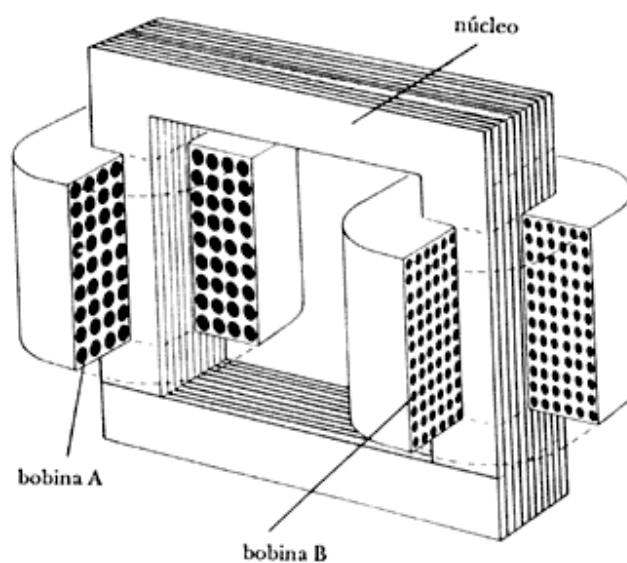


# PROYECTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLATAFORMA DE TELEMEDICINA PARA EL MONITOREO DE BIOSEÑALES



## PRODUCTO P06 UNIDAD MODULAR FUENTE DE ALIMENTACIÓN

### Actividades:

- A06 – 1: Diseño y estructuración de las diferentes etapas que componen el circuito de la Fuente de alimentación.
- A06 – 2: Selección de los circuitos electrónicos a utilizar.
- A06 – 3: Implementación y medidas de comprobación de los circuitos electrónicos en protoboard para la fuente de alimentación.

## OBJETIVOS

- Diseñar una fuente de alimentación con las características de una fuente de tipo biomédico.
- Estudiar las diferentes etapas que componen una fuente de alimentación.
- Seleccionar los dispositivos electrónicos necesarios, que cumplan con las características eléctricas de cada uno de los circuitos desarrollados.

## INTRODUCCIÓN



Figura No. 1 Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación (Power supply en inglés), es un dispositivo o subsistema que convierte la corriente alterna de la red de distribución de la energía eléctrica en otro tipo de corriente eléctrica adecuado para el uso que se le vaya a dar (Figura No. 1).

Las fuentes de alimentación se pueden clasificar atendiendo a varios criterios:

- Según el tipo de salida
  - Fuentes de salida continua: su salida es una corriente o tensión que no puede ser modificada.
  - Fuentes de salida ajustable: el valor de la salida puede ser modificado.
  - Fuentes de salida programable: se puede indicar que la salida pase, a lo largo del tiempo y de forma automática por varios valores.
  - Fuentes de salida simple: una única salida
  - Fuentes de salida múltiple: tienen varias salidas independientes.
  - Fuentes de salida continua: la salida es una corriente o tensión cuyo valor no cambia en el tiempo.
  - Fuentes de salida alterna: la salida es una forma de onda periódica.
- Según la tecnología empleada
  - Fuentes lineales: trabajan en régimen lineal.
  - Fuentes conmutadas: trabajan en régimen de conmutación.
- Según el método de control
  - Fuentes digitales: sus sistemas de control son, al menos en parte, digitales.
  - Fuentes analógicas: sus sistemas de control son analógicos

Una especificación fundamental de las fuentes de alimentación es el rendimiento, que se define como la potencia total de salida entre la potencia activa de entrada.

El factor de potencia es la potencia activa entre la potencia aparente de entrada. Es una medida de la calidad de la corriente.

Aparte de disminuir lo más posible el rizado, la fuente debe mantener la tensión de salida al voltaje solicitado independientemente de las oscilaciones de la línea, regulación de línea o de la carga requerida por el circuito, regulación de carga.

Uno de los aspectos mesurables de una fuente de alimentación es su potencia. Esta viene expresada en vatios e indica la capacidad para alimentar más dispositivos o de mayor consumo.

Otra característica bastante obvia es la tensión soportada, así como la frecuencia de la misma.

Otro aspecto a tener en cuenta es la protección contra cortocircuitos y subidas de tensión.

En fin, la calidad de una fuente de alimentación depende de la regulación de su carga, la regulación de la red y la resistencia de salida.

### DIAGRAMA A BLOQUES DE LA FUENTE DE ALIMENTACION

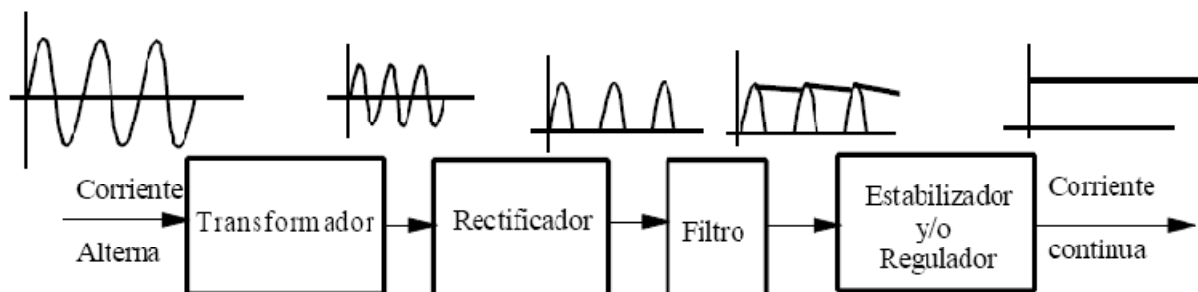


Figura No. 2 Diagrama a bloques

El transformador “adapta” el valor de la tensión de red de c.a. disponible (120 voltios) al valor necesario para el funcionamiento de los demás unidades modulares.

El rectificador la convierte en corriente continua; o mejor dicho: en corriente pulsatoria. Esta operación del proceso la realiza un diodo, o un grupo de diodos (convencionales o encapsulados en un dispositivo conocido como “puente rectificador”).

A continuación se precede al filtrado o “aplanamiento” de la corriente. Un buen filtrado debe dejarla totalmente continua. De ello se encargan los condensadores. Cuanto mayor sea su capacidad, mejor será el filtrado. Ya se tiene la tensión alterna convertida en continua.

Por último es necesario que este valor se mantenga permanentemente a lo largo del tiempo, y que no fluctúe cuando fluctúe la tensión de la red. Es la estabilización.

El estabilizador mantiene la tensión (tensión de salida de la fuente) en un valor constante aunque varíe la tensión de entrada o aunque varía la carga. También se le conoce como regulador; si bien éste también sirve para ajustar su valor a un valor determinado de antemano.

### TRANSFORMADOR

Un transformador (Figura No. 3) es un dispositivo electromagnético que permite aumentar o disminuir la tensión y la intensidad de una fuente de energía alterna de modo que, si el transformador es ideal (sin pérdidas), su producto a la entrada y salida del mismo se mantiene constante.

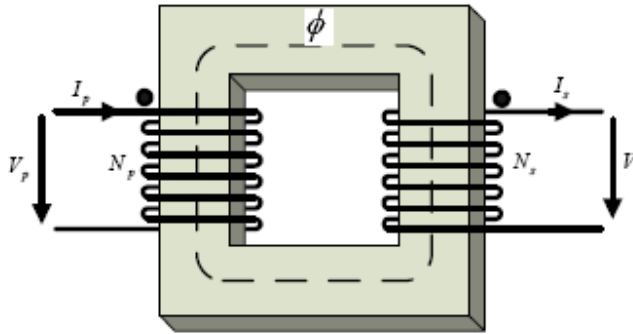


Figura No. 3 Esquema conceptual de un transformador

Cuando debido al voltaje del devanado primario del transformador circula una corriente por las espiras del devanado, esta corriente provoca que por el núcleo del transformador circule un flujo magnético que a su vez induce una tensión en las espiras del devanado secundario y esta tensión inducida a su vez provoca la circulación de corriente por el devanado secundario si éste se cierra a través de una carga conectada al mismo.

En un transformador, las relaciones básicas entre las magnitudes del devanado primario y secundario son las siguientes:

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \left( \frac{Z_p}{Z_s} \right)^{1/2}$$

Funcionamiento:

Al conectar el bobinado primario a una red de tensión V1, circulará por él una corriente I1 que creará un campo magnético variable cerrándose por el circuito o núcleo magnético. Este flujo alterno inducirá una fem (fuerza electromotriz o tensión) V2 en el bobinado secundario y si se cierra el circuito a través de un receptor, hará circular una corriente I2. El transformador necesita pues un flujo variable, no pudiendo funcionar en corriente continua (Figura No. 4).

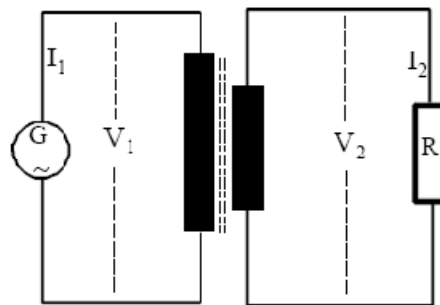


Figura No. 4 El Transformador

**RECTIFICADOR**

Un rectificador es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua. Esto se realiza utilizando diodos rectificadores, ya sean semiconductores de estado sólido, válvulas al vacío o válvulas gaseosas como las de vapor de mercurio.

Para la fuente de alimentación se utilizó un rectificador de onda completa (Figura No. 5):

Este rectificador, conocido como rectificador en puente de Graetz, está constituido por cuatro diodos que conducen de dos en dos, con lo que soporta tensiones de ataque a los diodos del doble valor que el de onda de dos diodos.

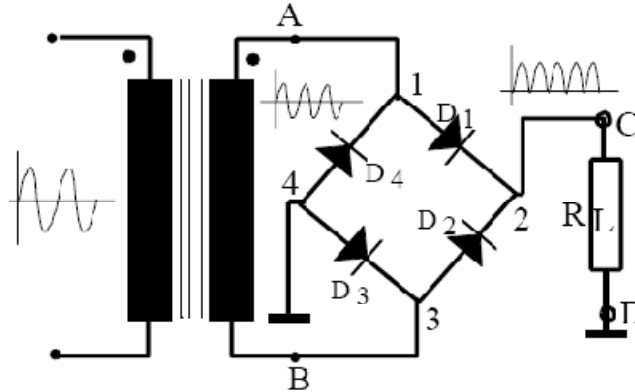


Figura No. 5 Rectificador en puente de Graetz

El resultado es, por un lado, que puede dar a la salida doble tensión que el de un solo diodo y, por otra parte, que no se precisa un transformador con toma central en el secundario.

Cuando el punto A sea positivo (el punto B será negativo). La corriente eléctrica, al llegar al punto 1, polarizará al diodo D1 directamente y al D4 inversamente, con lo que la corriente circulará a través de D1, siguiendo por el punto 2 hacia la carga, de C a D, (por D2 no puede circular ya que se encuentra con el cátodo), llegando al punto 4 y siguiendo por D3, hasta el punto B y cerrando el circuito por el bobinado del transformador.

Al siguiente semiciclo, el punto A es negativo, pero el B es positivo. La corriente eléctrica saldrá por el punto B, llegará al punto 3; irá por D2 hasta el punto 2, luego por la carga en sentido C a D; llegará al punto 4, luego por D4, punto 1, punto A y se cerrará el circuito por el secundario del transformador.

Este es un ciclo completo. A los siguientes y sucesivos ciclos se repetirá la operación, obteniendo en la carga una tensión unidireccional, como se observa en la Figura No. 6.

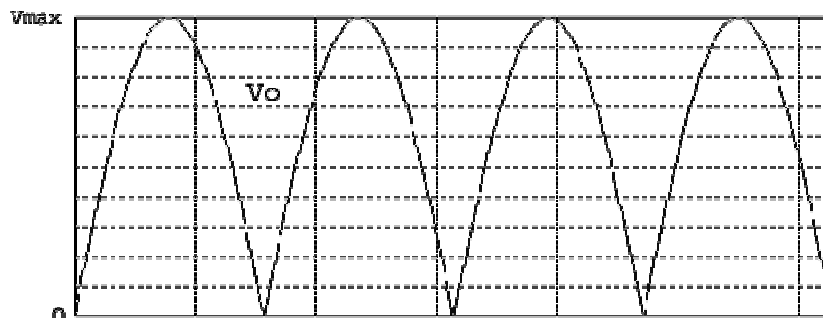
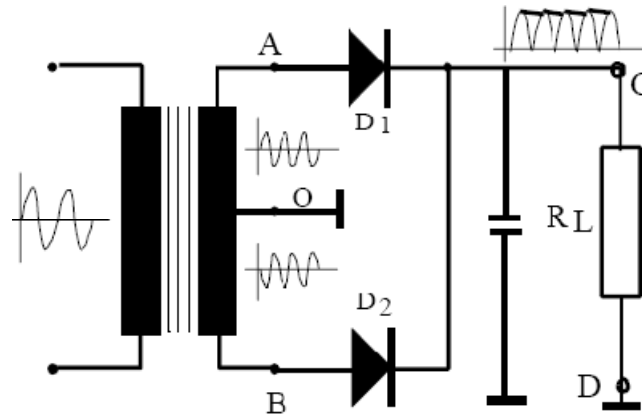


Figura No. 6 Ciclo completo de la onda

## FILTRO

La tensión en la carga que se obtiene de un rectificador es en forma de pulsos. En un ciclo de salida completo, la tensión en la carga aumenta de cero a un valor de pico, para caer después de nuevo a cero. Esta no es la clase de tensión continua que precisan la mayor parte de circuitos electrónicos. Lo que se necesita es una tensión constante, similar a la que produce una batería. Para obtener este tipo de tensión rectificadora en la carga es necesario emplear un filtro.



**Figura No. 7 Rectificador de doble onda con filtro**

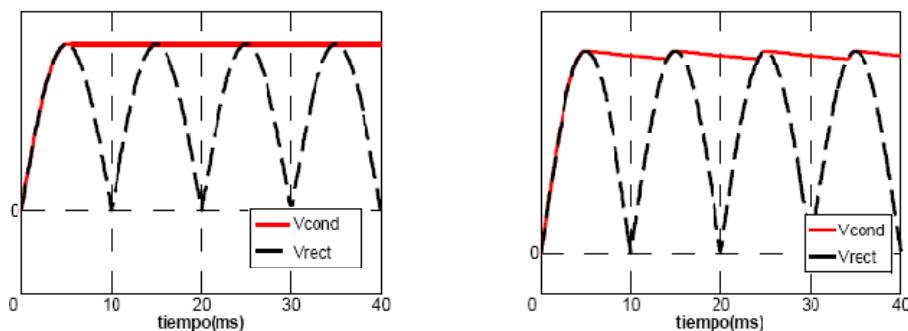
La función de filtrado se suele realizar mediante la inclusión de condensadores a la salida de la etapa de rectificación, estos condensadores almacenan energía durante los instantes en los que la tensión continua pulsante es mayor que la media para ceder dicha energía el resto del tiempo manteniendo así la tensión en el mismo entre unos valores determinados (Figura No. 7).

El proceso de filtrado mediante condensadores se fundamenta en la carga y descarga del condensador a través de una resistencia (en este caso de la carga).

En la Figura No. 8 se puede ver cómo quedaría el esquema de un rectificador de onda completa por puente de diodos al que se le ha añadido un condensador para realizar el filtrado de la tensión continua pulsante de salida. Inicialmente el condensador está descargado, por lo que cuando alguna de las parejas de diodos conducen, este condensador se va cargando a la tensión de salida del puente.

Cuando la forma de onda de tensión a la entrada alcanza su máximo valor, el condensador está cargado a dicha tensión, por lo que si no hubiese carga, esta tensión se mantendría como se indica en la Figura No. 8. Cuando hay una carga conectada, en el intervalo de tiempo en el que la tensión del condensador es mayor que la que correspondería a la salida del rectificador (los diodos no conducen), el condensador se descarga a través de la resistencia de carga disminuyendo su tensión y por tanto la de la carga.

Este proceso se repite indefinidamente, pudiéndose comprobar que a medida que aumenta la capacidad del condensador, la descarga es menor y por ende el rizado; mientras que a medida que aumenta la carga (disminuye su resistencia equivalente) el condensador se descarga más por lo tanto aumenta el rizado de la tensión de salida.



**Figura No. 8 Efecto del filtro sobre la onda de tensión**

## ESTABILIZADOR Y/O REGULADOR

Tras el filtrado se reduce la componente pulsante de la señal de continua a la salida de la etapa de rectificación. Sin embargo, para esta aplicación, es necesario disponer de una señal de continua mucho más constante para el correcto funcionamiento del sistema electrónico al que alimenta.

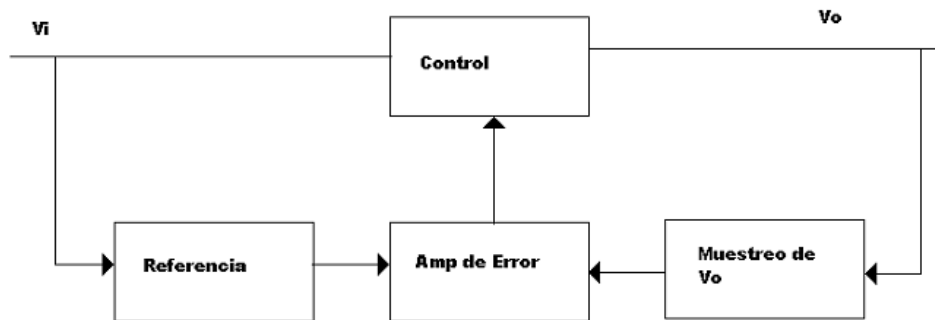


Figura No. 9 Diagrama a bloques de un regulador

Para que ese valor de la tensión se mantenga permanentemente, a pesar de las fluctuaciones de la tensión de la red. Se adiciona un estabilizador o regulador.

Un regulador o estabilizador es un circuito que se encarga de reducir el rizado y de proporcionar una tensión de salida de la tensión exacta (Figura No. 9).

Las ideas básicas de funcionamiento de un regulador de este tipo son:

- La tensión entre los terminales  $V_{out}$  y GND es de un valor fijo, no variable, que dependerá del modelo de regulador que se utilice.
- La corriente que entra o sale por el terminal GND es prácticamente nula y no se tiene en cuenta para analizar el circuito de forma aproximada. Funciona simplemente como referencia para el regulador.
- La tensión de entrada  $V_{in}$  deberá ser siempre unos 2 o 3 V superior a la de  $V_{out}$  para asegurarnos el correcto funcionamiento.

Es nuestro caso, se necesita una fuente simétrica (Figura No. 10) que es aquella que suministra una tensión de +Voltios y otra de -Voltios respecto a masa. Para ello se utilizó un transformador con doble secundario, mas conocido como "transformador de toma media" o "transformador con doble devanado".

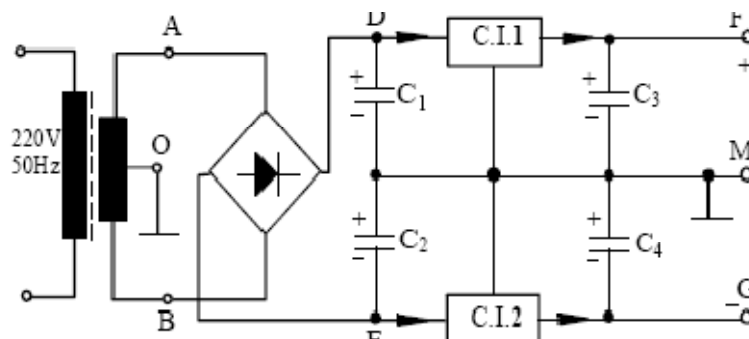


Figura No. 10 Fuente de Alimentación Simétrica



Los reguladores utilizados están equipados con un circuito de protección cuyo propósito es limitar la corriente del elemento en serie (o incluso anularla). Los circuitos de protección se diseñan para estar inactivos bajo condiciones de operación normal y activarse tan pronto como se intente exceder el correspondiente límite de seguridad. El propósito del circuito de protección contra sobrecarga es evitar que la corriente que circula por el transistor en serie exceda un nivel de seguridad predeterminado, como sucedería, por ejemplo, en el caso de cortocircuitar la salida.

A continuación se describen algunas especificaciones que se tuvieron en cuenta para seleccionar los reguladores de tensión:

- Regulación de línea (line regulation). La regulación de línea es una medida de la capacidad del circuito para mantener la tensión de salida bajo condiciones de variación de la entrada. En el caso de reguladores de tensión, la entrada se obtiene generalmente a partir de la señal de la red y tiene un rizado significativo.
- Regulación de carga (load regulation). La regulación de carga es una medida de la capacidad del circuito para mantener la tensión de salida aunque cambie la corriente IL absorbida por la carga. Si el circuito fuera una fuente de tensión ideal, su salida debería ser independiente de IL. Por tanto, la regulación de la carga está directamente relacionada con la resistencia de salida equivalente del circuito.
- Tensión de referencia (reference voltage). Tensión de referencia del regulador utilizada para ajustar la tensión de salida.
- Corriente de ajuste (adjustment pin current). Corriente de salida por el terminal ADJUSTMENT.
- Corriente de salida mínima (mimum output current). Corriente mínima de salida por el terminal OUT. Esta corriente debe ser asegurada para el correcto funcionamiento del regulador de tensión.
- Corriente de salida máxima (current limit). Máxima corriente de salida que puede proporcionar el regulador antes que se active el circuito de protección.
- Tensión "Dropout" (dropout voltage). El voltaje de "dropout" es la mínima diferencia de tensión entre la entrada y la salida dentro de la cual el circuito es todavía capaz de regular la salida dentro de las especificaciones.
- Tensión máxima diferencial entrada-salida (Input-Output Voltage Differential). Los reguladores de tensión tienen limitado el máximo de tensiones de entrada y salida con que pueden operar.

### FOTOS DEL MODULO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

En las Figura No. 1 y 16 se encuentra en circuito implementado del módulo de la Fuente de Alimentación, con sus siguientes características:

Características	Parámetros entregados
Entrada AC	120 Voltios AC
Corriente Salida	4 A
Protección de Entrada	Fusible interno de AC
Corriente de Salida (Médica)	100 $\mu$ A 264 Vac @ 60 Hz input (condiciones normales).
Wattios de salida	50





**Figura No. 11 Circuito de la Fuente de Alimentación**

## CONCLUSIONES

- Se desarrolló una fuente de alimentación regulada con unos voltajes de salida estables de +12 Voltios, -12 Voltios y +5 Voltios, con las protecciones necesarias.
- En la investigación que se realizó para el desarrollo de este módulo, se encontró mucha información acerca de las fuentes de alimentación como las etapas que la conforman: 1. Transformador de entrada; 2. Rectificador a diodos; 3. Filtro para el rizado; 4. Regulador (o estabilizador) lineal.; pero, lo fundamental lo conforman las especificaciones técnicas de cada uno de los dispositivos electrónicos de las diferentes etapas que conforman a la fuente y el alto performance del regulador para tener un voltaje estabilizado, sin importar que la carga del circuito varíe en el tiempo.
- Se observó que tras el filtrado se reduce la componente pulsante de la señal de continua a la salida de la etapa de rectificación. Sin embargo, para esta aplicación, es necesario disponer de una señal de continua mucho más constante para el correcto funcionamiento del sistema electrónico al que alimenta, motivo por el cual se adicionó el estabilizador.

**DIANA CAROLINA GODOY**  
Emprendedor