

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SAN ANDRÉS TUXTLA**

**División de Ingeniería Mecatrónica**

## **Electrónica de Potencia**

**Docente: Ing. Juan Merlin Chontal**

**Semestre 6° Grupo: 611B.**

**Periodo: Febrero 2025 - Junio 2025.**

**Unidad 4: Convertidores de energía  
eléctrica**

**Tema 4.8 Reductor -Elevador (BUCK -BOOST)**

**Integrantes del  
equipo:**

**Carlos Cobaxin Villaseñor**

**Marcos Osiris Zapot Ramos**

**Naomi Rosas Minquiz**

**Esmeralda Serrano Velázquez**

# **INTRODUCCIÓN**

Los convertidores buck y boost son tipos de convertidores DC-DC utilizados en sistemas electrónicos para modificar niveles de voltaje.

El convertidor buck, también conocido como reductor, disminuye el voltaje de entrada a un valor de salida más bajo.

Por otro lado, el convertidor boost, o elevador, incrementa el voltaje de entrada a un nivel superior en la salida. Ambos se basan en el principio de conmutación rápida mediante un transistor y el almacenamiento de energía en componentes pasivos.

Los principales elementos utilizados son inductores, diodos, capacitores y transistores de conmutación.

Funcionan mediante el encendido y apagado del interruptor a alta frecuencia, controlando así la energía transferida.

Durante el ciclo de trabajo, la energía se almacena temporalmente en el inductor y luego se libera a la carga.

El ciclo de trabajo (duty cycle) es clave para determinar la relación entre el voltaje de entrada y el de salida.

Estos convertidores son altamente eficientes y compactos, ideales para aplicaciones con restricciones energéticas.

Se emplean ampliamente en fuentes de alimentación, sistemas portátiles, energías renovables y automoción.

En el convertidor buck, la tensión de salida es siempre menor que la de entrada.

En el boost, la tensión de salida es mayor que la de entrada, ideal para baterías de bajo voltaje.

Ambos tipos pueden implementarse con controladores analógicos o digitales para un mejor rendimiento.

Sus diseños permiten modular la energía de forma precisa en sistemas electrónicos modernos.

Existen versiones integradas como los convertidores buck-boost, capaces de reducir o elevar según se requiera.

# EXPOSICION





# INVESTIGACION

## CONVERTIDOR/REDUCTOR BUCK

Conocido en inglés como buck converter, es un circuito electrónico de potencia ampliamente utilizado para reducir una tensión continua de entrada a un valor menor en la salida, manteniendo alta eficiencia y control preciso. Es fundamental en fuentes de alimentación conmutadas, sistemas de energía renovable, aplicaciones industriales, automotrices y dispositivos electrónicos portátiles

El convertidor buck es un convertidor DC-DC sin aislamiento galvánico. Su funcionamiento básico se basa en la conmutación rápida de un transistor (generalmente un MOSFET) y un diodo, junto con un inductor y, opcionalmente, un condensador de salida. El ciclo de trabajo del interruptor determina la proporción de tiempo durante la cual la energía fluye desde la fuente a la carga, permitiendo así controlar la tensión de salida.

### Modo de operación:

- Interruptor cerrado: El inductor almacena energía y la corriente aumenta.
- Interruptor abierto: El inductor libera la energía almacenada hacia la carga, manteniendo la corriente de salida
- Modo continuo: La corriente por el inductor nunca cae a cero durante el ciclo de conmutación. Es el modo más eficiente y común en aplicaciones de potencia media y alta.
- Modo discontinuo: La corriente por el inductor cae a cero en parte del ciclo, típico en cargas ligeras o bajas frecuencias de conmutación

### Componentes:

- Transistor de conmutación (S): MOSFET o IGBT de alta velocidad.
- Diodo (D): Permite el paso de corriente cuando el interruptor está abierto.

- Inductor (L): Almacena y libera energía, suavizando la corriente.
- Condensador de salida (C): Opcional, reduce el rizado de tensión en la salida

### **Ecuacion**

La relación entre la tensión de salida ( $V_o$ ) y la de entrada ( $V_i$ ) está dada por el ciclo de trabajo ( $D$ ):

$$V_o = D \cdot V_i$$

## Ventajas

- Alta eficiencia (entre 80% y 95%)
- Menor generación de calor que reguladores lineales
- Compacto y ligero
- Capacidad de manejar altas corrientes
- Control preciso del voltaje de salida

El convertidor Buck es una herramienta indispensable en la ingeniería electrónica moderna. Su capacidad para reducir el voltaje con alta eficiencia lo convierte en la mejor opción para alimentar circuitos sensibles desde fuentes de energía más elevadas. Gracias a su simplicidad y eficacia, su uso seguirá siendo fundamental en todo tipo de dispositivos electrónicos, desde equipos industriales hasta gadgets portátiles.

# CONVERTIDOR BOOST

El convertidor boost es un tipo de convertidor de corriente continua a corriente continua (DC-DC) cuya principal función es aumentar el voltaje de entrada a un nivel superior en la salida. Es ampliamente utilizado en sistemas electrónicos donde se necesita una fuente de voltaje estable y más alta que la proporcionada por la fuente original, como baterías o paneles solares.

El convertidor boost opera mediante conmutación rápida de un transistor y el uso de componentes pasivos como un inductor, diodo y capacitor. Su funcionamiento se basa en dos etapas:

- Etapa de carga (conmutador cerrado): el transistor (generalmente un MOSFET) se cierra, lo que permite que el inductor almacene energía en forma de campo magnético.
- Etapa de descarga (conmutador abierto): el transistor se abre y el inductor libera la energía acumulada, sumándola a la fuente, lo que eleva el voltaje hacia la carga.

El nivel de voltaje de salida depende directamente del ciclo de trabajo (duty cycle), es decir, del tiempo en que el transistor permanece encendido respecto al total del ciclo.

## **Componentes Principales:**

- Inductor: almacena energía cuando el transistor está cerrado.
- Diodo: permite el flujo de corriente hacia la salida evitando el retorno.
- Capacitor: suaviza el voltaje de salida.
- Transistor de conmutación (MOSFET, IGBT): regula la carga y descarga del inductor.
- Controlador PWM: genera la señal de conmutación con el ciclo de trabajo adecuado.

## **Aplicaciones Comunes**

- Sistemas solares: para elevar el voltaje de paneles solares a niveles útiles.
- Equipos portátiles: donde baterías de bajo voltaje requieren salida superior.
- Automoción eléctrica: para sistemas auxiliares que requieren distintos niveles de voltaje.
- Cargadores de baterías: especialmente para baterías de litio o plomo-ácido.

## **Consideraciones de Diseño**

En el diseño de un convertidor boost deben considerarse:

- La frecuencia de conmutación, que influye en el tamaño del inductor y el capacitor.
- La corriente de rizado permitida.
- El tipo de carga y sus variaciones.
- Protección contra sobrecorriente y sobrevoltaje.

# PRESENTACIÓN REDUCTOR (BUCK) Y ELEVADOR (BOSST)



**CONVERTIDOR TIPO BUCK**

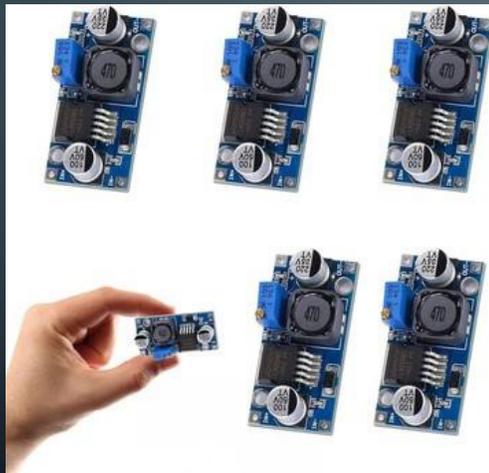
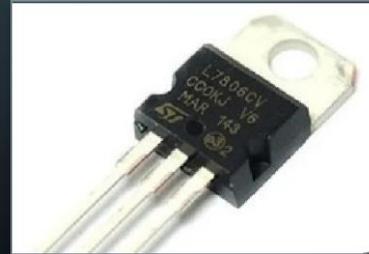
Un convertidor Buck es un circuito electrónico que transforma una tensión continua alta en una tensión continua más baja, sin desperdiciar mucha energía en forma de calor.

Pertenece a la familia de los convertidores DC-DC (corriente directa a corriente directa), que son muy usados en sistemas electrónicos para adaptar el voltaje disponible al que necesita cada componente.

The image shows a physical Buck converter module on a printed circuit board. It includes a blue MOSFET, a silver electrolytic capacitor, a smaller capacitor, and a black terminal block. The board is populated with various electronic components and is mounted on a white base.

## ¿QUÉ LO HACE DIFERENTE DE UN REGULADOR TRADICIONAL?

- Los reguladores lineales (como el clásico 7805) reducen el voltaje disipando el exceso como calor (son poco eficientes).
- El convertidor Buck, en cambio, alterna entre encendido y apagado usando un switch de alta frecuencia, almacena energía en componentes magnéticos (bobina) y entrega solo la cantidad de energía necesaria.

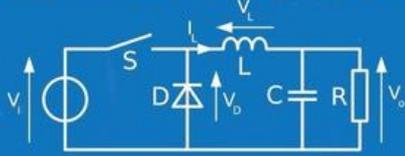


### PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO (MÁS DETALLADO)

1. Switch (transistor) se cierra - la corriente carga la bobina.
2. La bobina acumula energía en forma de campo magnético.
3. El switch se abre - la bobina libera la energía acumulada hacia la carga.  
El diodo permite que la corriente fluya cuando el switch está abierto.
5. El condensador en la salida suaviza las variaciones de voltaje para obtener una señal continua.

Todo esto ocurre miles o millones de veces por segundo (frecuencias de 50 kHz a 1 MHz o más).

## CONVERTIDOR BUCK



En un convertidor Buck, el voltaje de entrada  $V_i$  es controlado por un interruptor  $S$ , almacenado y liberado a través de una bobina  $L$  con  $V_L$  voltaje en el inductor y un diodo  $D$ , suavizado por un condensador  $C$  y entregado a una carga  $R$  como un voltaje de salida  $V_o$  o más bajo y estable.

## USOS DEL CONVERTIDOR BUCK EN LA INDUSTRIA

### CARGADORES DE CELULARES, LAPTOPS Y TABLETS:

Los convertidores Buck reducen el voltaje de entrada para cargar las baterías de forma eficiente y segura.



### PANELES SOLARES:

La energía solar genera voltajes variables. Los convertidores Buck se utilizan para:

Ajustar la salida del panel solar a un voltaje que cargue baterías (por ejemplo, de 18V a 12V).



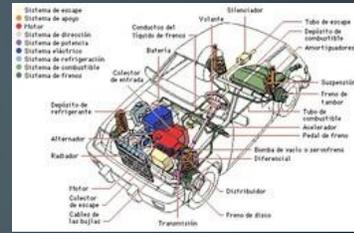
## SISTEMAS ELECTRICOS DE VEHICULOS: Un auto tiene

batería de 12V o 24V, pero muchos sensores, pantallas y microcontroladores requieren 5V o 3.3V.

## CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC):

Los convertidores Buck permiten alimentar PLCs desde líneas de 24V DC industriales, bajando a 5V o 3.3V para los circuitos de control.

**SATELITES Y SONDAS ESPACIALES:** Donde cada gramo de peso y cada watt de energía cuenta, se usan convertidores Buck ultra eficientes para alimentar computadoras, transmisores, cámaras.



## CONCLUSIÓN

Un convertidor Buck permite bajar el voltaje de forma eficiente y controlada, usando técnicas de conmutación rápida y almacenamiento de energía en una bobina. Esto hace que sea ideal para dispositivos electrónicos modernos, donde la eficiencia energética es fundamental.

En la industria moderna, los convertidores Buck son imprescindibles para adaptar el voltaje de manera eficiente en vehículos, fábricas, sistemas solares, tecnología de consumo y hasta en misiones espaciales, logrando ahorro de energía, protección de circuitos y mejor rendimiento de los sistemas.



## USOS INDUSTRIALES DEL CONVERTIDOR BOOST

### SISTEMAS DE ILUMINACION:

Elevan el voltaje para faros LED de alta eficiencia.



### SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA:

Baterías de bajo voltaje son elevadas para alimentar sistemas de respaldo.



### EQUIPOS PORTÁTILES:

Como laptops, tablets, cámaras y drones, para regular y elevar el voltaje según la necesidad de los componentes.



### **INSTRUMENTOS MEDICOS PORTATILES:**

Equipos como desfibriladores o monitores requieren tensiones más altas que la que ofrece una batería normal.



### **TORRES DE COMUNICACION Y RADIOS:**

Elevan voltajes de baterías para transmitir señales de larga distancia.



### **CONTROLADORES DE MOTORES PEQUENOS:**

Para robots, actuadores y maquinaria donde se requiere aumentar el voltaje para mejorar la velocidad o fuerza.



## CONCLUSION



El convertidor Boost es un dispositivo fundamental en la electrónica de potencia, ya que permite elevar el voltaje de una fuente de corriente continua de manera eficiente y confiable. Gracias a su simplicidad, tamaño compacto y alta eficiencia, es ampliamente utilizado en aplicaciones industriales, energía renovable, automotriz, electrónica de consumo y equipos médicos.





*Electrónica de Potencia*

# Proyecto

“Diseño y Desarrollo de un Sistema Autónomo de Filtración de Agua con Monitoreo de Sensores de TDS y Turbidez, Alimentado por Energía Solar, Controlado por Arduino Nano y Regulado mediante Reguladores de Voltaje DC-DC LM2596”

# Introducción

El acceso a fuentes seguras de agua potable continúa siendo un desafío en múltiples regiones del mundo, particularmente en comunidades rurales o en entornos aislados donde la infraestructura básica es limitada o inexistente. En este contexto, el desarrollo de tecnologías autónomas, sostenibles y de bajo costo adquiere relevancia estratégica tanto desde una perspectiva social como ambiental. En este marco, el presente proyecto, plantea la implementación de un sistema integral capaz de filtrar y monitorear la calidad del agua en tiempo real, sin dependencia de la red eléctrica convencional.

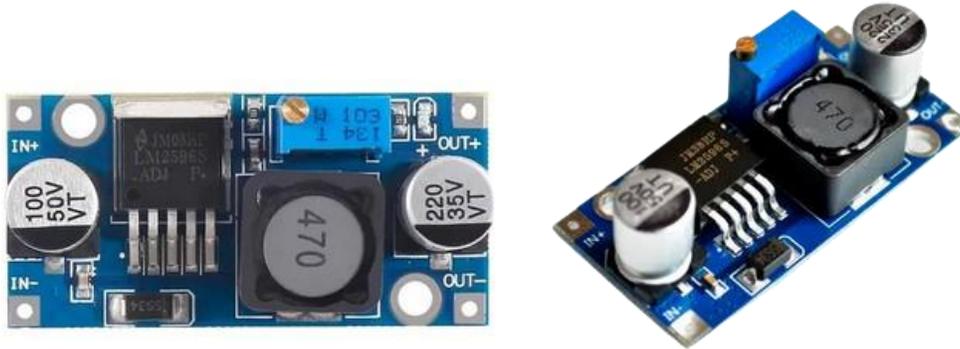
El sistema está diseñado en torno a un microcontrolador Arduino Nano, que gestiona la lectura de sensores de TDS (Total Dissolved Solids) y turbidez, permitiendo evaluar de forma continua los parámetros clave de calidad del agua. Con base en estas lecturas, se regula automáticamente el funcionamiento del sistema de filtración, garantizando un tratamiento eficiente del recurso hídrico.

Uno de los componentes fundamentales del diseño es su sistema de alimentación autónoma. La energía necesaria para el funcionamiento del sistema es captada mediante un panel solar, la cual se almacena en una batería de 12V. Para adaptar esta tensión a los requerimientos del microcontrolador y los sensores (los cuales operan a 5V) se emplean reguladores de voltaje DC-DC tipo LM2596. Estos módulos permiten una conversión eficiente y estable del voltaje, asegurando tanto la protección de los dispositivos electrónicos como la continuidad operativa del sistema, incluso ante variaciones en la generación solar.

# Desarrollo

El LM2596 es un regulador de voltaje conmutado tipo step-down (buck), diseñado para convertir una entrada de voltaje superior a una salida de voltaje inferior y estable, manteniendo una alta eficiencia energética. Este tipo de reguladores es ampliamente utilizado en proyectos electrónicos donde es necesario alimentar circuitos de bajo voltaje desde fuentes de energía más elevadas, como baterías o paneles solares, como ocurre en este proyecto.

A diferencia de los reguladores lineales, los reguladores conmutados (switching regulators) como el LM2596 operan mediante un ciclo de encendido y apagado de alta frecuencia (aproximadamente 150 kHz) de un transistor de potencia interno. Durante este ciclo, se almacena energía en un inductor y se libera controladamente para mantener un voltaje de salida constante, lo que permite eficiencias superiores al 80%, incluso llegando al 90% bajo condiciones óptimas.



# Especificaciones técnicas

Las características más destacadas del LM2596 incluyen:

- Rango de voltaje de entrada: 4.5V a 40V DC
- Voltaje de salida ajustable: 1.23V a 37V DC (según configuración)
- Corriente de salida máxima: Hasta 2A (con disipador adecuado, en versiones básicas)
- Frecuencia de conmutación: 150 kHz
- Eficiencia: hasta 92%
- Protecciones integradas: protección contra sobrecalentamiento y sobrecorriente

En muchos casos, el LM2596 se presenta en módulos con componentes pasivos adicionales, como capacitores y diodos Schottky, que mejoran la estabilidad y facilidad de integración.

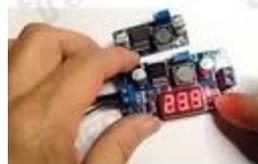
## Regulador De Voltaje Dc-dc Lm2596



Dispositivo electrónico utilizado para convertir un voltaje de entrada variable y más alto a un voltaje de salida constante y más bajo. Este tipo de regulador se clasifica como un regulador reductor (buck converter).

Usos más comunes:

- Sistemas de Alimentación de Circuitos Electrónicos.
- Proyectos de Electrónica DIY.
- Fuentes de Alimentación de Equipos Portátiles.
- Automóviles.
- Sistemas de Energía Solar.
- Cargadores de Baterías.
- LEDs e Iluminación.





## Componentes del módulo LM2596



- **Diodo Schottky** : Protección y eficiencia en la conversión.
- **Inductor (33  $\mu H$  a 100  $\mu H$ ):** Almacena y regula la energía durante la conmutación.
- **Condensador de entrada:** Filtra el ruido de la fuente de alimentación.
- **Condensador de salida:** Suaviza el voltaje de salida.
- **Potenciómetro de ajuste:** Permite regular manualmente el voltaje de salida.
- **LED indicador:** Muestra si el módulo está encendido.
- **Conectores de entrada/salida:** Pines o terminales de tornillo para cableado.
- **Resistencias SMD:** Para el divisor de voltaje y control interno.
- **PCB (placa de circuito impreso):** Soporte estructural y de conexión

En el desarrollo de este proyecto, se emplea una batería de 12V alimentada por un panel solar, el Regulador de Voltaje LM2596 se utiliza para reducir el voltaje a 5V, que es el nivel requerido por microcontroladores como el Arduino Nano, así como por sensores y módulos electrónicos auxiliares.

Su alta eficiencia lo convierte en una opción ideal cuando se trabaja con energía limitada, ya que minimiza las pérdidas por disipación térmica, permitiendo un aprovechamiento más efectivo de la energía solar acumulada. Además, su facilidad de ajuste mediante un potenciómetro integrado lo hace muy versátil para distintas configuraciones.

# Diagrama

Panel solar



Primer filtro, contiene algodón, piedras y carbón activado.

Almacenamiento en recipiente de barro para absorber sus propiedades.

Filtro de carbón activado, que elimina malos sabores.

Filtro de membrana hueca.

Lectura de los datos de los sensores.

sensores, TDS y Turbidez

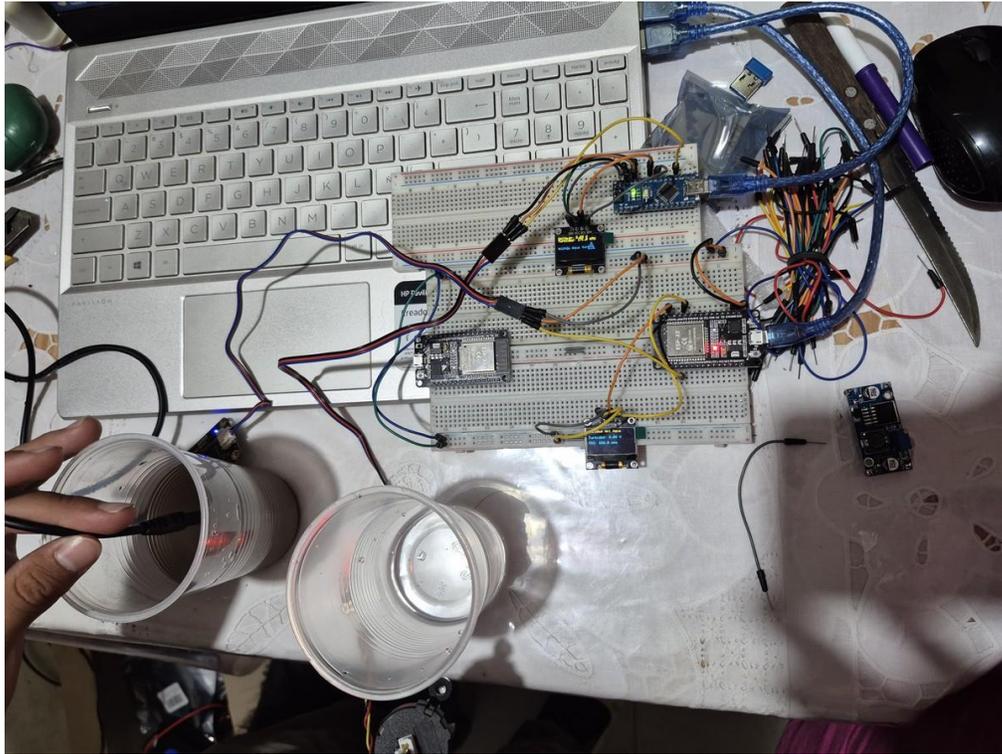
Arduino Nano

Recipiente final donde se encuentra el monitoreo con sensores de Turbidez, TDS y PH

Batería de 12V



## Armado del Proyecto

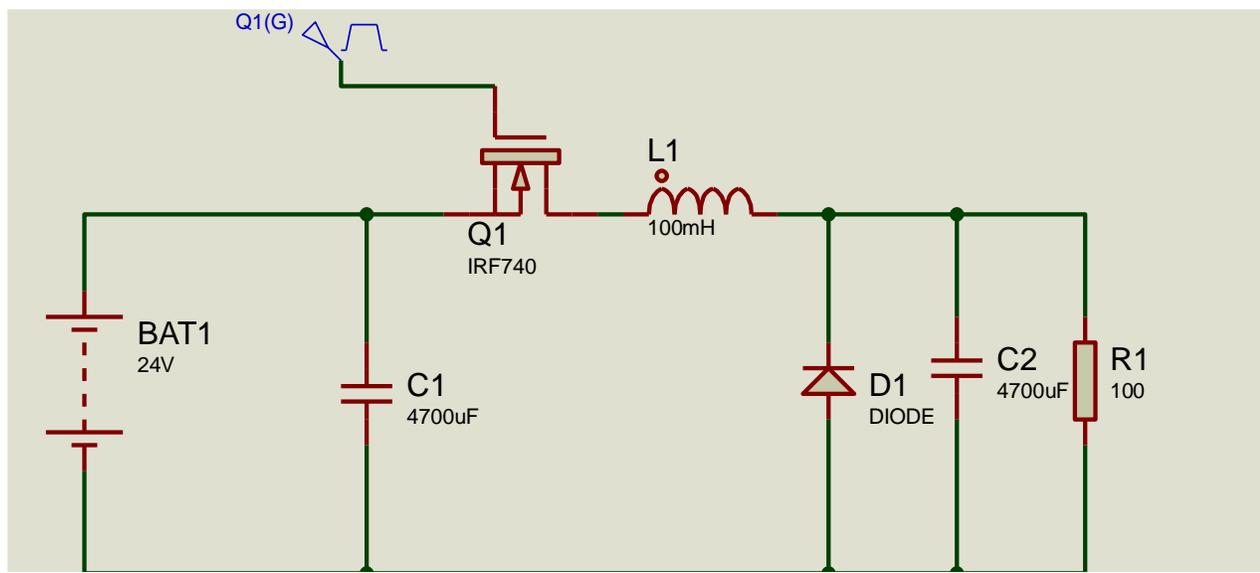






# MANEJO DE SOFTWARE

EL SIGUIENTE CIRCUITO ES LA BASE DEL MÓDULO BOOST BUCK DESCRITO ARRIBA



## CONCLUSIÓN

El desarrollo del sistema autónomo de filtración de agua propuesto en este proyecto demuestra la viabilidad técnica de integrar tecnologías accesibles y sostenibles para enfrentar problemáticas reales relacionadas con el acceso a agua potable. A través del uso de sensores de TDS y turbidez, se logró implementar un sistema de monitoreo en tiempo real que permite evaluar la calidad del agua y adaptar el proceso de filtración de forma eficiente.

Uno de los aspectos más relevantes del proyecto fue la implementación de un sistema de alimentación energética independiente, basado en energía solar. La conversión y regulación de voltaje mediante módulos DC-DC LM2596 resultó ser una solución eficaz para adaptar la energía proveniente de una batería de 12V al nivel requerido por los microcontroladores y sensores (5V), garantizando estabilidad operativa y protección de los componentes electrónicos. La elección de este regulador se justificó no solo por su alta eficiencia, sino también por su simplicidad de integración y confiabilidad en condiciones variables de carga.

Asimismo, el uso del Arduino Nano como unidad de control permitió una programación flexible y escalable, abriendo la posibilidad de futuras mejoras como la incorporación de módulos de comunicación inalámbrica o algoritmos de control más complejos. El diseño modular del sistema también facilita su mantenimiento, adaptación a distintas condiciones de uso y replicabilidad en contextos rurales o de emergencia.

En suma, los resultados obtenidos en la etapa de desarrollo y pruebas preliminares validan el enfoque adoptado, sentando las bases para la optimización futura del sistema y su eventual implementación en campo. Este proyecto representa una contribución significativa al desarrollo de soluciones tecnológicas sustentables, enfocadas en mejorar la calidad de vida en comunidades con acceso limitado a recursos básicos.

## REFERENCIAS

- Floyd, T. L. (2013). Fundamentos de sistemas digitales (10ª ed.). Pearson Educación.
- Tocci, R. J., Widmer, N. S., & Moss, G. L. (2011). Sistemas digitales: principios y aplicaciones (11ª ed.). Pearson.
- Mano, M. M., & Ciletti, M. D. (2017). Diseño digital con VHDL (6ª ed.). Pearson.
- Roth, C. H., & Kinney, L. L. (2016). Fundamentals of logic design (7ª ed.). Cengage Learning.
- Brown, S., & Vranesic, Z. (2009). Fundamentals of digital logic with VHDL design (3rd ed.). McGraw-Hill.
- IEEE. (n.d.). IEEE Standard VHDL Language Reference Manual. Institute of Electrical and Electronics Engineers.