

# Circuitos Eléctricos

2019/20

## 6ª Actividade Laboratorial Estudo de circuitos com indutores

### 1. Introdução

Uma indutância ideal é um dispositivo de dois terminais para o qual a diferença de potencial entre os seus dois terminais,  $V$ , está relacionada com a corrente eléctrica que a percorre,  $i$ , pela expressão:

$$V = L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

onde  $L$  representa o valor da indutância (cuja unidade no sistema SI é o Henri - H).

Uma indutância é normalmente realizada por um enrolamento de fio condutor, que produz e abraça um fluxo magnético. Sabemos da lei de indução magnética que:

$$V = \frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

onde  $\phi$  representa o fluxo magnético abraçado pelo circuito. Se este fluxo magnético for criado pela corrente eléctrica que o percorre, e for simplesmente proporcional a esta corrente (o que implica, em princípio, que em todo o espaço em que haja campos se verifique uma relação linear  $B = \mu H$ ,  $\mu = \text{constante}$ ), ou seja,

$$\phi = Li \quad (3)$$

temos imediatamente realizada a primeira expressão (substituindo (3) em (2)).

Se usarmos um circuito magnético fechado constituído por um material com uma susceptibilidade magnética  $\mu$  muito mais elevada que a do ar, é fácil estimar o  $L$  resultante de um enrolamento de  $n$  espiras.

Admitindo, num modelo simplificado, que se pode desprezar todo o fluxo que se feche pelo ar, que  $\mu$  é constante, e que  $B$  se pode tomar como constante em toda a superfície de uma secção do circuito magnético, o fluxo magnético numa secção do material magnético, aproximado pelo produto da indução magnética,  $B$ , pela área da secção, vem

$$\phi_1 \approx \frac{\mu A}{d} ni$$

onde  $A$  e  $d$  representam, respectivamente, a área da secção (suposta constante) e o comprimento do circuito magnético. O fluxo através das  $n$  espiras é  $n \times$  o fluxo  $\phi_1$ ,

$$\phi(n) \approx \frac{\mu A}{d} n^2 i$$

comparando com a expressão  $\phi = Li$ , obtém-se finalmente:

$$L(n) = \frac{\mu A}{d} n^2 \quad (4)$$

## 2. Determinação experimental de indutâncias

Para a realização desta actividade prática ser-lhe-á fornecida uma ferrite toroidal com dois enrolamentos contendo, respectivamente, 10 e 50 espiras.

- Monte uma malha RL utilizando o enrolamento que contém 50 espiras, e uma resistência  $R=10k$ . Aplicando um sinal triangular ( $f=2kHz$ , amplitude máxima do gerador) observe a forma do sinal aos terminais do indutor. Interprete o resultado obtido, e deduza o valor da indutância  $L$  utilizada no circuito.
- Repita a alínea anterior para a indutância com 10 espiras (ajuste a frequência como for mais conveniente). O que pode concluir relativamente à dependência do valor da indutância no número de espiras do enrolamento?
- Observe agora o sinal que obtém no enrolamento de 10 espiras utilizando a montagem utilizada na alínea a). Justifique qualitativa e quantitativamente o que observar.
- Um transformador é formado por duas indutâncias bobinadas sobre o mesmo circuito magnético. Aplique um sinal sinusoidal ( $f=20kHz$ ) no enrolamento de 10 espiras e observe o que obtém no outro enrolamento. Relacione a razão das amplitudes nos dois enrolamentos com os seus número de espiras.

## 3. Estudo da resposta temporal de um circuito LC

Monte uma malha LC utilizando o enrolamento com 50 espiras e um condensador de 22nF, e preveja o valor da sua frequência própria (frequência de ressonância).

- Aplicando na malha LC um sinal quadrado com período muito maior que o período próprio anteriormente determinado, interprete o sinal obtido aos terminais do condensador.
- Verifique experimentalmente o efeito de variar a impedância de saída do gerador sobre a constante de tempo do decaimento das oscilações próprias do circuito e interprete o resultado.

## 4. Estudo da resposta em frequência de um circuito LC

- Deduza a função de transferência do circuito,  $V_s(t)/V_e(t)$  (módulo e diferença de fase), para o caso em que a função  $V_e(t)=V_0 \text{sen}(\omega t)$ .
- Verifique experimentalmente a solução obtida anteriormente.
- Verifique experimentalmente o efeito de variar a impedância de saída do gerador e interprete o resultado.