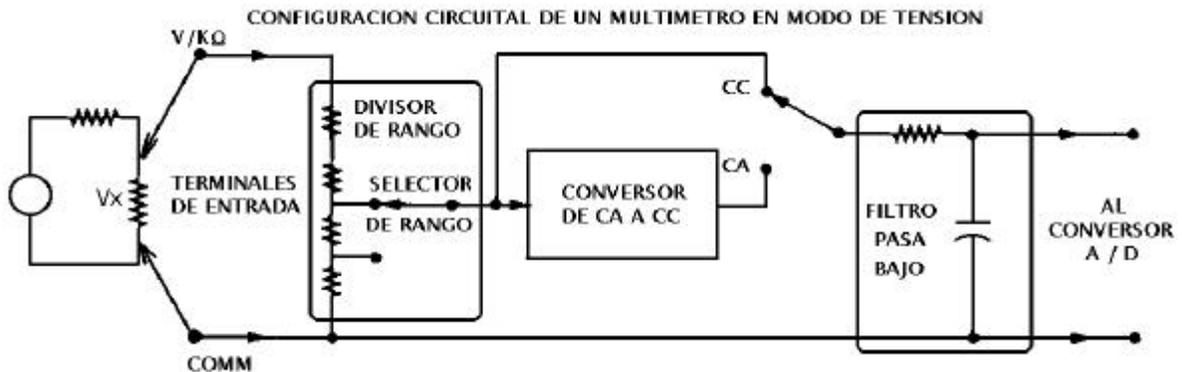


### 5- Procedimiento de medición:

- **Medición de Tensión:** Para medir voltaje sobre los componentes, las puntas del instrumento de medición se colocan en los extremos del componente o circuito a medir. Es decir, el instrumento se conecta en paralelo al circuito a medir. Para mediciones de voltaje, se deben elegir instrumentos con alta impedancia de entrada, a fin de no perturbar en grado sumo al circuito a medir.



Previo a realizar la medición se debe colocar el instrumento en la escala más alta que posea el instrumento, y luego se cambia hacia escalas más pequeñas en función del valor leído, a fin de obtener una lectura más precisa en una escala donde la lectura se acerca al fondo de escala.

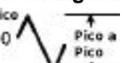
El hecho de usar la escala más baja posible, mayor número de dígitos en la pantalla, hace que la resolución de la lectura sea mayor porque el último dígito discrimina mejor los valores pequeños de tensión a medir.

También se tendrá que tener una idea del tipo de corriente a leer, alterna o continua, para seleccionarla con la llave adecuada.

Se debe verificar si el multímetro mide verdadero valor eficaz ó si es de valor promedio calibrado para presentar en la pantalla el valor eficaz equivalente de una señal senoidal. Esto es importante, porque los multímetros de verdadero valor eficaz, pueden leer ese valor con exactitud para cualquier señal senoidal ó no senoidal dentro del rango de frecuencias especificadas, que en lo normal van de unos 10 Hz a 100/200 KHz.

Los multímetros de valor promedio calibrados para presentar valor eficaz senoidal, sólo en el caso de una señal senoidal pura indicarán un valor correcto del valor eficaz. Para señales no senoidales ó distorsionadas, el valor indicado será incorrecto y deberá aplicarse un coeficiente de corrección según la señal.

**Tabla de coeficientes para el calculo de señales no senoidales según el tipo de multímetro**

Tipo de Señal	La lectura de un Multímetro de Promedio Calibrado en RMS senoidal, se multiplica por:			La lectura de un Multímetro de Verdadero RMS, se multiplica por:		
	Vpp: Valor pico a pico	Vp: Valor pico	Verdadero Valor Eficaz	Vpp: Valor pico a pico	Vp: Valor pico	Verdadero Valor Eficaz
<b>Senoidal pura</b> 	2,828	1,414	1	2,828	1,414	1
<b>Onda cuadrada</b> 	1,80	0,90	0,90	2	1	1
<b>Onda triangular</b> 	3,6	1,80	1,038	3,464	1,732	1

En este caso, es conveniente observar la señal con un osciloscopio para estar seguro del tipo de señal en cuestión.

Para determinar el valor pico, ó el pico a pico, ó el verdadero valor eficaz de una señal alterna no senoidal mediante un multímetro de valor promedio calibrado en valores eficaz de una onda senoidal, se toma el valor leído por el multímetro y se lo multiplica por el coeficiente indicado según la señal a medir.

Por ejemplo, para una señal triangular donde el multímetro indica 2,23 voltios, los coeficientes y los valores obtenidos serán:

Valor leído: 2,23 Voltios.

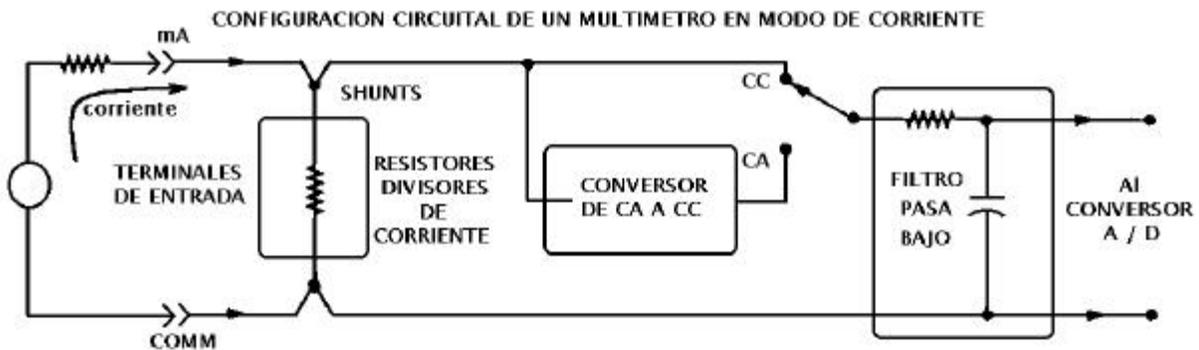
Verdadero Valor eficaz: 2,23 V x 1,038 = 2,31 Volts

Valor pico : 2,23 V x 1,80 = 4,15 Volts

Valor pico a pico : 2,23 V x 3,57 = 7,96 Volts

En un voltímetro de verdadero valor eficaz (RMS), el valor leído corresponderá exactamente al valor eficaz de la señal independiente de forma de onda. Para calcular los valores pico y pico a pico se deben usar los correspondientes coeficientes para el calculo según la tabla anterior.

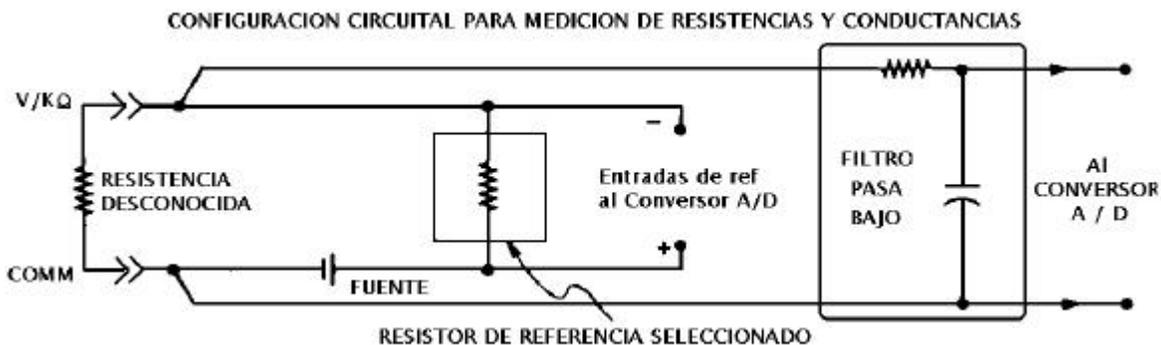
- **Medición de corriente:** Para medir corriente, se debe abrir el circuito a medir a fin de intercalar los extremos del instrumento en serie con el circuito. También se debe comenzar con la escala más alta. Téngase presente que la mayoría de los multímetros tienen un límite máximo de 2 Amperes de medición. Los instrumentos usados para este caso, deben presentar la menor impedancia de entrada en la medición de corriente, a fin de no perturbar al circuito. (error de inserción).



En ambientes con mucho ruido eléctrico, como llaves de conmutación o contactores de arranque - parada de motores, tubos fluorescentes, relays, etc., puede obtenerse lecturas inestables y erróneas debido a voltajes inducidos por estos elementos en el circuito de medición, y es particularmente apreciable en la escala mas baja. Mover de posición el instrumento, usar cables cortos y trenzados y blindados, etc. a fin de reducir el nivel de ruido detectado.

Recuerde que los instrumentos tienen un fusible de protección para evitar sobrecargar los circuitos del instrumento con sobrecorrientes. Realice mediciones estimativas previas a fin de determinar el orden de magnitud de la corriente a medir, para evitar sobrecorrientes sobre el instrumento.

- **Medición de resistencia:** La resistencia es la oposición a la circulación de corriente en un dispositivo cuando se le aplica entre sus extremos un potencial eléctrico. Las mediciones de resistencia se hacen gracias a una batería interna que posee el instrumento, la cual genera una corriente que pasa por la resistencia a medir. Esta corriente es inversamente proporcional al valor de la resistencia a medir. Tenga presente, que en este caso, si la resistencia a medir esta en un circuito, el mismo debe estar sin alimentación; y además la lectura puede ser incorrecta ya que el resto del circuito puede influir en el valor leído.



Previo a hacerse la lectura de resistencia, se debe "cerar" el instrumento, o sea ajustar a cero la caída de voltaje debido a la resistencia interna. Esto se hace cortocircuitando las dos puntas del instrumento entre sí, y normalmente el instrumento toma esa lectura como referencia. Si no hace la compensación automática, ese valor hay que descontarlo del valor de resistencia leído durante la lectura desconocida.

Se debe tener presente, que si los valores de resistencia son muy grandes, es conveniente medirlos en el modo de conductancia.

Si los valores de resistencia son muy pequeños, recuerde que los cables de las puntas de prueba y las resistencias de contacto entre la punta y la resistencia puede tener un efecto muy grande y producir un error apreciable. En este caso puede ser conveniente medir la resistencia por medio indirecto, inyectando una corriente conocida y leyendo la caída de potencial en la resistencia desconocida, y luego haciendo el cálculo por la ley de Ohm

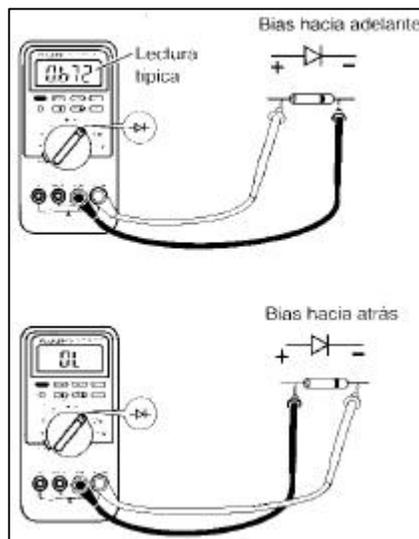
$$R[\Omega] = \frac{V[V]}{I[A]} = \frac{\text{caída de tensión sobre la resistencia}}{\text{corriente que atraviesa la resistencia}}$$

### - Chequeo de Diodos.

A los diodos se les chequea la resistencia inversa y la directa. En los multímetros que no tienen función específica de medición de diodos, se usan las escalas de resistencias para medir la resistencia directa, la cual debe ser baja, y la inversa la cual debe ser muy alta. En algunos casos es más conveniente medir la resistencia inversa con la escala de conductancia.

Para hacer la medición de resistencia directa, se colocan la punta de prueba (+) sobre el terminal positivo (ánodo) del diodo, y la negativa sobre el terminal negativo (cátodo). Para la medición de resistencia inversa, se invierte el diodo.

Si el diodo está abierto, no presentará resistencia baja en ningún sentido de conexión.



Si el diodo está en corto, en ambos sentidos presentará una resistencia baja, generalmente más baja que la de un diodo en buenas condiciones.

Si tiene función de DIODO, en la escala específica de diodo, el multímetro inyecta al diodo una corriente de algunos MiliAmpers, de modo que si polarizamos al diodo en forma directa con las puntas de prueba, la pantalla indicará la tensión directa de la juntura, que para diodos de silicio está en el orden de 0,5 a 0,8 Volts DC. Si se lo polariza en forma inversa, con esta configuración, la pantalla indicará sobre rango, o sea que la tensión es más alta de lo que puede medir en esa escala.

Si el diodo está defectuoso, al indicar igual valor de tensión

en ambos sentidos indica que el diodo esta en corto, y si indica en ambos sentidos sobrerango, implica que el diodo está abierto.

### - Chequeo de Transistores

Para chequear y/o identificar los extremos de un transistor de características desconocidas, se procede de la siguiente manera:

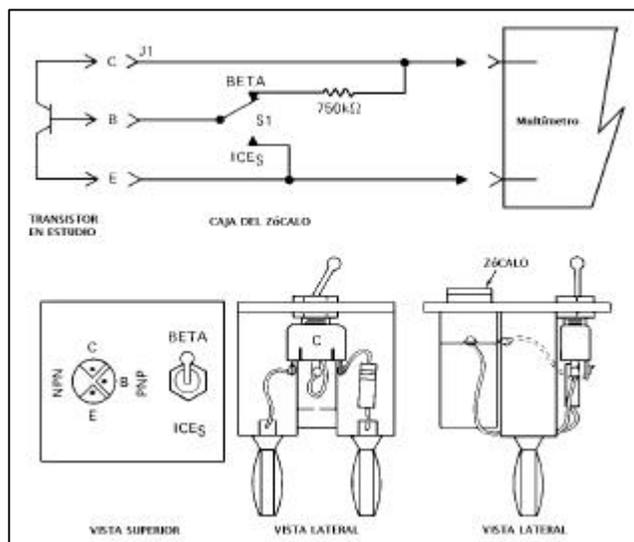
- Se clasifican los extremos como A, B y C. Se hacen mediciones en ambas polaridades entre los extremos AB, AC y BC. Las mediciones que den alta resistividad en ambas polaridades, descartan que los extremos seleccionados sea la BASE. O sea, si los extremos AB y BA dan alta resistividad, el extremo C es la BASE.

- Para determinar si es PNP o NPN, se toma la base como referencia y uno de los otros dos extremos. Se hace las mediciones entre ellos y la medición que tenga menor resistencia determinará si es PNP o NPN.

Ejemplo. Se mide con el multímetro (tester) el extremo C (que se conoce que es la base) y cualquier otro extremo. Se conecta la punta de prueba positiva del multímetro en el extremo C del transistor, y el negativo al B. Si la medición da menor resistencia en este sentido, el transistor es NPN. Si la medición de menor resistencia es al colocar el negativo en el extremo C, y el positivo en el B, el transistor es PNP.

**Nota :** En los multímetro analógicos, en el modo de medición de RESISTENCIAS, el terminal rojo es ahora negativo, y el terminal negro es ahora positivo.

- Para identificar el colector y el emisor, se mide entre ambos extremos. Se elige la medición que presenta mayor resistencia. En esa posición, si el transistor es PNP, el colector es el electrodo que tiene aplicado el polo positivo; si es NPN, el colector es el que tiene aplicado el terminal negativo.



Los valores de la resistencia directa e inversa de las junturas colector-base con el emisor abierto, dependen de las características del transistor: si es de baja, media o alta potencia; si es de Germanio o de Silicio; si es PNP o si es NPN.

Algunos multímetros digitales tienen incorporado un zócalo para inserción de transistores a fin de poder medir la ganancia de corriente  $\beta$  y/o la corriente de perdidas de Colector-Emisor (ICEs). En la mayoría de los instrumentos digitales este zócalo no esta disponible, pero como opcional se dispone de un zócalo que se

inserta en los terminales V-Ohm y Common. El instrumento se configura en la posición de conductancia.

Para esta medición, el instrumento entrega una tensión de  $V_{CE}$  de bajo valor alrededor de los 2 Volts y una corriente de colector de alrededor los cientos de MicroAmperes.

El transistor a medir se inserta en el zócalo, pudiendo determinarse el tipo de transistor por verificación, y midiendo el Beta y la corriente de pérdida.

El tipo de transistor se verifica de la siguiente forma: Colocado el transistor en el zócalo, y este en los terminales V-Ohm y Common, se selecciona el modo Beta en el zócalo y se observa el valor mostrado por la pantalla. Si la lectura es muy baja ( $\leq 0.010$ ), invierta la posición del zócalo en los terminales V-Ohm/Common. La lectura debe dar mayor a 1.

Si el colector esta conectado en el terminal Common el transistor será un PNP. Si colector está conectado al terminal V-Ohm, el transistor es un NPN.

Si el transistor esta dañado, habrá una indicación de sobrecarga (lectura de exceso) si el transistor está en corto, y una lectura menor a 0,001 en ambos sentidos de conexión del zócalo si esta abierto.

Después de posicionar correctamente el zócalo en los terminales del multímetro de acuerdo al tipo de transistor, para medir la corriente de pérdidas, coloque la llave del zócalo en **Ices**. En esta posición la base estará en corto con el emisor, y deberá aparecer una baja conductancia (alta resistencia) de la juntura Colector-Emisor. A menor conductancia leída, menor será la pérdida de la juntura Colector-Emisor.

Luego cambie la llave a  $\beta$  (Beta) y el valor leído en pantalla multiplíquelo por 1000 para obtener el valor de  $\beta$ .

$\beta$  es un parámetro sensible a la temperatura, por lo cual esta lectura debe hacerse una vez estabilizado térmicamente al transistor. Por lo tanto, durante la prueba no toque con la mano el transistor ya que esto modificará la temperatura del transistor.

### - Mediciones de dB

El **dB** es una medición de relación potencia expresada en un valor logarítmico. Muchas veces se hace referencia a un valor de voltaje expresado en **dBmv**. Este es un valor de voltaje relativo a otro valor normalizado de voltaje y resistencia. O sea, por comodidad se usa este valor de dBmv pero no es un valor absoluto de voltaje.

El dBmv es el valor de voltaje por encima ó por debajo de un milivolt. O sea, es un valor relativo a un milivolt. La ventaja de usar el dBmv es que se puede calcular la ganancia de un sistema sumando ó restando los dBmv.

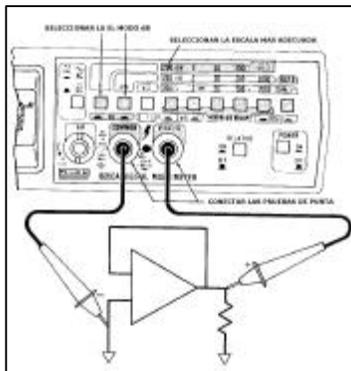
$$dbmv = 20 \log \frac{V_o}{1 \text{ mV}}$$

Si un sistema tiene un voltaje de salida de 1 mV tendrá un dBmv de cero. Cada vez que el voltaje se incremente 10 veces, el dBmv suma 20. Si decrece 10 veces, el valor de dBmv se reduce en 20.

$$\begin{aligned} V_o = 1 \text{ mV} &\Rightarrow \text{dbmv} = 0 \\ V_o = 10 \text{ mV} &\Rightarrow \text{dbmv} = 20 \\ V_o = 100 \text{ mV} &\Rightarrow \text{dbmv} = 40 \end{aligned}$$

La ganancia ó atenuación de un sistema es la relación entre la voltaje de salida y la voltaje de entrada al sistema. Para calcularla, si se mide el dbmv en los puntos sobre los que se desea determinar esa ganancia ó pérdida, se debe restar los dbmv de la salida menos los de la entrada. Si el resultado da positivo, es una ganancia; si da negativo hay una atenuación.

Para medir el voltaje en dBmv con un multímetro, se usa de la forma convencional, colocando las puntas de prueba en los extremos del componente cuya caída de tensión se desea medir. Se selecciona la función de dBmv y la escala correspondiente.

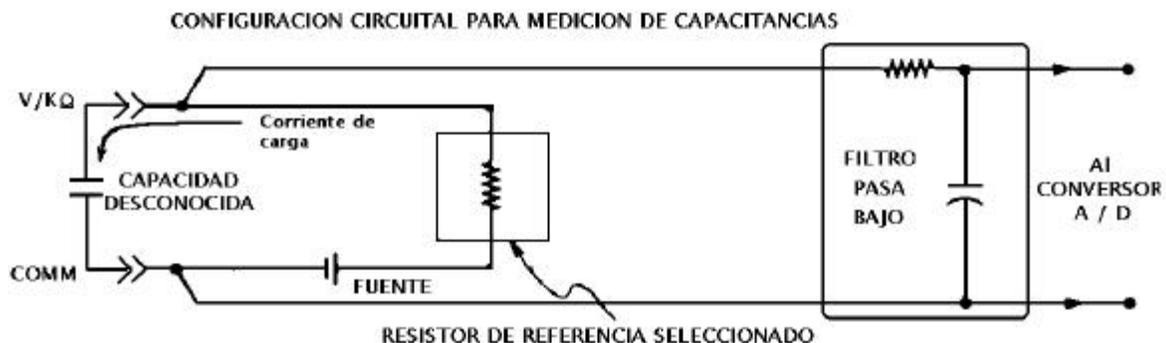


En el caso de lecturas de dBm (potencia referida a 1 milivatio), la lectura del instrumento esta referida a una potencia sobre una impedancia de 600 ohms. Si la impedancia sobre la cual se toma la lectura es diferente a 600 Ohms, el manual del multímetro deberá dar las indicaciones para hacer las correcciones correspondientes, no siendo una lectura directa en esta caso. Referirse al manual especifico para cada caso.

Algunos instrumentos permiten obtener la lectura de ganancia ó de pérdida de tensión entre dos puntos de un circuito. Estos instrumentos poseen una tecla de relación **REL**. Se configura en dBm el instrumento y se coloca las puntas entre los puntos a medir, y se pulsa la tecla **Rel**. Esto da el valor en dbm de la ganancia (si es positiva) ó pérdida (si es negativa) entre esos puntos.

### - Medición de capacidades:

La capacitancia es la capacidad que tiene un componente de almacenar una carga eléctrica. La unidad de capacidad es el Faradio (F). La mayoría de los capacitores se encuentran en el rango de nanofaradios ( $10^{-9}$ F) a microfaradios ( $10^{-6}$ F).



Los multímetros miden la capacitancia al cargar el capacitor con una corriente conocida durante un periodo de tiempo conocido, midiendo el voltaje resultante y luego calculando la capacitancia. La lectura es lenta, demorando alrededor de 1 segundo. Como la carga se hace usando la tensión interna, la tensión de carga del capacitor puede ser de solamente alrededor de algunos voltios.

La primer recomendación al medir capacitores, es descargarlos a través de una resistencia, especialmente a aquellos de alta tensión. Tome las precauciones necesarias de no tocar los terminales con las manos, ya que si están cargados, la energía interna puede descargarse a través de su cuerpo, pudiendo producir desde quemaduras en el punto de contacto hasta otros efectos mas graves.

Para evitar la posibilidad de causar daños al medidor ó al equipo bajo prueba, desconecte la energía eléctrica al circuito, y descargue todos los capacitores antes de medir la capacitancia. Utilice una resistencia para tal fin, conectada entre los extremos del capacitor.

Para medir capacidad, verifique primero que no tiene tensión entre sus extremos, usando la función voltaje DC. Luego, seleccione la función Capacitancia, y el rango necesario para una lectura con la mayor resolución posible.

En el caso de capacitores electrolíticos, (normalmente mayores a 1 micro Faradios), que son polarizados, ubique la punta positiva sobre el terminal positivo y el negativo sobre el terminal negativo. Si se invierte esta disposición, la capacidad indicada en cada caso será muy diferente.

En el caso de capacitores no electrolíticos que no tienen polaridad, la capacidad deberá ser igual en ambos sentidos de conexión.