

Iniciación a la corriente alterna I

Fundamento

Un generador de corriente continua se caracteriza porque entre sus bornes se establece una diferencia de potencial constante con el tiempo. Un borne está a mayor potencial que el otro y para señalar esta característica, al borne de mayor potencial se le da signo positivo y al de menor potencial negativo. Si se representa el voltaje frente al tiempo (eje X) se obtiene una línea recta como indica la fig.1.

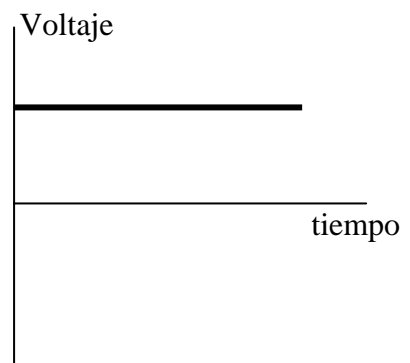


Fig 1

Un generador de corriente alterna senoidal produce un voltaje que varía sinusoidalmente con el tiempo y en consecuencia cambia de signo cada medio periodo. Si se representa el voltaje frente al tiempo se obtiene una curva como la de la fig. 2.

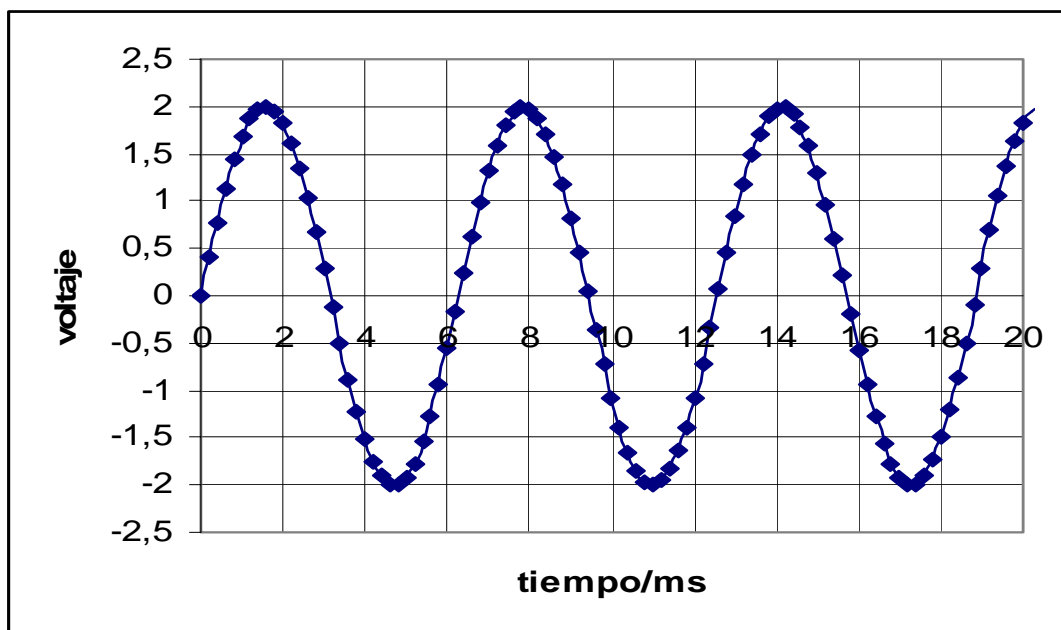


Fig. 2

En la corriente alterna se definen los siguientes términos:

Voltaje pico a pico, V_{pp} , es la diferencia entre el máximo positivo y el mínimo negativo. En la fig. 2
 $V_{pp} = 2 - (-2) = 4$ voltios

Voltaje eficaz, V_{efz} está relacionado con el voltaje pico a pico mediante la ecuación

$$V_{efz} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{4}{2\sqrt{2}} = 1,41 V$$

Como veremos en el experimento, el voltaje pico a pico se puede medir utilizando un osciloscopio. Sin embargo, el voltaje eficaz se mide mediante un voltímetro de corriente alterna.

Un ciclo completo supone que el voltaje comience en un valor como el cero, alcance el máximo positivo, valga de nuevo cero, alcance el valor máximo negativo y finalmente vuelva a valer cero. En la fig. 2 existen tres ciclos completos y una pequeña iniciación al cuarto.

Periodo, T. Es el tiempo que transcurre para que se verifique un ciclo completo. En la fig. 2 el periodo es *6,2 milisegundos*.

Frecuencia, f, Es el número de ciclos que se verifican en la unidad de tiempo. La frecuencia es el inverso del periodo, medido éste en segundos. La unidad es el hercio, *Hz*. La frecuencia de la corriente alterna de la fig. 2 es:

$$f = \frac{1}{6,2 \cdot 10^{-3}} = 161 \text{ Hz}$$

Frecuencia angular ω , está relacionada con la frecuencia *f*, mediante la ecuación.

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 161 = 1,01 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$$

La ecuación matemática que representa cómo varía el voltaje de una corriente alterna senoidal es de la forma.

$$V = \frac{V_{pp}}{2} \text{sen}(\omega t + \varphi) = V_{max} \text{sen}(\omega t + \varphi) = V_{max} \text{sen}(2\pi f \cdot t + \varphi) = V_{max} \text{sen}\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

En la ecuación anterior los ángulos se expresan en radianes.

El voltaje máximo, V_{max} es la mitad del voltaje pico a pico y el término φ se llama ángulo inicial de fase, su valor depende del valor que tiene V cuando se elige el instante de tiempo cero. Si cuando el instante de tiempo es $t = 0$ y sucede que es $V = 0$, al sustituir en la ecuación resulta.

$$0 = V_{max} \text{sen}(\omega \cdot 0 + \varphi) \Rightarrow \text{sen}\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

Si cuando $t = 0$, $V = \frac{1}{4}V_{max}$, al sustituir en la ecuación

$$\frac{V_{max}}{4} = V_{max} \text{sen}(\omega \cdot 0 + \varphi) \Rightarrow \frac{1}{4} = \text{sen}\varphi \Rightarrow \text{una solución es } \varphi = 0,253 \text{ rad}$$

En la fig. 3 está fotografiado un osciloscopio. Este es un aparato electrónico de gran utilidad en el laboratorio. A pesar del gran número de botones y diales que contiene, para el propósito de nuestra práctica, solamente nos interesa fijarnos en:



Fig 3

La pantalla: Está cuadrículada y cada cuadrado tiene 1 centímetro de lado. Consideramos el eje X como el eje horizontal situado a la mitad de la pantalla y el eje Y el perpendicular al anterior también a la mitad de la misma. Observe que los ejes X e Y tienen divisiones más pequeñas, de 0,2 cm.

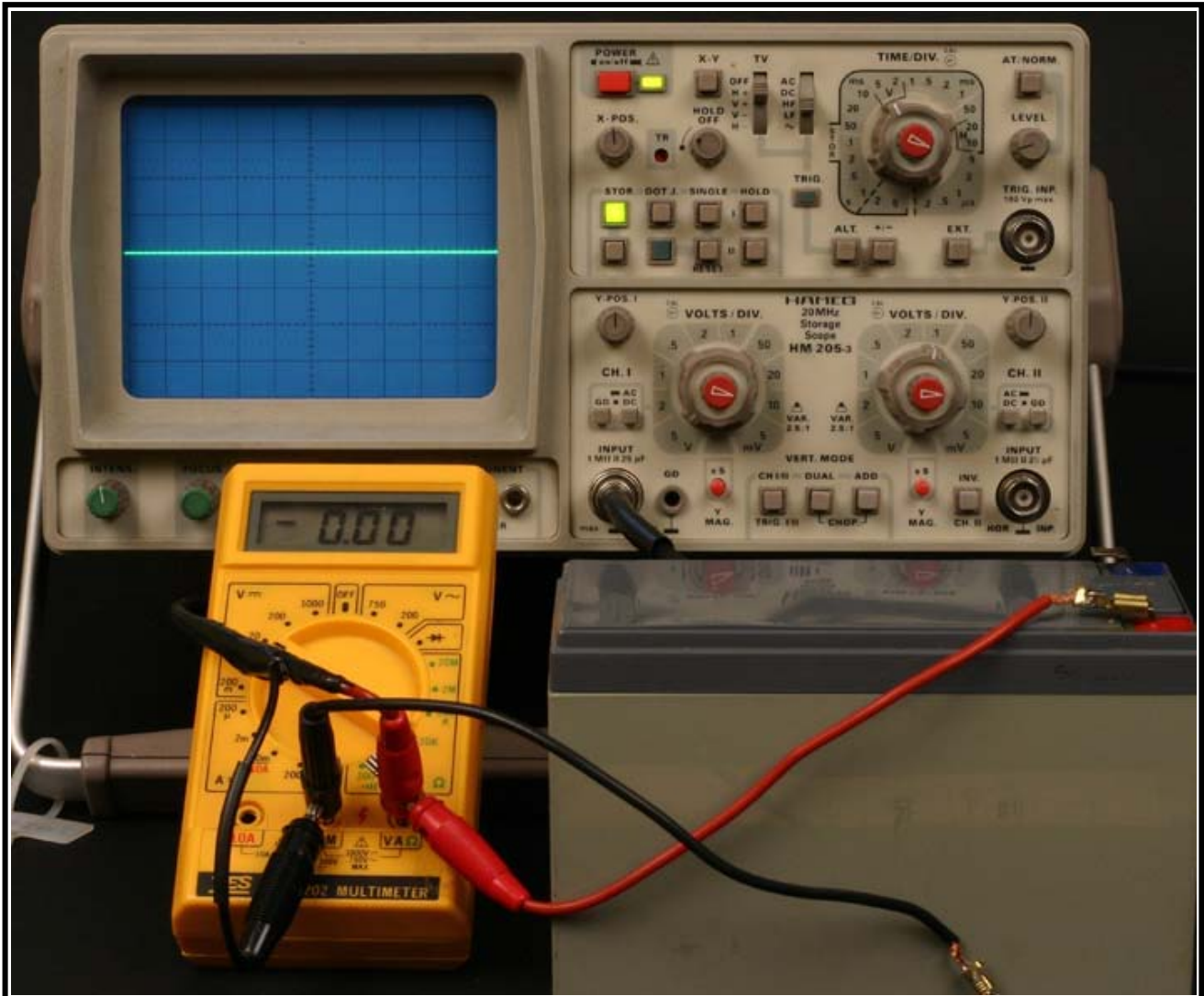
Time/Div : Ese dial controla el eje X que es donde se miden los tiempos. Si por ejemplo la raya blanca del dial señala 1 ms (tal como se ve en la fotografía), quiere decir que cada centímetro del eje X equivale a un milisegundo de tiempo. Es un factor de escala de tiempo

$$f_t = \frac{\text{lectura en el Time/div}}{1 \text{ cm en el eje X}}$$

Volts/Div: Este dial actúa según el eje Y. Por ejemplo si la raya blanca del botón señala 0,5 voltios (tal como se ve en la fotografía) quiere decir que cada 1 cm del eje Y corresponde a 0,5 voltios. Es un factor de escala de voltaje

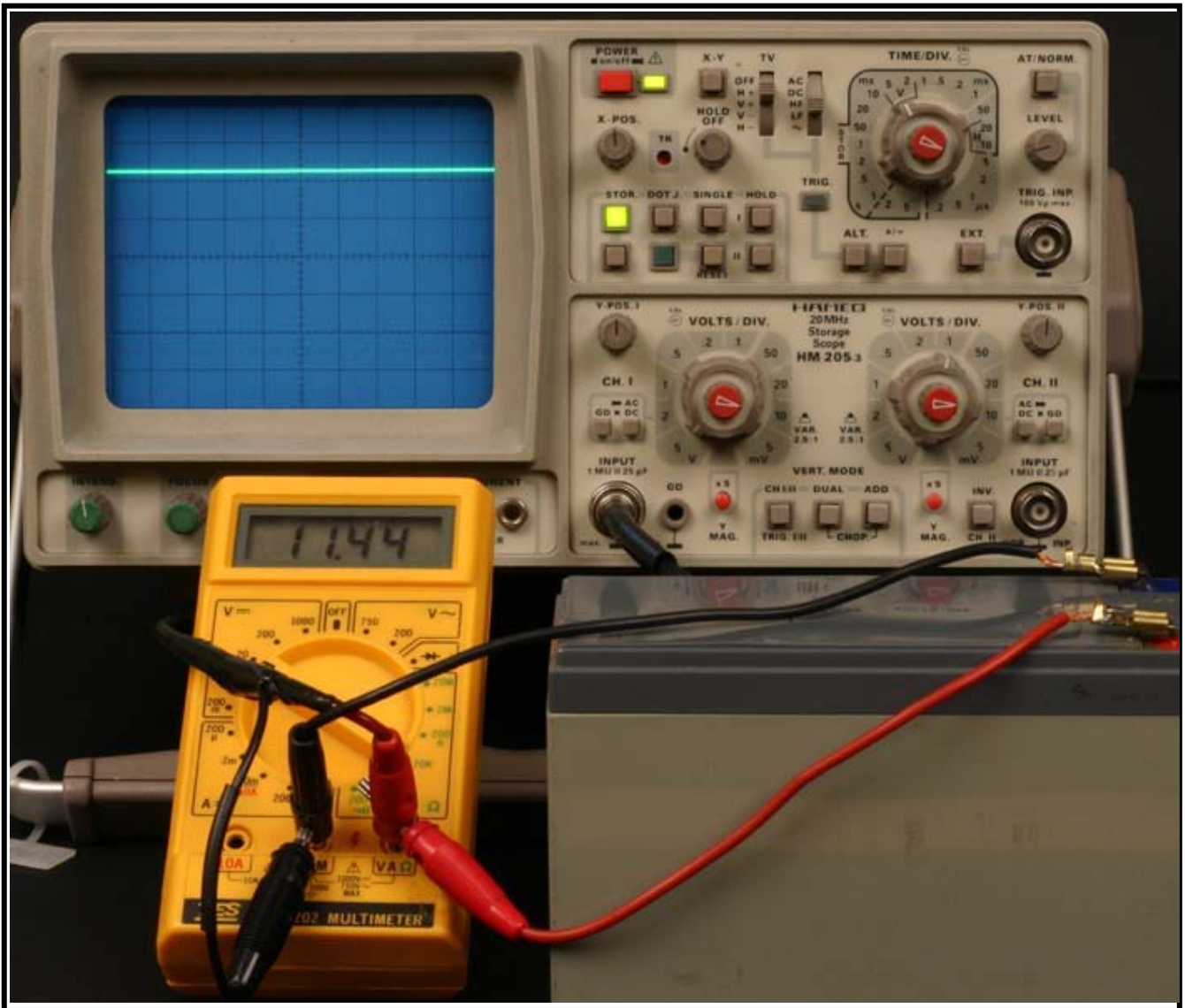
$$f_v = \frac{\text{lectura en el Volts/div}}{1 \text{ cm en el eje Y}}$$

a) *Corriente continua*. Tal como se explicó en la fig.1 produce una traza horizontal.



Fotografía 1

En la fotografía 1 se ha colocado el osciloscopio, un voltímetro de continua y una batería de corriente continua. Como uno de los bornes de la pila no está conectado el voltímetro indica cero voltios y la traza en el osciloscopio está sobre el eje X.



Fotografía 2

En la fotografía 2, ahora se ha conectado la pila y el voltímetro marca 11,44 V. La traza en la pantalla del osciloscopio de la corriente continua, corta al eje Y.

La distancia en *cm* desde el origen de coordenadas al punto de corte con el eje Y, $L = 2,3 \text{ cm}$

La posición de la raya blanca del dial *Volts/Div* (situado a la izquierda) es 5 V

$f_v = \dots\dots\dots$ (El valor de f_v lo señala la rayita blanca del dial , no la flecha de color rojo)

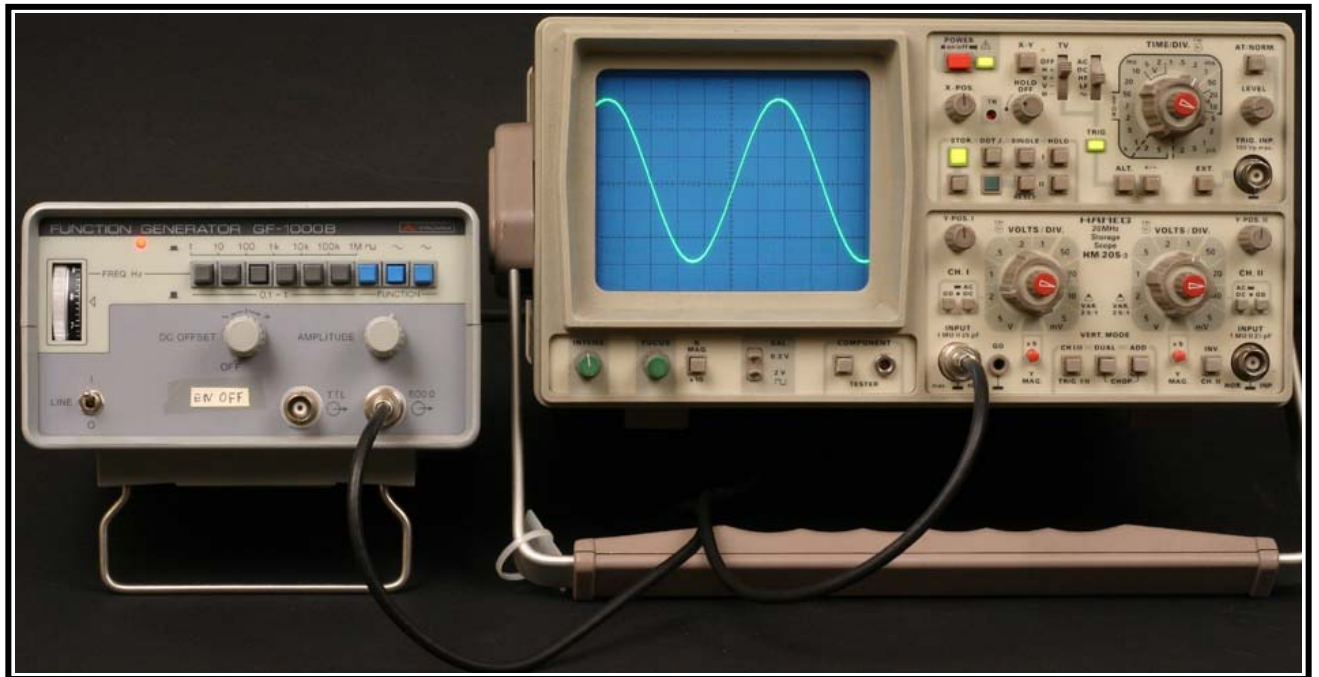
Lectura del voltaje de la pila mediante el osciloscopio $V = f_v \cdot L = \dots\dots\dots$

Tanto por ciento de diferencia entre V y la lectura del voltímetro =

$$\% = \frac{V - \text{lectura del voltímetro}}{V} 100\% =$$

Fotografías

b): Corriente alterna senoidal



Fotografía 3

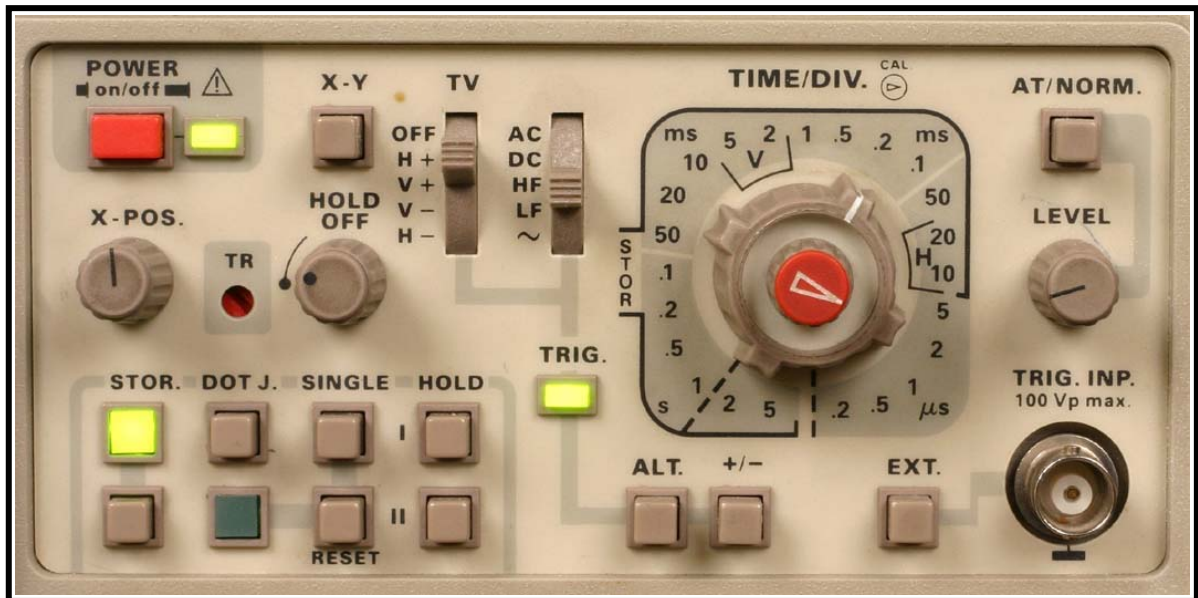
La fotografía 3 contiene también un aparato llamado generador de frecuencias que puede producir corrientes alternas de distintas formas de onda, frecuencias y voltajes. Este aparato se encuentra conectado al osciloscopio y por eso aparece en la pantalla la correspondiente imagen de la corriente alterna sinusoidal.

Anote la distancia, medida sobre el eje Y, en centímetros entre el máximo positivo y el mínimo negativo $D_Y = \dots\dots\dots$

Anote la distancia, medida sobre el eje X de un ciclo de la corriente $D_X = \dots\dots\dots$

c) Base de tiempos y medidas del voltaje

Las fotografías 4a y 4b son una ampliación con detalles de la fotografía 3 y a partir de ella se determinan los factores de escala f_v y f_t .



Fotografía 4a



Fotografía 4b

$$f_v = \dots\dots\dots ;$$

$$f_t = \dots\dots\dots$$

Con los datos anteriores calcule el voltaje pico a pico de la corriente y el periodo

$$V_{pp} = f_v \cdot D_Y = \dots\dots\dots ;$$

$$T = f_t \cdot D_X = \dots\dots\dots$$

A partir del periodo calcule la frecuencia: $f = \frac{1}{T} = \dots\dots\dots$

Conocidos los valores anteriores vamos a encontrar la ecuación del voltaje de la corriente alterna .

$$V = \frac{V_{pp}}{2} \text{sen}(2\pi f \cdot t + \varphi) = \dots\dots\dots (1)$$

En la fotografía 3 determine el valor de V cuando el tiempo es cero, esto es, cuando la curva corta al eje Y, valor que situamos en esta aplicación en el centro de la pantalla.

$$V = \dots\dots\dots$$

Sustituya este valor en la ecuación (1) y determine el valor de φ .

Finalmente, escriba la ecuación del voltaje con los valores numéricos:

$$V =$$

Gráficas

- a) En la hoja de cálculo, dé valores a la variable t y dibuje V (eje Y) frente a t , dando a t solamente valores positivos
- b) Haga lo mismo que en el apartado a) pero ahora trate de reproducir la misma figura que aparece en la pantalla del osciloscopio en la fotografía 3. Ahora tendrá que dar valores positivos y negativos a la variable t .