

# Proyecto Casa Domótica

Anderson Felipe Cantor, Jhon Jairo Gutierrez

## Contents

<b>1</b>	<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Qué es la Domótica</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Estado del Arte</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Material Utilizado</b>	<b>5</b>
6.1	Sensores de Temperatura . . . . .	5
6.2	Sensores de Movimiento . . . . .	5
6.3	Sensores de Humedad . . . . .	5
6.4	Sensor MQ-06 . . . . .	5
6.5	Foto-Sensores . . . . .	5
6.6	Sensor de Calidad del Agua . . . . .	5
<b>7</b>	<b>Material Eléctrico</b>	<b>5</b>
7.1	Jumpers . . . . .	5
7.2	Arduino . . . . .	6
7.3	ESP32 . . . . .	6
7.4	Optoacopladores . . . . .	6
7.5	Resistencias . . . . .	6
7.6	Capacitores . . . . .	7
7.7	Baterías 9V . . . . .	7
7.8	Alimentación para Arduino . . . . .	7
<b>8</b>	<b>Funcionamiento Interno de Sensores Analógicos</b>	<b>7</b>
8.1	Resolución . . . . .	7
8.2	Escalización . . . . .	7
8.3	Aplicación de la Fórmula de la Pendiente . . . . .	8
8.4	Ejemplos Prácticos de Escalización . . . . .	8

<b>9</b>	<b>Descripción del Proyecto</b>	<b>9</b>
9.1	En este código . . . . .	9
9.2	Simulación en Tinkercad . . . . .	10
<b>10</b>	<b>Sistema de Control</b>	<b>10</b>
10.1	Los sistemas de control suelen estar formados por los siguientes elementos: . . . . .	10
10.2	Introducción . . . . .	11
10.3	Control Domótico . . . . .	11
10.4	Posibilidades de Uso . . . . .	11
10.5	Comunicación entre Arduino y ESP32 . . . . .	11
10.6	Conectividad de ESP32 . . . . .	12
10.7	Sistema Domótico Propuesto . . . . .	12
<b>11</b>	<b>Normativa</b>	<b>12</b>
11.1	Normas ISO . . . . .	12
11.1.1	ISO 9001 . . . . .	12
11.1.2	ISO 14000 . . . . .	13
11.2	Matriz Leopold . . . . .	13
11.3	Normas ISA . . . . .	13
11.3.1	Desarrollo de Estándares . . . . .	13
11.3.2	Guías de Buenas Prácticas . . . . .	13
11.3.3	Seguridad para Sistemas de Automatización y Control In- dustrial . . . . .	13
11.4	Implicancias y Estado del Proyecto . . . . .	14
<b>12</b>	<b>Tipos de Transistores BJT: NPN y PNP</b>	<b>15</b>
12.1	Transistor NPN . . . . .	15
12.2	Transistor PNP . . . . .	15
12.3	Funcionamiento Básico . . . . .	16
12.4	Descripción de los Transistores 2N2222 y 2N3904 . . . . .	17
12.5	Comparación . . . . .	18
<b>13</b>	<b>Simulación del Transistor 2N2222 en Proteus</b>	<b>19</b>
13.1	Configuración del Circuito . . . . .	19
13.2	Resultados de la Simulación . . . . .	19
13.3	Interpretación de la Gráfica . . . . .	20
<b>14</b>	<b>Simulación del Transistor 2N3904 en Proteus y Arduino</b>	<b>20</b>
14.1	Descripción del Circuito . . . . .	20
14.2	Funcionamiento . . . . .	21
14.3	Simulación en Thinkercad . . . . .	21
<b>15</b>	<b>Conclusión</b>	<b>22</b>

<b>16 Fuente de 5V Fija</b>	<b>23</b>
16.1 Consideraciones de Diseño . . . . .	23
16.2 Descripción del Circuito . . . . .	24
16.3 Materiales y Componentes . . . . .	25
<b>17 Presupuesto</b>	<b>26</b>
<b>18 Construcción del Transformador</b>	<b>28</b>
18.1 Importancia del Cableado y las Vueltas . . . . .	28
18.2 Uso de Láminas en E y I . . . . .	29
18.3 Proceso de Construcción . . . . .	30
18.4 Análisis en MATLAB Simulink . . . . .	30

## 1 Resumen

La integración de las normas ISO e ISA no solo refuerza la calidad y la seguridad del proyecto actual, sino que también establece una plataforma sólida para la expansión y la innovación futura en nuestro sistema domótico. A medida que el proyecto avance, la continua adherencia a estas normativas facilitará el cumplimiento de los objetivos a largo plazo y la satisfacción de los stakeholders involucrados.

## 2 Introducción

### Proyecto Casa Domótica

Introducción al concepto de domótica y su aplicación en la automatización de viviendas utilizando ESP32, Arduino, sensores y sistemas de control y alarma.

## 3 Qué es la Domótica

La domótica es el conjunto de tecnologías que permiten controlar de forma automática y remota los sistemas de una vivienda, mejorando la comodidad, la seguridad y la eficiencia energética.

## 4 Antecedentes

La domótica, un campo en rápido crecimiento, está transformando cómo interactuamos con nuestros espacios de vida y trabajo, y Colombia no es ajena a esta revolución... Este contexto histórico sienta las bases para nuestro proyecto: Proyecto Casa Domótica.

## 5 Estado del Arte

El campo de la domótica está en constante evolución, con nuevas tecnologías y tendencias emergiendo cada año. En 2023, varios desarrollos clave están moldeando el panorama de la domótica y la automatización residencial:

**Integración de Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT):** La fusión de la IA y el IoT está remodelando la domótica, permitiendo que los dispositivos aprendan de los comportamientos de los usuarios y reaccionen de manera proactiva a diferentes situaciones.

**Asistentes de Voz y Procesamiento del Lenguaje Natural:** Los asistentes de voz están multiplicándose rápidamente, con una población global esperada de 150 millones para este año. La tecnología detrás de estos gadgets está evolucionando rápidamente, permitiendo la integración con múltiples dispositivos y el reconocimiento de diferentes voces.

**Computación en el Borde (Edge Computing):** Esta tendencia permite que los dispositivos IoT procesen los datos generados localmente en lugar de en servidores en la nube, lo que resulta en una latencia baja, eficiencia de ancho de banda mejorada y una mejor escalabilidad para agregar más dispositivos a la red domótica.

**Integración y Conectividad Continua:** La integración y la conectividad entre dispositivos inteligentes están creciendo, permitiendo una mayor personalización y control sobre los espacios habitables.

**Automatización Sostenible y Eco-amigable:** La domótica puede ayudar a vivir de manera más sostenible, por ejemplo, mediante la integración de fuentes de energía verde como la solar y la mejora de la eficiencia energética.

**Uso de Dispositivos Móviles:** Se espera que la integración de dispositivos móviles para controlar diferentes aspectos del hogar continúe siendo una tendencia predominante, proporcionando una interfaz fácil de usar para los usuarios.

**Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR):** Estas tecnologías tienen implicaciones emocionantes para la domótica, como la facilitación del mantenimiento de dispositivos inteligentes y la mejora del diseño del hogar mediante la visualización de nuevos muebles y decoraciones antes de la compra.

**Mejoras en Seguridad y Privacidad:** La tecnología biométrica y los avances en la encriptación de datos y los controles de privacidad están mejorando la seguridad de los hogares inteligentes.

**Monitoreo de Salud en el Hogar Impulsado por IA:** Los dispositivos portátiles pueden rastrear datos clave de salud, emitir recordatorios para tomar medicamentos y alertar a los servicios de emergencia cuando ocurren problemas.

**Crecimiento Continuo de la Tecnología 5G:** Se espera que la tecnología 5G crezca en popularidad y sofisticación, lo que significa una conectividad aún más rápida, menor latencia y soporte para dispositivos IoT más poderosos y sofisticados.

Estas tendencias y tecnologías están llevando la domótica a nuevos horizontes, permitiendo una mayor automatización.

## 6 Material Utilizado

### 6.1 Sensores de Temperatura

**Descripción:** Capturan la temperatura del entorno.

**Beneficios:** Facilitan la automatización de sistemas de calefacción y refrigeración, asegurando un ambiente agradable y optimizando el consumo energético.

### 6.2 Sensores de Movimiento

**Descripción:** Utilizan tecnología infrarroja o ultrasonido para detectar movimientos.

**Beneficios:** Potencian la seguridad del hogar y permiten la activación automática de dispositivos como luces al detectar presencia.

### 6.3 Sensores de Humedad

**Descripción:** Miden la humedad del ambiente.

**Beneficios:** Regulan dispositivos como deshumidificadores o humidificadores para asegurar un ambiente cómodo y saludable en el hogar.

### 6.4 Sensor MQ-06

**Descripción:** Sensan la presencia de gases potencialmente peligrosos.

**Beneficios:** Elevan la seguridad del hogar al alertar sobre posibles fugas de gas.

### 6.5 Foto-Sensores

**Descripción:** Convierten la luz ambiental en una señal eléctrica.

**Beneficios:** Automatizan la iluminación y el control de persianas, favoreciendo la eficiencia energética y la comodidad del hogar.

### 6.6 Sensor de Calidad del Agua

**Descripción:** Analizan parámetros como la conductividad del agua para determinar su calidad.

**Beneficios:** Garantizan un suministro de agua saludable y libre de impurezas.

## 7 Material Eléctrico

### 7.1 Jumpers

Los jumpers son cables pequeños que se utilizan para:

- Conectar o desconectar dos puntos en un circuito eléctrico.
- Probar circuitos.
- Realizar cambios temporales en la configuración de un circuito.

## 7.2 Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo de código abierto que se utiliza para:

- Crear proyectos electrónicos.
- Controlar dispositivos físicos.
- Recopilar datos.

## 7.3 ESP32

El ESP32 es un microcontrolador de bajo costo y bajo consumo de energía que se utiliza para:

- Controlar dispositivos físicos.
- Recopilar datos.
- Conectarse a Internet.

## 7.4 Optoacopladores

Los optoacopladores son dispositivos que se utilizan para:

- Aislar dos circuitos eléctricamente.
- Proteger circuitos sensibles.
- Crear circuitos de seguridad.

## 7.5 Resistencias

Las resistencias son componentes eléctricos que se utilizan para:

- Limitar el flujo de corriente en un circuito.
- Dividir el voltaje en un circuito.
- Crear circuitos de protección.

## 7.6 Capacitores

Los capacitores almacenan energía eléctrica y se utilizan para:

- Almacenar energía eléctrica.
- Filtrar señales eléctricas.
- Crear circuitos de temporización.

## 7.7 Baterías 9V

Las baterías de 9 voltios son fuentes portátiles de energía eléctrica que se utilizan para:

- Proporcionar energía a dispositivos electrónicos.
- Alimentar circuitos electrónicos.

## 7.8 Alimentación para Arduino

Un cargador para Arduino suele ser un adaptador de corriente continua (DC) que se utiliza para:

- Cargar las baterías de Arduino.
- Mantener las baterías de Arduino cargadas.

# 8 Funcionamiento Interno de Sensores Analógicos

Los sensores analógicos desempeñan un papel crucial en sistemas domóticos, proporcionando información esencial del entorno que luego se puede utilizar para controlar otros dispositivos. Aquí se explican algunos aspectos clave del funcionamiento de los sensores analógicos, centrándose en la resolución, la escalización y la aplicación de la fórmula de la pendiente en la escalización:

## 8.1 Resolución

La resolución de un sensor se refiere a la menor variación en la magnitud medida que el sensor puede detectar. La resolución de un sensor con una salida digital suele ser la resolución numérica de la salida digital.

## 8.2 Escalización

La escalización es el proceso de convertir la salida cruda de un sensor analógico en una unidad de medida comprensible. Por ejemplo, si un sensor proporciona una salida de voltaje, la escalización ayudaría a convertir ese voltaje en grados Celsius o Fahrenheit.

Figure 1: Gráfica de Pendiente

### 8.3 Aplicación de la Fórmula de la Pendiente

La fórmula de la pendiente  $m = \frac{(Y2-Y1)}{(X2-X1)}$  se utiliza para determinar el factor de escala en la escalización. Por ejemplo, en un sensor con una salida de 0 a 10V DC para una gama de 0 a 100 ft WC, se pueden utilizar dos puntos de la curva de respuesta del sensor (0, 0) y (10, 100) para calcular el factor de escala o  $m$ :

$$m = \frac{(100 - 0)}{(10 - 0)} = 10$$

Esta relación lineal entre la salida del sensor y la magnitud medida permite escalar la salida del sensor a una unidad de medida comprensible.

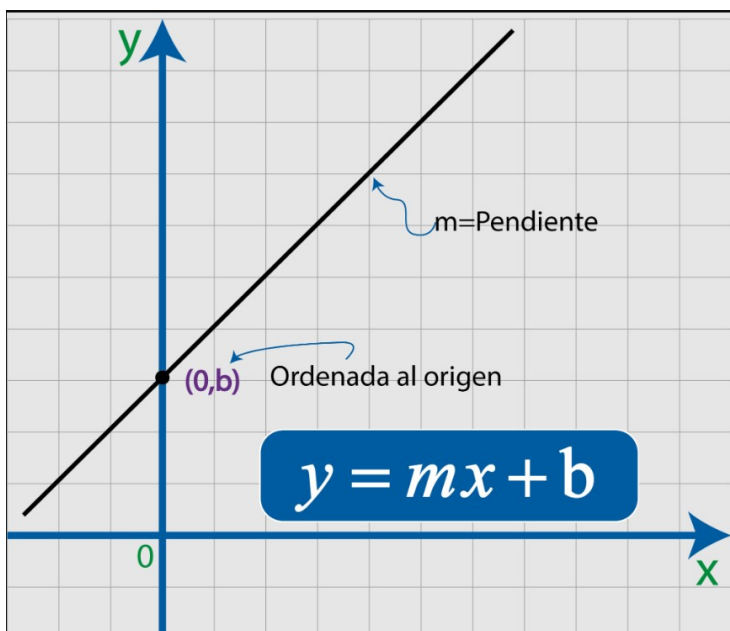


Figure 2: Gráfica de Recta

### 8.4 Ejemplos Prácticos de Escalización

En la práctica, la escalización se realiza programando una ecuación de escalización en un Controlador Lógico Programable (PLC) para que, por ejemplo, una corriente de 4 mA se registre como 0 GPM (Gallons Per Minute), y una corriente de 20 mA se registre como 700 GPM. Los valores crudos proporcionados por el conversor analógico a digital (ADC) del sensor se utilizan para definir el dominio de esta escala lineal.



La escalización de una señal de entrada analógica no siempre es sencilla. Por ejemplo, en un diseño de cadena de señal reciente que necesitaba escalar una señal de  $\pm 10$  V a un rango de 0 a 5 V para coincidir con todas las demás señales dirigidas al conversor analógico a digital (ADC), se tuvieron que considerar varios aspectos para lograr una escalización precisa.

Estas explicaciones proporcionan una comprensión clara sobre cómo los sensores analógicos funcionan y cómo la resolución y la escalización son aspectos cruciales para interpretar y utilizar la información proporcionada por estos sensores en aplicaciones de domótica.

## 9 Descripción del Proyecto

En nuestro proyecto de domótica, los microcontroladores ESP32 y Arduino Uno se integran para gestionar y procesar las señales provenientes de diversos sensores. Para la correcta interpretación de las señales analógicas adquiridas de los sensores LM35 y MQ-6, es esencial llevar a cabo un proceso de escalización. A continuación, se presenta una adaptación del código C++ para Arduino, optimizado para su implementación en el proyecto:

### Código para Arduino

Para descargar el código de escalización de señales para Arduino, haz clic en el siguiente enlace: [Descargar Código Arduino](#).

### 9.1 En este código

- Se definen los pines de conexión para los sensores LM35 y MQ-6 utilizando las directivas `#define`.
- Se establece una referencia de voltaje (VREF) de 5.0V para la conversión analógica a digital.
- Dentro del método `setup`, se inicia la comunicación serial a una tasa de baudios de 9600 para la depuración y monitoreo.
- Dentro del bucle `loop`, se realizan las lecturas analógicas de los sensores LM35 y MQ-6, seguido por la escalización de la señal del sensor LM35 para obtener la temperatura en grados Celsius. También se aplica un filtro de paso bajo para suavizar las lecturas de temperatura.
- Finalmente, se envían los datos procesados a la consola serial para depuración y monitoreo. También se menciona un comentario para la transmisión de datos al ESP32 Maestro, donde podrías incluir el código necesario para esta transmisión.

Este código proporciona una estructura robusta y eficaz para la adquisición y procesamiento de señales analógicas provenientes de los sensores LM35 y MQ-6, facilitando así la integración y comunicación dentro de tu sistema domótico.

## 9.2 Simulación en Tinkercad

Acceder en línea.

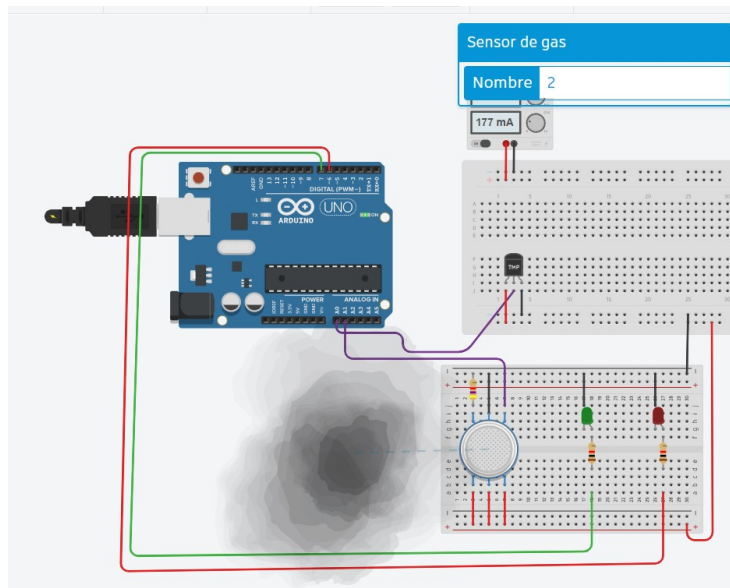


Figure 3: Simulación Inicial sensores analógicos

## 10 Sistema de Control

Un sistema de control es un conjunto de elementos que permiten automatizar una tarea o proceso. En el caso de la domótica, un sistema de control permite automatizar las funciones de un hogar o edificio, como el encendido y apagado de luces, la apertura y cierre de puertas, el control de la climatización, etc.

### 10.1 Los sistemas de control suelen estar formados por los siguientes elementos:

- **Sensores:** Los sensores son dispositivos que detectan cambios en el entorno. En la domótica, se utilizan sensores para detectar condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad, la luminosidad, etc.
- **Actuadores:** Los actuadores son dispositivos que realizan una acción en respuesta a una señal. En la domótica, se utilizan actuadores para controlar las funciones del hogar, como las luces, las puertas, la climatización, etc.
- **Controlador:** El controlador es el dispositivo que gestiona el sistema de control. Se encarga de recibir las señales de los sensores, procesarlas y

enviar las señales a los actuadores.

**En el ámbito de la domótica, los sistemas de alarma y notificación son cruciales para garantizar la seguridad y proporcionar información en tiempo real a los habitantes. Para implementar un sistema de alarma y notificación eficaz en tu proyecto, es esencial comprender cómo se pueden integrar y configurar estos sistemas con ESP32 y Arduino Uno. A continuación, se proporciona una descripción general y recomendaciones basadas en varios recursos:**

## **10.2 Introducción**

En el ámbito de la domótica, el control centralizado y la comunicación entre dispositivos es fundamental para crear sistemas inteligentes y eficientes. Los microcontroladores ESP32 y Arduino, junto con una variedad de sensores, ofrecen un vasto potencial para desarrollar soluciones domóticas avanzadas que mejoren la calidad de vida de los habitantes, proporcionando comodidad y seguridad.

## **10.3 Control Domótico**

Los microcontroladores como ESP32 y Arduino Uno permiten la integración y gestión de diversos sensores y actuadores en un entorno doméstico. La posibilidad de programar lógicas específicas y comunicarse con otros dispositivos expande las funcionalidades del hogar, permitiendo desde el control de iluminación y climatización hasta sistemas de seguridad avanzados.

## **10.4 Posibilidades de Uso**

- Sensor MQ-6: Permite la detección de gases combustibles, contribuyendo a un sistema de alarma en caso de fugas de gas.
- Sensores LM35 y DHT11: Proporcionan datos de temperatura y humedad, respectivamente, que pueden utilizarse para controlar sistemas de calefacción o aire acondicionado.
- Fotosensores: Permiten ajustar la iluminación basada en la luz ambiental, contribuyendo a un uso eficiente de la energía.
- Sensor de Movimiento: Ideal para sistemas de seguridad o para activar y desactivar dispositivos automáticamente basados en la presencia.

## **10.5 Comunicación entre Arduino y ESP32**

Se puede establecer una comunicación cableada entre el Arduino (esclavo) y el ESP32 (maestro) utilizando protocolos como I2C o UART, permitiendo una transmisión de datos confiable y en tiempo real entre estos dispositivos.

## 10.6 Conectividad de ESP32

El ESP32 sobresale por su capacidad de conectarse a redes WiFi y Bluetooth, lo que permite una comunicación inalámbrica con otros dispositivos y plataformas de control domótico como Home Assistant. Esto facilita la monitorización y control remoto del sistema domótico.

## 10.7 Sistema Domótico Propuesto

En un sistema domótico diseñado con los componentes ya mencionados, se podría implementar una arquitectura donde el ESP32 actúa como un controlador maestro que gestiona la lógica del sistema y se comunica con el Arduino Uno esclavo, que a su vez está conectado a los sensores mencionados. La comunicación entre el ESP32 y el Arduino puede establecerse mediante una conexión cableada, asegurando una transmisión de datos robusta.

La ESP32, con su conectividad WiFi y Bluetooth, puede conectar el sistema domótico a una red local o a plataformas de control y monitorización en la nube. Por ejemplo, se podría utilizar Home Assistant para proporcionar una interfaz de usuario amigable y recibir notificaciones en tiempo real de los eventos detectados por los sensores.

Las alarmas y notificaciones podrían gestionarse a través de una aplicación móvil, permitiendo a los usuarios interactuar con el sistema domótico de manera remota, ya sea para monitorear las condiciones ambientales, recibir alertas de seguridad, o controlar otros dispositivos en el hogar como luces y electrodomésticos.

Con esta configuración, se consigue un sistema domótico flexible, escalable y con múltiples funciones que atienden tanto la seguridad como la comodidad de los habitantes, al mismo tiempo que se facilita la monitorización y el control remoto del entorno doméstico.

# 11 Normativa

## 11.1 Normas ISO

### 11.1.1 ISO 9001

- **Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs):** Los KPIs son métricas que ayudan a monitorear y medir el rendimiento y la efectividad del Sistema de Gestión de Calidad (QMS). La norma ISO 9001:2015 requiere que tu empresa determine qué necesita monitorear y medir, cómo y cuándo hacerlo, y analizar y evaluar los resultados.
- **Matrices de Calidad:** La ISO 9001 propone un Sistema de Gestión de Calidad (QMS) bien definido basado en un marco que integra conceptos, principios, procesos y recursos relacionados con la calidad, ayudando a las organizaciones a alcanzar sus objetivos.

Aspecto	Gravedad	Probabilidad	Extensión	Total
Uso de energía	Alto	Medio	Alto	Muy alto
Generación de residuos	Medio	Alto	Medio	Alto
Contaminación del aire	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Contaminación del agua	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Contaminación del suelo	Bajo	Bajo	Medio	Bajo

Figure 4: Ejemplo Matriz Resultante

### 11.1.2 ISO 14000

Similar a la ISO 9001, pero enfocada en la gestión ambiental. Ambas normas se refieren al proceso de cómo se presta un servicio/producto, en lugar del servicio/producto en sí. La certificación se realiza por organizaciones de terceros, no directamente por ISO.

## 11.2 Matriz Leopold

La Matriz de Leopold se utiliza para identificar las interacciones entre las acciones humanas y los efectos ambientales en un proyecto. Esto incluye la valoración de acciones que pueden afectar al proyecto y la asignación de valores a esas interacciones. La normativa ISO 14000, específicamente la ISO 14001, se relaciona con la gestión y evaluación de impactos ambientales, lo que se alinea con la aplicación de la Matriz de Leopold para identificar y gestionar aspectos e impactos ambientales.

## 11.3 Normas ISA

### 11.3.1 Desarrollo de Estándares

ISA desarrolla estándares en áreas clave como seguridad, integración empresarial, comunicaciones inalámbricas, instrumentación, medición y control. También está estableciendo estándares para la ciberseguridad en aplicaciones industriales.

### 11.3.2 Guías de Buenas Prácticas

Los estándares de ISA sirven como guías de buenas prácticas que dirigen el diseño, implementación, operación y mantenimiento adecuados del sistema, promoviendo la fiabilidad, seguridad y operabilidad de las plantas.

### 11.3.3 Seguridad para Sistemas de Automatización y Control Industrial

Por ejemplo, la norma ISA-62443-2-1-2009 establece un programa de seguridad para sistemas de automatización y control industrial, mientras que la ISA-TR62443-2-3-2015 aborda la gestión de parches en el entorno IACS.

## 11.4 Implicancias y Estado del Proyecto

1. **Adherencia a Normas Internacionales:** Al optar por adherirse a las normas ISO 9001 y ISO 14000 desde el inicio, se ha establecido un compromiso sólido hacia la calidad, la satisfacción del cliente y la gestión ambiental. Esto no solo mejora la percepción y la confianza en el sistema domótico que estamos desarrollando, sino que también facilita la adopción de mejores prácticas que pueden ser beneficiosas en el largo plazo.
2. **Seguridad y Fiabilidad con ISA:** Las normas ISA nos ofrecen un marco para asegurar la seguridad y la fiabilidad en los sistemas de control automático, lo cual es crucial en la domótica, donde la seguridad de los datos y la operación confiable del sistema son imperativos. Al seguir las guías de ISA, estamos estableciendo una base sólida para la seguridad y la fiabilidad del sistema, aspectos que son cruciales para la aceptación y el éxito del proyecto.
3. **Estado Actual del Proyecto:** Hasta la fecha, se ha dado inicio al desarrollo del prototipo de casa y sistemas asociados, incorporando tecnologías como Arduino, ESP y diversos sensores. Aunque este es un avance significativo, es solo la punta del iceberg en términos de lo que el proyecto puede lograr en el futuro. La domótica tiene el potencial de revolucionar la manera en que interactuamos con nuestros entornos, brindando una vida más cómoda, segura y eficiente.

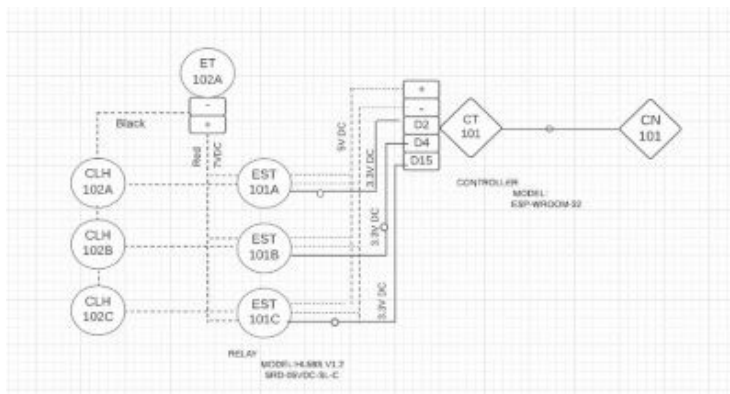


Figure 5: Avances Normativa ISA

4. **Perspectivas Futuras:** Con la infraestructura y las normativas ya en su lugar, se encuentra en una posición ventajosa para explorar y expandir el alcance del proyecto. A medida que el proyecto evolucione, la integración de más características, tecnologías emergentes y la adherencia continua a las normativas ISO e ISA permitirá un desarrollo sostenible y la mejora

continúa del sistema domótico. Esto, a su vez, puede conducir a una mejor eficiencia energética, operación segura y satisfacción del cliente.

5. **Preparación para Escalabilidad y Mejoras Futuras:** La planificación cuidadosa y la adherencia a las normas internacionales desde el inicio proporcionan un camino claro hacia la escalabilidad y la mejora. Con cada etapa de desarrollo, el proyecto puede evolucionar para incorporar nuevas funcionalidades, mejorar la interfaz de usuario y optimizar el rendimiento del sistema, manteniendo siempre un alto estándar de calidad y seguridad.

## Introducción a los Transistores BJT

Un transistor de unión bipolar (BJT) es un componente electrónico que puede controlar una corriente grande con una corriente pequeña. Es un interruptor o amplificador controlado por una corriente eléctrica. Los BJTs se dividen en dos tipos: NPN (que son más comunes) y PNP.

## 12 Tipos de Transistores BJT: NPN y PNP

### 12.1 Transistor NPN

En un transistor NPN, las capas de material semiconductor están dispuestas en la secuencia N-P-N. La corriente fluye del colector al emisor cuando se aplica una pequeña corriente a la base. En el modo activo, el emisor está conectado a un potencial negativo (o tierra), el colector a un potencial positivo, y una corriente positiva se aplica a la base.

**Aplicación:** Amplificación de señales y conmutación en circuitos digitales.

### 12.2 Transistor PNP

En un transistor PNP, las capas de material semiconductor están dispuestas en la secuencia P-N-P. La corriente fluye del emisor al colector cuando se aplica una pequeña corriente a la base. En el modo activo, el emisor está conectado a un potencial positivo, el colector a un potencial negativo (o tierra), y una corriente negativa se aplica a la base.

**Aplicación:** Amplificación de señales y conmutación en circuitos analógicos.

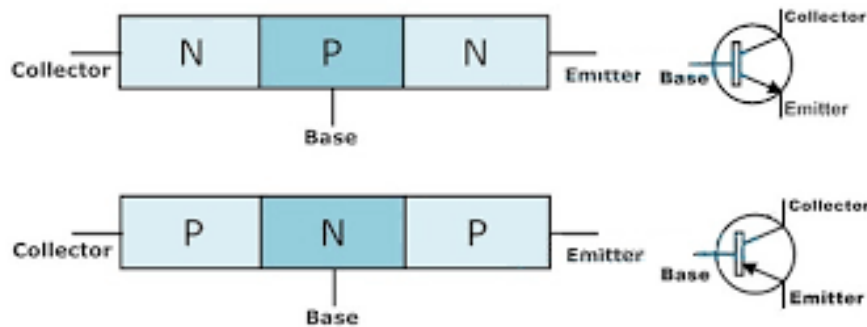


Figure 6: Transistores BJT: NPN y PNP

### 12.3 Funcionamiento Básico

- **Base (B):** Controla la corriente entre el colector y el emisor.
- **Colector (C):** Conecta la fuente de voltaje principal.
- **Emisor (E):** La corriente sale por aquí hacia el resto del circuito.

En ambos tipos de transistores, la corriente de la base ( $I_B$ ) controla la corriente del colector ( $I_C$ ), y se describe con la ecuación  $I_C = \beta I_B$ , donde  $\beta$  es la ganancia de corriente del transistor.

### ¿Cómo Funcionan los Transistores BJT?

Un BJT tiene tres partes: la base (B), el colector (C) y el emisor (E). Cuando se aplica una pequeña corriente a la base, se permite el paso de una corriente mucho mayor entre el colector y el emisor. Este comportamiento se describe con la ecuación:

$$I_C = \beta I_B$$

Donde  $I_C$  es la corriente que pasa del colector al emisor,  $I_B$  es la corriente que se aplica a la base, y  $\beta$  es una constante que indica cuánto puede amplificar el transistor.

### Esquema y Circuito Básico

Para visualizarlo mejor, imagina un circuito simple con un BJT NPN:



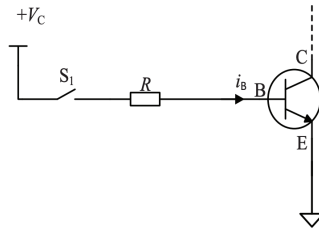


Figure 7: Esquema BJT NPN

1. **Base (B)**: Aquí aplicamos una pequeña corriente. 2. **Colector (C)**: Conectado a la fuente principal de energía. 3. **Emisor (E)**: La corriente sale por aquí hacia el resto del circuito.

Cuando una pequeña corriente entra en la base, permite que una corriente mayor fluya del colector al emisor.

## 12.4 Descripción de los Transistores 2N2222 y 2N3904

Los transistores NPN 2N2222 y 2N3904 son ampliamente utilizados en aplicaciones electrónicas:

- **2N2222**:
  - Voltaje máximo del colector-emisor ( $V_{CEO}$ ): 30V
  - Corriente máxima del colector ( $I_C$ ): 800mA
  - Ganancia de corriente ( $h_{FE}$ ): 100-300

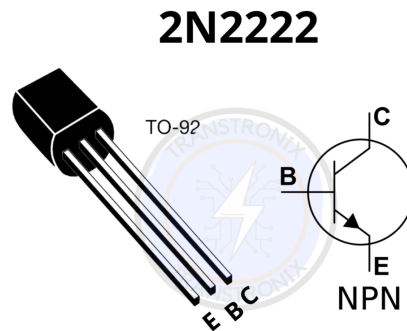


Figure 8: ESQUEMA, 2N2222

- **2N3904:**

- Voltaje máximo del colector-emisor ( $V_{CEO}$ ): 40V
- Corriente máxima del colector ( $I_C$ ): 200mA
- Ganancia de corriente ( $h_F E$ ): 100-300

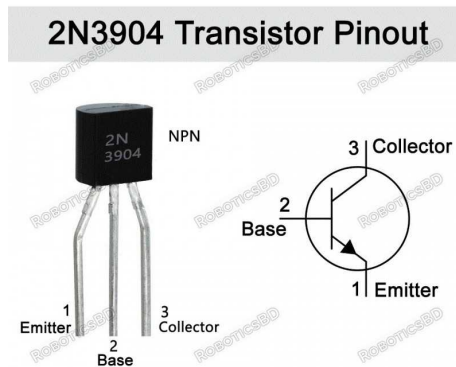


Figure 9: ESQUEMA,2N3904

## 12.5 Comparación

- **Capacidad de Corriente:** El 2N2222 maneja corrientes más altas (hasta 800mA) en comparación con el 2N3904 (hasta 200mA).
- **Voltaje de Operación:** El 2N3904 soporta un voltaje mayor entre colector y emisor (40V) que el 2N2222 (30V).
- **Aplicaciones:**
  - **2N2222:** Ideal para aplicaciones de alta corriente, como control de motores pequeños.
  - **2N3904:** Adecuado para aplicaciones de baja corriente, como circuitos de conmutación y amplificadores de baja potencia.

## Descripción de los Transistores 2N2222 y 2N3904

Ahora, veamos las características de los dos transistores que estamos comparando:

- **2N2222:**

- Puede manejar hasta 30V entre colector y emisor.

- Puede permitir hasta 800mA de corriente entre colector y emisor.
- Amplifica la corriente de la base entre 100 y 300 veces.

- **2N3904:**

- Puede manejar hasta 40V entre colector y emisor.
- Puede permitir hasta 200mA de corriente entre colector y emisor.
- Amplifica la corriente de la base entre 100 y 300 veces.

## Comparación

### 13 Simulación del Transistor 2N2222 en Proteus

#### 13.1 Configuración del Circuito

Para analizar el comportamiento del transistor 2N2222, se configuró un circuito en Proteus donde se varía el voltaje colector-emisor ( $V_{CE}$ ) y se mide la corriente del emisor ( $I_E$ ).

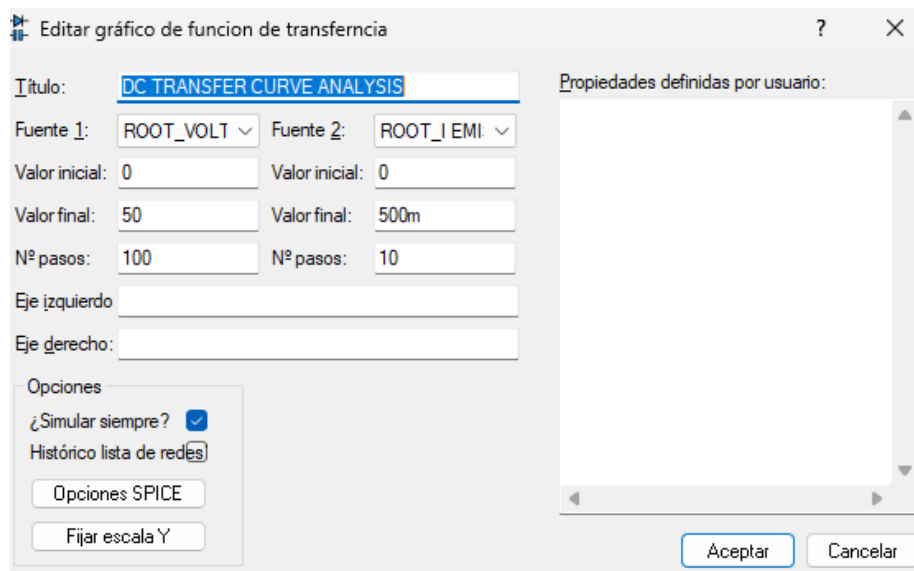


Figure 10: Configuración del Circuito 2N2222

#### 13.2 Resultados de la Simulación

La simulación mostró cómo la corriente del colector ( $I_C$ ) varía en función del voltaje colector-emisor ( $V_{CE}$ ) para diferentes corrientes de base ( $I_B$ ). La gráfica

resultante incluye múltiples curvas, cada una correspondiente a un nivel diferente de  $I_B$ .

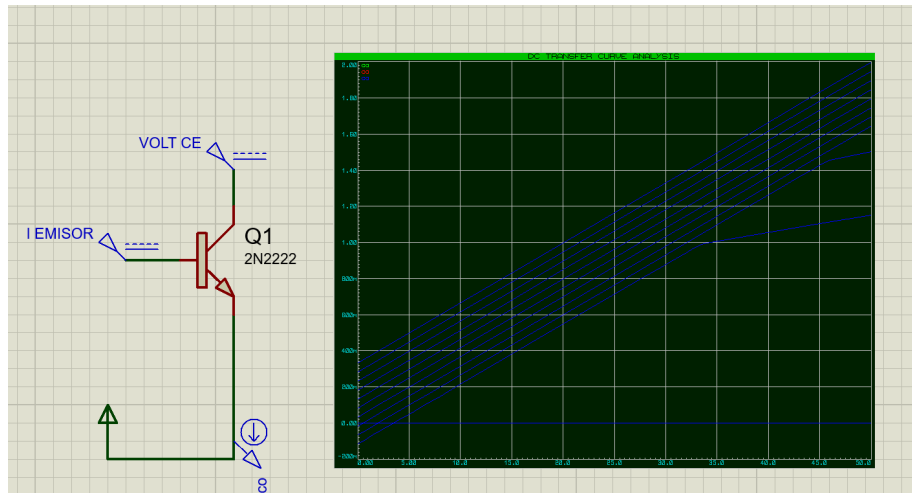


Figure 11: Resultados de la Simulación 2N2222

- **Región Activa:** El transistor actúa como amplificador.  $I_C$  es proporcional a  $I_B$ .
- **Región de Saturación:** Ocurre a bajos  $V_{CE}$ .  $I_C$  es máximo, transistor completamente encendido.
- **Región de Corte:** A bajos  $I_B$ ,  $I_C$  es casi cero, transistor apagado.

### 13.3 Interpretación de la Gráfica

Las curvas de transferencia DC permiten visualizar el comportamiento del transistor en diferentes regiones operativas, proporcionando una comprensión clara de su funcionamiento bajo varias condiciones de voltaje y corriente.

## 14 Simulación del Transistor 2N3904 en Proteus y Arduino

### 14.1 Descripción del Circuito

El circuito consta de los siguientes componentes:

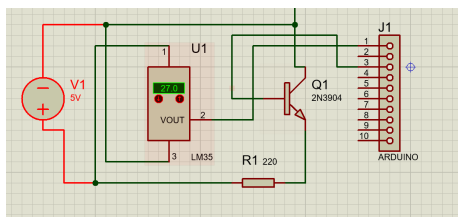


Figure 12: Simulacion en Proteus

- Fuente de Alimentación
- Sensor de Temperatura (LM35)
- Transistor NPN (2N3904)
- Resistencia ( $220\Omega$ )
- Arduino UNO

## 14.2 Funcionamiento

1. **Medición de Temperatura:** El sensor LM35 mide la temperatura y produce un voltaje proporcional.
2. **Amplificación de Señal:** El transistor 2N3904 amplifica la señal del LM35. La corriente de base del transistor, controlada por el voltaje del LM35, permite que una mayor corriente fluya del colector al emisor.
3. **Lectura del Arduino:** El voltaje amplificado es leído por el Arduino a través de un pin analógico para su procesamiento.

## 14.3 Simulación en Thinkercad

La simulación en Thinkercad permite observar el comportamiento del circuito en condiciones controladas, asegurando que el transistor 2N3904 amplifique correctamente la señal del sensor antes de construir el circuito físico.

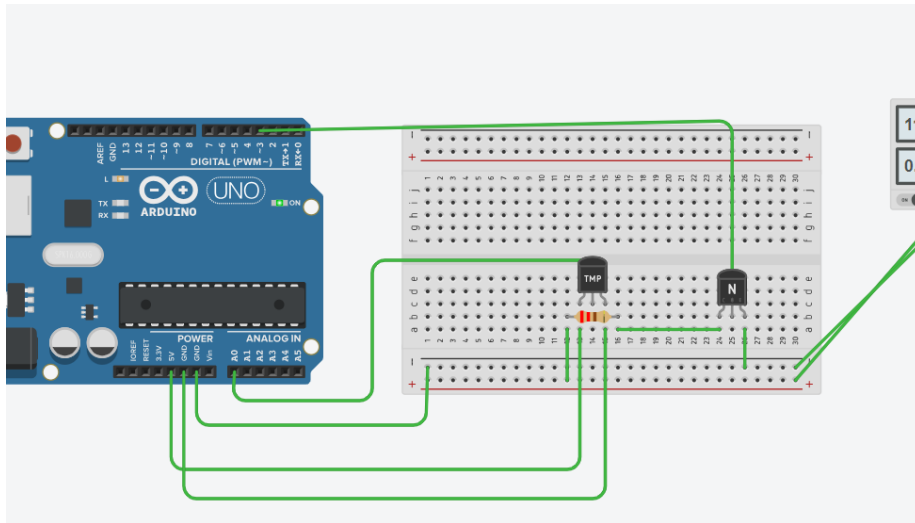


Figure 13: Simulación en Thinkercad

## 15 Conclusión

Los transistores 2N2222 y 2N3904, aunque similares, tienen diferencias en capacidad de corriente y voltaje de operación. La simulación en Proteus del 2N2222 muestra su comportamiento en distintas condiciones, ayudando a comprender mejor su aplicación en circuitos prácticos.

- **Capacidad de Corriente:** El 2N2222 puede manejar corrientes más altas (hasta 800mA) que el 2N3904 (hasta 200mA).
- **Voltaje de Operación:** El 2N3904 soporta un voltaje mayor entre colector y emisor (40V) que el 2N2222 (30V).
- **Aplicaciones:**
  - **2N2222:** Ideal para aplicaciones que necesitan manejar más corriente, como controlar motores pequeños.
  - **2N3904:** Mejor para aplicaciones de baja corriente, como pequeños amplificadores y conmutadores.

El campo de la electrónica ha evolucionado rápidamente gracias a los avances en la tecnología de semiconductores, y con él, la necesidad de equipos de prueba confiables y versátiles se ha vuelto más evidente. Como respuesta a esta demanda, y como parte de mi proyecto de clase de semiconductores, he decidido abordar el diseño de una fuente de alimentación DC que ofrezca una salida fija de 5V y una salida variable que pueda ser ajustada hasta 16V. Este proyecto

pretende no solo aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, sino también proporcionar una herramienta práctica y fundamental para la experimentación y el desarrollo en el laboratorio de electrónica. En esta fase inicial, nos hemos centrado en la creación de un transformador a medida, un componente crítico que permitirá la correcta adaptación de la tensión de entrada para nuestras necesidades específicas.

## 16 Fuente de 5V Fija

El diseño de una fuente de alimentación de 5V fija implica una comprensión detallada de los principios de conversión de energía eléctrica y regulación de voltaje. Una fuente de 5V es esencialmente el estándar para la mayoría de los circuitos lógicos y de baja potencia, por lo que es crucial que el voltaje de salida sea preciso y estable. En esta sección, se discuten los aspectos clave que se deben tener en cuenta durante la creación de una fuente de 5 voltios y se describe el circuito propuesto.

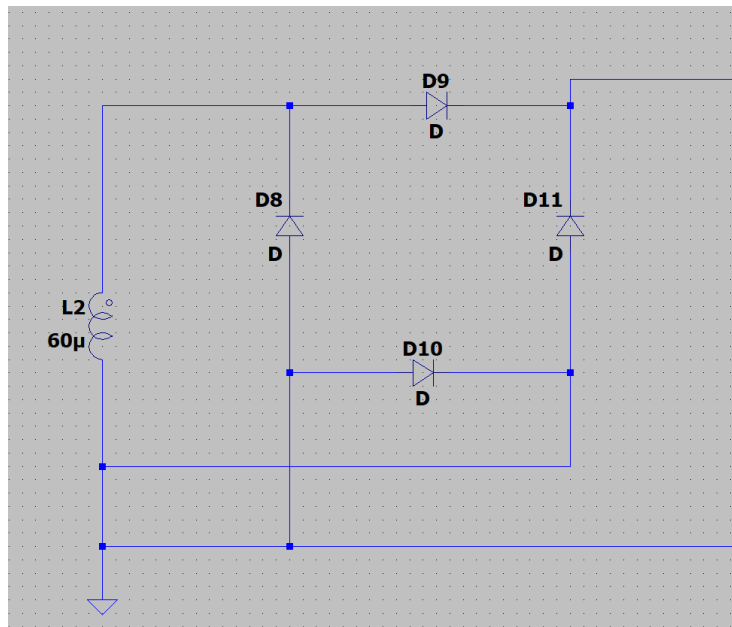


Figure 14: Potencia Fuente 5v y regulacion diodos

### 16.1 Consideraciones de Diseño

Para lograr un voltaje de salida fijo y estable, es necesario considerar factores como la regulación de la línea, la regulación de la carga, la filtración de ruido y la protección contra sobretensiones y cortocircuitos. El diseño debe también

contemplar la eficiencia térmica y la disipación de calor, garantizando que todos los componentes operen dentro de sus límites seguros de temperatura.

## 16.2 Descripción del Circuito

El circuito proporcionado consiste en varias etapas clave que trabajan juntas para transformar y regular la energía eléctrica:

- **Rectificación:** La corriente alterna (AC) es convertida a corriente continua (DC) no regulada mediante un puente rectificador compuesto por los diodos D8, D9, D10 y D11. Estos diodos deben ser capaces de manejar la corriente máxima requerida por la carga y la tensión inversa máxima de la fuente AC.
- **Filtración:** El condensador de gran capacidad C11 (2200 $\mu$ F) actúa como un filtro para suavizar el rizado de voltaje resultante de la rectificación, proporcionando una señal más estable que será regulada. C12 (100nF) funciona como un filtro adicional para atenuar el ruido de alta frecuencia.
- **Regulación:** El LM317 es un regulador de voltaje ajustable que mantiene un voltaje de salida constante independientemente de las variaciones en la carga y en la tensión de entrada. El potenciómetro R2 permite el ajuste fino del voltaje de salida.
- **Estabilización Adicional:** Los condensadores C13 (10 $\mu$ F) y C14 (10 $\mu$ F) junto con C15 (100nF) ofrecen estabilidad adicional al voltaje de salida, asegurando que la salida sea suave y sin fluctuaciones indeseadas.
- **Carga:** La resistencia R11 representa la carga, que en uso práctico sería el circuito o dispositivo alimentado por la fuente de 5V. La resistencia de 100 ohmios aquí es meramente ilustrativa; en un caso real, correspondería a la resistencia total de la carga conectada.



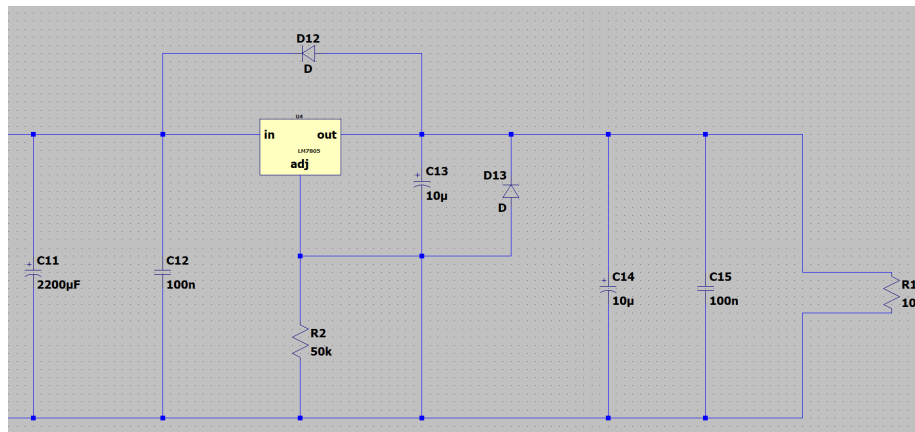


Figure 15: Filtrado Y Risado Fuente 5v

La operación efectiva de esta fuente de 5V requiere la cuidadosa selección y colocación de estos componentes. Cada elemento debe ser especificado no solo para manejar las condiciones normales de operación, sino también para tolerar situaciones extremas sin fallar ni comprometer el rendimiento del circuito. Esto incluye la elección de componentes con valores de voltaje y corriente adecuados, así como el diseño de un layout de circuito que minimice las interferencias y pérdidas.

En resumen, la fuente de 5V fija aquí descrita está diseñada para proporcionar un suministro de energía limpio y estable, esencial para la alimentación de circuitos digitales y dispositivos semiconductores. El diseño asegura que la fuente sea robusta, confiable y eficiente, satisfaciendo las necesidades del proyecto y proporcionando una base sólida para futuras expansiones y aplicaciones.

### 16.3 Materiales y Componentes

La selección de materiales y componentes es crucial para la creación de una fuente de alimentación fiable y eficiente. Para nuestra fuente de 5V fija, hemos identificado y seleccionado los siguientes componentes principales:

- **Regulador de Voltaje LM317:** El núcleo del circuito de regulación, elegido por su robustez y confiabilidad.
- **Diodos Rectificadores:** Constituyen el puente rectificador que convierte la entrada de AC a DC. Se han seleccionado diodos IN4001 por su capacidad de manejar las corrientes y tensiones involucradas en este proceso.

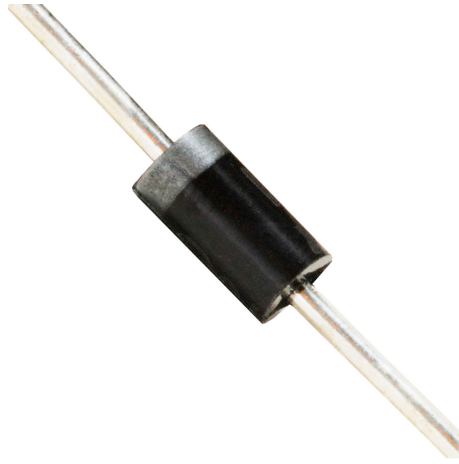


Figure 16: Diodos

- **Condensadores Electrolíticos:** Se usan para filtrar el rizado de la señal de DC. Se han seleccionado varios con valores de capacitancia y voltaje adecuados para garantizar una salida suave.

Figure 17: Enter Caption

- **Potenciómetro:** Permite ajustar la salida del regulador LM317 para afinar la tensión de salida a exactamente 5V.
- **Resistencias:** Se utilizan para establecer la corriente y el voltaje de funcionamiento del LM317 y como carga en el circuito de prueba.
- **Disipador de Calor:** Esencial para gestionar la temperatura del LM317, asegurando que el dispositivo se mantenga dentro de rangos de operación seguros.
- **Baquela:** Una placa para montar y soldar todos los componentes del circuito.

Estos componentes se han elegido tras un análisis cuidadoso de sus especificaciones técnicas, asegurando que cada uno cumpla con los requisitos del diseño. El proceso de selección también consideró la disponibilidad y el costo, dos factores importantes que influyen en la viabilidad del proyecto.

## 17 Presupuesto

La planificación financiera es un aspecto crucial en la fase inicial de cualquier proyecto de diseño electrónico. Basándonos en las cotizaciones obtenidas de

varias tiendas locales y plataformas en línea, hemos elaborado un presupuesto que equilibra el costo con la calidad. La tabla de presupuesto refleja el costo de los componentes por unidad y para el total de 13 fuentes de alimentación propuestas. La selección de los proveedores se ha hecho tomando en cuenta no solo el precio, sino también la facilidad de pago, la disponibilidad de las materias primas, los modos de entrega y los canales de atención al cliente.

Se optó por descartar proveedores como Amazon debido a la complejidad en la cotización y la variación en los costos debido a la fluctuación del dólar. En su lugar, se eligió trabajar con Tuvoltio y ferretrónica, que han demostrado cumplir con todos los criterios necesarios, ofreciendo métodos de pago diversos, posibilidad de entrega a domicilio casi inmediata y contacto directo con el proveedor, factores que son de gran beneficio para el proyecto.

El presupuesto detallado se presenta a continuación, destacando que los costos propuestos son viables para el proyecto y competitivos en comparación con soluciones comerciales similares.

	AliExpress		Mercado libre		Tuvoltio		ferretrónica	
	Unidad	Para 13 Fuentes	Unidad	Para 13 Fuentes	Unidad	Para 13 Fuentes	Unidad	Para 13 Fuentes
Transformador (24 volt)	\$ 38.000	\$ 400.000	\$ 38.000	\$ 494.000	\$ 40.000	\$ 400.000	\$ 42.000	\$ 440.000
Fusible (1 A)		\$ 6.800	\$ 680	\$ 6.800	\$ 300	\$ 3.900	\$ 250	\$ 3.250
Puente de diodos IN4001	\$ 436	\$ 4.800	\$ 436	\$ 4.800	\$ 100	\$ 1.300	\$ 100	\$ 1.000
Capacitor electrolítico (1000uf – 50 volt)	\$ 2.200	\$ 26.000	\$ 2.200	\$ 26.000	\$ 1.200	\$ 15.600	\$ 1.500	\$ 19.500
Capacitor electrolítico (10 uf – 30 volt)	\$ 562	\$ 7.300	\$ 562	\$ 7.300	\$ 500	\$ 6.000	\$ 500	\$ 6.000
Condensador electrolítico (470 uf – 50volt)	\$ 2.000	\$ 20.000	\$ 2.000	\$ 20.000	\$ 490	\$ 4.900	\$ 900	\$ 10.000
Condensador (0,1uf)					\$ 300	\$ 3.900	\$ 200	\$ 2.600
Potenciómetro hasta 10 k ohm	\$ 1.840	\$ 10.200	\$ 1.377	\$ 17.900	\$ 1.000	\$ 13.000	\$ 1.500	\$ 18.000
Resistencia (240 ohm)	\$ 315	\$ 5.000	\$ 315	\$ 6.000	\$ 100	\$ 600	\$ 100	\$ 600
Diodo IN4007 x 2	\$ 600	\$ 8.900	\$ 600	\$ 8.900	\$ 100	\$ 600	\$ 100	\$ 600
LM 317	\$ 1.030	\$ 13.390	\$ 1.980	\$ 20.000	\$ 2.000	\$ 24.000	\$ 1.200	\$ 24.000
Disipador	\$ 3.000	\$ 39.000	\$ 2.600	\$ 33.800	\$ 2.600	\$ 24.000	\$ 2.600	\$ 24.000
Baquela 10 CM x 10 CM	\$ 3.000	\$ 39.000	\$ 6.900	\$ 89.700	\$ 3.000	\$ 40.000	\$ 2.000	\$ 40.000
Domicilio	\$ 24.000	\$ -	\$ -			\$ 17.000	\$ -	\$ 12.000
Total	\$ 76.983	\$ 580.390	\$ 57.650	\$ 735.200	\$ 68.690	\$ 537.800	\$ 64.950	\$ 589.550

Figure 18: Tabla de Presupuestos

Table 1: Presupuesto Detallado de Componentes

Componente	Costo por Unidad		Costo Total		Proveedor	
		Tuvoltio	ferretrónica	Tuvoltio	ferretrónica	Elegido
Transformador	\$38.000	\$40.000	\$494.000	\$400.000	Tuvoltio	
Fusible 1A	\$6.800	\$3.900	\$300	\$250	ferretrónica	
Puente de diodos	\$436	\$100	\$4.800	\$1.300	ferretrónica	
Capacitor1000uf 50V	\$2.200	\$1.200	\$26.000	\$15.600	ferretrónica	
...	...	...	...	...	...	...
Total				\$735.200	\$537.800	

## 18 Construcción del Transformador

La construcción de un transformador personalizado es un componente fundamental en el desarrollo de una fuente de alimentación a medida, ya que permite una adaptación precisa del voltaje de entrada a las necesidades específicas del circuito. Esta sección aborda los componentes críticos del proceso de construcción del transformador, como el cableado, el número de vueltas y la utilización de láminas en configuraciones E y I.

### 18.1 Importancia del Cableado y las Vueltas

El cableado del transformador es crítico para su funcionamiento. La selección del calibre del alambre depende directamente de la corriente que se espera manejar. Los alambres de cobre esmaltado de calibres 19, 18 y 24 AWG han sido elegidos para equilibrar la conductividad con la capacidad térmica. El número de vueltas o devanados en cada bobina determinará la relación de transformación de voltaje, que es esencial para lograr la salida deseada. Un cálculo preciso del número de vueltas es imprescindible para garantizar que el transformador funcione eficientemente y dentro de los parámetros de diseño.

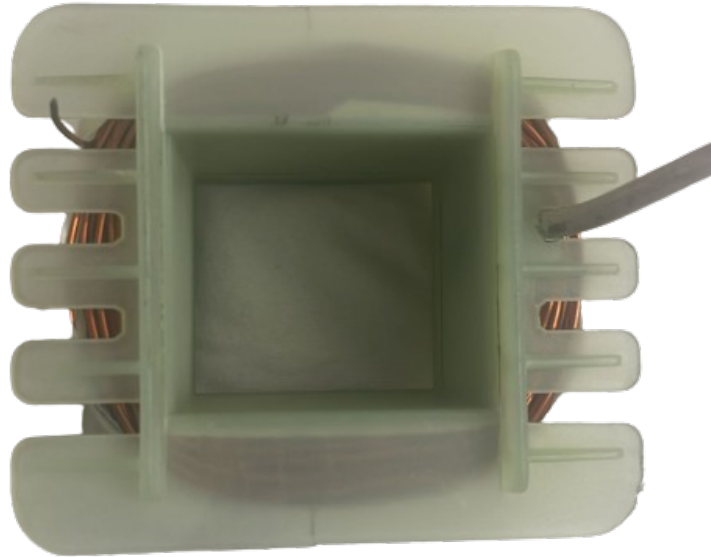


Figure 19: Enter Caption

Cableado

## 18.2 Uso de Láminas en E y I

La elección de utilizar láminas en configuración E y I para el núcleo del transformador responde a la necesidad de minimizar las pérdidas magnéticas. Las láminas de acero al silicio son apiladas en esta configuración para reducir las corrientes parásitas y maximizar la eficiencia magnética del núcleo. Esta disposición permite también una fácil fabricación y montaje, aspectos importantes en la construcción manual de transformadores.



### **18.3 Proceso de Construcción**

El proceso de construcción comienza con el corte y apilamiento de las láminas del núcleo, seguido por el devanado cuidadoso de las bobinas con alambre esmaltado. Luego se procede al montaje de las bobinas en el núcleo, asegurando un acoplamiento magnético adecuado y minimizando el espacio entre las láminas para evitar vibraciones y ruidos adicionales.

### **18.4 Análisis en MATLAB Simulink**

Para validar el diseño y predecir el rendimiento del transformador, se llevan a cabo simulaciones utilizando MATLAB Simulink. Esta poderosa herramienta permite modelar el circuito del transformador, incluyendo el efecto del número de vueltas, la resistencia del alambre, las características del núcleo y las cargas esperadas. La simulación también ayuda a identificar y mitigar posibles problemas como saturación del núcleo, calentamiento excesivo y eficiencia bajo diferentes condiciones de carga.

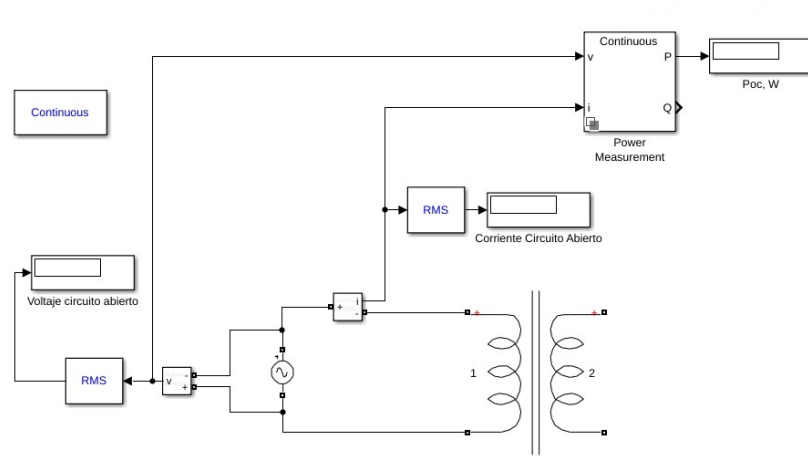


Figure 20: Diagrama de Matlab Simulink

El análisis con Simulink ofrece una previsualización detallada de cómo se espera que opere el transformador en la realidad, permitiendo ajustes en el diseño antes de proceder con la construcción física.