

## Noções de Sistemas e Sinais:

## • Generalidades sobre Sistemas.

## • Sinais:

– Contínuos e discretos.

– Periódicos:

• Sinusoidais. Período, frequência, fase, valores médio e eficaz.

• Rectangulares/quadrados. Amplitudes, tempos de comutação e atraso. *Duty cycle*.

## Noções de Sistemas e Sinais pt2:

## • Componentes passivos básicos revisitados: C e L.

• Relações Tensão-Corrente.

• Energia Armazenada.

• Associações em série e em paralelo.

## Passivos: Condensador e Bobina

Não geram energia, mas podem, por vezes, armazená-la.

**Resistência**  
resistência R  
ohm  $\Omega$



**Condensador**  
capacidade C  
farad F

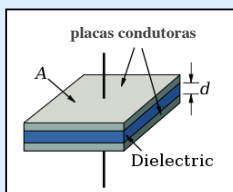


**Bobine**  
indutância L  
henry H



## Condensador

Ultra-simplificadamente, um Condensador são 2 placas condutoras separadas por um isolante (dielétrico).

A - área (m<sup>2</sup>)

d - distância (m)

 $\epsilon$  - permissividade dielétrica (F/m)

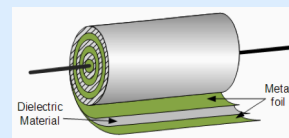
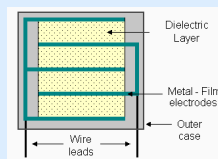
$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

no vazio:  $\epsilon = \epsilon_0 \cong 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ 

## Exemplos de dielétricos:

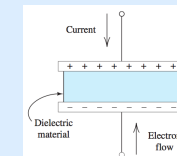
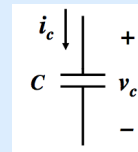
- ar
- papel
- vidro
- cerâmica
- mica
- polietileno
- polipropileno
- mylar
- soluções electrolíticas

## Exemplos construtivos:



## Condensador (2)

Quando se aplica um campo eléctrico ("tensão"), o condensador fica polarizado e armazena energia. Dizemos que a carga acumulada numa das placas é armazenada no condensador.



A capacidade C traduz a relação entre a carga acumulada e a tensão aos terminais do condensador.

$$q_c = C v_c$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$i_c = C \frac{dv_c}{dt}$$

• Ao contrário do que acontece com uma resistência, num condensador a relação entre V e I depende do tempo.

• Em corrente contínua, a tensão num condensador é constante, pelo que  $i_c=0$ , ou seja, o condensador comporta-se como um circuito aberto.

• Num condensador ideal a tensão não pode variar instantaneamente, porque provocaria  $i_c=\infty$ , o que é fisicamente impossível.

## Condensador (3)

$$i_c \downarrow \begin{array}{|c|} \hline + \\ \hline C \\ \hline - \\ \hline \end{array} v_c \quad i_c = C \frac{dv_c}{dt} \quad v_c(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_c dt + v_c(t_0)$$

●  $v_c(t_0)$  - tensão inicial - representa a carga inicial do condensador.

● normalmente assume-se  $t_0 = 0$  s.

Energia armazenada num condensador

$$p(t) = v(t)i(t)$$

$$p(t) = C v \frac{dv}{dt} \quad v_c(t_0) = 0 \quad w(t) = \int_{t_0}^t p(t) dt$$

$$w(t) = \int_{t_0}^t C v \frac{dv}{dt} dt$$

$$w(t) = \int_0^{v(t)} C v dv$$

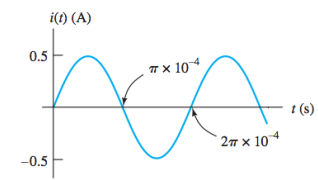
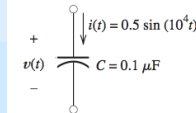
$$w(t) = \frac{1}{2} C v^2(t)$$

## Condensador (4)

$$v(t_0) = 0V; t_0 = 0s$$

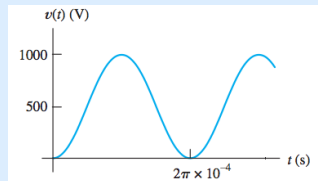
$$v(t) = ??$$

$$v_c(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_c dt$$



$$\begin{aligned} C v(t) &= \int_0^t i(t) dt \\ &= \int_0^t 0.5 \sin(10^4 t) dt \\ &= -0.5 \times 10^{-4} \cos(10^4 t) \Big|_0^t \\ &= 0.5 \times 10^{-4} [1 - \cos(10^4 t)] \end{aligned}$$

$$C = 0.1 \mu F = 10^{-7} F$$

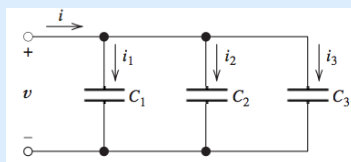


$$v(t) = 500[1 - \cos(10^4 t)]$$

**Nota: a tensão em C está atrasada 90° em relação à corrente.**

## Condensador (5)

Condensadores em Paralelo



$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

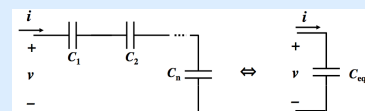
$$i = C_1 \frac{dv}{dt} + C_2 \frac{dv}{dt} + C_3 \frac{dv}{dt}$$

$$i = (C_1 + C_2 + C_3) \frac{dv}{dt}$$

$$i_c = C \frac{dv_c}{dt}$$

Generalizando:  $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$  como se fossem Rs em série!

Condensadores em Série

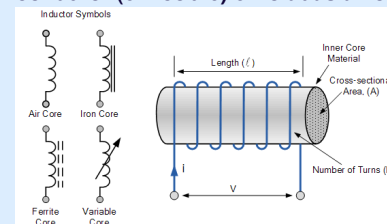


como se fossem Rs em paralelo!

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

## Bobina

Ultra-simplificadamente, uma Bobina é um conjunto de espiras de fio condutor (ex: cobre) enroladas à volta de um núcleo (ex: ar, ferro ou ferrite).



**A** - área do núcleo (m<sup>2</sup>)

**l** - comprimento (m)

**N** - nº de espiras

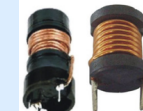
**μ** - permeabilidade magnética (H/m)

**L** - indutância (coeficiente de auto-indução) (H)

no vazio:  $\mu = \mu_0 = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$

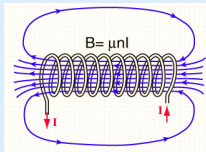
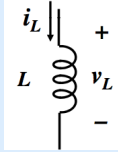
$$L = \mu N^2 A / l$$

Exemplos construtivos (em geral o fio é recoberto com verniz isolante):



## Bobina (2)

Quando circula corrente (campo magnético associado), a bobina armazena energia. A indutância  $L$  quantifica a capacidade de armazenar energia sob a forma de campo magnético.



Numa bobina ideal a tensão é proporcional ( $L$ ) à variação com o tempo da corrente que a atravessa.

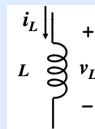
$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

• Ao contrário do que acontece com uma resistência, mas de modo parecido com um condensador, numa bobina a relação entre  $V$  e  $I$  depende do tempo.

• Em corrente contínua, a corrente numa bobina é constante, pelo que  $v_L=0$ , ou seja, a bobina comporta-se como um curto-circuito.

• Numa bobina ideal a corrente não pode variar instantaneamente, porque provocaria  $v_L=\infty$ , o que é fisicamente impossível.

## Bobina (3)



$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

$$i_L(t) = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v_L dt + i_L(t_0)$$

•  $i_L(t_0)$  - corrente inicial.

• normalmente assume-se  $t_0 = 0$  s.

Energia armazenada numa bobina

$$p(t) = v(t)i(t)$$

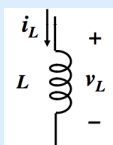
$$p(t) = Li(t) \frac{di}{dt} \quad i_L(t_0) = 0 \quad w(t) = \int_{t_0}^t p(t) dt$$

$$w(t) = \int_{t_0}^t Li \frac{di}{dt} dt$$

$$w(t) = \int_0^{i(t)} Li di$$

$$w(t) = \frac{1}{2} Li^2(t)$$

## Bobina (4)



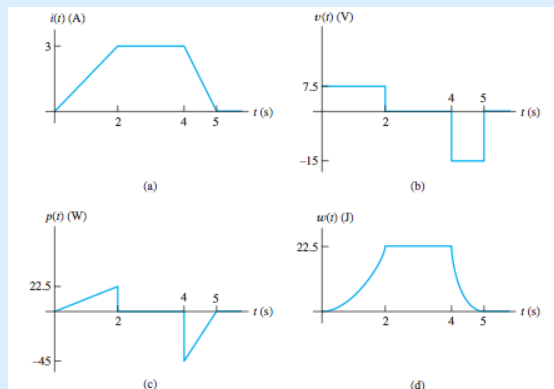
$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

$$i_L(t) = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v_L dt + i_L(t_0)$$

$$p(t) = v(t)i(t)$$

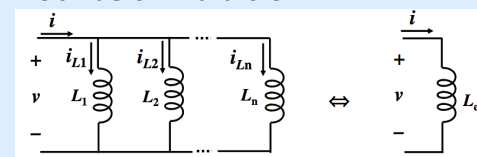
$$w(t) = \frac{1}{2} Li^2(t)$$

$i_L(t_0) = 0$   
 $L = 5$  H  
 $i(t) = (a)$



## Bobina (5)

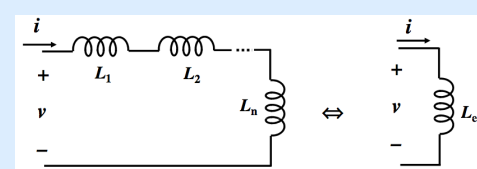
Bobinas em Paralelo



$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

como Rs em paralelo !

Bobinas em Série



$$L_{eq} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

como Rs em série !

• Atentar na dualidade entre condensadores e bobinas •