

CENTRO DE BACHILLERATO INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS 122

CARRERA TECNICO EN ELECTRONICA

PROFESOR: Ing. Carlos F. Moreno Rodríguez

Construcción de una fuente de poder (fuente de alimentación).

Resumen

En esta actividad experimental vamos a construir una fuente de alimentación de 5 Volts regulada.

Primero conoceremos sus partes y funcionamiento con cierto detalle, además de las bases teóricas necesarias relacionadas con el tema como los conceptos de corriente alterna (C.A.), corriente directa (C.D.), las formas de las señales en cada etapa de la conversión y algunos detalles acerca del voltaje de rizo.

Luego de comprar el material podremos armar el circuito en una tablilla experimental (protoboard) para poder hacer las mediciones correspondientes en cada parte de la fuente.

Por último vamos a soldar los componentes en una tablilla perforada y montar el circuito en un gabinete, dejando terminada nuestra fuente para poder usarla en las prácticas siguientes.

Introducción

Todos los circuitos electrónicos deben ser alimentados, es decir requieren cierto voltaje y corriente para funcionar. Así pues, surge la necesidad de una fuente de poder (F.P.).

Cada dispositivo electrónico requiere un tipo específico de alimentación, por ejemplo existen fuentes de poder de duración finita, como las pilas, que además de tener un tiempo de aprovechamiento limitado, también proporcionan una cantidad restringida de corriente.

Sin embargo, la mayoría de los dispositivos utilizan fuentes de alimentación “enchufables”, que se conecten a la línea y puedan trabajar el tiempo que se necesite sin problemas. Este tipo de F.P. se puede diseñar para que proporcione la corriente y el voltaje específicos requeridos por el aparato.

Los circuitos electrónicos digitales requieren una alimentación constante y fija para su correcto funcionamiento, es por esto que la F.P. debe ser “regulada”, en otras palabras, eliminar lo más posible las variaciones de voltaje independientemente de la carga (Load) que se le conecte y poder entregar una corriente de 1 a 2 Amperes.

Desarrollo Teórico

Funcionamiento general de la fuente de poder

Nuestra F.P. es "enchufable", es decir se conecta en un enchufe de la línea, y está planeada para alimentar circuitos digitales.

En los enchufes de la línea tenemos corriente alterna (C.A.), que es una energía de tipo senoidal que tiene asociada una amplitud y una frecuencia. (figura 1)

A = Amplitud

T = periodo

f = frecuencia = $1/T$

t = tiempo (variable independiente)

$\omega = 2\pi f$

$V_{C.A.} = \text{Voltaje de Corriente Alterna} = A \sin(\omega t)$
(variable dependiente)

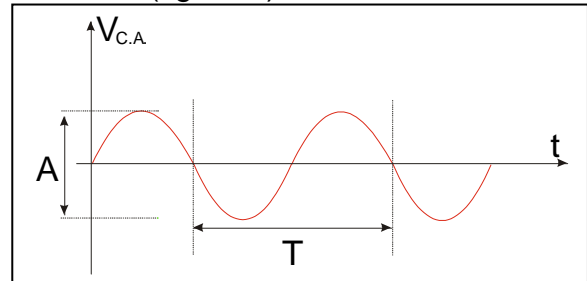


Fig 1. Propiedades de la corriente alterna

En particular, la energía que tenemos en los enchufes de la línea tiene una amplitud $A=125V$. (aprox) y una frecuencia $f = 60Hz$. (aprox)

Así que $T = 1/f = 0.016667$ (aprox)

Como se muestra en la figura 2.

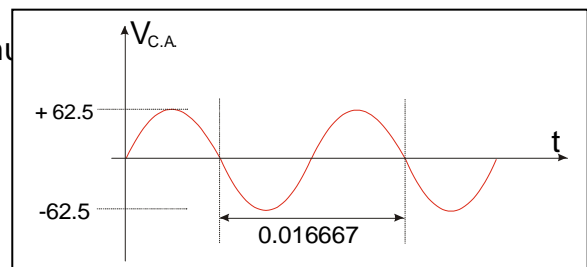


Fig 2. Valores de la corriente de línea.

Los circuitos digitales que vamos a alimentar requieren un suministro de corriente directa (C.D.).

La corriente directa es una energía con amplitud constante (teóricamente), es decir, el voltaje no debe estar cambiando respecto al tiempo.

En particular, el voltaje que nuestra fuente entrega será de 5V. Como se ve en la Fig3.

Pero además deberá poder entregar una corriente de 1 a 2 amperes.

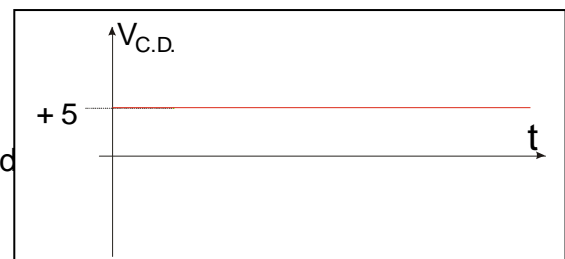


Fig. 3. La corriente directa de 5V.

El voltaje regulado

Ya habíamos dicho que nuestra F.P. servirá para alimentar circuitos digitales con un voltaje regulado de 5V. de corriente directa.

Que el voltaje sea “regulado” significa que deberá mantenerse lo más estable (fijo) posible aunque se le conecten distintos tipos de carga (Load) y aunque existan variaciones en la energía de la línea o efectos de ruido por factores físicos.

Una carga L (Load en inglés), es cualquier dispositivo electrónico que va a demandar corriente a una fuente de poder. En otras palabras, es el circuito que será alimentado por la F.P. y que consume corriente y voltaje.

En términos generales...

En términos generales nuestra F.P. es un convertidor de C.A. a C.D. con las características antes mencionadas.

Esto se describe en la figura 4.

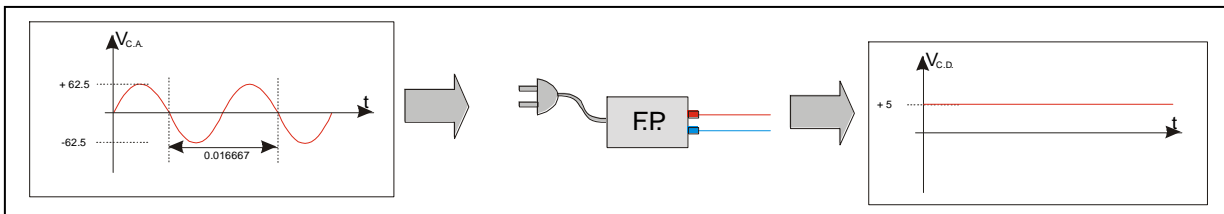


Figura 4. La F.P. es un convertidor de C.A. a C.D.

Funcionamiento por partes

Podemos dividir el funcionamiento de nuestra F.P. en cuatro etapas fundamentales:

Etapas 1.- Reducción de la amplitud de C.A.

Como sabemos, nuestra fuente se conecta al enchufe de la línea. De esta manera, tenemos en la entrada una energía de C.A. con amplitud $A=125$ (aproximadamente). Esta es una amplitud muy grande, así que debemos disminuirla antes que cualquier otra cosa.

Para ello usamos un transformador que se conecte al enchufe y nos proporcione como salida una energía de C.A. pero con amplitud reducida a 9Volts. (figura 5)

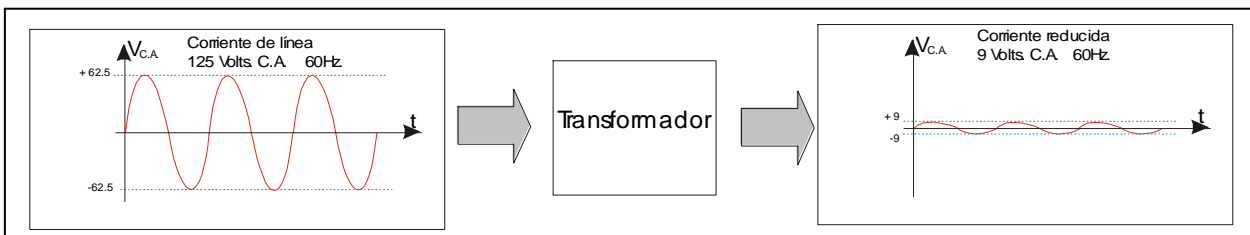


Figura 5. Etapa de reducción.

Etapa 2.- Rectificación de la señal

Ahora ya tenemos una señal con amplitud más pequeña, sin embargo sigue siendo C.A., así que tiene partes positivas y partes negativas.

La corriente directa que nosotros necesitamos no debe tener partes negativas, así que usaremos un dispositivo llamado “puente rectificador” para producir una señal que tenga las partes negativas reflejadas hacia arriba, es decir, cambiadas de signo. Fig. 6

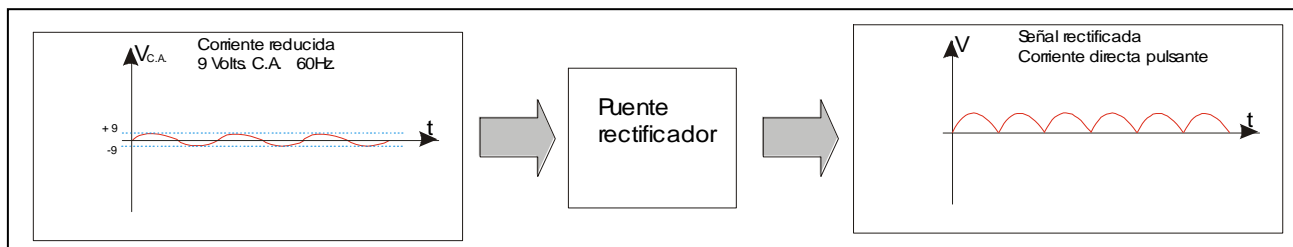


Figura 6. Etapa de rectificación

Etapa 3.- Filtrado de la señal

La corriente directa pulsante está formada por picos consecutivos, es decir, el voltaje va cambiando de cero hasta cierto límite y luego vuelve a bajar y se repite periódicamente. Esto no nos sirve porque nosotros necesitamos un voltaje constante (idealmente), así que someteremos la señal pulsante a un proceso de filtrado, en el cual se hace continua la señal por medio de integración de las partes.

El filtrado se logra con un dispositivo llamado filtro o integrador y arroja una señal más uniforme y continua. (Figura 7)

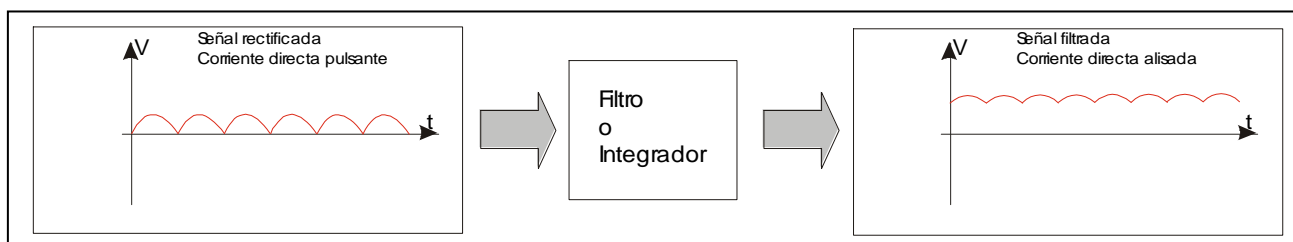


Figura 7. Etapa de filtrado

Etapa 4.- Regulación de la señal

En este momento nuestra señal se comienza a parecer a una línea recta, sin embargo, todavía tiene muchas variaciones que impiden su utilización.

De alguna manera nosotros necesitamos estabilizar esta señal, es decir, eliminar las ondulaciones y las ligeras altas y bajas de voltaje producidas por el ruido y factores físicos. Para esto usamos un dispositivo “regulador” que suprime las ondulaciones y fija la señal en un voltaje específico, además agregaremos un par de capacitores que absorben el ruido para dejar la salida limpia y estable. (Figura 8)

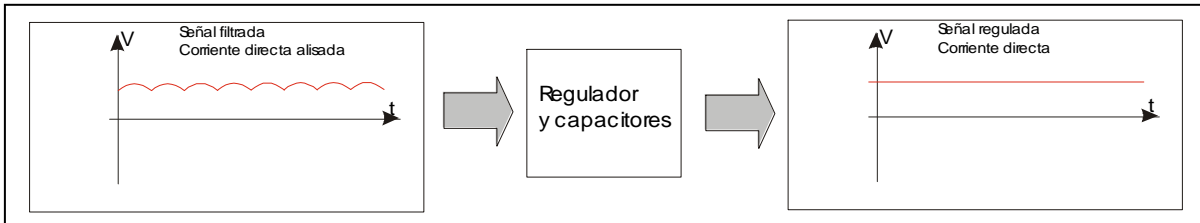


Figura 8. Etapa de regulación

De esta manera, el funcionamiento de nuestra F.P. puede verse dividido en las 4 etapas como muestra el siguiente diagrama a bloques: (Figura 9)

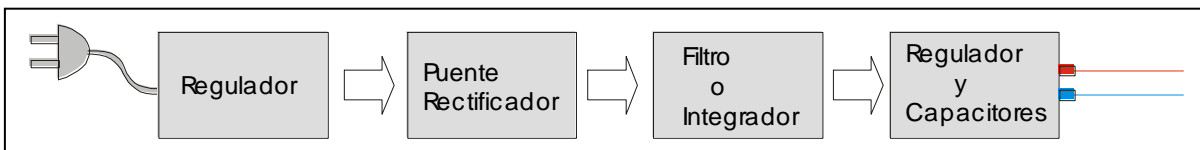


Figura 9. Diagrama a bloques

El voltaje de rizo (ripple)

Vimos que al salir de la etapa 3 se tiene una corriente directa alisada, y al salir de la etapa 4 ya tenemos una corriente directa regulada y sin ruido. En ambos casos se puede observar un fenómeno conocido como el “voltaje de rizo” o “ripple”.

El “ripple” es la variación que ocurre en la señal (voltaje) respecto a la línea recta teórica que se tendría en condiciones ideales. Esta variación aparece debido a todas las imperfecciones de

los materiales, a las limitaciones físicas, de equipo, instalación, cableado, componentes electrónicos, así como al ruido y diversos factores del entorno. (Véase figura 10)

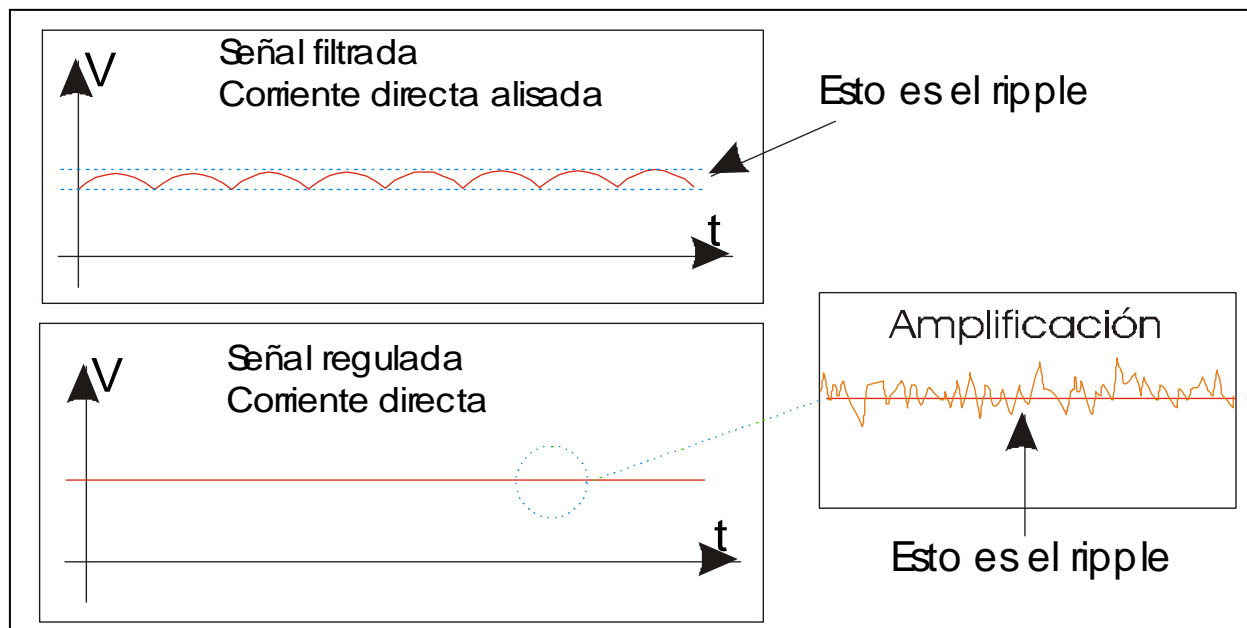


Figura 10. El voltaje de rizo o "ripple"

El efecto "ripple" aumenta cuando se aumenta la carga "Load" conectada a la F.P., es decir, al solicitarle más corriente.

Se supone que en condiciones ideales, la etapa 4 debería anular todo este fenómeno, es decir, en condiciones ideales no debería haber "ripple" a la salida de la F.P. sin embargo ocurre y mediremos la calidad de nuestra fuente en términos de qué tan pequeño resulta ser.

Para disminuir lo más posible el voltaje de rizo podemos considerar la siguiente fórmula:

$$V_{\text{rizo}} = (I_L * 0.007) / C$$

Donde: C es el valor de la capacitancia del filtro.
 I_L es la corriente consumida por la carga (Load)

Así pues, para disminuir el voltaje de rizo podemos usar un valor de C grande.

El circuito electrónico

En base a la teoría que revisamos antes, podemos dibujar el circuito electrónico para la F.P.: (figura 11)

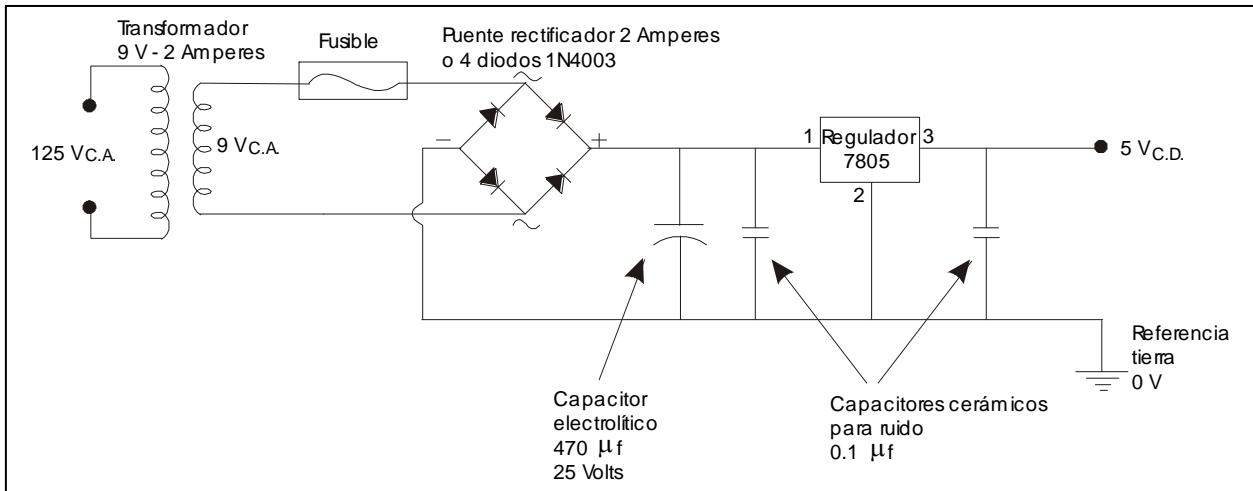


Figura 11. Circuito electrónico simple para la F.P.

Material y equipo

Cantidad	Componente
1	Transformador de 125 V. a 9 V. 2 Amperes
1	Fusible de 250 Volts, 1 Ampere.
1	Portafusible
1	Puente de diodos de 2 Amperes
1	Capacitor electrolítico de 470 μ f a 25 Volts
2	Capacitores cerámicos o de mylar de 0.1 μ f
1	Regulador 7805
1	Cordón con clavija
1	Protoboard
Varios	Trozos de alambre telefónico para realizar las conexiones

Equipo de laboratorio: 1 Osciloscopio
1 Multímetro
1 Fuente de alimentación

Material para montar la fuente: *Tablilla perforada*
Cajita
Interruptor
LED
Terminales con caimanes y bornes para conectar
Cable
Tornillos y tuercas
Pinzas, destornilladores

*Soportes para tablilla perforada
Cautín, soldadura, pasta para soldar*

Desarrollo experimental

Primero se montaron los dispositivos electrónicos en la protoboard haciendo las conexiones con alambres de acuerdo al circuito que vimos antes.

Fue necesario soldar alambres en las patas de algunos componentes para facilitar su colocación en la protoboard porque no es recomendable doblar demasiado las terminales o conectar todo muy cerca.

El circuito montado se veía así (figura 12):

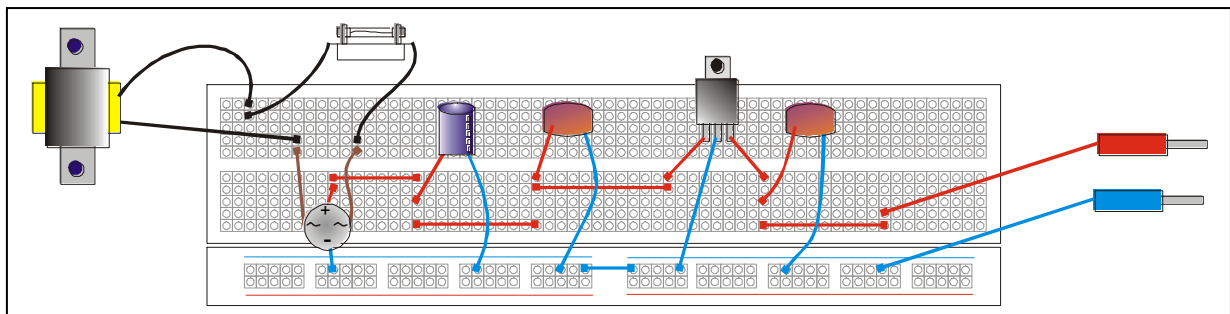


Figura 12. Circuito montado en la protoboard

Luego se realizaron mediciones en cinco sitios del circuito, éstos se marcan en la figura 13:

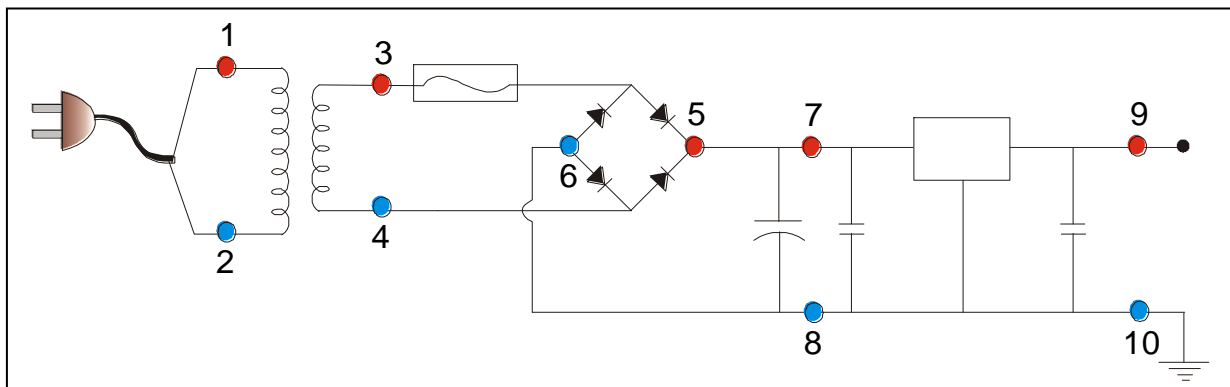


Figura 13. Los 5 sitios de medición

Nota importante: Para hacer la medición en un sitio del circuito, sólo se consideran los componentes que existen desde el inicio hasta ese par de puntos, es decir, se desconecta el resto del circuito a partir del sitio de interés. Esto se debe a que si dejamos conectados todos los componentes subsecuentes durante la medición, su presencia “activa” va a alterar los valores medidos.

En el sitio 1-2

Se hace medición del voltaje efectivo de la línea con el multímetro (voltímetro en modo corriente alterna con cota superior de 200 Volts).

No es posible usar el osciloscopio en este sitio para ver la forma de la señal porque éste equipo no soporta tales voltajes.

En el sitio 3-4

Se hace medición del voltaje efectivo de corriente alterna después del transformador con el multímetro (voltímetro en modo corriente alterna con cota superior de 200 Volts).

Además se observa la forma y propiedades de la señal con el osciloscopio, como el voltaje pico y el periodo para poder calcular la frecuencia y el voltaje RMS.

En el sitio 5-6

Se hace medición del voltaje efectivo con el multímetro (voltímetro en modo de corriente directa con cota superior de 200 Volts.), porque la señal ya es directa pulsante.

Además se observa la forma y propiedades de la señal directa pulsante con el osciloscopio, poniendo especial atención en el ruido, forma y periodicidad.

En el sitio 7-8

Se hará una medición sin carga y luego otras conectando distintas cargas:

Un ventilador de 12 Volts C.D. y 0.12 Amperes

Un foco de 24 Volts C.D. y 0.125 Amperes

En cada caso se tomará la medición del voltaje efectivo con el multímetro (voltímetro en modo de corriente directa con cota máxima de 20 Volts.)

Además se observa la forma y propiedades de la señal con el osciloscopio (corriente directa). Finalmente se observa y se mide el voltaje de rizo.

Nota: Para poder ver y medir el voltaje de rizo se debe usar el osciloscopio en modo de corriente alterna (C.A.), luego se utiliza una escala de voltaje lo suficientemente pequeña como para alcanzar a apreciar las variaciones por el "ripple" y se ajusta la escala de tiempo para tomar la medición.

En el sitio 9-10 (salida de la F.P.)

Se hará una medición sin carga y luego otras conectando las distintas cargas que tenemos.

En cada caso se tomará la medición del voltaje efectivo con el multímetro (voltímetro en modo de corriente directa con cota máxima de 20 Volts.). Además se observa la forma y propiedades de la señal con el osciloscopio (corriente directa).

Finalmente se observa y se mide el voltaje de rizo como se hizo en el sitio 7-8.

Comparación con la fuente del laboratorio

Aplicaremos a la fuente del laboratorio las mismas pruebas que hicimos a la salida de nuestra fuente (en el sitio 9-10), con esto podremos comparar ambos equipos y ver cual tiene un mejor desempeño en cuanto a menor voltaje de rizo.

Construcción final de la F.P.

Una vez que hemos terminado de hacer las mediciones, podemos desmontar los componentes de la protoboard y comenzar a construir la versión final de la F.P.

Para esto vamos a soldar los componentes sobre la tablilla perforada haciendo las conexiones de acuerdo al circuito presentado, hecho esto, se coloca la tablilla y los demás componentes en una cajita o gabinete especial para proteger el aparato, se colocan los cables, tornillos, terminales, etc. Véase la figuras 14 y 15

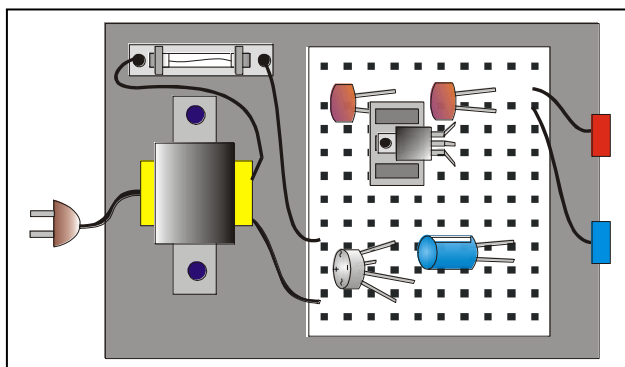


Figura 14. Construcción interna de la F.P.



Figura 15. Aspecto final de la F.P.

Prueba de la fuente y resultados obtenidos

Mediciones en el punto 1-2

Medición del voltaje de la línea con el multímetro: 127.0 ± 0.1 Volts C.A.
Pudimos observar que en el momento de las mediciones, el voltaje de la línea era particularmente alto.

En este punto no se hizo medición con el osciloscopio.

Mediciones en el punto 3-4

Multímetro (Voltímetro): 10.6 ± 0.1 Volts C.A.

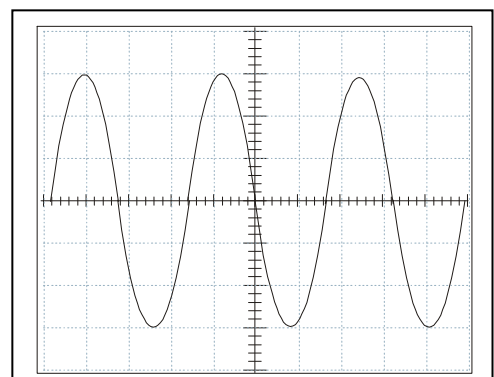
Osciloscopio: (figura 16)

Voltaje pico: 15 Volts.

Voltaje RMS = Voltaje pico / $\sqrt{2}$ = 10.606602

Periodo: 16.5 milisegundos

Frecuencia = $1/T$ = $1 / 0.0165$ = 60.6661 Hz.



Nótese que después del transformador, la corriente alterna sigue teniendo frecuencia de 60 Hz (aprox), aunque su amplitud ha disminuido notablemente.

Figura 16. Osciloscopio en 3-4

Nótese que el voltaje efectivo (RMS) es precisamente el que se obtiene del multímetro.

Mediciones en el punto 5-6 (corriente directa pulsante)

Multímetro (Voltímetro): 9.82 ± 0.1 Volts C.D.

Osciloscopio: (figura 17)

Voltaje en la parte más alta: 14.0 Volts.

Periodo: 16 milisegundos

Frecuencia = $1/T = 1 / 0.016 = 62.5$ Hz.

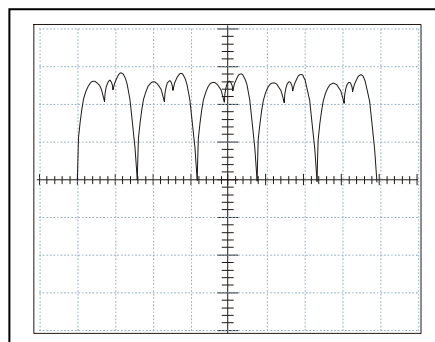


Figura 17. Osciloscopio en 5-6

Mediciones en el punto 7-8 (corriente directa alisada)

Caso 1.- Sin Carga

Multímetro: Voltaje efectivo: 14.51 Volts C.D.

Osciloscopio: Altura de la señal: 15 Volts.

Grosor del ripple: 1mV.

Véase figura 18

Véase figura 19

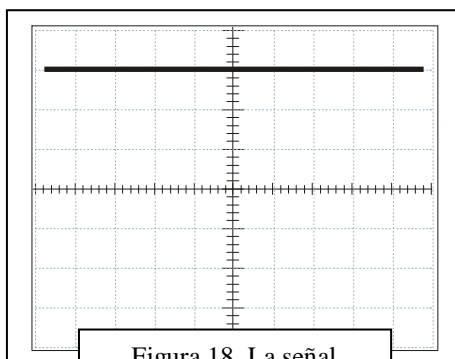


Figura 18. La señal

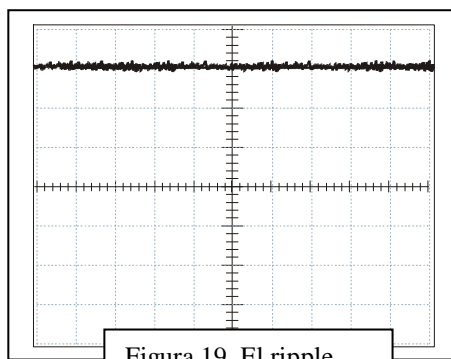


Figura 19. El ripple

Caso 2.- Con carga de un ventilador de 12 Volts C.D. y 0.12 Amperes.

Multímetro: Voltaje efectivo: 12.54 Volts C.D.

Osciloscopio: Altura de la señal: 12.5 Volts. Véase figura 20

Grosor del ripple: 1.2 Volts Véase figura 21

Periodicidad: 8.2 milisegundos

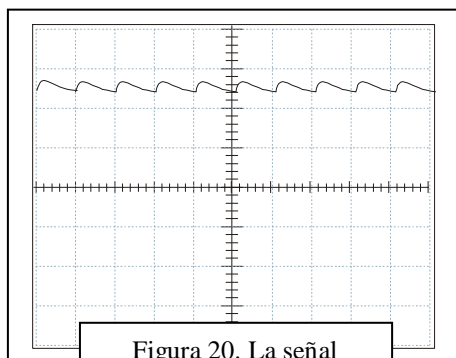


Figura 20. La señal

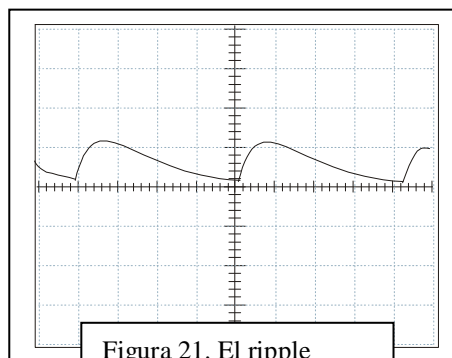
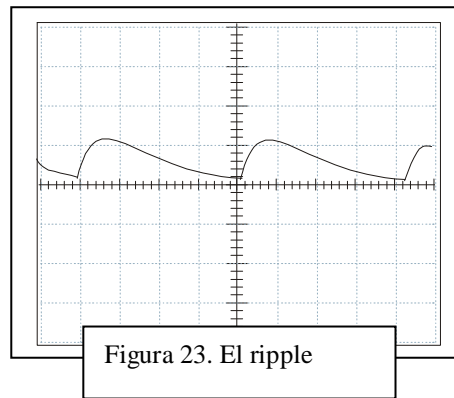
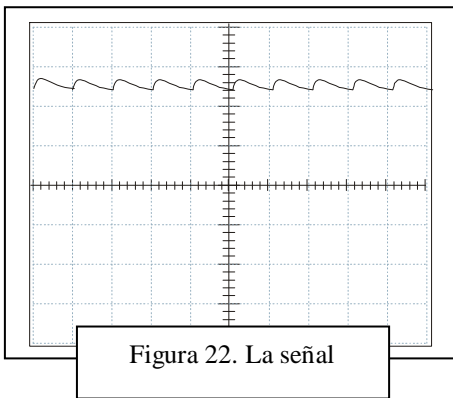


Figura 21. El ripple

Caso 3.- Con carga de un foco de 24 Volts C.D. y 0.125 Amperes.

Multímetro: Voltaje efectivo: 13.1 Volts C.D.
Osciloscopio: Altura de la señal: 12.5 Volts. Véase figura 22
Grosor del ripple: 1.2 Volts Véase figura 23
Periodicidad: 8 milisegundos



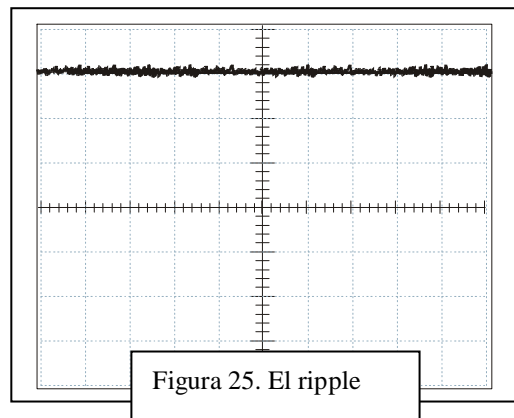
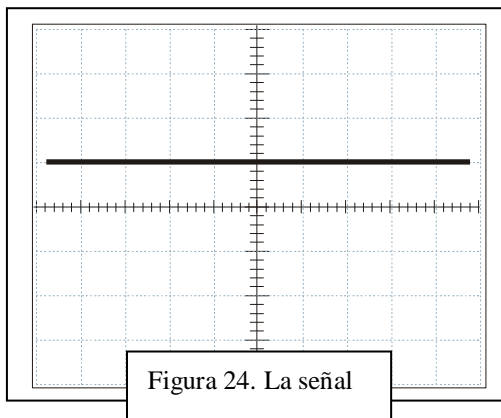
Obsérvese que las mediciones obtenidas para el foco son muy parecidas a las mediciones del ventilador.

De hecho, la forma del ripple y sus dimensiones son casi iguales.

Mediciones en el punto 9-10 (salida de la F.P.)

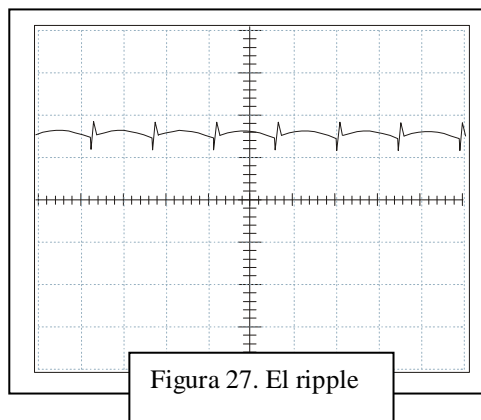
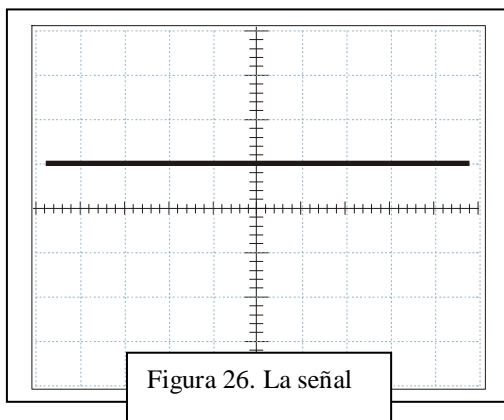
Caso 1.- Sin Carga

Multímetro: Voltaje efectivo: 5.06 Volts C.D.
Osciloscopio: Altura de la señal: 5 Volts. Véase figura 24
Grosor del ripple: 1mV. Véase figura 25



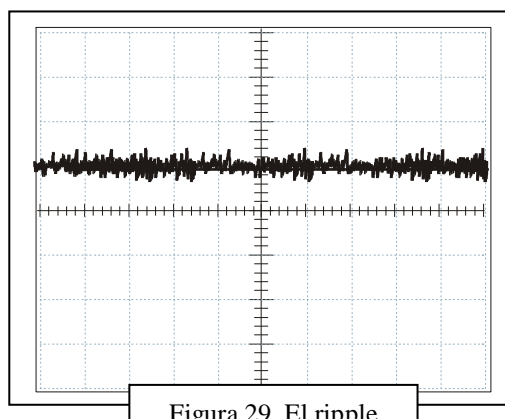
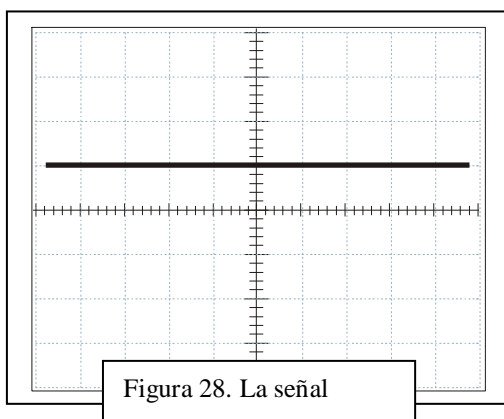
Caso 2.- Con carga de un ventilador de 12 Volts C.D. y 0.12 Amperes.

Multímetro: Voltaje efectivo: 5.06 Volts C.D.
Osciloscopio: Altura de la señal: 5 Volts. Véase figura 26
Grosor del ripple: 5 mV Véase figura 27
Periodicidad: 17 milisegundos



Caso 3.- Con carga de un foco de 24 Volts C.D. y 0.125 Amperes.

Multímetro: Voltaje efectivo: 5.06 Volts C.D.
Osciloscopio: Altura de la señal: 5 Volts. Véase figura 28
Grosor del ripple: 1.2 mV Véase figura 29
Periodicidad: No se observa periodicidad en el ripple



Mediciones sobre la fuente del laboratorio (salida)

Caso 1.- Sin Carga

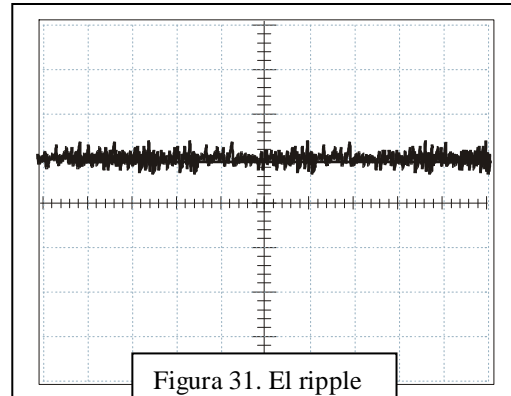
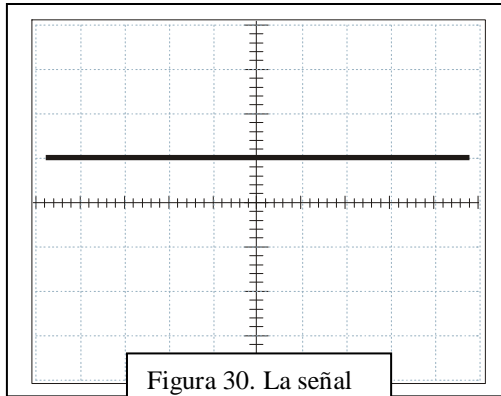
Multímetro: Voltaje efectivo: 4.96 Volts C.D.

Osciloscopio: Altura de la señal: 5 Volts.

Grosor del ripple: 2 mV.

Véase figura 30

Véase figura 31



Caso 2.- Con carga de un ventilador de 12 Volts C.D. y 0.12 Amperes.

Multímetro: Voltaje efectivo: 4.95 Volts C.D.

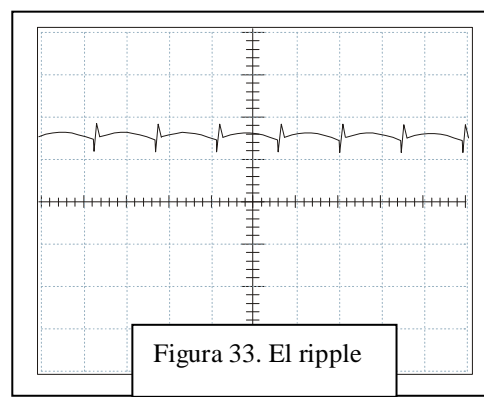
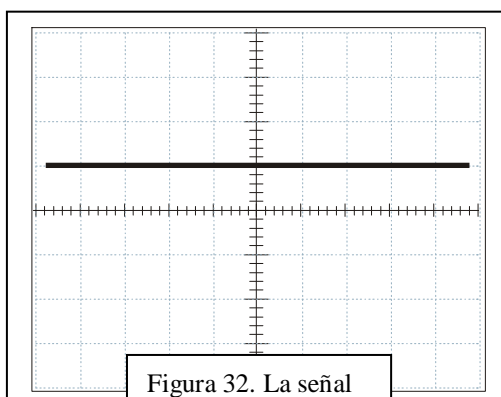
Osciloscopio: Altura de la señal: 5 Volts.

Grosor del ripple: 10 mV

Periodicidad: 17 milisegundos

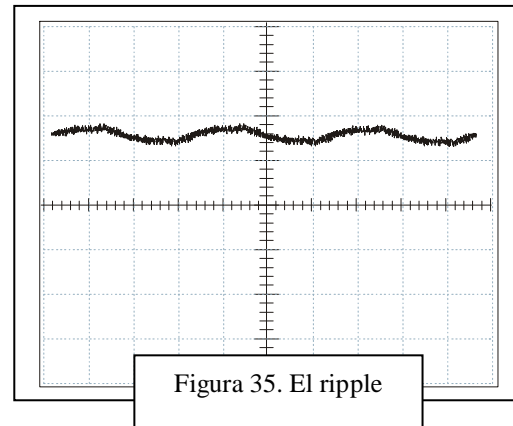
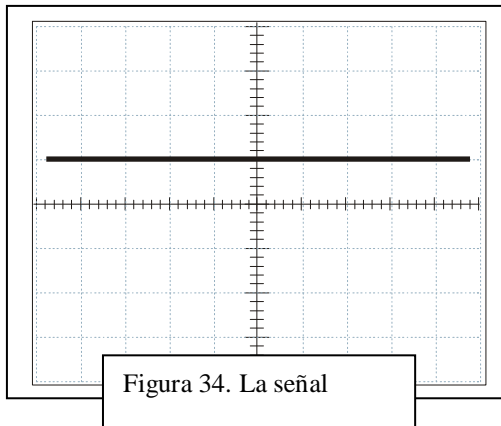
Véase figura 32

Véase figura 33



Caso 3.- Con carga de un foco de 24 Volts C.D. y 0.125 Amperes.

Multímetro: Voltaje efectivo: 4.95 Volts C.D.
Osciloscopio: Altura de la señal: 5 Volts. Véase figura 34
Grosor del ripple: 2 mV Véase figura 35
Periodicidad: 18 milisegundos



Comentarios

En el momento de hacer las mediciones, notamos que el voltaje de la línea era particularmente alto (127 Volts.), posiblemente esto se debe al tipo de instalación en el edificio y es de suponer que esta peculiaridad puede causar imprecisiones en los datos que se midieron.

Al hacer mediciones con el multímetro (voltímetro), notamos que el capacitor electrolítico produce un efecto de carga y descarga, causando cambios repentinos en los valores medidos, por esta razón tuvimos que esperar unos instantes a que se estabilizara el voltaje para poder registrar la medida.

Una nota importante es la diferencia entre el voltaje medido con el voltímetro (voltaje efectivo o RMS) comparado con el voltaje pico que se observa en el osciloscopio. El voltaje efectivo (RMS) se calcula en base al voltaje pico de la siguiente manera:

$$\text{Voltaje RMS} = \text{Voltaje pico} / \sqrt{2}$$

Por otro lado, es notable que las mediciones efectuadas antes de la etapa de regulación, son muy sensibles al tipo de carga que se utilice. Cuando se conecta el ventilador, el ripple crece mucho, hasta llegar a ordenes de 1 Volt, cuando se usa el foco, el ripple también crece pero no tanto.

Comparando las pruebas hechas sobre nuestra F.P. de práctica y la F.P del laboratorio, podemos ver que:

- 1.- Nuestra fuente mantiene el voltaje constante sin importar el tipo de carga que se conecte, la F.P. del laboratorio baja unas décimas en el voltaje de salida cuando se le conecta el ventilador y el foco.
- 2.- En todos los casos vistos, el ripple de nuestra F.P. es menor que el de la fuente del laboratorio y esto nos dice que el funcionamiento es adecuado.

Por último vamos a comentar que en la etapa de rectificación se pueden obtener señales de distintas formas dependiendo del tipo de puente rectificador usado, por ejemplo, para producir

la señal vista en esta práctica tuvimos que cambiar un par de veces el puente ya que la señal no era de buena calidad, se veía muy distorsionada.

Conclusiones

Es importante tener en mente el uso para el que fue planeada esta F.P., vamos a alimentar con ella algunos circuitos digitales. Los circuitos digitales, a medida que crecen, van consumiendo más y más corriente, y es necesario que tengan una alimentación regulada y que garantice el suministro de corriente. Con base en las observaciones de esta práctica, podemos concluir que nuestra F.P. será un buen instrumento para trabajar con los circuitos digitales de las próximas actividades experimentales sin riesgo de un mal funcionamiento por variaciones de alimentación.

Ahora, desde el punto de vista educacional, consideramos que esta práctica, al ser la primera, es muy ilustrativa en aspectos teóricos fundamentales para comprender los temas próximos, además nos proporciona una experiencia valiosa en cuanto a materiales, métodos prácticos, errores experimentales y parafernalia relacionada con la electrónica.

Referencias

<http://members.tripod.com/hvprojects/datasheets.htm>

Para la hoja de datos del regulador 7805