

## Tema 1

# Conceptos básicos

Parte 1. Señales en los sistemas electrónicos

Parte 2. Equivalentes Thevenin y Norton.  
Impedancia de entrada y salida

Parte 3. Componentes pasivos

cei@upm.es



POLITÉCNICA

## Introducción

# PARTE 1

## Señales en los sistemas electrónicos

- Señales continuas y discretas
- Señales típicas
- Señales periódicas y no periódicas
- Parámetros típicos. Espectro de frecuencias
- Ruido y distorsión



POLITÉCNICA

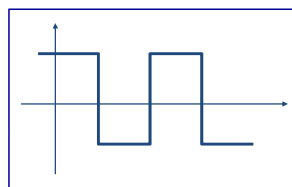
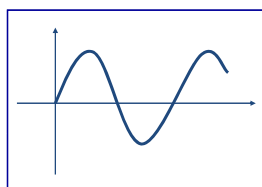
## Introducción

- En un sistema electrónico, la información la llevan **señales eléctricas:**
  - Portadoras de información en forma de:
    - niveles de tensión
    - niveles de corriente
    - frecuencia
- La magnitud que representan las señales puede ser proporcional a la amplitud de la señal en tensión o corriente, y también en frecuencia.
- Las magnitudes físicas varían de forma continua. A veces interesa discretizarlas ya que las señales discretas son más inmunes al ruido y a la distorsión

## Señales continuas y discretas

Continuas  
o  
Analógicas

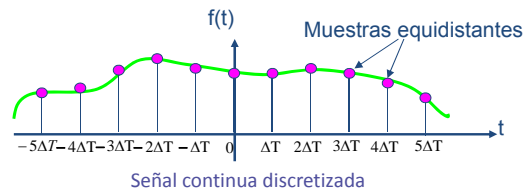
- ✓ Varían de forma ininterrumpida (funciones continuas en el tiempo)
- ✓ Entre 2 instantes de tiempo cualesquiera pueden tomar un número infinito de valores



## Señales continuas y discretas

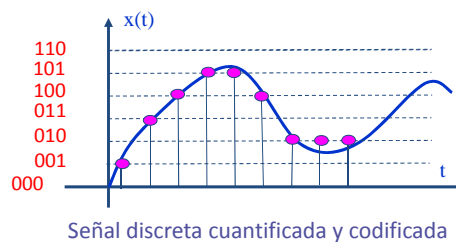
### Discretas

- ✓ La señal toma valores en instantes discretos de tiempo (función discreta)



### Digitales

- ✓ Señal discreta cuyos valores son codificados en binario



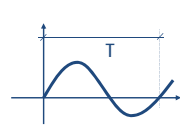
## Señales típicas

### Periódicas

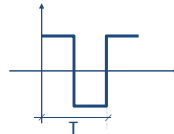
- ✓ Se repiten en el tiempo, siendo su período el tiempo que transcurre entre dos instantes en los que la señal pasa por el mismo punto

### Aperiódicas

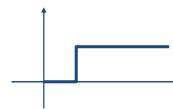
- ✓ No tienen repetitividad



SENOIDAL  
 $y(t) = A \sin \omega t$



CUADRADA



ESCALÓN



RAMPA



IMPULSO



TRIANGULAR



DIENTE DE SIERRA

## Parámetros típicos de las señales (I)

**Valor instantáneo**

Valor que toma en cada instante de tiempo determinado

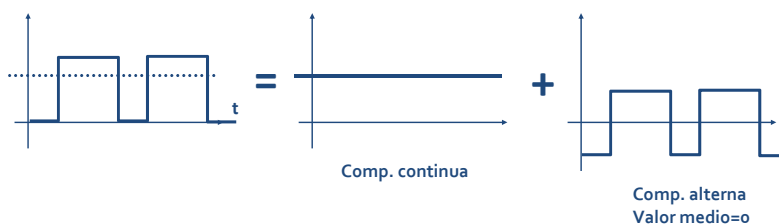
**Componente continua**

Valor medio de la señal

**Componente alterna**

Lo que queda de la señal al quitarle componente continua

Cualquier señal periódica se puede descomponer de esta forma



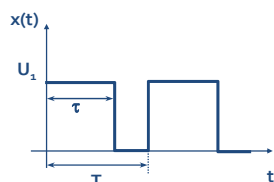
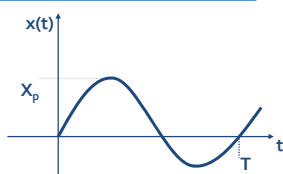
## Parámetros típicos de las señales (II)

**Cálculo del valor medio**

$$\overline{x(t)} = \frac{1}{T} \int_T x(t) dt$$

$$x(t) = A_c + A_m \cos \omega_0 t$$

$$\overline{x(t)} = \frac{1}{T} \int_T (A_c + A_m \cos \omega_0 t) dt = A_c$$



$$\overline{x(t)} = \frac{U_1 \tau}{T}$$

## Parámetros típicos de las señales (II)

Potencia media

$$x(t) = A_c + A_m \cos \omega_0 t$$

$$P_m = \frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt = A_c^2 + \frac{A_m^2}{2}$$

Valor eficaz

Valor de tensión continua que haría disipar la misma potencia sobre una carga resistiva que la señal estudiada

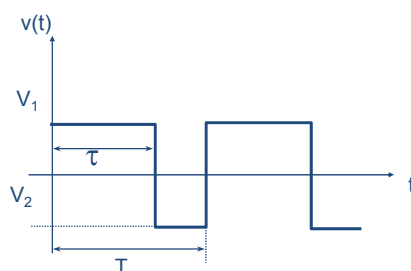
$$v(t) = A_m \cos \omega_0 t \quad P_m = \frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt = \frac{A_m^2}{2}$$

$$v_{ef}^2 = \frac{A_m^2}{2} \Rightarrow v_{ef} = \frac{A_m}{\sqrt{2}}$$

## Parámetros típicos de las señales (II)

Valor eficaz

Ejemplo: Calcular valor medio, potencia media y valor eficaz



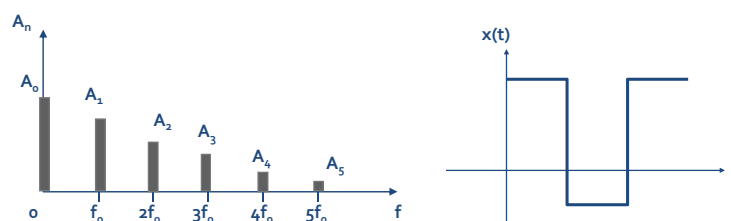
## Espectro de frecuencias, representación espectral o dominio de la frecuencia de las señales

- Es necesario estudiar las señales en el dominio de la frecuencia y no sólo en el del tiempo como hasta ahora.
- Desarrollo en serie de Fourier: Cualquier señal periódica (T) se puede descomponer en un sumatorio de:
  - Una Componente continua
  - Más infinitas componente sinusoidales o Armónicos
    - Armónico fundamental: Sinusoide de la misma frecuencia que la componente alterna de la señal
    - Armónicos: Sinusoides cuyas frecuencias son múltiplos de la frecuencia del armónico fundamental
  - Siempre que la señal cumpla el *Teorema de Dirichlet*:
    - La señal ha de tener integral finita
    - La señal ha de estar limitada en potencia

## Desarrollo en serie de Fourier de una señal periódica

$$x(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_0 t + \varphi_n)$$

$$A_n = \frac{2}{T} \int_0^T x(t) \cdot e^{-j n \omega_0 t} \cdot dt$$



Espectro discreto en la frecuencia

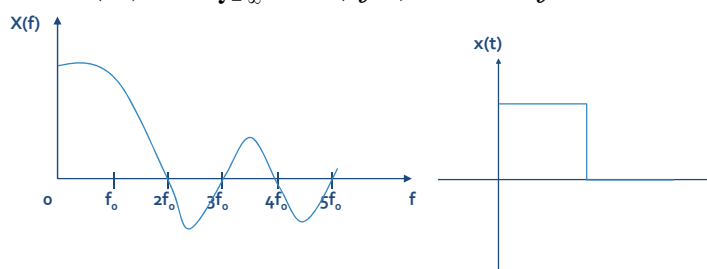
## Representación espectral de una señal no-periódica

- Si una señal  $x(t)$  no periódica está limitada en energía, se puede calcular su espectro en frecuencia mediante la Transformada de Fourier.

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j\omega t} \cdot dt$$

- Y su transformada inversa:

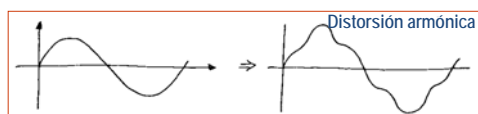
$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) \cdot e^{j\omega t} \cdot df$$



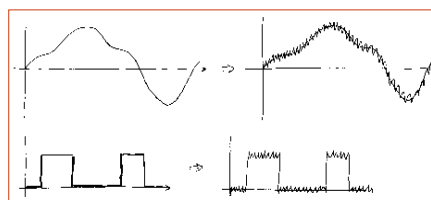
## Ruido y distorsión

- Los **sistemas electrónicos** tienen limitaciones respecto de las amplitudes y frecuencias que pueden pasar a través de ellos.

**Consecuencia:** las señales presentan distorsiones, alterando la amplitud, la frecuencia o la fase de una señal



- El **ruido** también puede afectar a las señales. Es una fluctuación aleatoria de una señal que se produce por variaciones dentro del sistema o por efectos externos del medio.



- Las **señales discretas** son más inmunes al ruido. Sólo hay que discriminar entre los niveles alto y bajo (electrónica digital)

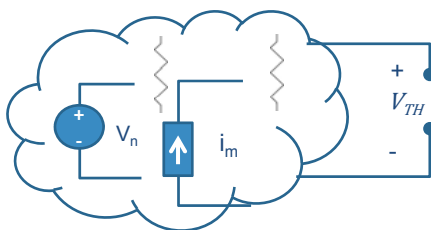
## PARTE 2

### Equivalentes Thevenin y Norton. Impedancia de entrada y salida

### Equivalente Thevenin

Tensión Thevenin ( $V_{TH}$ )

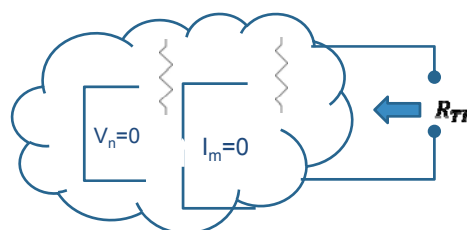
1



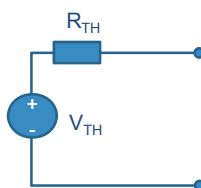
- Tensión de circuito abierto vista entre los terminales

Resistencia Thevenin  $R_{TH}$

2

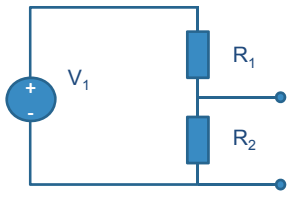
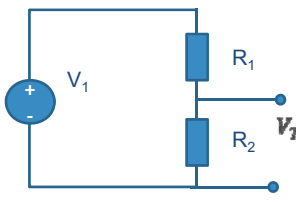
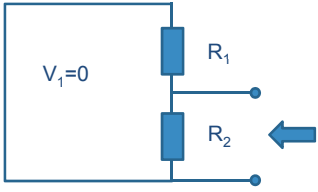
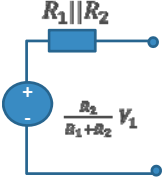


- Impedancia de la red vista desde los terminales con todas las fuentes independientes nulas



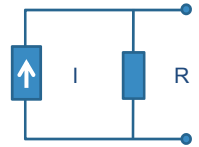
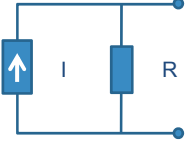
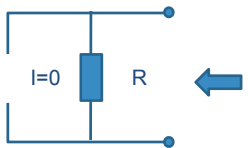
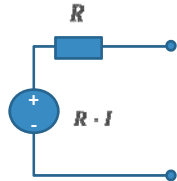


### Ejemplo Thevenin I

Circuito Original	Tensión Thevenin
	 $V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_1$
Resistencia Thevenin	Equivalente Thevenin
 $R_{TH} = R_1    R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	

Fundamentos de Electrónica

### Ejemplo Thevenin II

Circuito Original	Tensión Thevenin
	 $V_{TH} = R \cdot I$
Resistencia Thevenin	Equivalente Thevenin
 $R_{TH} = R$	

Fundamentos de Electrónica

## Equivalente Norton

### Corriente Norton ( $I_N$ )

▪ Corriente de cortocircuito desde los terminales

### Resistencia Norton $R_N$

▪ Impedancia de la red vista desde los terminales con todas las fuentes independientes nulas

Fundamentos de Electrónica

## Relación entre Equivalente Thevenin y Norton

### Equivalente Thevenin

### Equivalente Norton

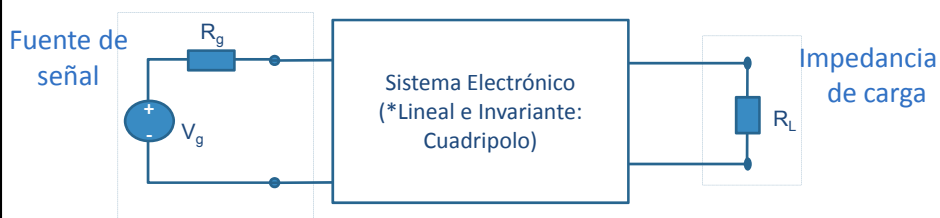
$$R_{TH} = R_N$$

$$V_{TH} = R_N \cdot I_N$$

Fundamentos de Electrónica

## Impedancia de entrada y de salida

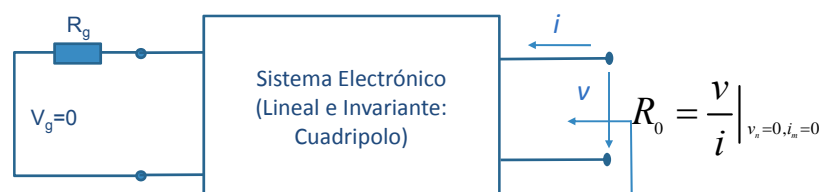
### Sistema Electrónico



- Fuente de señal: sensor, batería, generador sinusoidal, otro sistema electrónico, etc
- $R_g$  es la impedancia (resistencia) interna de la fuente de señal. Representa la no idealidad de la fuente. Si fuera ideal  $R_g=0$
- $R_L$  es la impedancia (resistencia de carga). Representa al elemento que recibe la señal de salida del sistema electrónico: un altavoz, un calefactor (actuador), otro sistema electrónico, etc

## Impedancia de entrada y de salida

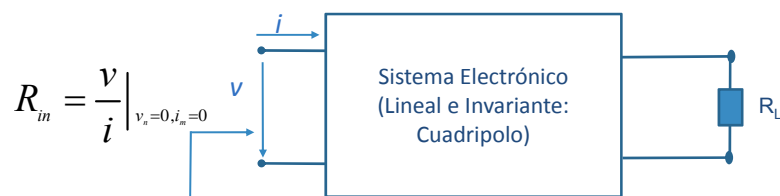
### Impedancia de salida



- Impedancia “vista” desde la salida del sistema cuando todas las fuentes independientes son cero:  $v_n=0, i_n=0$
- Es igual a la impedancia Thevenin (Norton) vista desde los terminales de salida.

## Impedancia de entrada y de salida

### Impedancia de entrada



$$R_{in} = \frac{v}{i} \Big|_{v_n=0, i_n=0}$$

- Impedancia “vista” desde la entrada del sistema cuando todas las fuentes independientes son cero:  $v_n=0$ ,  $i_n=0$
- Es igual a la impedancia Thevenin (Norton) vista desde los terminales de salida

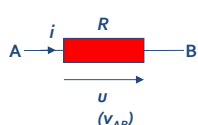
## PARTE 3 Componentes pasivos

## Componentes de los sistemas electrónicos

- Componentes **pasivos**
  - Aquellos que no necesitan de una fuente de energía externa para realizar su función
  - Resistencias, Condensadores, Bobinas, etc.
- Componentes **activos**
  - Aquellos que necesitan de una fuente de energía externa para realizar su función
  - **Discretos**
    - Integran un dispositivo (semiconductor)
    - Transistores, tiristores, etc.
  - **Integrados**
    - Integran gran cantidad de dispositivos (semiconductores)
    - Microprocesadores, memorias, microcontroladores, etc.

## Componentes pasivos

## RESISTENCIAS



$$R \rightarrow \Omega \text{ (ohmios)}$$

$$u = R \cdot i \rightarrow \text{Ley de Ohm}$$

$$P = u \cdot i$$

Características R, W  
Típicamente m  $\Omega$  -> M  $\Omega$



### Divisor de tensión

Asociación en serie



$$R_{AB} = R_1 + R_2$$

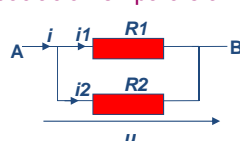
$$u_1 = u_{AB} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$u_2 = u_{AB} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$i = \frac{u_{AB}}{R_1 + R_2}$$

### Divisor de corriente

Asociación en paralelo



$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

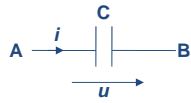
$$i_1 = i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$i_2 = i \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$u = i \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

## Componentes pasivos

## CONDENSADORES



$$i(t) = C \frac{du(t)}{dt}$$

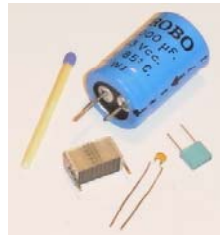
**Características C, V:**  
 C → F (faradios)  
 Típicamente pF → μF

$$u(t) = u(0) + \frac{1}{C} \int i(t) dt$$

La tensión en un condensador no puede variar bruscamente

$$E = \int u(t) i(t) dt = \frac{1}{2} C \cdot u^2$$

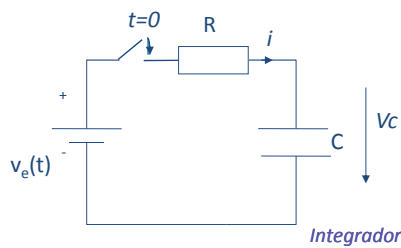
Energía almacenada



## Componentes pasivos

## CONDENSADORES

## Carga de un condensador a tensión constante a través de una resistencia



$$v_e(t) = i(t) \cdot R + v_c(t)$$

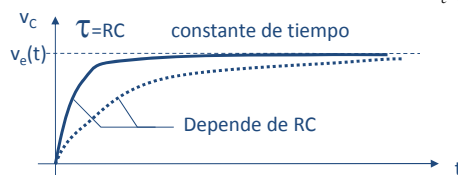
$$i(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = C \cdot \frac{dv_c(t)}{dt}$$

$$v_e(t) = \frac{dv_c(t)}{dt} \cdot RC + v_c(t)$$

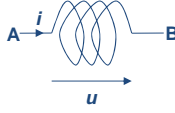
$$v_c(t) = \frac{1}{RC} \int v_e(t) dt - \frac{1}{RC} \int v_c(t) \cdot dt$$

$$v_c(t) = v_f + (v_i - v_f) e^{-t/RC}$$

$$v_c(t) = v_i + (v_f - v_i) \left(1 - e^{-t/RC}\right)$$



**Componentes pasivos**
**BOBINAS**



**Características L, I**  
 $L \rightarrow H$  (Henrios)  
Típicamente  $\mu H \rightarrow mH$


$$u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$



La corriente en una bobina no puede variar bruscamente

$$i(t) = i(0) + \frac{1}{L} \int u(t) dt$$

$$E = \frac{1}{2} Li^2$$

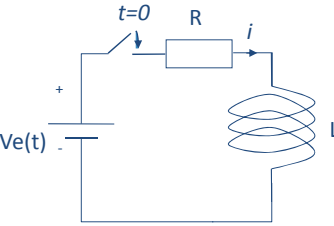
Energía almacenada




Fundamentos de Electrónica


**Componentes pasivos**
**BOBINAS**

**Carga de una bobina a tensión constante a través de una resistencia**

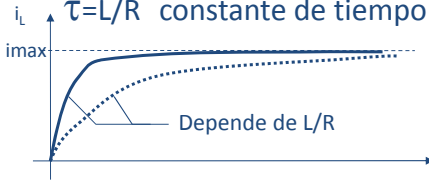


$$v_e(t) = i(t) \cdot R + v_L(t)$$

$$v_L(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$



$$i(t) = \frac{1}{L} \int v_e(t) dt - \frac{R}{L} \int i(t) dt$$

$\tau = L/R$  constante de tiempo



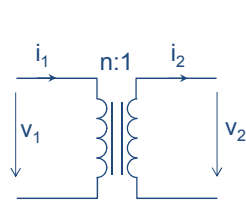
$$i_L(t) = i_f + (i_i - i_f) e^{-t/L/R}$$

$$i_L(t) = i_i + (i_f - i_i) \left( 1 - e^{-t/L/R} \right)$$


Fundamentos de Electrónica


## Componentes pasivos

## TRANSFORMADORES



$$n = \frac{N_1}{N_2}$$

$$i_1 \cdot N_1 = i_2 \cdot N_2 \quad P_1 = P_2 \text{ (sin pérdidas)}$$

$$v_1 = n \cdot v_2$$

Característica:  
n:1  
N1 y N2

Característica:  
Potencia máxima que soporta,  
en Watios (w)