están divididos, unirlos con un cable puente.

FASE 1: Fundamentación Teórica (1 hora)

Parte A: Estructura del Protoboard (30 minutos)

- Explicación de continuidad interna (usar diagrama proyectado)
- Demostración práctica: quitar adhesivo de un protoboard para mostrar tiras metálicas internas
- Verificación de continuidad con multímetro en modo audible

- Reglas de oro: no cruzar el canal central, no confiar en buses sin verificar

Parte B: Introducción a Tinkercad Circuits (30 minutos)

- Creación de cuenta gratuita (usar correos institucionales)
- Tour por la interfaz: biblioteca de componentes, área de trabajo, controles
- Diferencias entre protoboard virtual y física
- Ventajas: multímetro virtual, fuentes ajustables, sin riesgo de daño

Recursos didácticos:

- Cómo Usar un Protoboard (Español)
- Tutorial Tinkercad Circuits
- Tinkercad Circuits (Plataforma)
- Guía Completa Protoboard

FASE 2: Práctica Virtual en Tinkercad (1h 30min)

Circuito 1: LED Básico con Resistencia (30 minutos)

Primer montaje guiado paso a paso:

1. Colocar batería de 9V en el área de trabajo
2. Agregar protoboard desde biblioteca
3. Colocar resistencia de 470Ω (amarillo-violeta-café)
4. Agregar LED rojo (verificar polaridad: patita larga = ánodo +)
5. Conectar con cables según esquema
6. Simular y verificar encendido
7. Medir voltaje en LED con multímetro virtual (debe ser ~2V)
8. Medir corriente insertando amperímetro (debe ser ~15mA)

Circuito 2: Dos LEDs en Serie (30 minutos)

Complejidad media - conexión serie:

- Batería 9V, resistencia 220Ω, 2 LEDs rojos en serie
- Calcular voltaje esperado (9V - 2V - 2V = 5V en resistencia)
- Calcular corriente esperada (I = 5V / 220Ω ≈ 23mA)
- Montar, simular y verificar con mediciones

Circuito 3: Experimento Libre (30 minutos)

Los aprendices diseñan su propio circuito con:

- Mínimo 1 fuente, 2 resistencias, 2 LEDs
- Debe funcionar sin quemar componentes
- Guardar diseño y compartir enlace

FASE 3: Práctica Física con Protoboard Real (1 hora)

Actividad: Replicar Circuito Virtual en Físico

Cada equipo replica su Circuito 1 de Tinkercad en el protoboard real:

1. **Verificación previa (10 min):** Comprobar continuidad de buses con multímetro
2. **Montaje guiado (30 min):**
    - Conectar batería a buses (rojo = +, negro = GND)
    - Insertar resistencia en nodo central
    - Verificar polaridad del LED
    - Hacer conexiones con cables de puente
    - Verificar visualmente antes de energizar
3. **Mediciones y verificación (20 min):**
    - Medir voltaje en LED (modo voltímetro DC)
    - Calcular corriente con Ley de Ohm vs. medir directamente

- Comparar mediciones reales vs. simulación
- Documentar discrepancias (tolerancias de componentes)

⚠ **Seguridad en Protoboard:**
• No exceder corriente de 1A por bus de alimentación
• No insertar componentes con terminales muy gruesos
• No forzar componentes (daña las tiras metálicas)
• Siempre desenergizar antes de modificar
• Revisar polaridad de componentes polarizados (LEDs, electrolíticos)

Materiales necesarios por equipo:

Electrónicos

- 1 Protoboard 830 puntos
- 1 Batería 9V + portabaterías
- 3 LEDs rojos difusos 5mm
- Resistencias: 220Ω, 470Ω, 1kΩ
- Kit cables puente M-M

Instrumentos

- 1 Multímetro digital
- Pelacables (compartido)

Computación

- 1 PC con internet
- Cuenta Tinkercad
- Navegador actualizado

Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Producto:** Archivo de simulación Tinkercad compartido + foto de circuito físico funcional
- **Evidencia de Desempeño:** Lista de chequeo de montaje correcto en protoboard

- **Evidencia de Conocimiento:** Cuestionario sobre conexiones internas del protoboard

Sesión 9: Circuito Serie (El Divisor de Tensión)

Introducción

En un **circuito serie**, los componentes se conectan uno tras otro formando un único camino para la corriente. La característica fundamental es que **la corriente es la misma en todos los elementos, pero el voltaje se reparte**. Este principio es la base de innumerables aplicaciones: desde divisores de voltaje para sensores analógicos hasta cadenas de LEDs navideños.

En agrotrónica, los circuitos serie se utilizan para acondicionar señales de sensores (reducir voltajes a rangos seguros para microcontroladores), crear referencias de voltaje y distribuir cargas de forma controlada. Comprender la **Ley de Kirchhoff de Voltajes** es esencial para cualquier técnico.

Ley de Kirchhoff de Voltajes (KVL):
"La suma de todas las caídas de voltaje en un circuito cerrado es igual al voltaje de la fuente"

Vfuente = V1 + V2 + V3 + ... + Vn

Características del Circuito Serie

Magnitud	Comportamiento	Fórmula
Corriente (I)	IGUAL en todos los componentes	It = I1 = I2 = I3 = ...
Voltaje (V)	SE REPARTE entre componentes	Vt = V1 + V2 + V3 + ...
Resistencia (R)	Se SUMA directamente	Rt = R1 + R2 + R3 + ...

⚠ **Consecuencia crítica:** Si un componente se abre (falla) en un circuito serie, TODO el circuito deja de funcionar. Por eso las luces navideñas antiguas se apagaban completamente cuando un bombillo se fundía.

FASE 1: Cálculo Previo en Papel (45 minutos)

Ejercicio Guiado: Circuito Serie de 3 Resistencias

Dados los siguientes componentes:

- Fuente: 12V
- R1 = 220Ω
- R2 = 470Ω
- R3 = 1kΩ

Paso 1: Calcular Resistencia Total

Rt = R1 + R2 + R3
Rt = 220Ω + 470Ω + 1000Ω
Rt = 1690Ω = 1.69kΩ

Paso 2: Calcular Corriente Total (que es la misma en todos)

It = Vt / Rt
It = 12V / 1690Ω
It = 0.0071A = 7.1mA

Paso 3: Calcular Voltaje en cada Resistencia

V1 = It × R1 = 0.0071A × 220Ω = **1.56V**
V2 = It × R2 = 0.0071A × 470Ω = **3.34V**
V3 = It × R3 = 0.0071A × 1000Ω = **7.1V**

Paso 4: Verificar Ley de Kirchhoff

Vt = V1 + V2 + V3
12V = 1.56V + 3.34V + 7.1V
12V = 12V ✓ **¡Correcto!**

Recursos didácticos:

- Circuitos Serie Explicados
- Ley de Kirchhoff de Voltajes
- Simulador de Circuitos DC (PhET)
- Teoría Circuitos Serie

FASE 2: Montaje en Protoboard (1h 30min)

Actividad Práctica Guiada:

1. **Preparación (10 min):** Identificar y verificar componentes, preparar área de trabajo
2. **Montaje paso a paso (40 min):**
    - Conectar fuente de 12V a buses de alimentación
    - Insertar R1 (220Ω) conectando bus + a nodo central
    - Desde el otro extremo de R1, insertar R2 (470Ω)
    - Desde el otro extremo de R2, insertar R3 (1kΩ)
    - Cerrar circuito conectando extremo de R3 al bus GND
    - Revisar visualmente ANTES de energizar
3. **Verificación (40 min):**
    - Energizar y verificar que no hay sobrecalentamiento
    - Medir voltaje total con multímetro (debe ser ~12V)
    - Medir voltaje en cada resistencia y anotar
    - Comparar valores medidos vs. calculados (tolerancia ±10%)
    - Sumar voltajes y verificar que igualan al total

Técnica de medición: Para medir voltaje en un componente, colocar las puntas del multímetro en PARALELO a los extremos del componente (sin desconectar nada).

FASE 3: Experimentación y Análisis (1h 15min)

Experimento 1: ¿Qué pasa si se abre el circuito? (20 min)

1. Retirar R2 del protoboard (simular componente abierto)
2. Medir voltaje en R1 y R3
3. **Observación:** No circula corriente, por tanto V = 0 en todos
4. **Conclusión:** Un elemento abierto interrumpe TODO el circuito serie

Experimento 2: Divisor de Voltaje Práctico (30 min)

Diseñar un divisor que entregue aproximadamente 5V desde 12V:

- Usar potenciómetro de 10kΩ en serie con resistencia fija
- Ajustar potenciómetro hasta lograr 5V en su terminal central
- Aplicación: Acondicionar señal de sensor para Arduino (máx 5V)

Discusión Final (25 min):

- ¿Por qué los voltajes no suman exactamente 12V? (tolerancias)
- ¿Qué ventajas/desventajas tiene un circuito serie?
- Aplicaciones en agrotrónica: cadenas de sensores, distribución de carga

Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Conocimiento:** Hoja de cálculos previos completa y correcta
- **Evidencia de Producto:** Tabla comparativa "Valor Calculado vs. Valor Medido"
- **Evidencia de Desempeño:** Montaje funcional verificado y mediciones correctas

Sesión 10: Circuito Paralelo (Divisor de Corriente)

Duración: 3.5 horas | **Semana:** 10

Introducción

La conexión en **paralelo** es la más utilizada en instalaciones eléctricas reales. En este tipo de circuito, todos los componentes reciben el **mismo voltaje**, pero la **corriente se divide** entre las diferentes ramas. Esto permite que cada carga funcione independientemente: si una falla, las demás siguen operando.

En sistemas agrotécnicos, los circuitos paralelo son esenciales para conectar múltiples actuadores (ventiladores, bombas, luces) a una misma fuente, permitiendo control individual de cada uno sin afectar al resto del sistema.

Ley de Kirchhoff de Corrientes (KCL):
"La corriente que entra a un nodo es igual a la suma de corrientes que salen"

It = I1 + I2 + I3 + ... + In

Características del Circuito Paralelo

Magnitud	Comportamiento	Fórmula
Voltaje (V)	IGUAL en todos los componentes	Vt = V1 = V2 = V3 = ...
Corriente (I)	SE DIVIDE entre ramas	It = I1 + I2 + I3 + ...
Resistencia (R)	Fórmula de INVERSOS	1/Rt = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3 + ...

✓ **Ventaja principal:** Si un componente falla, los demás siguen funcionando. Esta es la razón por la cual TODAS las instalaciones domiciliarias usan circuitos paralelo.

FASE 1: Fundamentación y Cálculo (45 minutos)

Ejercicio Guiado: Cálculo de Resistencia Equivalente

Tres resistencias en paralelo:

- Fuente: 12V
- R1 = 1kΩ, R2 = 2.2kΩ, R3 = 4.7kΩ

Método 1: Inversos

1/Rt = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3
1/Rt = 1/1000 + 1/2200 + 1/4700
1/Rt = 0.001 + 0.000455 + 0.000213
1/Rt = 0.001668
Rt = 599.5Ω ≈ 600Ω

Observación importante: La resistencia total en paralelo SIEMPRE es menor que la resistencia más pequeña.

Calcular corrientes individuales:

It = Vt / Rt = 12V / 600Ω = **20mA**
I1 = V / R1 = 12V / 1000Ω = **12mA**

I2 = V / R2 = 12V / 2200Ω = **5.45mA**
I3 = V / R3 = 12V / 4700Ω = **2.55mA**

Verificación: 12 + 5.45 + 2.55 = 20mA ✓

⚠ **PRECAUCIÓN AL MEDIR CORRIENTE:**
• Para medir corriente hay que ABRIR el circuito e insertar el amperímetro EN SERIE
• Verificar que el multímetro esté en rango correcto (mA o A)
• Verificar que el fusible del multímetro esté bueno
• NUNCA medir corriente en paralelo (quema fusible o multímetro)

FASE 2: Montaje y Medición (1h 30min)

Actividad Práctica:

1. **Montaje (30 min):** Conectar las tres resistencias en paralelo
2. **Medición de voltajes (20 min):** Verificar que todas tienen 12V
3. **Medición de corrientes (40 min):**
    - Desenergizar completamente
    - Abrir una rama a la vez
    - Insertar multímetro en modo mA
    - Energizar y medir
    - Documentar en tabla

FASE 3: Aplicación Práctica - Múltiples LEDs (1h 15min)

Proyecto: Conectar 3 LEDs en paralelo con sus resistencias limitadoras

Cada rama tendrá: LED + Resistencia 470Ω (en serie dentro de cada rama paralela)

Ventaja demostrada: Al retirar un LED, los otros dos siguen encendidos.

☑ Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Conocimiento:** Cálculos de resistencia equivalente y corrientes
- **Evidencia de Producto:** Reporte de laboratorio con mediciones y análisis

- **Evidencia de Desempeño:** Medición correcta y segura de corrientes

🔧 Sesión 11: Circuitos Mixtos y Troubleshooting

🎯 Introducción

Los sistemas reales SIEMPRE combinan conexiones en serie y paralelo. Un **circuito mixto** requiere aplicar estratégicamente los principios de ambos tipos de conexión, identificando primero qué secciones están en serie y cuáles en paralelo.

Más importante aún, esta sesión desarrollará habilidades de **troubleshooting** (diagnóstico de fallas), competencia crítica para cualquier técnico de campo.

FASE 1: Análisis de Circuitos Mixtos (1 hora)

Estrategia de Reducción Paso a Paso:

1. Identificar secciones claramente en paralelo o serie
2. Reducir primero las secciones más internas
3. Continuar reduciendo hasta tener una sola resistencia equivalente
4. Calcular corriente total
5. "Desandar" el camino para calcular corrientes y voltajes parciales

Ejercicio Completo en Pizarra

🖳 Recursos didácticos:

- 📺 Circuitos Mixtos Resueltos
- 📖 Ejercicios Paso a Paso
- 📺 Troubleshooting de Circuitos

FASE 2: Práctica de Diagnóstico de Fallas (2 horas)

Reto: "El Técnico Detective"

El instructor entrega circuitos con fallas implantadas:

- ❌ Falso contacto en protoboard
- ❌ Resistencia quemada (infinita)

- ❌ Cortocircuito oculto
- ❌ Polaridad invertida
- ❌ Valor incorrecto de componente

Metodología de diagnóstico:

1. Inspección visual
2. Verificación de alimentación
3. Medición de resistencia total (desenergizado)
4. Medición de voltajes por secciones
5. Identificación del componente/conexión defectuosa
6. Corrección y verificación

FASE 3: Bitácora de Diagnóstico (30 minutos)

Documentar cada falla encontrada con:

- Síntoma observado
- Mediciones realizadas
- Causa raíz identificada
- Solución aplicada

☑ Evidencias de aprendizaje:

- **Evidencia de Conocimiento:** Análisis de circuito mixto en papel
- **Evidencia de Producto:** Bitácora completa de diagnóstico con mínimo 3 fallas
- **Evidencia de Desempeño:** Reparación exitosa de circuitos defectuosos

Sesión 12: Potencia Eléctrica (Ley de Watt)

Duración: 3.5 horas
Semana: 12

Introducción

La **potencia eléctrica** es una magnitud fundamental que determina el trabajo que puede realizar un equipo eléctrico y la cantidad de calor que disipa durante su operación. Comprender y calcular correctamente la potencia es crítico para:

- Seleccionar componentes que no se sobrecalienten o quemen
- Dimensionar fuentes de alimentación y baterías
- Calcular consumos energéticos y costos operativos
- Prevenir incendios por sobrecarga de componentes
- Diseñar sistemas de disipación térmica adecuados

En agrotrónica, el cálculo de potencia es esencial para dimensionar paneles solares, baterías para sistemas de riego automatizado, y seleccionar resistencias que soporten las corrientes de sensores y actuadores sin degradarse.

$$P = V \times I = I^2 \times R = V^2 / R$$

Analogía Hidráulica de la Potencia: La potencia es como la "fuerza del agua" en una turbina: depende tanto de la presión (voltaje) como del caudal (corriente). Más presión o más caudal = más potencia = más trabajo realizado.

Desarrollo de la Actividad

FASE 1: Fundamentación Teórica (1 hora)

Parte A: La Ley de Watt (20 minutos)

- **Definición de Potencia:** Energía consumida o entregada por unidad de tiempo
- **Unidad:** Watt (W) = Joule/segundo
- **Tres fórmulas equivalentes de la Ley de Watt:**
  - $P = V \times I$ → Cuando conocemos voltaje y corriente
  - $P = I^2 \times R$ → Cuando conocemos corriente y resistencia
  - $P = V^2 / R$ → Cuando conocemos voltaje y resistencia
- **Conversiones comunes:** 1 kW = 1000 W, 1 HP = 746 W

Fórmula	Cuándo usarla	Ejemplo
$P = V \times I$	Datos de voltaje y corriente disponibles	Bombillo 120V, 0.5A → P = 60W
$P = I^2 \times R$	Calcular calor disipado en resistencias	20mA en 470Ω → P = 0.188W

Fórmula	Cuándo usarla	Ejemplo
$P = V^2 / R$	Conocemos voltaje aplicado y resistencia	12V en 100Ω → P = 1.44W

Parte B: Potencia Nominal de Componentes (20 minutos)

Las resistencias vienen en diferentes potencias nominales estándar:

- **1/8 W (0.125W):** Miniatura, electrónica de bajo consumo
- **1/4 W (0.25W):** Más común en prototipos y circuitos digitales
- **1/2 W (0.5W):** Señales analógicas y circuitos de potencia baja
- **1 W:** Limitadores de corriente y filtros de potencia
- **2 W, 5 W, 10 W:** Resistencias de potencia, cerámicas o de alambre

⚠ **Regla de Diseño Crítica:**Siempre seleccionar resistencias con potencia nominal al menos**doble**de la potencia calculada. Esto garantiza que el componente no opere al límite térmico, prolongando su vida útil y aumentando la confiabilidad del sistema.

Parte C: Ejercicios Resueltos (20 minutos)

1. **Ejercicio 1:** Un LED opera con 2V y 20mA. ¿Cuánta potencia consume?
   $P = V \times I = 2V \times 0.02A =$ **0.04W = 40mW**
2. **Ejercicio 2:** Una resistencia de 220Ω tiene 5V aplicados. ¿Qué potencia disipa?
   $P = V^2 / R = (5V)^2 / 220Ω = 25 / 220 =$ **0.114W**
   Conclusión: Una resistencia de 1/4W (0.25W) es suficiente, pero 1/2W es más segura.
3. **Ejercicio 3:** Si circulan 100mA por una resistencia de 47Ω, ¿cuánto calor produce?
   $P = I^2 \times R = (0.1A)^2 \times 47Ω = 0.01 \times 47 =$ **0.47W**
   Conclusión: Necesitamos una resistencia de mínimo 1W, mejor 2W.

FASE 2: Cálculos Teóricos (1 hora)

Los aprendices resolverán 15 problemas de potencia organizados en tres niveles:

Bloque 1: Cálculos Directos (5 problemas - 20 minutos)

1. Una electroválvula consume 12V y 500mA. ¿Qué potencia requiere?
2. Un calefactor para invernadero tiene resistencia de 50Ω y se conecta a 220V. ¿Cuántos W consume?
3. Un ventilador DC opera con 2.5A a 24V. ¿Cuál es su potencia?
4. Una resistencia de 1kΩ disipa 0.1W. ¿Qué corriente circula por ella?
5. Si un LED consume 60mW a 20mA, ¿cuál es su voltaje de operación?

Bloque 2: Selección de Componentes (5 problemas - 20 minutos)

6. Necesito limitar la corriente de un LED a 15mA con 9V de fuente. El LED cae 2V. ¿Qué resistencia necesito y de qué potencia?
7. Una resistencia de 330Ω debe soportar 15V. ¿Qué potencia nominal requiere?

8. Tengo resistencias de 1/4W. ¿Cuál es la corriente máxima segura para una de 100Ω?
9. ¿Puedo usar una resistencia de 470Ω de 1/2W en un circuito donde circulan 40mA?
10. Un circuito requiere 10W. ¿Cuánta corriente consume de una batería de 12V?

Bloque 3: Aplicaciones Agrotécnicas (5 problemas - 20 minutos)

11. Un sistema de riego tiene 3 electroválvulas de 12V/3W cada una. ¿Qué fuente necesito si operan simultáneamente?
12. Un panel solar genera 18V y 2A. ¿Cuántos W entrega?
13. Una bomba consume 120W a 24V. ¿Qué capacidad de batería (Ah) necesito para 8 horas de operación?
14. Un sistema LED para cultivo tiene 20 LEDs en paralelo de 3V/20mA. ¿Potencia total del sistema?
15. Un motor DC de 50W opera a 24V con eficiencia del 80%. ¿Cuánto consume realmente de la batería?

FASE 3: Experimento de Disipación Térmica (1h 30min)

Objetivo: Comprobar visualmente el efecto térmico de la potencia disipada en resistencias de diferentes valores.

Preparación (15 minutos):

- Cada equipo recibe resistencias de 1/4W, 1/2W y 5W cerámicas
- Fuente ajustable DC (0-12V)
- Termómetro infrarrojo (opcional)

Experimento 1: Límite de Potencia (30 minutos)

1. Tomar una resistencia de 100Ω / 1/4W (0.25W)
2. Calcular el voltaje máximo teórico: $V = \sqrt{(P \times R)} = \sqrt{(0.25 \times 100)} = 5V$
3. Conectar a fuente ajustable comenzando en 3V
4. Medir corriente y calcular potencia real
5. Incrementar lentamente hasta 5V
6. Tocar con precaución la resistencia (estará CALIENTE)
7. Si se sigue aumentando voltaje, la resistencia comenzará a humear y fallará

⚠ **PRECAUCIÓN EXTREMA:**Este experimento puede generar humo y altas temperaturas. Realizar SOLO bajo supervisión del instructor, en área ventilada, con extintor disponible. NO TOCAR componentes calientes directamente.

Experimento 2: Comparación de Potencias (45 minutos)

Montar tres circuitos paralelos con fuente común de 12V:

- **Circuito A:** R = 100Ω / 1/4W → Disipa P = 144/100 = 1.44W (¡SOBRECARGA! Se quemará)
- **Circuito B:** R = 100Ω / 2W → Disipa 1.44W (Dentro de límite, se calienta moderadamente)
- **Circuito C:** R = 100Ω / 5W cerámica → Disipa 1.44W (Trabaja cómodamente, apenas se calienta)

Procedimiento:

1. Conectar solo el Circuito C primero (seguro)
2. Medir temperatura con termómetro infrarrojo cada minuto
3. Documentar evolución térmica
4. Conectar Circuito B y comparar temperatura
5. NO conectar Circuito A por más de 10 segundos (riesgo de quemadura)

Recursos Didácticos

Video: Ley de Watt Explicada (Español)
Video: Potencia en Resistencias
Video: Efecto Joule (Calor en Conductores)
Simulador: PhET - Ley de Ohm y Potencia
Calculadora de Potencia Online
Guía de Selección de Resistencias por Potencia

Materiales Necesarios

Componentes Electrónicos

- Resistencias 100Ω, 220Ω, 470Ω, 1kΩ
- Diferentes potencias: 1/4W, 1/2W, 1W, 2W, 5W
- LEDs y resistencias limitadoras

Instrumentos

- Fuente DC regulable (0-30V)
- Multímetro digital
- Termómetro infrarrojo (opcional)
- Cronómetro

Seguridad

- Guantes de protección térmica
- Ventilación adecuada
- Extintor disponible
- Gafas de seguridad

Documentación

- Hoja de cálculos de potencia
- Tabla de registro térmico
- Calculadora científica

Evidencias de Aprendizaje

Evidencia de Conocimiento

Hoja de cálculos de potencia con 15 problemas resueltos y metodología visible (mínimo 85% correcto)

Evidencia de Desempeño

Mediciones térmicas documentadas durante experimentos con análisis de resultados

Evidencia de Producto

Informe técnico comparativo: "Selección de Resistencias por Potencia" con conclusiones sobre aplicaciones agrotécnicas

Sesión 13: Seguridad Eléctrica y Uso Profesional del Multímetro

Duración: 3.5 horas
Semana: 13

Introducción

La **seguridad eléctrica** es innegociable en cualquier trabajo técnico. Un solo error puede resultar en electrocución, quemaduras graves o la muerte. Esta sesión desarrollará las competencias de seguridad que todo técnico profesional debe dominar antes de trabajar con sistemas energizados. Aprenderemos las **5 Reglas de Oro** para trabajos eléctricos, los diferentes niveles de categoría CAT de multímetros según voltajes de trabajo, y practicaremos mediciones en sistemas AC (corriente alterna) y DC (corriente continua) con todos los protocolos de seguridad.

⚠ **ADVERTENCIA VITAL:**La corriente alterna AC, especialmente 110V/220V, puede ser MORTAL. Corrientes superiores a 30mA a través del corazón pueden causar fibrilación cardíaca y muerte. JAMÁS trabajar con sistemas AC sin capacitación adecuada y EPP.

Estadística de Seguridad: El 80% de accidentes eléctricos ocurren por exceso de confianza o desconocimiento de procedimientos. La formación en seguridad salva vidas literalmente.

Desarrollo de la Actividad

FASE 1: Fundamentación en Seguridad Eléctrica (45 minutos)

Parte A: Las 5 Reglas de Oro (20 minutos)

Protocolo internacional para trabajos eléctricos seguros:

1. **Abrir con corte visible** todas las fuentes de tensión mediante interruptores/breakers
2. **Enclavamiento o bloqueo** de los aparatos de corte (candados, etiquetas "NO ENERGIZAR")
3. **Verificar ausencia de tensión** en TODOS los conductores con instrumento apropiado
4. **Poner a tierra y en cortocircuito** todas las posibles fuentes de tensión
5. **Delimitar y señalizar** la zona de trabajo con cintas y avisos

⚠ **NUNCA asumir que un circuito está desenergizado:**Siempre verificar con instrumento antes de tocar. Los accidentes más graves ocurren por "estaba seguro de que estaba apagado".

Parte B: Categorías CAT de Multímetros (15 minutos)

Los multímetros se clasifican según el nivel de voltaje y energía que pueden medir de forma segura:

Categoría	Aplicación	Voltaje Máximo	Uso en Agrotrónica
CAT I	Electrónica de bajo voltaje	Hasta 50V	Sensores, Arduino, circuitos DC
CAT II	Equipos alimentados por red	Hasta 300V	Electroválvulas, bombas pequeñas
CAT III	Instalaciones fijas de distribución	Hasta 600V	Tableros de control, motores
CAT IV	Acometidas y sistemas primarios	Hasta 1000V	Medidores de energía, subestaciones

Parte C: Elementos de Protección Personal (EPP) (10 minutos)

- **Guantes dieléctricos:** Clase 00 (500V) para trabajos de baja tensión
- **Gafas de seguridad:** Protección contra arcos eléctricos
- **Calzado dieléctrico:** Aislamiento desde el suelo
- **Casco con protección facial:** Para trabajos en altura o riesgo alto
- **Ropa de algodón:** NO usar materiales sintéticos (se derriten con el calor)

FASE 2: Práctica de Medición AC bajo Supervisión (1h 15min)

Preparación (15 minutos):

- Verificar que todos los multímetros sean CAT II o superior
- Inspeccionar cables: sin cortes, pelados o daños en aislamiento
- Revisar que el selector esté en la posición correcta ANTES de conectar
- Identificar tomas de corriente del taller que se usarán

⚠ PROTOCOLO DE MEDICIÓN AC:

1. Colocar selector en V~ (AC) en rango de 600V o AUTO
2. Insertar cable NEGRO en COM (común)
3. Insertar cable ROJO en V/Ω (voltaje)
4. Acercar puntas SIN TOCAR conductores desnudos
5. Realizar medición manteniendo una sola mano en el instrumento

6. Retirar puntas
7. Anotar lectura

Ejercicio 1: Medición de Voltaje en Tomacorriente (30 minutos)

1. Identificar tomas monofásicas de 110V en el taller
2. Con multímetro configurado, insertar puntas en ranuras del tomacorriente
3. Lectura esperada: 110-120V (Colombia)
4. Medir entre fase y tierra (debe dar similar)
5. Medir entre neutro y tierra (debe dar cercano a 0V)
6. Documentar variaciones de voltaje en diferentes tomas

Ejercicio 2: Medición en Extensión Energizada (30 minutos)

1. Conectar extensión a tomacorriente
2. Medir voltaje en extremo de la extensión (sin carga)
3. Conectar una carga (bombillo 100W)
4. Medir nuevamente (observar caída de voltaje por resistencia del cable)
5. Calcular pérdida de voltaje

Técnica de Una Mano: Siempre medir con UNA sola mano en el multímetro. La otra mano debe estar en el bolsillo o detrás de la espalda. Esto evita que, en caso de choque, la corriente atraviese el corazón.

FASE 3: Práctica DC y Verificación de Instrumentos (1h 15min)

Actividad 1: Medición de Baterías (30 minutos)

- Medir voltaje de baterías 9V nuevas y usadas
- Medir voltaje de baterías AA, AAA
- Comparar lecturas con valores nominales
- Identificar baterías descargadas (menos de 80% del nominal)

Actividad 2: Medición en Fuentes de Poder (25 minutos)

- Medir voltaje sin carga (condición ideal)
- Conectar carga resistiva y medir nuevamente
- Observar regulación de la fuente
- Medir ripple (componente AC en salida DC) con selector en AC

Actividad 3: Verificación de Fusibles del Multímetro (20 minutos)

Los multímetros tienen fusibles de protección que se queman si se mide corriente incorrectamente:

1. Abrir compartimento de fusibles del multímetro
2. Extraer fusibles (usualmente 2: uno de mA y uno de A)
3. Verificar continuidad visual (filamento interno)
4. Medir continuidad con otro multímetro
5. Reemplazar si está quemado
6. Documentar ratings: 200mA, 10A típicos

⚠ **ERROR COMÚN QUE QUEMA FUSIBLES:**Intentar medir VOLTAJE con las puntas conectadas en los terminales de CORRIENTE (A/mA). Esto crea un cortocircuito a través del fusible. SIEMPRE verificar la posición de cables y selector antes de medir.

Recursos Didácticos

Video: Las 5 Reglas de Oro para Trabajos Eléctricos
Video: Uso Seguro del Multímetro en AC
Video: Categorías CAT de Instrumentos
PDF: RETIE - Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
Infografía: EPP para Trabajos Eléctricos
Video: Primeros Auxilios en Electrocución

Materiales Necesarios

Instrumentos

- Multímetros digitales CAT II/III
- Fusibles de repuesto para multímetros
- Probador de voltaje sin contacto (opcional)

Elementos de Seguridad

- Guantes dieléctricos Clase 00
- Gafas de seguridad
- Tapete aislante
- Señalización de seguridad

Fuentes de Voltaje

- Tomacorrientes 110V del taller
- Extensiones eléctricas

- Baterías 9V, AA, AAA (nuevas y usadas)
- Fuentes DC regulables

Documentación

- Lista de chequeo de seguridad
- Formato de registro de mediciones
- Manual del multímetro

Evidencias de Aprendizaje

Evidencia de Conocimiento
Cuestionario sobre protocolos de seguridad, categorías CAT y procedimientos de medición (mínimo 90% de aprobación)
Evidencia de Desempeño
Lista de chequeo de uso seguro de multímetro en mediciones AC y DC, evaluada por el instructor durante práctica
Evidencia de Producto
Tabla de mediciones realizadas con análisis de resultados y observaciones de seguridad

Sesión 14: Sensores Resistivos Básicos

Duración: 3.5 horas
Semana: 14

Introducción

Los **sensores** son los "órganos sensoriales" de cualquier sistema automatizado. Permiten que los sistemas electrónicos perciban variables del mundo físico: luz, temperatura, humedad, presión, etc. Los sensores resistivos son aquellos que cambian su resistencia eléctrica en función de la magnitud física que están midiendo.
En esta sesión trabajaremos con dos tipos fundamentales:

- **LDR (Light Dependent Resistor):** Fotoresistencia que varía con la luz
- **Termistor NTC:** Resistencia que disminuye con la temperatura

Estos sensores son ampliamente utilizados en agrotrónica para:

- Control de iluminación en invernaderos (LDR)
- Monitoreo de temperatura ambiental y de suelo (Termistores)
- Sistemas de riego inteligente basados en condiciones climáticas
- Apertura/cierre automático de cortinas según luminosidad

Concepto Clave - Acondicionamiento de Señal: Los sensores resistivos no entregan voltaje directamente. Debemos usar un circuito "divisor de voltaje" para convertir el cambio de resistencia en un cambio de voltaje medible por un microcontrolador o sistema de control.

Desarrollo de la Actividad

FASE 1: Fundamentación Teórica (1 hora)

Parte A: Fotoresistencia LDR (20 minutos)

- **Principio de funcionamiento:** Material fotosensible (sulfuro de cadmio) que libera electrones al recibir luz
- **Comportamiento:**
  - Con LUZ: Resistencia BAJA (100Ω - 1kΩ típico)
  - En OSCURIDAD: Resistencia ALTA (10kΩ - 1MΩ típico)
- **Rango de detección:** Luz visible, espectro similar al ojo humano
- **Tiempo de respuesta:** Relativamente lento (10-100ms) - no sirve para detección rápida
- **Aplicaciones:** Encendido automático de luces, alarmas de día/noche, control de cortinas

Parte B: Termistor NTC (20 minutos)

- **NTC:** Negative Temperature Coefficient (coeficiente negativo de temperatura)
- **Comportamiento:** A mayor temperatura, MENOR resistencia
- **Valores típicos:**
  - A 25°C: 10kΩ (valor nominal estándar)
  - A 50°C: aproximadamente 3kΩ
  - A 0°C: aproximadamente 30kΩ
- **Ventajas:** Económico, sensible, no requiere alimentación
- **Desventajas:** No lineal (curva exponencial), requiere calibración
- **Aplicaciones:** Monitoreo de temperatura en invernaderos, control de calefacción, protección térmica

Parte C: Circuito Divisor de Voltaje (20 minutos)

Configuración básica para convertir resistencia variable en voltaje variable:

$$Vout = Vin \times (R2 / (R1 + R2))$$

Donde:

- **Vin:** Voltaje de alimentación (ej. 5V)
- **R1:** Resistencia fija (ej. 10kΩ)
- **R2:** Sensor resistivo (LDR o Termistor)
- **Vout:** Voltaje de salida que varía con el sensor

Ejemplo de cálculo:

- Con LDR en LUZ (500Ω): Vout = 5V × (500 / (10000 + 500)) = 0.24V
- Con LDR en OSCURIDAD (50kΩ): Vout = 5V × (50000 / (10000 + 50000)) = 4.17V

Resultado: El voltaje varía de 0.24V a 4.17V según la luz → ¡Señal medible!

FASE 2: Práctica con LDR - Sensor de Luz (2 horas)

Proyecto: LED que Cambia de Intensidad con la Luz Ambiente
Actividad 1: Caracterización del LDR (30 minutos)

1. Medir resistencia del LDR con multímetro en diferentes condiciones:
    - Luz directa (lámpara cerca)
    - Luz ambiente normal del aula
    - Oscuridad (tapado con la mano)
    - Oscuridad total (dentro de caja cerrada)
2. Documentar valores en tabla
3. Observar que el rango puede ser de 100Ω a 100kΩ o más
4. Conclusión: El LDR es muy sensible a cambios de iluminación

Actividad 2: Montaje del Circuito Divisor (40 minutos)
Componentes necesarios:

- Fuente 5V DC
- LDR
- Resistencia fija 10kΩ
- Protoboard y cables

Procedimiento de montaje:

1. Conectar +5V a un extremo de R fija (10kΩ)
2. Conectar otro extremo de R fija a un nodo central
3. Desde ese nodo, conectar el LDR
4. Conectar otro extremo del LDR a GND
5. El nodo central entre R fija y LDR es Vout (punto de medición)

Actividad 3: Medición y Análisis (50 minutos)

1. Medir Vout con multímetro en diferentes condiciones de luz
2. Registrar valores en tabla:
    - Luz intensa: Vout ≈ 0.5V - 1V
    - Luz ambiente: Vout ≈ 2V - 3V
    - Oscuridad: Vout ≈ 4V - 4.5V

3. Crear gráfica Vout vs. Condición de Luz
4. Verificar que el comportamiento es inverso: más luz = menor voltaje (porque LDR baja su resistencia)

Aplicación Práctica: Este voltaje variable (0-5V) puede conectarse a la entrada analógica de un Arduino o PLC para automatizar decisiones: "Si Vout > 3.5V (oscuro), entonces encender luces del invernadero".

FASE 3: Experimentación con Termistor (30 minutos - Demostración)

Si el tiempo lo permite, realizar demostración rápida con termistor NTC:

1. Montar divisor similar con termistor en lugar de LDR
2. Medir Vout a temperatura ambiente
3. Sostener el termistor entre los dedos (calor corporal)
4. Observar cómo Vout cambia al aumentar temperatura
5. Explicar que con una tabla de calibración se puede convertir Vout a °C

Conclusión: El mismo principio de divisor de voltaje funciona para múltiples tipos de sensores resistivos.

Recursos Didácticos

Video: Cómo Funciona un LDR (Fotoresistencia)
Video: Termistores NTC y PTC
Video: Circuito Divisor de Voltaje Explicado
Simulador: Tinkercad - Circuito con LDR
Datasheet: LDR GL5528 (Especificaciones Técnicas)
Guía: Acondicionamiento de Señales Analógicas

Materiales Necesarios por Equipo

Sensores

- 2 LDR (GL5528 o similar)
- 1 Termistor NTC 10kΩ (demostración)

Componentes Pasivos

- Resistencias 10kΩ (3 unidades)
- Resistencias variadas para experimentar
- Potenciómetro 10kΩ (opcional)

Instrumentos

- Multímetro digital
- Fuente DC 5V regulada
- Protoboard
- Cables de conexión

Accesorios

- Lámpara de escritorio
- Caja oscura (cartón o plástico)
- Papel milimetrado para gráficas
- Calculadora

Evidencias de Aprendizaje

Evidencia de Conocimiento
Cuestionario sobre principio de funcionamiento de sensores resistivos y cálculos de divisores de voltaje
Evidencia de Desempeño
Montaje funcional del circuito sensor de luz con mediciones correctas verificadas por el instructor
Evidencia de Producto
Tabla de caracterización del LDR con gráfica Vout vs. Iluminación y análisis de resultados

Sesión 15: Interpretación de Planos y Generación de BOM

Duración:3.5 horas

Semana:15

Introducción

La capacidad de **interpretar planos eléctricos** y generar una **Lista de Materiales (BOM - Bill of Materials)** es una competencia profesional fundamental que distingue al técnico capacitado del improvisado. Ningún proyecto de automatización puede ejecutarse sin una planificación adecuada de recursos, y esta planificación comienza con la correcta lectura de la documentación técnica.

En sistemas agrotécnicos, un error en la interpretación de planos puede resultar en compra de materiales incorrectos, pérdida de tiempo valioso, sobrecostos del proyecto o peor aún, instalaciones peligrosas que no cumplen con normativas. Esta sesión desarrollará las competencias del **RAP 1: "Alistar recursos de instalación del automatismo de acuerdo con normativa y manuales técnicos"**.

Aprenderemos a leer simbología eléctrica estándar (ANSI/IEC), identificar componentes en esquemas, calcular cantidades de materiales, especificar calibres de cable y seleccionar herramientas apropiadas para la instalación. Al final de esta sesión, el aprendiz será capaz de transformar un plano técnico en una orden de compra real y un plan de trabajo ejecutable.

Concepto Clave - BOM (Bill of Materials)

Una BOM es mucho más que una simple lista de compras. Es un documento técnico que especifica EXACTAMENTE qué se necesita para construir un sistema: referencias comerciales, cantidades, especificaciones técnicas, fabricantes recomendados y costo estimado. Una BOM bien elaborada reduce el riesgo de errores y permite auditar costos del proyecto.

Desarrollo de la Actividad

FASE 1: Fundamentación en Simbología Eléctrica (1 hora)

Parte A: Normas de Diagramación (25 minutos)

- **Diferencia entre ANSI (Americana) e IEC (Europea):** Colombia usa principalmente IEC
- **Tipos de diagramas:**
    - Esquemático/Unifilar: Muestra conexiones lógicas
    - De montaje/Conexiones: Muestra ubicación física real
    - De bloques: Visión general del sistema
- **Convenciones de líneas:** Continua = conexión, Punteada = blindaje, Doble = alimentación

Parte B: Simbología de Componentes Comunes (35 minutos)

El instructor proyectará y explicará los símbolos estándar más utilizados en agrotrónica:

- **Fuentes de Alimentación:** Batería, fuente DC regulada, transformador AC
- **Tierras:** Tierra de chasis, tierra de señal, tierra de protección
- **Componentes Pasivos:** Resistencias (fijas/variables), capacitores (polarizados/no polarizados)
- **Semiconductores:** Diodos, transistores NPN/PNP, LEDs
- **Sensores:** LDR, termistores, sensores de humedad
- **Actuadores:** Motores DC, relés, electroválvulas, bombas
- **Elementos de Maniobra:** Interruptores, pulsadores, contactores
- **Conexiones:** Empalmes, borneras, conectores

FASE 2: Taller de Elaboración de BOM (2 horas)

Proyecto de Caso: "Sistema de Control de Invernadero"

Se entrega a cada equipo el plano esquemático de un sistema real de control ambiental para invernadero que incluye:

- Sensor de temperatura (Termistor NTC)
- Sensor de luz (LDR)
- Actuador de ventilación (Motor DC 12V con Relé)
- Actuador de riego (Electroválvula 12V con Relé)
- Panel de control con LEDs indicadores
- Fuente de alimentación 12V/3A

Actividad Paso a Paso:

1. **Identificación de Componentes (30 min):** Marcar cada elemento en el plano con un número de referencia (R1, R2, LED1, etc.)
2. **Especificación Técnica (40 min):** Para cada componente, determinar valores y especificaciones:
    - Resistencias: Valor en Ω, tolerancia, potencia nominal
    - Sensores: Rango de operación, curva característica
    - Relés: Voltaje de bobina, corriente máxima de contactos
    - Cable: Calibre AWG según corriente (tabla RETIE)
3. **Cálculo de Cantidades (20 min):**

- Cable eléctrico: Medir distancias en plano + 20% de holgura
- Conectores y borneras según número de uniones
- Tornillería y material de montaje

4. **Herramientas Necesarias (15 min):** Listar herramientas según operaciones (soldadura, crimpeado, corte, medición)
5. **Documentación Final (15 min):** Completar formato de BOM con todas las columnas

FASE 3: Cierre y Validación Técnica (30 minutos)

Discusión Técnica Guiada:

- **¿Por qué especificar potencia en resistencias?**
  Ejemplo: Si calculamos que una resistencia disipa 0.3W, ¿pedimos 1/4W (0.25W) o 1/2W (0.5W)?
  Respuesta: 1/2W es la elección correcta (mínimo el doble de la disipación calculada para garantizar confiabilidad)
- **¿Cómo seleccionar calibre de cable?**
  Usar tabla AWG según corriente máxima. Para sistemas de 12V con 2A, cable 18 AWG es suficiente, pero para 220V con cargas mayores, seguir estrictamente RETIE.
- **Referencias comerciales vs. Genéricas:**
  Es mejor especificar "Relé Songle SRD-12VDC-SL-C" que solo "relé de 12V" para garantizar compatibilidad.

Revisión Cruzada:

Cada equipo intercambia su BOM con otro equipo para revisión técnica. Verificar:

- ✓ Especificaciones completas (no faltan datos)
- ✓ Cantidades razonables (no excesivas ni insuficientes)
- ✓ Referencias comerciales reales
- ✓ Cálculos de cable correctos

Recursos Didácticos:

Video: Cómo Leer Planos Eléctricos (Español)
Simbología Eléctrica ANSI vs IEC
Tabla de Calibres AWG y Capacidades de Corriente
Plantilla de BOM Profesional (Excel)
Catálogo de Componentes Electrónicos
Norma RETIE - Selección de Conductores

Materiales Necesarios por Equipo:

- Plano impreso "Control de Invernadero" (tamaño A3 preferible)
- Formato de BOM en blanco (impreso)
- Catálogos de componentes (impresos o digitales)

- Tabla AWG de calibres de cable
- Calculadora científica
- Regla milimetrada
- Marcadores de colores
- Acceso a computador con internet (para búsqueda de referencias)

Evidencias de Aprendizaje:

Evidencia de Producto:

Lista de Materiales (BOM) completa y técnicamente correcta para el proyecto "Control de Invernadero". Debe incluir: referencia, descripción, cantidad, especificaciones técnicas, fabricante sugerido y costo estimado. (Evaluación grupal - 40%)

Evidencia de Conocimiento:

Cuestionario individual de 15 preguntas sobre interpretación de simbología eléctrica, identificación de componentes en planos y criterios de selección de materiales. (Evaluación individual - 30%)

Evidencia de Desempeño:

Lista de chequeo de la presentación oral del BOM al instructor, donde el equipo debe justificar cada decisión técnica tomada. (Evaluación grupal - 30%)

Sesión 16: Elementos de Maniobra y Actuadores

Duración: 3.5 horas | Semana: 16

Introducción:

Los circuitos electrónicos de control operan con señales de bajo voltaje y corriente (3.3V, 5V, 12V, miliamperios). Sin embargo, las **cargas reales** en agrotrónica como motores de riego, ventiladores, bombas, calefactores y electroválvulas requieren corrientes mucho mayores que los circuitos de control no pueden suministrar directamente.

Los **elementos de maniobra** (relés, contactores, transistores de potencia) actúan como "amplificadores" que permiten que una pequeña señal de control active cargas de alta potencia de forma segura y eficiente. Comprender su funcionamiento es esencial para la instalación de sistemas automatizados en campo.

Desarrollo de la Actividad:

FASE 1: Fundamentación Teórica (1 hora)

- **Principio del Relé Electromecánico:** Bobina (5V-24V DC), armadura móvil, contactos (NO/NC).

- **Contacto NO (Normalmente Abierto):** cerrado solo cuando la bobina está energizada.
- **Contacto NC (Normalmente Cerrado):** abierto cuando la bobina está energizada.
- **Aplicaciones en agrotrónica:** control de motobombas, válvulas solenoide, ventiladores, iluminación.
- **Diferencia relé vs. contactor:** corriente, montaje, uso en campo.

Recursos didácticos:

- ¿Cómo funciona un relé? – ElectroSchool
- Selector técnico de relés – DigiKey
- Datasheet: Relés y sensores (GL5528 + módulos)
- Normativa RETIE – Ministerio de Minas y Energía (Colombia)

FASE 2: Práctica de Laboratorio (2 horas)

- Activación manual de relé 12V con fuente DC y verificación de continuidad en contactos con multímetro.
- Control de un bombillo (12V/21W) o motor pequeño mediante señal desde protoboard (simulando salida de Arduino).
- Aplicación: Simulación de sistema de riego: "sensor activa Arduino → Arduino energiza relé → relé activa electroválvula".

Materiales necesarios:
Relés 5V/12V, interruptores, motores DC pequeños, bombillos 12V, fuentes reguladas, multímetros, protoboards, cables de puente.

Evidencias de aprendizaje:
Evidencia de Desempeño: Demostración funcional del relé activando una carga mayor. Lista de chequeo de correcta identificación de contactos y conexión segura.

Sesión 17: Técnicas de Soldadura y Conectorización

Duración: 3.5 horas | Semana: 17

Introducción:
Una mala conexión es la causa #1 de fallas en el campo. Aprender a soldar y empalmar correctamente garantiza la durabilidad, seguridad y confiabilidad del sistema agrotrónico. Esta sesión desarrolla la competencia técnica para realizar conexiones permanentes y transitorias con estándares profesionales.

Desarrollo de la Actividad:

FASE 1: Instrucción Técnica (45 minutos)

- Normas de seguridad con el cautín: temperatura, manipulación, ventilación.
- Tipos de estaño y fundente (rosín vs. ácido).
- Técnicas de pre-soldado, limpieza y reconocimiento de puentes o soldaduras frías.

Recursos didácticos:

- Guía oficial de soldadura – SparkFun
- Introducción a soldadura – GreatScott!
- Física y circuitos – Khan Academy (español)

FASE 2: Práctica de Soldadura (1h 30min)

- Soldar resistencias y bases para integrados en placa universal.
- Criterios de calidad: brillo, forma cónica, adherencia, ausencia de puentes.

FASE 3: Práctica de Cableado (1h 15min)

- Empalme “Western Union” y “Cola de Rata”.
- Protección con termoencogible.
- Verificación de aislamiento con multímetro.

Materiales necesarios:

Cautines, estaño con núcleo de resina, pasta de soldar, placas perforadas, cables AWG 22-18, termoencogible de varios diámetros, pelacables, alicates.

Evidencias de aprendizaje:

Evidencia de Producto: Placa soldada con circuito funcional + dos tipos de empalmes protegidos y verificados. Evaluada con rúbrica de calidad de soldadura y aislamiento.

Sesión 18: Asesoría Técnica y Pre-entrega de Proyecto

Duración: 3.5 horas | Semana: 18

Introducción:

Espacio dedicado a resolver dudas finales y pulir los detalles del proyecto integrador antes de la evaluación final. Esta sesión permite a los aprendices recibir retroalimentación técnica directa del

instructor y asegurar que su prototipo cumple con los criterios de funcionalidad, seguridad y documentación técnica.

Desarrollo de la Actividad:

FASE 1: Revisión Documental (1h 30min)

- Verificación del plano esquemático (simbología IEC, conexión correcta de sensores/actuadores).
- Validación de la BOM: cantidades, referencias, calibres de cable, potencias de componentes.
- Revisión del manual de usuario: claridad, instrucciones de funcionamiento y seguridad.

FASE 2: Pruebas Parciales y Ajustes (2h)

- Prueba del subsistema de sensor (LDR o termistor) y verificación de señal de salida.
- Prueba del subsistema de actuación (motor/relé) con carga real.
- Integración final y resolución de interferencias o ruidos eléctricos.
- Otorgamiento de "visto bueno técnico" para entrega final.

Recursos de apoyo:

- Diagramas eléctricos – diagrams.net
- Tutoriales Tinkercad Circuits – Autodesk
- Tabla AWG vs mm² – Inelap (norma técnica)

Materiales necesarios:

Proyectos en desarrollo de cada equipo, herramientas de taller, multímetros, fuentes regulares, materiales de soporte (cajas, etiquetas).

Evidencias de aprendizaje:

Evidencia de Producto: Visto bueno técnico firmado por el instructor.
Evidencia de Desempeño: Capacidad de autoevaluación y ajuste técnico basado en retroalimentación.

3.4 Actividades de Transferencia el Conocimiento: **Proyecto Final: Prototipo de Control Agrotrónico Básico**

📋 **Descripción:**
Para cerrar la fase de Análisis, los aprendices presentarán un sistema funcional que integre lo visto en las 18 sesiones. El reto es automatizar una variable simple (Luz o Temperatura).

🎯 **Requerimientos técnicos:**

- **Entrada:** Sensor análogo (LDR o Termistor).
- **Proceso:** Circuito de control (Transistor o Relé).
- **Salida:** Actuador (Motor DC con hélice o bomba de agua pequeña).
- **Documentación:** Plano esquemático (IEC), BOM y manual de usuario simple.

🛠️ **Materiales de apoyo:**

- 🔋 Ejemplo: Circuito con LDR en Tinkercad
- 📏 Simulador Ley de Ohm – PhET (Universidad de Colorado)
- 📄 Plantilla BOM editable – Google Sheets

🧠 **Estrategias didácticas:** Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) + Trabajo Colaborativo.

⏱️ **Duración:** Semanas finales de junio.

🔧 **Ambiente requerido:** Laboratorio de Electrónica Agrotrónica, equipado con fuentes, instrumentos y materiales de prototipado.

☑️ **Evidencias de aprendizaje:**

- **Evidencia de Producto:** Prototipo funcional + documentación completa.
- **Evidencia de Desempeño:** Sustentación oral del proyecto.
- **Evidencia de Conocimiento:** Cuestionario sobre fundamentos y diseño.

📌 **Instrumentos de evaluación:**

- Rúbrica de evaluación del prototipo (funcionalidad, documentación, seguridad, presentación).
- Lista de chequeo de desempeño durante montaje.
- Formato de sustentación evaluada.

4. PLANTEAMIENTO DE EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE PARA LA EVALUACIÓN EN EL PROCESO FORMATIVO.

Fase del proyecto formativo	Actividad del proyecto formativo	Actividad de Aprendizaje	Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
Análisis	Implementación de un sistema automatizado orientado a las necesidades de los procesos agropecuarios, con impacto en la Productividad y competitividad de las producciones en la región de influencia		Evidencias de Conocimiento: Prueba de conocimiento Evidencias de Desempeño: Sustentación guía. Evidencias de Producto: Desarrollo de Prototipo funcional y practica	Identifica los diferentes elementos presentes en un circuito electrónico de acuerdo con procedimientos técnicos y normativa. Interpreta planos esquemáticos de acuerdo con procedimientos técnicos y normativa. Selecciona herramientas, equipos e instrumentos de medición de acuerdo con la orden de trabajo.	Evidencias de Producto: Entrega y sustentación de proyecto Evidencias de Conocimiento: Lista de chequeo Evidencias de Conocimiento: Rúbrica de evaluación

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Término	Definición
Actuador	Dispositivo que convierte una señal de control en acción física (por ejemplo, motor, electroválvula, relé).
Agrotrónica	Disciplina que integra la agricultura con la electrónica, automatización y sistemas de control para optimizar procesos agropecuarios.
BOM (Bill of Materials)	Lista técnica detallada de todos los materiales, componentes, cantidades y especificaciones necesarios para construir un sistema o prototipo.
Contacto NC (Normalmente Cerrado)	Contacto eléctrico que está cerrado (conduce) cuando el dispositivo está en reposo o desenergizado.
Contacto NO (Normalmente Abierto)	Contacto eléctrico que está abierto (no conduce) en reposo y se cierra al energizar el dispositivo.
Divisor de voltaje	Circuito conformado por dos o más resistencias en serie que permite obtener una fracción del voltaje de entrada.
LDR (Light Dependent Resistor)	Fotoresistencia cuyo valor de resistencia disminuye al aumentar la intensidad de la luz.
Multímetro	Instrumento de medición que permite medir voltaje, corriente, resistencia y otras magnitudes eléctricas.
Protoboard (Breadboard)	Placa de pruebas sin soldadura utilizada para ensamblar circuitos electrónicos temporales.
Relé	Dispositivo electromecánico que permite controlar un circuito de alta potencia mediante una señal de baja potencia.
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, normativa obligatoria en Colombia para instalaciones eléctricas seguras.
Sensor resistivo	Componente cuya resistencia cambia en función de una variable física (luz, temperatura, humedad, etc.).
Termistor NTC	Sensor de temperatura cuya resistencia disminuye al aumentar la temperatura (Negative Temperature Coefficient).

Tinkercad Circuits	Plataforma virtual de simulación de circuitos electrónicos, desarrollada por Autodesk.
Voltaje (V)	Diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, medida en voltios (V).

6. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

Normativas y Documentos Técnicos Oficiales
Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2023). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. https://www.minenergia.gov.co/retie
ICONTEC. (2020). Normas técnicas para instalaciones eléctricas en entornos agropecuarios (NTC 2050, NTC 4552). Bogotá, Colombia.

Recursos Didácticos y Técnicos
SparkFun Electronics. (2024). How to Solder: Through-Hole Soldering. https://learn.sparkfun.com/tutorials/how-to-solder-through-hole-soldering
Khan Academy. (2024). Electricidad y circuitos – Física. https://es.khanacademy.org/science/physics/circuits-topic
PhET Interactive Simulations – University of Colorado Boulder. (2024). Ley de Ohm y Potencia Eléctrica. https://phet.colorado.edu/es/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype
Digi-Key Electronics. (2024). Relay Selector Tool. https://www.digikey.com/en/resources/design-tools/relay-selector

Manuales y Datasheets
ElectroSchool. (2023). ¿Cómo funciona un relé? [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=7d5F5NvXsY4
GL5528 Datasheet – Light Dependent Resistor. Electroschematics. https://www.electroschematics.com/wp-content/uploads/2013/08/gl5528.pdf
Inelap S.A. (2022). Tabla de conversión AWG vs mm². https://www.inelap.com/pdfs/AWGvsMM2.pdf

Plataformas de Simulación y Diseño
Autodesk Tinkercad. (2024). Tinkercad Circuits – Learn & Simulate. https://www.tinkercad.com/circuits
diagrams.net (draw.io). (2024). Diagramas eléctricos en línea. https://app.diagrams.net/

Recursos del SENA
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. (2024). Formatos institucionales y plantillas para documentación técnica. https://www.sena.edu.co/es-co/recursos-documentales

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor (es)	**DAVID FERNANDO MARTÍNEZ VILLAMIL**	**INSTRUCTOR R**	**SENA , CDITI**	**15 DIC 2025**

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

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha	Razón del Cambio
Autor (es)					