

TRABAJO PRACTICO N° 13

MEDICIONES EN FUENTES DE ALIMENTACION

INTRODUCCION TEORICA:

Las fuentes de alimentación son cuádrupolos que suministran potencia eléctrica de DC a sistemas electrónicos. Existen básicamente dos tipos de fuentes que alimentan potencia, ya sea manteniendo un control constante de la tensión o de la corriente. Las características de salida de ella sobre la carga determinan la performance y calidad de esa fuente, al estar ella sometida a variaciones de tensión de entrada y/o condiciones de carga.

Los ensayos a realizar sobre una fuente de corriente o tensión constante para evaluar su performance son:

- 1- Regulación de línea: Variación de su valor de salida al estar sometida a variaciones de tensión de entrada.
- 2- Regulación de Carga: Variación de su valor de salida al estar sometida a variaciones de la carga conectada a ella.
- 3- Ripple y Ruido: Niveles de componentes de CA presentes en la salida.
- 4- Tiempo de Recobro a Transitorios: Respuesta a cambios bruscos de carga y/o entrada.
- 5- Estabilidad: Mantenimiento del valor regulado (tensión o corriente) por largos periodos.
- 6- Coeficiente de temperatura: Cambios en el valor regulado (tensión o corriente) debido a calentamiento interno.

Para realizar estos ensayos se usa el siguiente circuito:

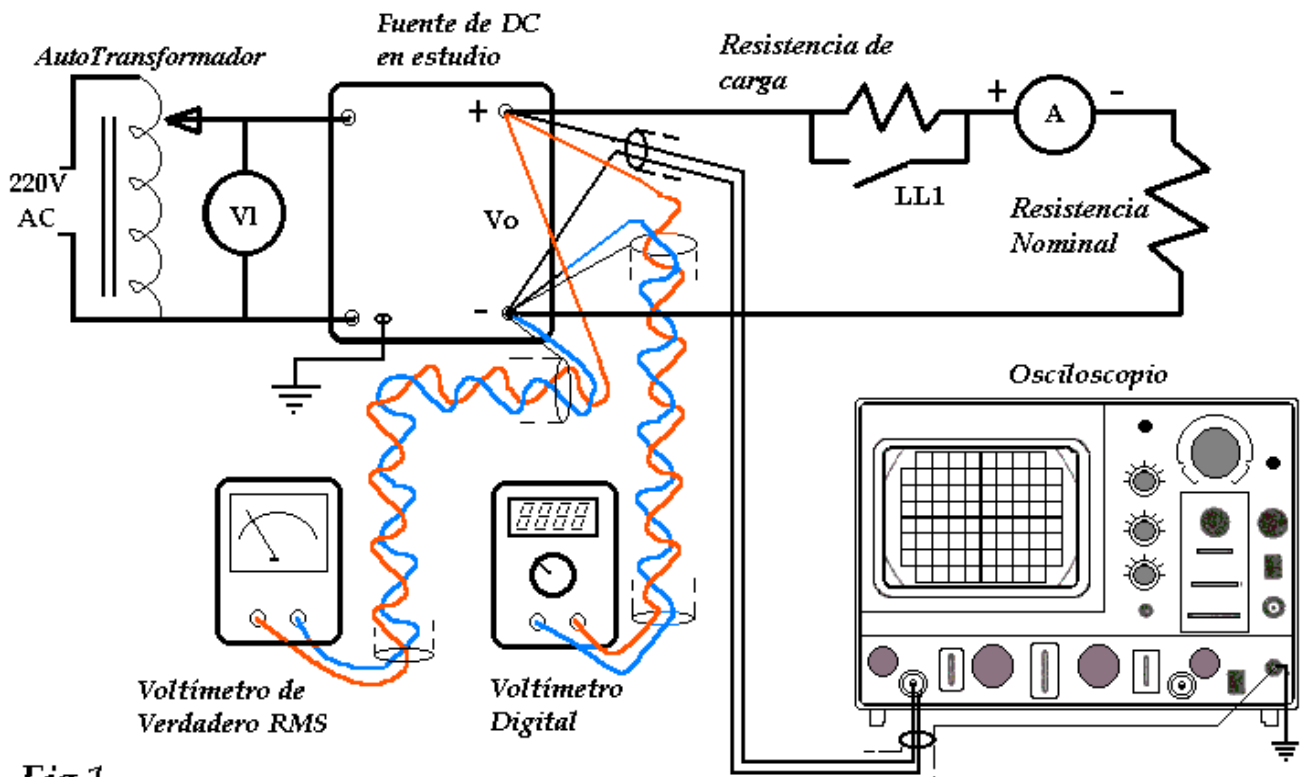


Fig 1

Los instrumentos usados tienen ciertas características que deben cumplirse:

- Osciloscopio: se usa para visualizar los niveles de componentes alternas y para ver si la señal es debida a la fuente o a señales espurias o interferencia de otros elementos.
- Voltímetro Diferencial: se usa para visualizar la diferencias de tensión durante los tiempos de recobro, y tiene que tener una resolución de 1 mV y un alcance de 300 V.
- Voltímetro CA de Verdadero Valor Eficaz: Se usa para medir el Ripple, y debe tener una sensibilidad de 100 μ V.
- Autotransformador: Se usa para provocar variaciones de entrada de Línea, y debe soportar la corriente máxima exigida por la fuente para evitar distorsión de la señal alterna de entrada a la fuente.
- La carga debe ser de valor exacto y con suficiente capacidad de disipación de la potencia máxima entregada por la fuente, a fin de evitar variaciones de su valor. Además, debe ser resistiva pura o de muy bajo valor inductivo para evitar que su constante de tiempo L/R sea mayor que el tiempo de recobro propio de la fuente. Esto es especialmente crítico con fuentes de baja impedancia de salida.
La resistencia carga es la resistencia que a la tensión de salida nominal consume la corriente máxima nominal.

Las precauciones a tener en cuenta al momento de hacer los ensayos son:

- No usar reguladores de tensión de línea, ya que estos pueden deformar o distorsionar la señal de entrada a la fuente, y además elevan la impedancia a la entrada de CA de la fuente, modificando el comportamiento de esta.
- Todos los elementos de medición deben estar conectados por pares de cables separados y trenzados entre sí para evitar captar señales indeseadas e influencia de los otros instrumentos. No usar un punto común alejado de la fuente para conectar la tierra o común de los instrumentos.
- Conectar los instrumentos lo más cerca posible a los terminales de la fuente y con cables pares cortos y trenzados. Hacer conexiones firmes para evitar caídas de tensión en las resistencias de contacto, especialmente para condiciones de alta corriente.
- Previo a los ensayos, realizar una comprobación sobre los niveles de captación de señales espurias por parte del sistema armado para medición, para lo cual, una vez armado completo el sistema (conexión y cableado), apagar la fuente y observar con el osciloscopio los niveles de CA en cada uno de los terminales de salida de la fuente en estudio. Si aparecen señales indeseadas, reconfigurar o reorientar las conexiones a fin de disminuir estas señales.
- Durante los ensayos de fuentes de tensión constante, el control de corriente debe estar a su valor máximo. Este control afecta los niveles de Ripple y puede producir bloqueo de los niveles de salida por debajo de los especificados, si no se encuentra en el máximo. Este control sirve como límite de protección de corriente de salida.

Práctica de Laboratorio

Objetivo: Realizar las mediciones de los parámetros de Fuentes de alimentación y verificar sus especificaciones.

Elementos a utilizar:

- Fuente de Alimentación:

Marca: Número de serie: Rango de Tensión entrada:
 Rango de tensión y corriente de salida: Especificaciones:

- OSCILOSCOPIO:

Marca: Número de serie: Rango de trabajo:

- Voltímetro Digital:

Marca: Rango:

- Voltímetro Electrónico:

Marca: Rango: Tipo de Lectura: Eficaz, medio.

- Resistencia de Carga:

- Autotransformador:

Tipo: Especificaciones:

- Circuitos usados: Diagrama y valores de los componentes (capacitores y resistencias).

Procedimiento:

1- Ensayo de Regulación de Línea.

La regulación de línea de una fuente de alimentación es el cambio ΔV_o producido en la tensión de salida de la misma como consecuencia de un cambio ΔV_i de la tensión de línea, dentro de un rango dado, manteniendo constante las demás condiciones de trabajo de la fuente.

A menor cambio en la tensión de salida para un cambio dado de la entrada, la fuente será de mejor calidad.

Para realizar el ensayo,

1a- Colocar el valor nominal de tensión de entrada V_i en el autotransformador.

1b- Cerrar la llave LL1, de modo que la carga colocada a la salida sea la nominal (Máxima).

1c- Encender la fuente.

1d- Tomar el valor de tensión de salida V_o en el voltímetro digital, y el valor de corriente I_o .

1e- Variar la tensión de salida del autotransformador un valor ΔV_i por arriba y por abajo de la tensión de línea nominal dentro del rango especificado.

1f- Leer los valores de entrada V_i y la de salida V_o del voltímetro digital y el ΔV_i .

1g- Realizar los pasos **1d** a **1f** para distintos valores de corriente de salida, variando la carga.

	Valor Nominal	Carga Máxima		Carga Mínima (Circuito Abierto)	
		$V_i + \Delta V_i$	$V_i - \Delta V_i$	$V_i + \Delta V_i$	$V_i - \Delta V_i$
V_i	220 Vac				
V_o	Vdc				
I_o	Adc				

Regulación de Línea = $(\pm \Delta V_o / V_o \text{ Nominal}) \cdot 100 = \underline{\quad}\% \text{ para } \underline{\quad}\% \text{ de variación de línea}$

2- Ensayo de Regulación de Carga.

La regulación de carga de una fuente de alimentación es el cambio ΔV_o , producido en la tensión de salida de la misma, como consecuencia de un cambio de la carga desde circuito abierto a un valor tal que drene la máxima corriente $I_{o_{max}}$ especificada por la fuente, manteniendo constante las demás condiciones de trabajo de la fuente.

La regulación de carga se expresa como

$$\text{Regulación de Línea} = (\pm \Delta V_o / V_o \text{ Nominal}) \times 100$$

Para realizar el ensayo,

2a- Colocar el valor nominal de tensión de entrada en el autotransformador.

2b- Retirar la resistencia de carga, para ensayo a circuito abierto.

2c- Encender la fuente.

2d- Tomar el valor de la V_I , el valor de la corriente de salida I_o y el valor de la tensión de salida V_o en el voltímetro digital.

2e- Conectar la carga Nominal. Cerrar la llave LL1, de modo que la carga colocada a la salida sea la nominal.

2f- Leer el valor de V_o en esta condición con el voltímetro digital, y el de corriente de salida.

2g- Producir variaciones de resistencia de carga desde circuito abierto a máxima carga y leer los valores de corriente y tensión de salida.

	Carga Nominal	Carga Media	Circuito Abierto
	Ohms	Ohms	
V_I			
V_o			
I_o			

$$\text{Regulación de Carga} = (\pm \Delta V_o / V_o \text{ Nominal}) \times 100 = \pm _ \% \text{ para } _ \% \text{ de variación de carga}$$

3- Medición del RIPPLE y RUIDO.

El Ripple es el valor residual de alterna superpuesta sobre el nivel V_o de continua entregada por la fuente. Se expresa en valor eficaz o preferiblemente en valor pico a pico. Este nivel de zumbido o Ripple es un valor indeseable que afecta o puede interferir en los circuitos que son alimentados por esa fuente, especialmente circuitos de audio y lógicos.

El ruido se suma al Ripple, siendo el ruido los impulsos de corta duración y aleatorios causados por conmutaciones, interferencias o acoples de masa. La valorización del zumbido de una fuente por medio del valor eficaz, no es una medida acertada de este, ya que no contempla esta representación, los impulsos de corta duración que no influyen sobre el valor eficaz, pero pueden alterar el funcionamiento de un circuito lógico.

Para la medición del Ripple, las conexiones de masa deben hacerse de modo tal de evitar los lazos cerrados de tierra. En toda conexión circuital referida a tierra, existe un drenaje de corriente desde el instrumento o circuito hacia la tierra, generándose potenciales entre las distintas tomas a tierra, debido a la corriente de tierra circulante. Esto es especialmente intenso en instalaciones industriales y/o de radiofrecuencia, donde se consume alta potencia eléctrica. Normalmente cuando hay lazos cerrados de tierra, puede aparecer una señal espuria de 50 Hz mayor que el propio Ripple de la fuente, y esto invalida las mediciones del Ripple.

Para evitar este tipo de inconvenientes, las conexiones de tierra deben unirse a un único punto de tierra, conectándose todos los puntos de tierra de los instrumentos y/o circuitos a ese solo punto, a fin de evitar lazos cerrados de tierra. También mediante el uso de instrumentos diferenciales ó no referidos a tierra.

En ese caso los cables de conexión debe ser un cable blindado de dos conductores. El blindaje debe conectarse sólo en el extremo de la fuente al punto donde la fuente tiene su toma a tierra. Esto evita que se forma un lazo cerrado de corriente, que al circular por el blindaje genere interferencia en los conductores centrales.

El osciloscopio debe tener una entrada diferencial flotante, no referenciada al chasis o tierra eléctrica. En este caso, previo a hacer cualquier medición, se debe verificar el rechazo a modo común de la entrada al osciloscopio, para lo cual, se desconecta la fuente de la alimentación de línea, se cortocircuitan los dos terminales de entrada de la fuente, y se deberá verificar que la presentación en pantalla, en la escala mas chica, es una línea recta. Se sigue el circuito de la fig 3, si la fuente tiene terminales de regulación externos. Esto asegura que el ORC está rechazando cualquier señal de modo común que haya presente en el circuito, y que cualquier Ripple medido con la fuente trabajando es producido por la propia fuente.

En caso de no tener un osciloscopio diferencial, se debe abrir el circuito de tierra, asegurándose, que no hay pérdidas o continuidad entre el chasis y los terminales Vivo y Neutro de la línea, y usando un adaptador de alimentación, que no conecte la espiga a tierra del enchufe al terminal de tierra del tomacorrientes.

En fuentes que tienen detección externa de los valores de salida, los terminales de regulación deben cortocircuitarse con el terminal de salida correspondiente sobre la carga, a fin de lograr la mejor regulación sobre la carga.

Para realizar el ensayo del Ripple: Armar o usar configuración circuital de la figura #1

3a- Verificar que no hay tensiones de modo común que afecten la lectura del Ripple. Asegurarse una sola conexión de tierra, y uso de osciloscopio diferencial (o no referido a tierra), cables dobles blindados.

3b- Colocar la carga nominal para máxima salida de corriente. El Ripple aumentará a medida que se exige más la fuente. De modo que a máxima corriente, mayor será el Ripple leído.

3c- Leer el valor pico del Ripple con el osciloscopio y el eficaz con el voltímetro de verdadero valor eficaz, ya que el Ripple tendrá una forma diente de sierra debido a la carga y descarga del capacitor de filtrado.

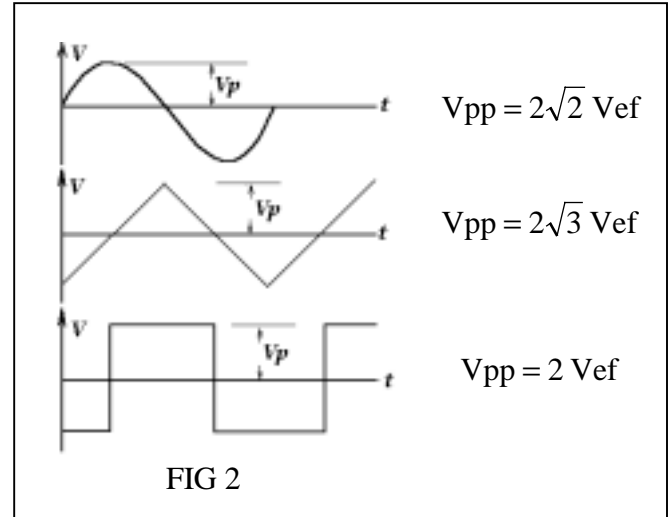
A partir del valor leído en un instrumento de lectura del verdadero valor eficaz, se puede calcular el valor pico a pico de la señal y comparar ese valor con el leído con el osciloscopio. Los voltímetros normales están calibrados para leer el valor eficaz de una señal senoidal, de modo que no indicaran el valor eficaz correcto para señales no senoidales puras.

Para una señal triangular se tiene:

$$V_{triang} = \frac{V_{pp}}{T} t$$

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt} = \sqrt{\frac{2}{T} \int_0^{T/2} \frac{V_{pp}^2 t^2}{T^2} dt}$$

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{2V_{pp}^2 T^3}{T^3 \times 3 \times 8}} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{3}}$$



Para una onda diente de sierra se tiene que $V_{pp} = 3,464 V_{ef}$, siendo el $V_{ef} = 0,577 V_p$ (Valor pico). El ripple en una fuente se asemeja a una señal triangular lo que nos indica que el valor eficaz del Ripple debe ser menor a la mitad del valor pico medido en el osciloscopio, estando generalmente entre 1/3 a 1/4 del V_{pp} .

Ripple < ____ mVpp a ____ Amperes

Para realizar el ensayo del RUIDO:

3d- Debido a que las señales de ruido pueden constituirse de pulsos de alta amplitud y corta duración, lo cual implica señales de alta frecuencia, se deben usar osciloscopios de gran ancho de banda (mayor a 20 MHz), reemplazar los cables blindados o trenzados por líneas de transmisión, adaptar las impedancias del osciloscopio y de la fuente a esta línea de transmisión y usar capacitores de desacople de DC para observar sólo las componentes de alta frecuencia. Usar el siguiente circuito para la medición del ruido generado para la fuente.

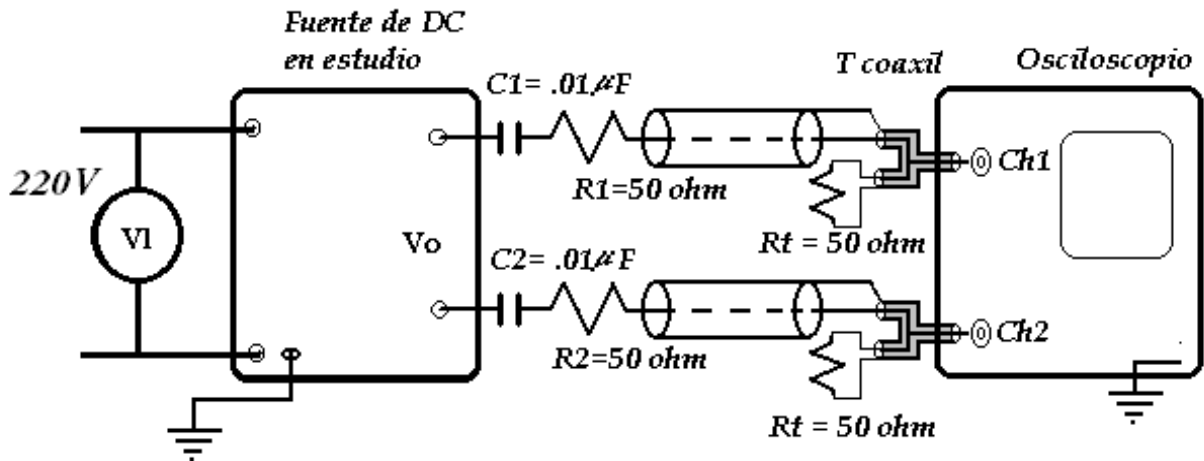


FIG #3

3e- Las líneas de transmisión se consiguen usando dos cables coaxiales separados para cada una de las entradas al osciloscopio. Como estas líneas tienen una impedancia característica determinada, se deben adaptar en cada extremo las impedancias de salida de la fuente y la de entrada al osciloscopio a los valores característicos del coaxial. Esto se logra colocando en el extremo de

salida de la fuente una resistencia de 50 Ohm en serie con el terminal interno del coaxial. El blindaje de este extremo NO se conecta a ningún punto.

En la entrada del osciloscopio se conecta una T coaxial, para colocar en un punto de la T una resistencia de terminación de igual valor a la impedancia característica del coaxial. La resistencia se conecta entre el pin central y el blindaje. Esta resistencia actúa en paralelo con la impedancia de entrada del osciloscopio, lo cual da una impedancia total aproximadamente igual a la de la resistencia.

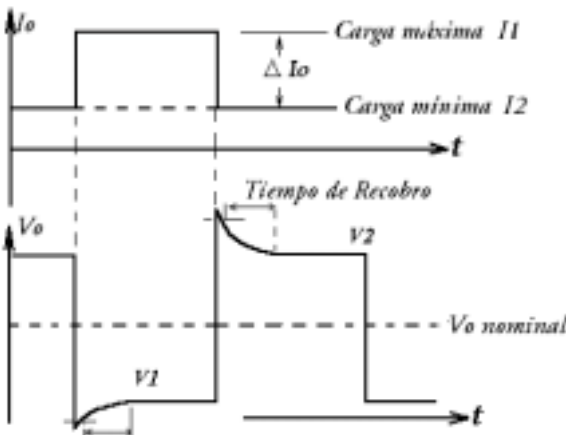
En el otro extremo de la T se conecta el otro extremo del cable coaxial. En este punto el blindaje es conectado a la tierra del osciloscopio. Esto hace que no haya un lazo cerrado en el circuito de blindaje.

3f- Se usan dos cables coaxiales conectados a cada una de las salidas + y - de la fuente, y los extremos a los canales A y B del osciloscopio. El osciloscopio se configura como ADD para tener una señal suma de los niveles de alterna en los terminales + y -.

3g- El valor V_{pp} leído se multiplica por dos, ya que las dos resistencias de 50 ohms actúan como divisor de tensión por 2.

4- Medición del tiempo de recobro a los transitorios

Una fuente entregando los valores de tensión y corriente dentro de las especificaciones nominales de trabajo, al ser sometida a un cambio brusco de carga, presentará una variación momentánea de los valores de salida (tensión en el caso de fuente de tensión constante, y corriente para fuente de corriente constante), por causa del valor inductivo de su impedancia de salida. Esta impedancia de salida aumenta con la frecuencia, y por ello aumenta la inductancia equivalente, de modo que al haber un cambio brusco de corriente de salida por causa de un cambio brusco de la resistencia de carga, esta corriente de alta frecuencia reacciona con la inductancia equivalente, produciendo un impulso de tensión a la salida.



Mientras menor sea el tiempo de recobro, mejor responderá la fuente a esos cambios bruscos. Esta capacidad de respuesta a cambios bruscos se denomina tiempo de recobro a transitorios.

Este tiempo se define como el intervalo de tiempo que tarda la tensión de salida V_o en estabilizarse en un valor V_o final desde el valor un valor inicial, al aplicar un cambio brusco de corriente por causa de un cambio brusco en la resistencia de carga.

La especificación correcta para este TRT debe fijar cuales son los niveles de tensión (10%, 50% ó 100% de la tensión final) desde los cuales se toma el tiempo de recuperación. O sea por ejemplo, tiempo que tarda la tensión en llegar al 50 % del valor final después del cambio brusco. Muchos fabricantes dan el tiempo solamente, lo cual no es indicativo de ese tiempo de recobro real, ya que no especifican como lo determinan.

Las precauciones a tener en cuenta para realizar este tipo de medición son:

- Usar resistencias de carga absolutamente resistivas, para que el efecto de recobro solamente sea producido por la inductancia equivalente de la fuente.
- Usar un osciloscopio de banda ancha mayor a 20 Mhz para determinar el pico y el tiempo de ese recobro. También es recomendado usar un osciloscopio con memoria digital para poder observar el cambio y luego poder medirlo.

De no usar osciloscopio de memoria, es necesario generar la conmutación reiteradamente para poder hacer la medición en el osciloscopio. Para ello se deberá usar un relé activado por los 50Hz, en lo posible un relé de conmutación humedecido con mercurio para evitar tensiones de arco al hacer las conmutaciones.

Los contactos del relé colocarán más carga a la fuente, con lo cual habrá una conmutación de carga de la fuente a una velocidad de 50 Hz, lo cual permitirá observar los tiempos de recobro de la fuente.

$$\begin{aligned} \text{TRT} &= \mu\text{seg.} && \text{para } 50\% \text{ del valor } V_o \text{ final} && \text{ó} \\ \text{TRT} &= \mu\text{seg.} && \text{para } 50\% \text{ de variación de la carga a una corriente específica} \end{aligned}$$

Para realizar el ensayo del tiempo de recobro:

Teniendo en cuenta las recomendaciones específicas para este ensayo, se usa el circuito de la figura #1, y se alimenta con el valor nominal de entrada y posicionan los controles para salida de tensión y corriente nominal sobre una carga resistiva pura de disipación adecuada.

Se configura el osciloscopio de memoria digital para única lectura y se comienza a leer el valor nominal de tensión.

Se hace la conmutación y se observa en el osciloscopio la respuesta. Se ajustan los controles del osciloscopio para mejor determinación del tiempo y amplitud del pulso de recobro.

Se determinara el tiempo de recobro para el 50 % de la tensión final.

Determinar la impedancia dinámica de salida leyendo los valores iniciales de corriente y tensión de salida y los valores de tensión y corriente final.

La impedancia ideal de una fuente de tensión debe ser 0 ohm, pero debido a que ella no es cero, la tensión de salida, al ser requerida una corriente de carga, cambia por efecto de la caída de tensión en la resistencia interna de la fuente. Esto nos da una tensión de salida en función de la corriente de salida.

$$Z_o = \frac{\Delta V_o}{\Delta I_o} = \frac{V_{o\text{final}} - V_{o\text{inicial}}}{I_{o\text{inicial}} - I_{o\text{final}}} = \frac{V_2 - V_1}{I_1 - I_2} [\text{ohms}]$$

5- Medición de Estabilidad

La estabilidad es el cambio del valor de salida nominal por efecto de la temperatura interna durante las primeras 8 horas posteriores al periodo de calentamiento de 30 minutos.

Este ensayo debe hacerse con la fuente dentro de una caja térmica libre de corrientes de aire que modifican la temperatura ambiental donde ella se encuentra. Dentro de la caja térmica debe colocarse un termómetro a fin de registrar la temperatura ambiental a la cual esta sometida la fuente.

La resistencia de carga debe estar colocada externamente a la caja térmica para evitar que el calentamiento de esta resistencia eleve la temperatura en el interior de la caja. Además la resistencia de carga debe ser estable (para mantener la corriente de carga constante) y de alta disipación para no producir variaciones de carga.

La medición de tensión/corriente de salida debe hacerse con un registrador ó con algún dispositivo de almacenamiento de estos valores a fin de visualizar los cambios en el tiempo.

Los instrumentos usados, voltímetro, registrador y alimentador de línea deben tener mayor estabilidad que la fuente para no provocar cambios de salida o de lectura debido a ellos.

6- Medición del coeficiente de temperatura

Durante el periodo de calentamiento de 30 minutos se produce la mayor variación de la tensión nominal de salida. La medición de este cambio de salida (tensión/corriente) por grado centígrado de la temperatura ambiente manteniendo constante las demás condiciones de prueba (tensión de línea, carga) se denomina coeficiente de temperatura.

Las tensiones de línea y la carga deben mantenerse constante.

La medición se realiza, colocando la fuente dentro de un horno controlado, y variando escalonadamente la temperatura del horno dentro del rango de temperatura especificado por el fabricante (0 a 55°). Antes de tomar las lecturas para cada paso de temperatura se debe permitir la estabilización térmica de la fuente.

El enfriamiento de la fuente, después de haber concluido la lectura del paso de mayor temperatura, debe hacerse también descendiendo la temperatura paso a paso en forma gradual. Si los elementos electrónicos son sometidos a cambios muy bruscos de temperatura ascendente o descendente, se produce un choque térmico que puede dañar los componentes y/o soldaduras, y también de un envejecimiento prematuro de los componentes semiconductores que reducen la vida útil.

Vl (tensión de línea) = [V]		- Carga = [Ohms]						- Io (corriente de salida) = [A]				
Temp	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Vo												

$$\text{Coef. de temperatura} = (\Delta V_o / \Delta \text{temp}) \cdot 100 \quad [\pm \% / ^\circ\text{C}]$$

Ejemplo de Especificación de una fuente LAMBDA

AC Input	110- 220 VAC / 47 -63 Hz
Output Voltage Adjustment	$\pm 5\%$ all outputs
Line Regulation	$\pm 0.05\%$ for 10% line change
Load Regulation	$\pm 0.05\%$ for 50% load change
Output Ripple	< 3mV peak to peak
Transient Responde	50 us for 50% load changes for output retade up to 6A
Temperature Coefficient	$\pm 0.01\%$ per $^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	0 $^\circ\text{C}$ to +50 $^\circ\text{C}$, derate 3%/ $^\circ\text{C}$ above 50 $^\circ\text{C}$ up to 70 $^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	-55 $^\circ\text{C}$ to +85 $^\circ\text{C}$
Operating Humidity	5 to 95% RH
Cooling	Natural convection
Over Voltage Protection	On 5V output set at 6.2V ± 0.4 V
Over Current Protection	Foldback with automatic recovery

