

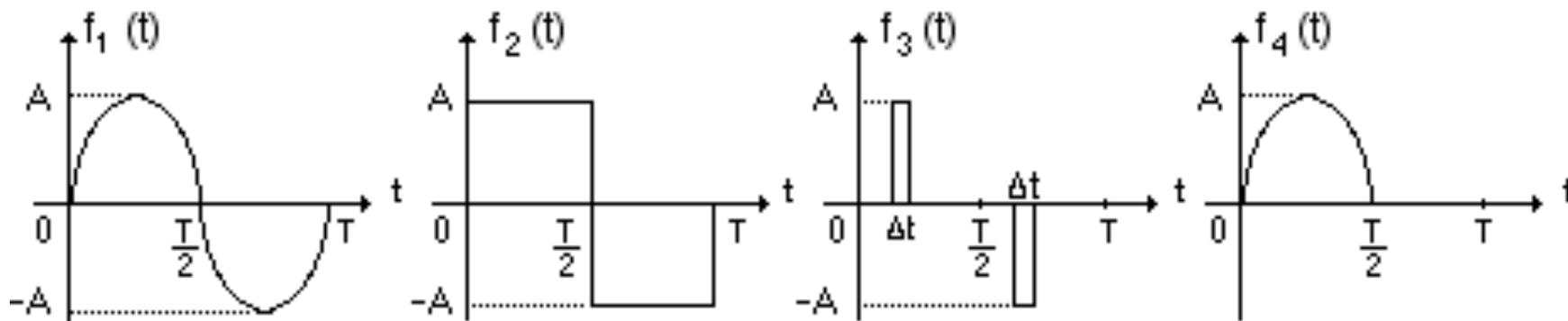
EC1081
LABORATORIO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS
PRELABORATORIO N° 6
MEDICIONES EN CORRIENTE ALTERNA (AC)
CONCEPTO SOBRE EL VALOR EFICAZ
(RAIZ MEDIA CUADRÁTICA)
ROOT MEAN SQUARE (RMS)

El valor eficaz o rms (por sus siglas en inglés) de una señal periódica es el valor equivalente al de una señal DC que produce la misma potencia media (o la misma disipación de calor) sobre una resistencia.

La expresión matemática para determinar el valor eficaz de una señal periódica es:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

VALOR EFICAZ DE SEÑALES PERIÓDICAS



$$V_{rms_1} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

$$V_{rms_2} = A$$

$$V_{rms_3} = A\sqrt{\frac{2\Delta t}{T}}$$

$$V_{rms_4} = \frac{A}{2}$$

Para una señal triangular: $V_{rms_5} = \frac{A}{\sqrt{3}}$

Por lo tanto la relación $V_{rms_1} = \frac{A}{\sqrt{2}}$ es válida para señales sinusoidales.

AMPERÍMETROS Y VOLTÍMETROS AC

Están basados en el Galvanómetro de D'Arsonval, que es un instrumento que mide corrientes DC, por lo que es necesario convertir la señal AC en DC (rectificar la señal) antes de aplicarla al instrumento.

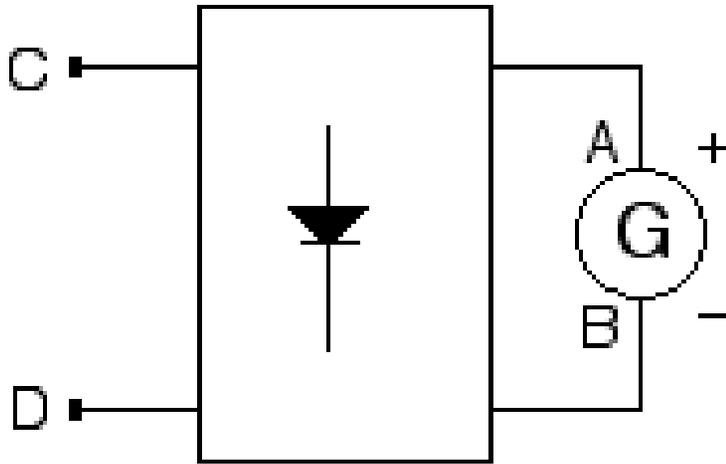
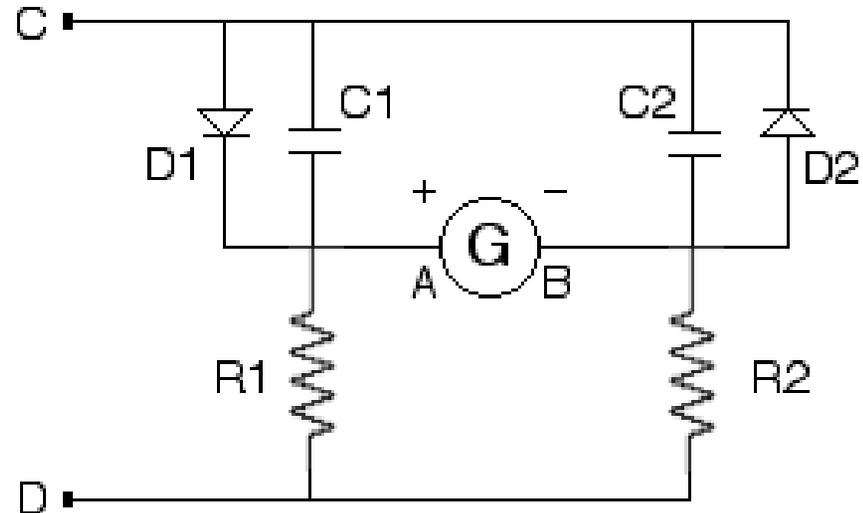


Diagrama general



Circuito de los instrumentos YEW
Configuración puente

ANÁLISIS DEL CIRCUITO DE LOS INSTRUMENTOS YEW

*En el semiciclo positivo C1 está cortocircuitado por el diodo D1. La corriente circula por el Galvanómetro y por el condensador C2, el cual va aumentando su voltaje.

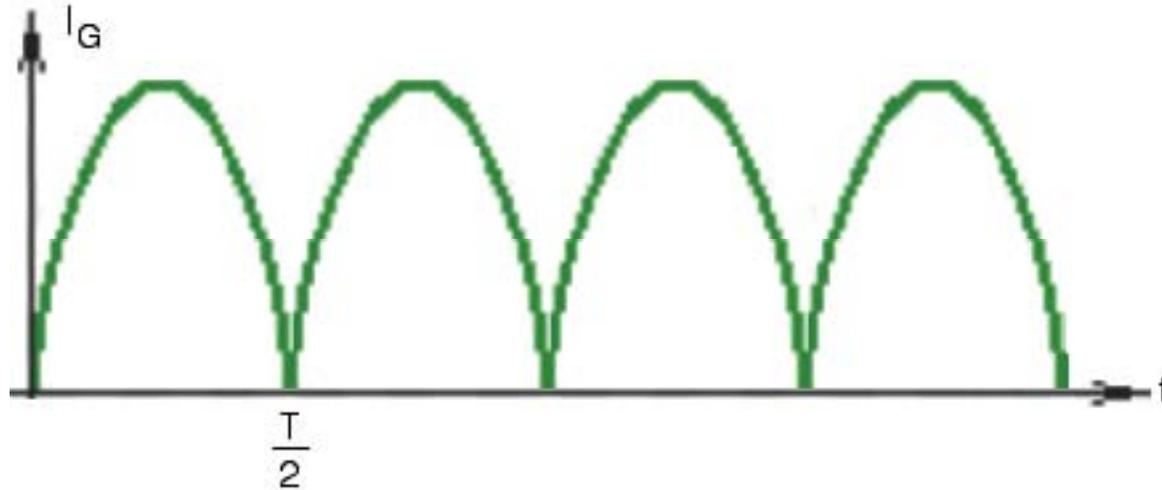
*En el semiciclo negativo C2 está cortocircuitado por el diodo D2. La corriente circula por el Galvanómetro y por el condensador C1, el cual va aumentando su voltaje.

*Debido a la configuración, la corriente por el Galvanómetro va variando a medida que el condensador correspondiente incrementa su voltaje, siguiendo una función de **la integral de la corriente de entrada**.

*Por el Galvanómetro la corriente circula siempre en la misma dirección, de A a B.

*El período para este fenómeno es un semiciclo, esto es, $T/2$.

ANÁLISIS DEL CIRCUITO DE LOS INSTRUMENTOS YEW (CONT)



Forma de onda de la corriente en el Galvanómetro

*Debido a la inercia, la aguja del Galvanómetro no puede seguir en forma instantánea las variaciones de la corriente que circula por el instrumento, por lo que presenta un valor promedio de la corriente en un período $T/2$, o ángulo π .

LECTURA DEL GALVANÓMETRO

$$I_{prom} = \frac{1}{T/2} \int_0^{T/2} A \sin \omega t dt$$

*Con este circuito de rectificación, el Galvanómetro presenta el valor promedio de un semiciclo de la señal periódica.

***Esto es cierto para cualquier tipo de onda periódica (sinusoidal, triangular, etc.)**

*El promedio de un semiciclo de una sinusoidal es:

$$I_{prom} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} A \sin \theta d\theta = \frac{2A}{\pi}$$

*Recordemos que el valor eficaz de una señal sinusoidal es: $I_{rms} = \frac{A}{\sqrt{2}}$

ANÁLISIS DEL CIRCUITO DE LOS INSTRUMENTOS YEW (CONT)

*El Factor de Forma FF de una señal periódica se define como: $FF = \frac{I_{rms}}{I_{prom}}$

*Para una señal sinusoidal: $I_{prom} = \frac{2A}{\pi}$ $I_{rms} = \frac{A}{\sqrt{2}}$

*Para una señal sinusoidal el FF es: $FF = \frac{A/\sqrt{2}}{2A/\pi} = 1,11$

$$I_{rms} = 1,11 I_{prom}$$

*Conclusión: El **valor rms de una señal sinusoidal** puede medirse con un Galvanómetro al que se le conecta un circuito rectificador. La lectura es el valor promedio. Se **calibra la escala** mediante el factor de forma $FF = 1,11$.

¿QUÉ PASA SI SE APLICAN SEÑALES PERIÓDICAS DIFERENTES A UNA SINUSOIDAL?

*El circuito va a determinar el valor promedio de la señal, el cual va a ser multiplicado por el factor 1,11 con el que está calibrada la escala, independientemente de la forma de onda introducida.

Señal cuadrada: $FF = \frac{A}{A} = 1 \rightarrow V_{rms} = V_{prom}$

Como el instrumento multiplica por 1,11 la lectura será un 11% superior al verdadero valor rms de la señal cuadrada.

Señal triangular: $FF = \frac{A/\sqrt{3}}{A/2} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1,155$

Como el instrumento multiplica por 1,11 la lectura será un 3,89% inferior al verdadero valor rms de la señal cuadrada.

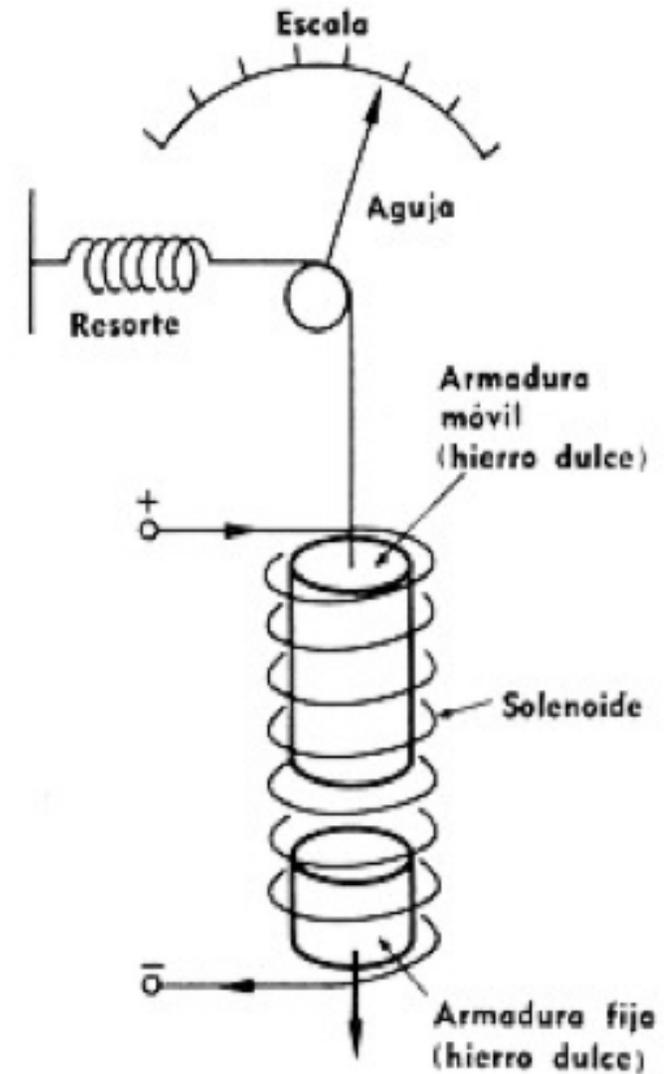
OTROS INSTRUMENTOS PARA MEDIR LA CORRIENTE: AMPERÍMETRO DE HIERRO MOVIL

***Bobina fija**, en cuyo interior va alojada y soldada una **lámina curvada** de hierro dulce.

***Segunda lámina** unida al eje de la aguja indicadora.

*Al circular corriente, ambas **láminas de hierro** se transforman en **imanes** y se **repelen** mutuamente, obteniéndose una fuerza **proporcional a la intensidad de la corriente**.

*La magnitud de la fuerza de repulsión y, por consiguiente la **amplitud del movimiento de la aguja**, dependen de la cantidad de corriente que circula por la bobina.



ESCALAS DE LOS AMPERIMETROS DE HIERRO MOVIL

*Estos aparatos tienen la ventaja de servir tanto para **corriente continua (CC) como alterna (CA)**.

*Las graduaciones o divisiones de la primera zona de la escala van a estar comprimidas de una forma que resulta ilegible, porque se tiene que vencer la inercia.

*La primera parte de la escala no suele dibujarse.



MULTÍMETROS DIGITALES DE MAYOR CALIDAD

*Los multímetros digitales convierten la señal analógica en una señal digital y posteriormente la procesan para presentar las diferentes mediciones.

*El multímetro de la gráfica permite medir voltajes DC y AC, corrientes DC y AC, valores de resistencias y continuidad



MEDICIÓN DE CORRIENTE SIN ABRIR EL CIRCUITO: PINZA AMPERIMÉTRICA

* Se basa en el principio de que la corriente que circula por un conductor crea un campo magnético que a su vez origina una corriente que circulará por la mandíbula y es la que se registrará en el instrumento de medición.

*Puede conectarse a multímetros digitales o a osciloscopios, dependiendo del terminal disponible.

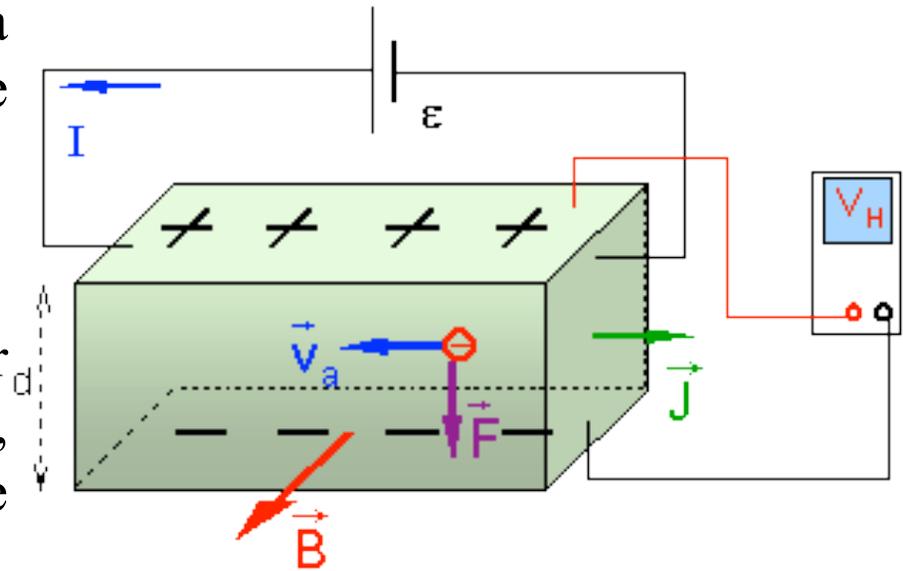


A621 2000 Amp AC Current Probe/BNC

EFEECTO HALL

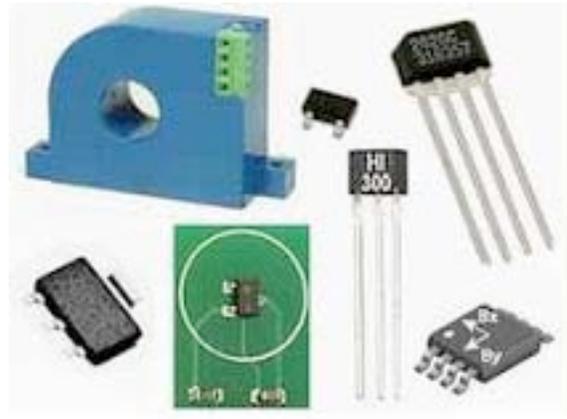
*Conductor por el que circula una corriente DC (requiere que se genere mediante un circuito activo).

*Campo magnético perpendicular al movimiento de las cargas, producido por la corriente que se quiere medir.



*Se produce una separación de cargas que da lugar a un campo eléctrico (**campo Hall**) en el interior del conductor, perpendicular al movimiento de las cargas y al campo magnético aplicado (medición proporcional a la corriente).

PRESENTACIONES DE MEDIDORES POR EFECTO HALL



A622 100 Amp AC/DC Current Probe/BNC

PINZA MULTIMÉTRICA

*Todas las versiones miden corriente y tensión en AC, tensión en CD, resistencia, continuidad, frecuencia y prueba de diodos.

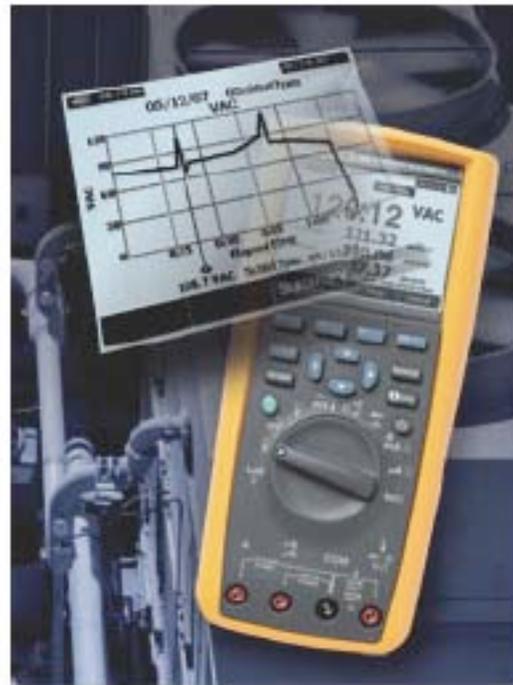
*El modelo 514 está basado en un sensor de Efecto Hall por lo que mide corriente en CA y CD hasta 1000 A.



MEDIDOR DE VERDADERO VALOR RMS

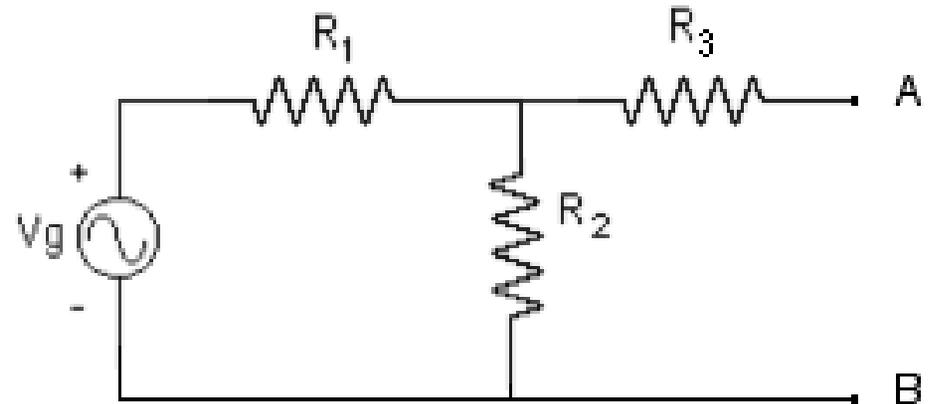
Hay instrumentos diseñados para medir el verdadero valor rms de una señal periódica con cualquier forma de onda, bien sea a través de la potencia o en el caso de los instrumentos digitales, realizando cálculos a partir de las formas de onda adquiridas por el instrumento. Por lo general son instrumentos costosos.

FLUKE 289



CIRCUITOS DE LA PRÁCTICA N° 8

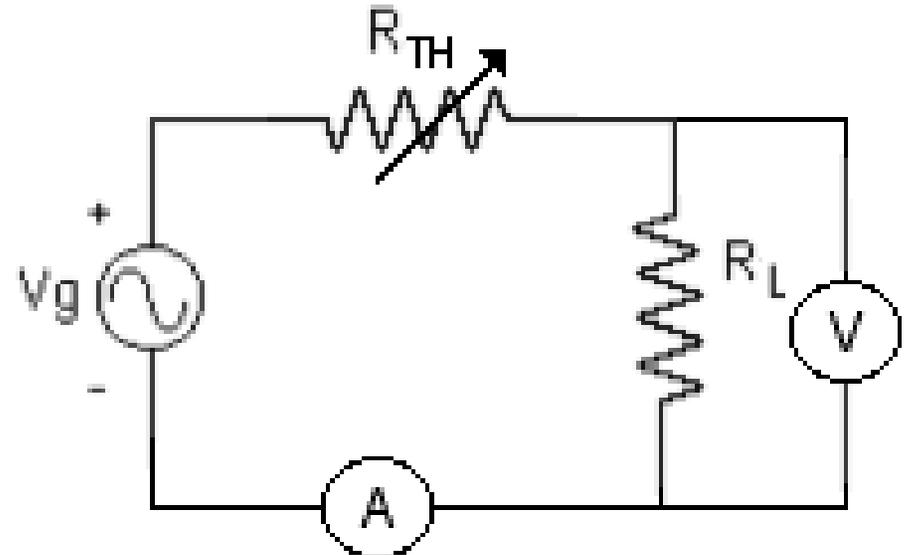
* Circuito para determinar el equivalente Thevenin y comprobar el Teorema de Máxima Transferencia de Potencia cuando R_L es variable:



V_g pico = 10 V; $f = 1$ kHz

$R_1 = 2$ k Ω , $R_2 = 2$ k Ω , $R_3 = 1$ k Ω

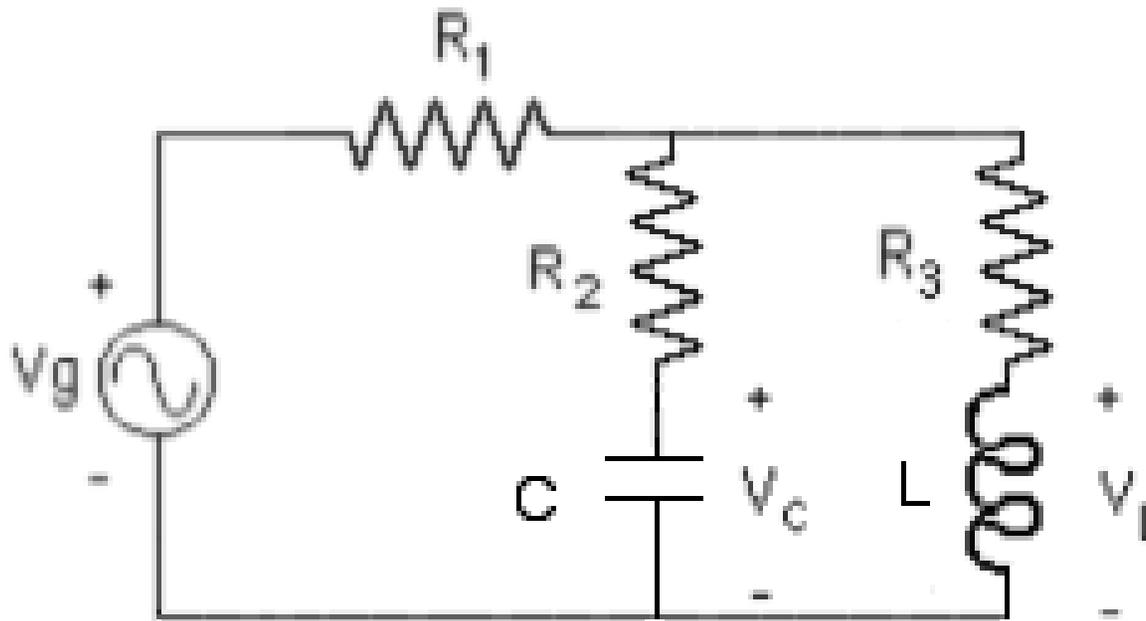
* Circuito para comprobar el Teorema de Máxima Transferencia de Potencia cuando R_{TH} es variable:



V_g pico = 6 V; $f = 1$ kHz; $R_L = 2$ k Ω

CIRCUITOS DE LA PRÁCTICA N° 8

Circuito para determinar experimentalmente las impedancias en régimen sinusoidal permanente.

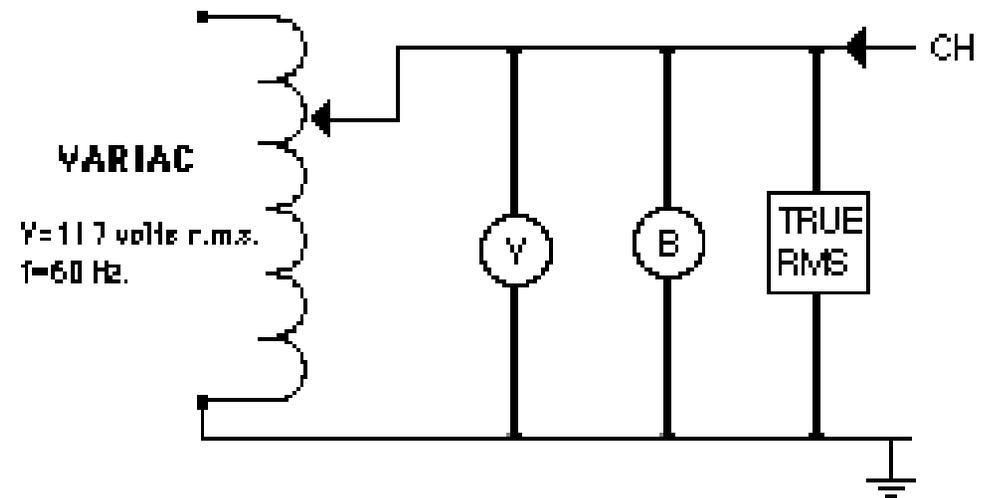
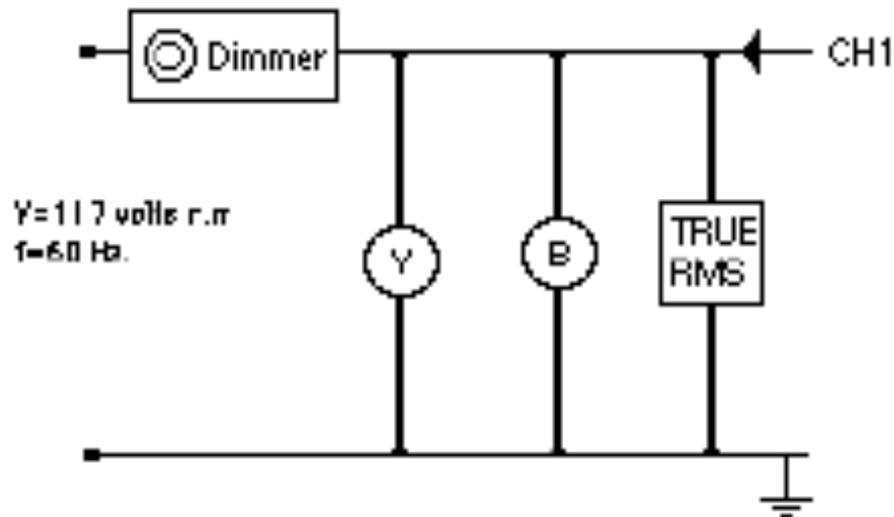


$V_g \text{ pico} = 10 \text{ V}; f = 1 \text{ kHz}; R_1 = 1 \text{ k}\Omega; R_2 = 1 \text{ k}\Omega; R_3 = 1 \text{ k}\Omega$

$C = 100 \text{ nF}; H = 100 \text{ mH}$

EXPERIMENTO DEMOSTRATIVO DE LA PRÁCTICA 8

En el laboratorio se van a montar los circuitos mostrados u otros equivalentes para demostrar la diferencia entre las mediciones obtenidas con instrumentos que leen el verdadero valor rms y las obtenidas con otros que no tienen esta capacidad de medición.



CRONOGRAMA DE TRABAJO PARA LA PRÁCTICA N° 8

Identificación del amperímetro AC analógico	15 minutos
Identificación del voltímetro AC analógico	15 minutos
Mediciones de tres formas de onda a diferentes frecuencias con el osciloscopio y los voltímetros analógico y digital	25 minutos
Comprobación del Teorema de Thevenin	20 minutos
Comprobación del Teorema de Máxima Transferencia de Potencia para R_L variable	25 minutos
Comprobación del Teorema de Máxima Transferencia de Potencia para R_{TH} variable	25 minutos
Determinación del módulo y ángulo de cuatro impedancias	25 minutos
Identificación del medidor de Verdadero Valor Rms y del vatímetro digital	10 minutos
Experimento demostrativo	10 minutos