

## Teoría de la medida

**Medir:** Atribuir valor numérico a una magnitud a través de alguna regla práctica.

**Mensurando:** Magnitud a medir en las condiciones que se encuentra el sistema. Tiene en cuenta los errores de influencia (variables externas al sistema)

**Medición directa:** Valor que se obtiene a través de una sola medición

**Medición indirecta:** Valor que se obtiene a través de varias mediciones que se relacionan a través de alguna regla.

**Resolución:** Menor valor que un instrumento puede indicar.

**Error:** Es la diferencia entre el valor medido y el valor “verdadero” (entre comillas por que no se puede conocer con total exactitud). Si no se puede conocer el valor “verdadero”, se toma el “valor verdadero convencional”.

$$\Delta x = x_{med} - x_{verdadero} \quad (Error\ absoluto) \quad \varepsilon(x) = \frac{\Delta x}{x_{med}} \quad (Error\ relativo)$$

**Incertidumbre:** Valor de la dispersión atribuida razonablemente a una medida.

**Expresión de una magnitud medida:**  $M = V[M] \pm I[M]$

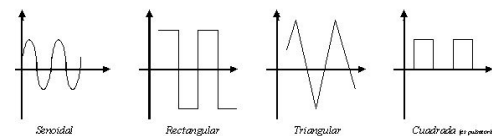
**Exactitud:** Acuerdo de la medida con el patrón.

**Precisión:** Acuerdo en las medidas realizadas dentro de las mismas condiciones

### Incertidumbre Instrumental

## Señales A Medir

Una señal es una representación de la variación de una magnitud física en función del tiempo o de la frecuencia. Las señales electrónicas se clasifican en analógicas o digitales. Las señales analógicas tienden a variar en forma gradual (ej. senoidal) mientras que las digitales varían en estados lógicos (ej. cuadrada). Todas las señales periódicas se pueden caracterizar mediante parámetros que permiten su descripción en amplitud y tiempo.



**Parámetros de Amplitud:** Valor pico ( $V_p$ ), valor pico a pico ( $V_{pp}$ ), valor medio ( $V_m$ ), valor eficaz ( $V_{ef}$ ), factor de forma (FF), factor de cresta (FC) y factor de Ripple (FR).  $V_m \leq V_{ef} \leq V_p$

**Parámetros de Tiempo:** Período (T), frecuencia (f), ciclo de trabajo (CT), desfase ( $\alpha$ ), tiempo de crecimiento ( $t_c$ )

### Parámetros de amplitud

**Valor pico:** Puede ser considerado desde el 0 hasta el valor en módulo más alejado de este o ...

**Valor pico a pico:** Es la distancia en amplitud entre el valor máximo y el mínimo. Es independiente del valor medio de la señal.  
 $V_{pp} = \text{Máx}[s(t)] - \text{Min}[s(t)]$

**Valor medio:** Es el valor promedio de las alturas que divide en dos áreas iguales en un periodo de la señal.  $V_m = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt$

**Valor eficaz (RMS):** El valor eficaz en tensión de una señal alterna periódica es el valor de tensión continua equivalente que disiparía la misma potencia sobre una resistencia en continua. El valor eficaz de cualquier

señal es siempre positivo.  $V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T s^2(t) dt}$

**Valor eficaz para señales poli armónicas:** Cuando la señal es el resultado de la suma de varias señales.  $V_{ef} = \sqrt{\sum_{i=1}^N V_{efi}^2}$

El valor rectificado de una señal convierte la parte negativa en positiva, es aplicarle el módulo.

**Factor de Forma:** Es utilizado en los voltímetros para medir.  $FF = \frac{V_{ef}}{V_{mr}}$

Donde  $V_{mr}$  es el valor medio rectificado. FF senoidal pura es 1,11; de una cuadrada es 1 y de una triangular es  $\frac{2}{\sqrt{3}}$

**Factor de Cresta:**  $FC = \frac{V_p}{V_{ef}}$

**Factor de Ripple:** Se denomina Ripple al rizo que surge como consecuencia de transformar una señal alterna en continua.

$FR = \frac{V_{ef(ac)}}{V_m} * 100\%$  Donde  $V_{ef(ac)}$  es el valor eficaz solamente de la

componente alterna de la señal rectificada, este se obtiene quitando el  $V_m$  de la señal. Una señal con Ripple se puede descomponer en una parte continua y una alterna. Cuando una señal no tiene Ripple,  $FR=0$ .

### Parámetros del tiempo

**Periodo (T):** Duración en el tiempo que tarda en recorrer un ciclo una señal periódica. El valor del período se la puede considerar desde cualquier condición inicial y finalizar en las mismas condiciones.

**Frecuencia (f):** Es la magnitud física que considera la cantidad de ciclos repetitivos por unidad de tiempo de una señal periódica.  $fT=1$

**Ancho de Pulso ( $T_p$ ):** El ancho de pulso es el tiempo que dura el pulso de una señal cuadrada, siempre se considera el ancho de pulso de la parte positiva de la señal.

**Ciclo de Trabajo (CT):** Es la relación entre la duración del ancho del pulso y el periodo de una señal cuadrada.  $CT = \frac{T_p}{T}$

**Ángulo de desfase ( $\alpha$ ):** El ángulo de desfase entre dos señales de la misma frecuencia. Deben tener la misma frecuencia.  $\alpha = \frac{T_d * 360}{T}$

**Tiempo de crecimiento ( $t_c$ ):** El tiempo de crecimiento de un escalón de tensión en los circuitos se debe a la carga de algún capacitor.  $t_c = t_{90} - t_{10}$ . El tiempo de crecimiento de una cuadrada ideal es 0 pero de una no ideal es distinta a 0.

**Señal senoidal:** Es una señal de tensión alterna. El  $V_p$  puede ser respecto a 0 o al  $V_m$ , es siempre el valor más alejado del 0. Para las formulas se usa el respecto al  $V_m$ . La ecuación de la onda senoidal es  $s(t) = V_m + V_p \sin(2\pi ft)$

**Valor eficaz de una senoidal:** El  $V_{ef}$  de una senoidal pura (es decir, sin valor medio) se puede calcular como  $V_{ef} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$ . En el caso de tener una senoidal con valor medio entonces  $V_{ef} = \sqrt{V_m^2 + \frac{V_p^2}{2}}$ .

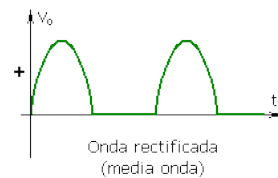
**Valor medio de una senoidal rectificada:** El  $V_m$  de una señal senoidal es  $V_{mr} = \frac{V_p}{\pi}$ . Es un 63% del pico.



**Valor eficaz de una senoidal rectificada:** Es 70% del pico.  $V_{efr} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$ .

**$V_m$  de una senoidal rectificada de media onda:**  $V_{mr} = \frac{V_p}{\pi}$

**$V_{efr}$  de una senoidal rectificada de media onda:**  $V_{efr} = \frac{V_p}{2}$



## Señal Cuadrada

**$V_m$ :** Si la señal es simétrica en amplitud y tiempo entonces es 0, caso contrario es

$$V_m = \frac{1}{T} \left\{ \int_0^{T_p} V_p dt + \int_{T_p}^T -V_p dt \right\}$$

**$V_{ef}$ :** Si es simétrica en amplitud es el valor pico. Caso contrario es

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2 dt}$$

## Señal triangular

**$V_m$ :** Es 0 si es simétrica en amplitud y tiempo, caso contrario se puede resolver de forma geométrica o matemática.

**$V_{ef}$ :** Es  $\frac{V_p}{\sqrt{3}}$

## Circuitos

### Leyes de circuitos:

**Kirchhoff:** Mallas:  $\sum V_j = 0$  para cada malla, donde una malla es un camino cerrado en el circuito. Nodos:  $\sum i_j = 0$ , el sentido tomado como positivo es arbitrario pero hay que respetarlo. En las mallas, las subidas de tensión (ir de - a +) son positivas, y las caídas negativas. En los nodos, la corriente que entra es igual a la que sale. Las resistencias son constantes del circuito.

**Ohm:**  $V = IR$

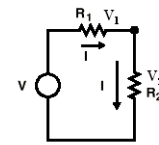
### Teoremas de Circuitos:

**Principio de superposición:** Si tenemos más de 1 fuente, se pasivan todas las fuentes menos 1 (reemplazándolas por cables) y se obtienen valores de corriente que luego se suman. Pasivar es eliminar el efecto de una fuente, sea esta de tensión o de corriente. Como consejo, pensar en el mismo sentido de la corriente para cada fuente.

**Teorema de Thevenin:** La red lineal activa se puede reemplazar por una fuente y una resistencia, no importa cuanta complejidad tenga. Para la  $V_{TH}$  se remueve la red externa y se obtiene la tensión en el vacío entre sus

bornes. Para la  $R_{TH}$  se pasivan todas las fuentes y se busca la resistencia equivalente del circuito resultante. (PREG POR LA POLARIDAD DE  $V_{TH}$ )

**Teorema de Norton:** La  $I_{TH}$  se obtiene removiendo la red externa y cortocircuitando los bornes. La  $R_N = R_{TH}$



$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

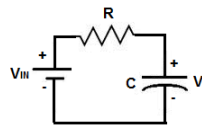
$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V$$

Norton y Thevenin son circuitos equivalentes.  $I_N = \frac{V_{TH}}{R_{TH}}$

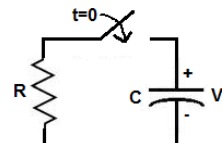
Las fuentes de tensión se pasivan remplazándolas por un cable mientras que las de corriente se las pasiva teniendo esa parte del circuito abierta. Las fuentes de tensión reales no se bancan cualquier corriente, hay una corriente para la cual hacen corto y su tensión va cayendo linealmente con el aumento de esta, las ideales no.

**Regímenes transitorios**  $C = \frac{Q}{V} I = \frac{Q}{t}$  (Para capacitores)

**Carga:**  $E = i(t)R + \frac{Q(t)}{C}$  pero  $Q(t) = Q_{MAX}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  y  $V_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ . Notar que cuando el tiempo tiende a 0, la caída de tensión en el capacitor también tiende a 0 y cuando el tiempo tiene a  $\infty$  la caída de tensión en el capacitor tiende a E. Cuando el capacitor está descargado actúa como un cable y cuando está cargado no circula corriente por su rama. A  $\tau$  se llama tiempo de crecimiento  $\tau = CR$ . Decimos que el capacitor está cargado cuando  $t \geq 5\tau$ .



Además  $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$



**Descarga:**  $n i(t)R + \frac{Q(t)}{C} = 0$  entonces  $V_c(t) = V_{c\text{inicial}} e^{-\frac{t}{\tau}}$  y  $i(t) = \frac{-V_{c\text{inicial}}}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$

**Tiempo de Crecimiento:** es el tiempo para pasar del 10% al 90% de la carga.  $t_{\text{crec}} \cong 2,2\tau$

## Voltímetros

Son instrumentos que miden tensiones[V]. Pueden ser analógicos (multímetros) o digitales (testers) y pueden medir alguna de las siguientes: Valor medio, pico o eficaz (RMS o True RMS). El diodo le aplica la operación módulo a las señales, es un rectificador. El capacitador en serie saca el valor medio de la señal (lo vuelve 0), sube o baja la onda. La resistencia en los voltímetros es tan solo para evitar que se queme el dispositivo. Para evaluar lo que te entrega el voltímetro, hay que analizar de a partes lo que hace cada componente del voltímetro. Los voltímetros analógicos están diseñados para medir ondas senoidales. El True RMS mide cualquier tipo de señal.



Un galvanómetro mide el valor medio. El aguja defleca la corriente y la tensión media. Si la señal tiene baja frecuencia entonces oscila alrededor del valor medio. Los voltímetros reales tienen una resistencia interna que afecta la medición, mientras esta sea más grande menor es el error. A esto se le llama efecto de carga y produce el error de carga.

$$\Delta V = V_{medido} - V_{Real} \text{ Error}_{Carga} = \frac{V_{medido} - V_{Real}}{V_{Real}}$$

**Analógico de Vm (AVM):** Sus configuraciones son DC, AC y Output.

**Digital de Vm (DVM):** Sus configuraciones son DC, AC.

**Digital True RMS:** Sus configuraciones son DC, AC, AC+DC (acepta valor medio continuo y alterno).

**Reglas de oro:** Todos los voltímetros en AC con una onda senoidal pura miden su valor eficaz. Todos los voltímetros en DC miden el valor medio de cualquier señal.

$$FF(\text{onda completa}) = 1,11 \quad FF(\text{media onda}) = 2,22$$







