SEÑALES ELÉCTRICAS

Unidad 1: Señales eléctricas en dominio de tiempo

Clasificación de señales eléctricas en dominio de tiempo. Transitorias, Permanentes, Determinísticas, Aleatorias. **Valor instantáneo, y promedios temporales: valor eficaz, potencia, energía. Señales aleatorias, promedios estadísticos.** Funciones probabilidad acumulativa y densidad de probabilidad. Procesos ergódicos.

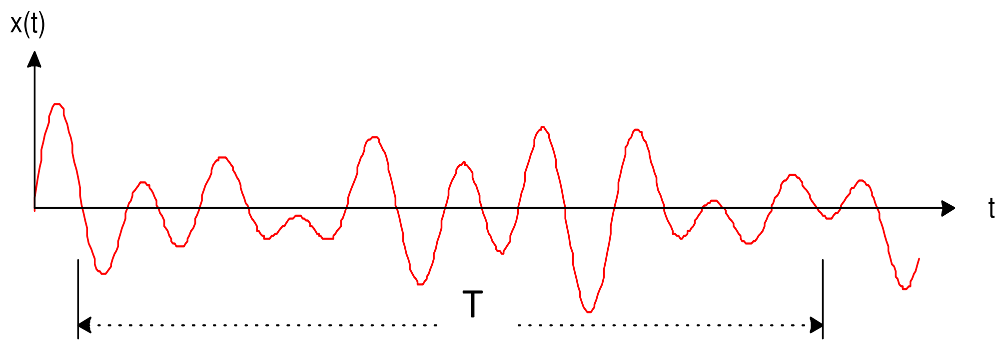
¿Cómo se forman los símbolos de un mensaje?

Es decir... ¿Cómo se logra que la variable física que debe transportar el mensaje manifieste los símbolos que componen este último?

TIENE QUE HABER UN CAMBIO EN ALGUNA CARACTERÍSTICA DE LA SEÑAL

(implica un cambio de forma)

Energía ***normalizada*** *de una señal*



Valor instantáneo de la señal = x(t)

Energía de la señal:

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} {x_{(t)}}^2 . dt$$ (Total)

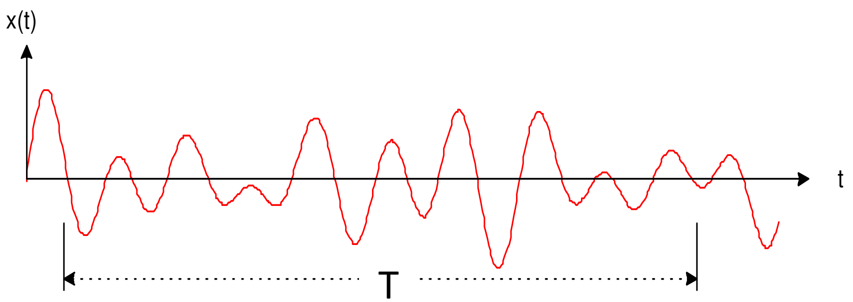
$$E = \int_{t1}^{t1+T} {x_{(t)}}^2 . dt$$ (En el intervalo [t1;t1+T])

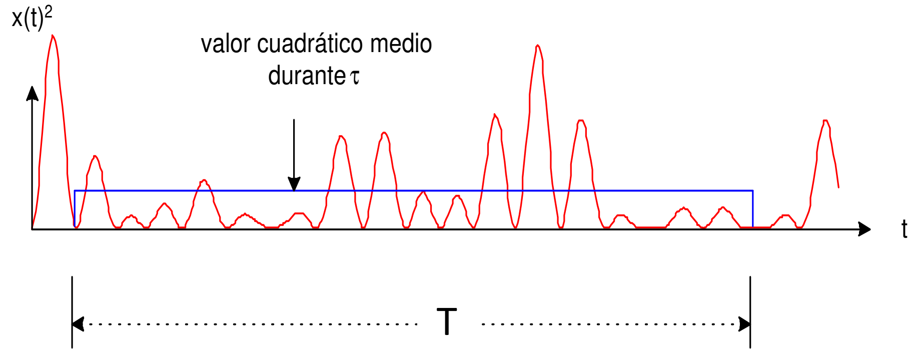
En el caso de señales eléctricas la energía y la potencia normalizadas pueden interpretarse como la energía y potencia correspondientes a una carga de 1ohm.

Para señales de otra naturaleza, las mencionadas cantidades normalizadas se definen de la misma manera (matemática), aunque en la mayoría de los casos no se guarde una relación lineal con las energías y potencias reales involucradas en la comunicación.

(DIAPO EXTRA)

Valor instantáneo y Promedios Temporales





Valor instantáneo de la señal = x(t)

Valor de Contínua

$$Valor\ medio\ temporal: x_m = \langle x \rangle = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T x_{(t)} \cdot dt = X\mathrm{cd}$$

$$Valor\ cuadrático\ medio: \boxed{\langle x^2 \rangle = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T x^2{}_{(t)} \cdot dt}$$

¿Qué es esto?

Potencia **NORMALIZADA**

$$Raíz\ cuadrática\ media: \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T x^2{}_{(t)} \cdot dt}$$

Valor eficaz

Las señales transitorias tienen energía total finita, por lo que también son denominadas:

Señales de Energía

Las señales permanentes tienen energía total "infinita" pero, al estar acotadas en amplitud, tienen potencia media finita.

Son denominadas también:

Señales de Potencia

(DIAPO EXTRA)

Energía, Potencia, Valor eficaz

(POTENCIA DE LA SUMA DE SEÑALES)

$$x_{(t)} = y_{(t)} \pm z_{(t)}$$

$$< x > = < y > \pm < z >$$

$$< x^2 > = < y^2 > + < z^2 > \pm 2. < y.z >$$

En el caso de que $< y.z > = 0$ Se dice que *y* y *z* son ortogonales en T, o incoherentes

Energía, Potencia,Valor eficaz

(POTENCIA DE LA SUMA DE SEÑALES)

Para $x(t) = y(t) \pm z(t)$ se puede demostrar que el valor medio de la suma es la suma de los valores medios:

$\langle x \rangle = \langle y(t) \pm z(t) \rangle = \langle y \rangle \pm \langle z \rangle$ La componente media o de continua de la suma es la suma de las componentes continuas individuales.

$\langle x^2 \rangle = \left\langle \left(y(t) \pm z(t) \right)^2 \right\rangle = \langle y^2 \rangle + \langle z^2 \rangle \pm 2 \langle y.z \rangle$, para el caso particular que $\langle y.z \rangle = 0$ (señales ortogonales) se tiene que:

$\langle x^2 \rangle = \left\langle \left(y(t) \pm z(t) \right)^2 \right\rangle = \langle y^2 \rangle + \langle z^2 \rangle$, en este caso se dice que $x(t)$ e $y(t)$ son incoherentes u ortogonales y la potencia de la suma (o resta) es la suma de las potencias individuales. Se puede tomar como definición de incoherencia u ortogonalidad de dos señales cuando se cumple que: $\langle x.y \rangle = 0$. P.ej. dos señales armónicas de distinta frecuencia que es el caso de la Serie y la Transformada de Fourier.

(DIAPO EXTRA)

Energía, Potencia,Valor eficaz

(POTENCIA DE LAS COMPONENTES DE ALTERNA Y CONTINUA)

$$X_{cd} = < x >$$

$$x_{ef} = (< x^2 >)^{1/2}$$

$$x_{ef-ac} = (< x^2 > - < x >^2)^{1/2}$$

$$x_{(t)} = x_{cd} + x_{ac}$$

Energía, Potencia,Valor eficaz

(POTENCIA DE LAS COMPONENTES DE ALTERNA Y CONTINUA)

Por ej. el caso de la señal eléctrica $x(t)$ que tiene componentes de corriente alterna y continua, tal que:
$\boldsymbol{x(t) = x_0 + x_{ac}(t)}$, se puede simplificar la notación haciendo $\boldsymbol{x(t) = x}$ se tiene que :

$x_0 = <x>$ (valor de la componente continua de $x(t)$)

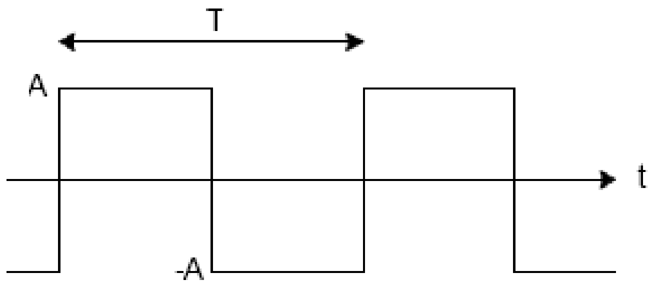
$x_{ef} = (<x^2>)^{1/2}$ (valor eficaz de $x(t)$)

$x_{ef\_ac} = (<x^2> - <x>^2)^{1/2}$ (valor eficaz de la componente alterna de $x(t)$)

¡La componente de CD y la componente de alterna de una señal son ortogonales para cualquier intervalo T que se considere!

(DIAPO EXTRA)

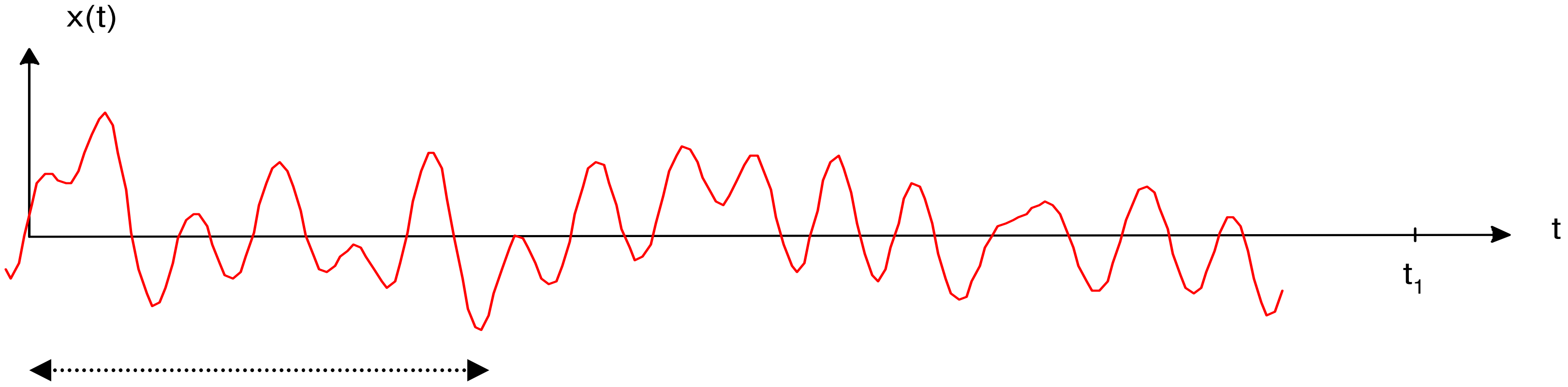
Calcular el valor medio, eficaz y eficaz de alterna



PROMEDIOS ESTADÍSTICOS

¿Cómo calcular la componente dc y el valor rms de una señal no expresable matemáticamente? . P.ej : una señal de audio, video, etc.

Señal aleatoria: caso particular de señal permanente, no tiene expresión matemática explícita, $x(t_1) = ?$

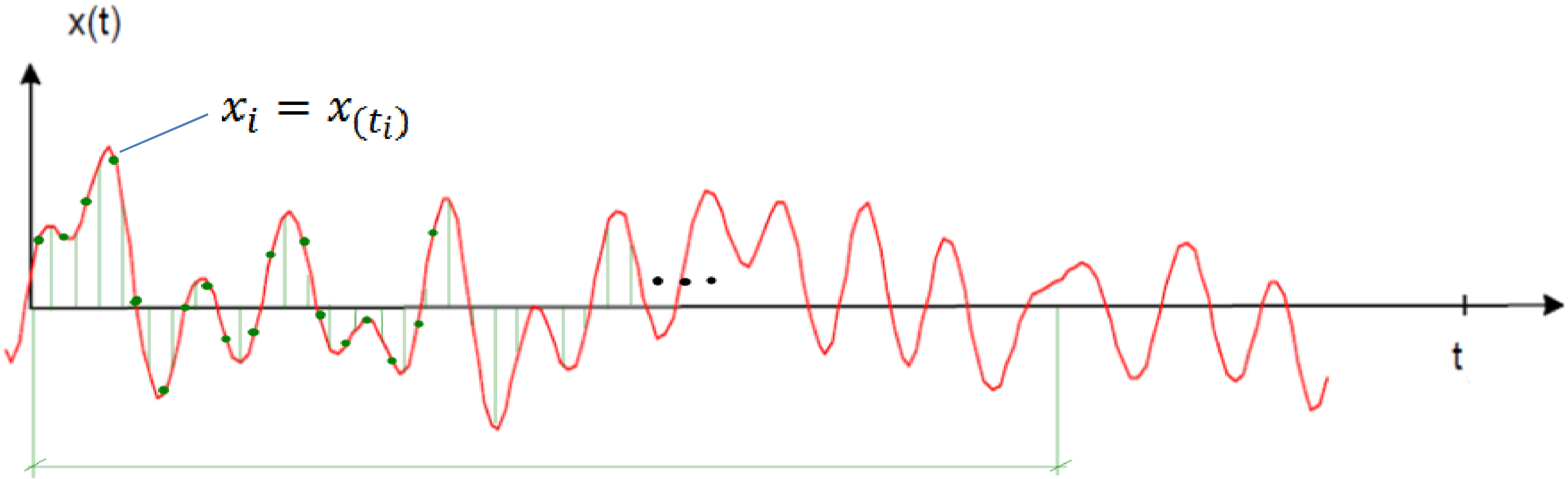


Ejemplo de señales aleatorias: audio, video, etc.

En general... ¡Cualquier señal práctica!

Veremos que las medidas de estas señales de mayor interés, como **valor eficaz, energía y potencia** serán calculables mediante <u>parámetros estadísticos</u>

Se calculan encontrando algún valor medio, y la desviación estándar



Siendo la forma de onda aleatoria, surge el problema de no poderse resolver integrales sobre ella, ya que no se conoce la expresión determinística que describe la función.

¿Cómo calcular entonces Valor medio, potencia, valor eficaz, eficaz de alterna?

Se pueden hacer cálculos aproximados a partir de muestras discretas.

Las X_i se consideran como si proviniesen de una variable aleatoria

VALOR MEDIO

$$Valor\ medio\ temporal:\ < x > = \frac{1}{T}.\int_0^T x_{(t)}\,.dt \cong \frac{1}{T}.\sum_{i=1}^{N} x_i\,.\Delta t$$

$$\frac{1}{N.\Delta t}.\sum_{i=1}^{N} x_i\,.\Delta t = \frac{1}{N}.\sum_{i=1}^{N} x_i = \bar{X} = Promedio\ estadístico!$$

VALOR MEDIO

Considerando N muestras discretas en el tiempo...

$$\frac{1}{N.\Delta t}.\sum_{i=1}^{N} x_i\,.\,\Delta t = \frac{1}{N}.\sum_{i=1}^{N} x_i = \bar{X} = Promedio\ estadístico!$$

(Valor medio "temporal")

$$\boxed{X_{cd} = \langle x \rangle = \bar{x}}$$

POTENCIA NORMALIZADA

En el caso de la potencia, se deberá aproximar la integral de $X_{(t)}{}^2$:

$$Valor\ medio\ cuadrático : < x^2 > = \frac{1}{T} . \int_0^T x^2{}_{(t)} . dt \cong \frac{1}{T} . \sum_{i=1}^{N} x^2{}_i . \Delta t$$

$$\frac{1}{N . \Delta t} . \sum_{i=1}^{N} x_i{}^2 . \Delta t = \frac{1}{N} . \sum_{i=1}^{N} x_i{}^2 = \overline{x^2} : Media\ de\ los\ valores\ cuadrados!$$

y... haciendo N lo suficientemente grande se puede aproximar:

"La media cuadrática temporal resulta igual al promedio cuadrático estadístico"

$$\boxed{< x^2 > = \overline{x^2}}$$

Como cualquier forma de onda puede descomponerse en componente de continua + componente de alterna...

$$x = x_{CD} + x_{ac}$$

Como la componente de CD es igual al valor medio, queda valor instantáneo i-ésimo de alterna:

$$x_{ac\ i} = x_i - \langle x \rangle$$

$$Potencia\ normalizada\ de\ alterna: \langle {x_{ac}}^2 \rangle = \frac{1}{T}.\int_0^T \left(x_{(t)} - \langle x \rangle\right)^2 . dt \cong \frac{1}{T}.\sum_{i=1}^{N} (x_i - \langle x \rangle)^2 . \Delta t$$

Con N grande... $\frac{1}{T}.\sum_{i=1}^{N} (x_i - \langle x \rangle)^2 . \Delta t = \frac{1}{N}.\sum_{i=1}^{N} (x_i - \overline{x})^2 : Varianza!!$

$$Potencia\ normalizada\ de\ alterna = Varianza\ de\ las\ muestras$$

$$Valor\ eficaz\ de\ alterna:\ \ X_{ac\_ef} = \sqrt{Potencia} = \sqrt{Varianza}$$

$$¡¡ X_{ac\_ef} = Desviación\ estándar\ !!$$

Además, usando estos promedios estadísticos de las muestras, se puede llegar a un resultado conocido previamente:

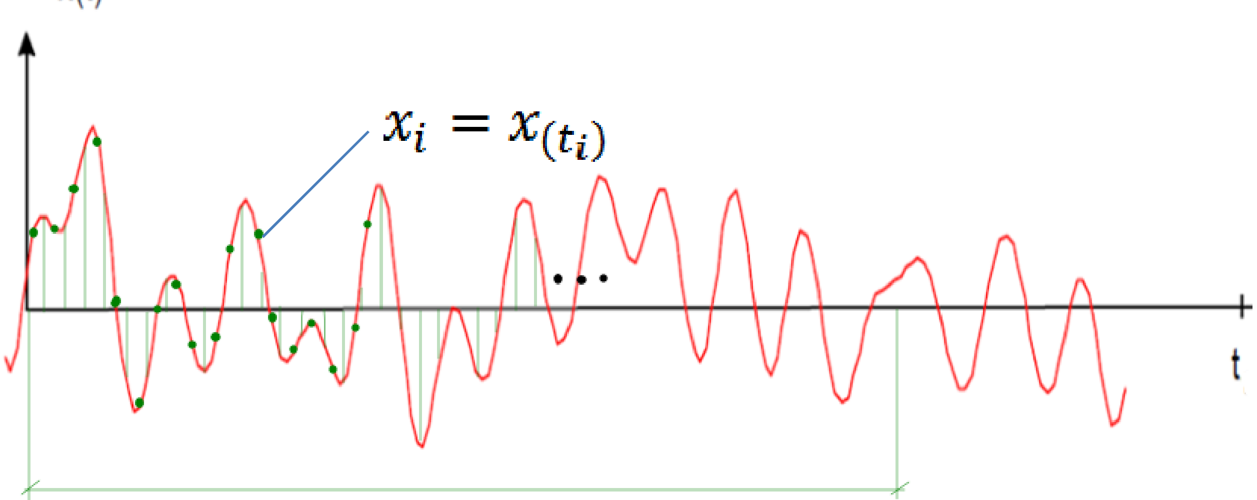
Observando que La potencia de alterna, que es el valor medio de las muestras al cuadrado...

$$\frac{1}{N}.\sum_{i=1}^{N}(x_i-\overline{x})^2 = \frac{1}{N}.\sum_{i=1}^{N}({x^2}_i-2.x_i.\overline{x}+\overline{x}^2) = \overline{x^2}-2.\overline{x}.\overline{x}+\overline{x}^2 = \overline{x^2}-\overline{x}^2$$

$$\boxed{{X_{ac\_ef}}^2 = \overline{X^2} - {X_{cd}}^2}$$

(La potencia de la parte variable es la potencia total menos la potencia de CD)

Señal aleatoria (no determinística)…

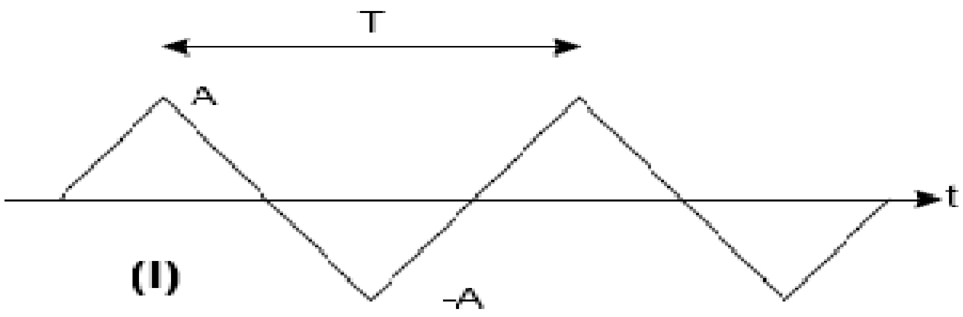


$¿<x>? \longrightarrow \overline{x}$

$¿<x^2>? \longrightarrow \overline{x^2}$

¿Se pueden utilizar los promedios estadísticos para encontrar las potencias?

Señal determinística…



$¿\ \begin{matrix} \overline{x} \\ \overline{x^2} \end{matrix}\ ?$

¡SÍ! Se pueden usar los promedios estadísticos de IGUAL MANERA

RESUMIENDO

1. El valor medio temporal equivale a la media aritmética de las muestras.
La potencia normalizada se puede calcular como la media de las muestras al cuadrado.

2. Los parámetros de interés de las señales (distintos de la forma) como son el valor medio y la potencia se pueden calcular numéricamente a partir de promedios estadísticos...
¡SE TRATE O NO DE FORMAS DE ONDA DETERMINÍSTICAS!