

2.4- Acoplamento Magnético

Quando dois circuitos magnéticos estão próximos um do outro e o fluxo magnético de um dos circuitos enlaça o outro, dizemos que estão **magneticamente acoplados**. Nessa situação há **transferência de energia** de um para outro circuito através do campo magnético. A variação da corrente em um produzirá uma variação de fluxo induzindo uma tensão no outro.

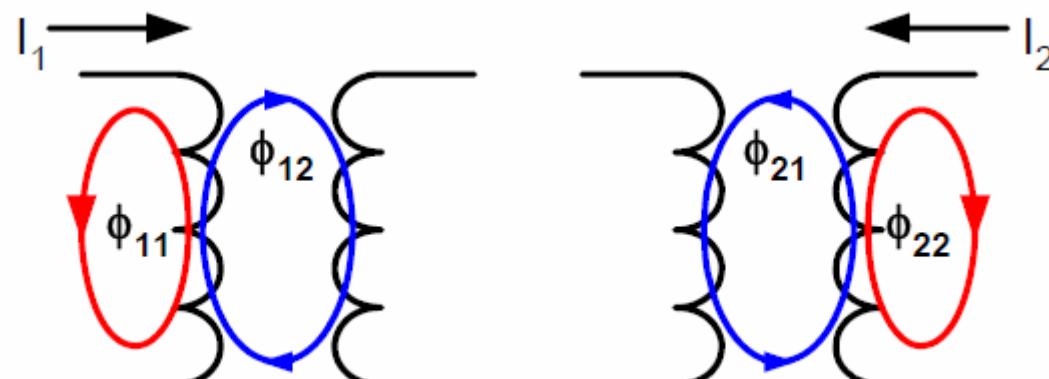
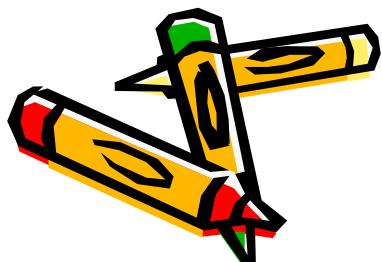


Figura 16.1 - Acoplamento magnético



O valor da **indutância mútua (M)** também pode ser obtido em função das **indutâncias das bobinas (L_1, L_2)** e o **coeficiente de acoplamento (k)** entre elas:

$$M = M_{12} = M_{21} = k \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2}$$

A figura 16.3 mostra como o acoplamento interfere na indutância mútua entre bobinas.

$$k = \frac{\phi_{12}}{\phi_1} = \frac{\phi_{21}}{\phi_2} < 1$$

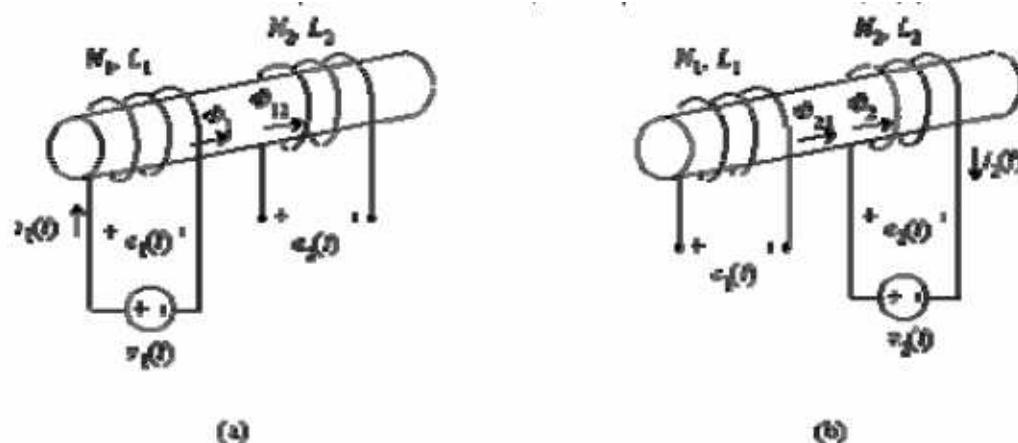
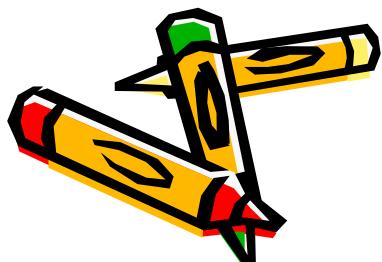


Figura 16.2 - acoplamento magnético: (a) bobina 1 alimentada; (b) bobina 2 alimentada.

$$\frac{N_2}{N_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$



Disciplina de Eletromagnetismo -
Técnico em Eletromecânica

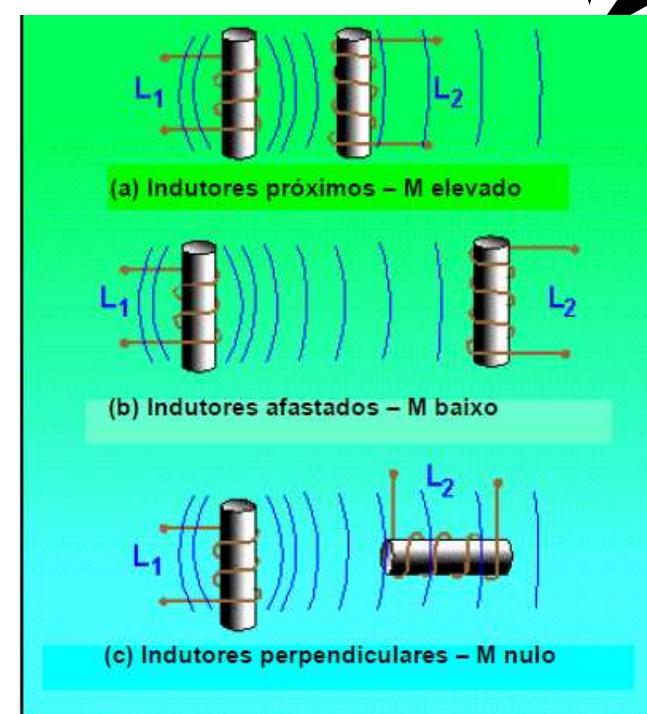


Figura 16.3 - influência do acoplamento na indutância mútua.

EXERCÍCIOS

- 1) Calcular o coeficiente de acoplamento de um circuito magnético, sendo que o circuito 1 produz $600\mu\text{Wb}$, dos quais 60 não enlaçam o circuito 2. R.: **0,9**.
- 2) A figura 16.8 apresenta o esquema de um transformador, composto por duas bobinas construídas sobre um mesmo núcleo formando um caminho magnético com coeficiente de acoplamento $k=0,9$. Dado que as indutâncias do primário (bobina 1) e secundário (bobina 2) são 20 mH e 5 mH , respectivamente, determine:
 a) a indutância mútua entre as bobinas; R.: **9mH**
 b) o número de espiras do secundário, considerando que o primário tem 100 espiras; R.: **50 espiras**

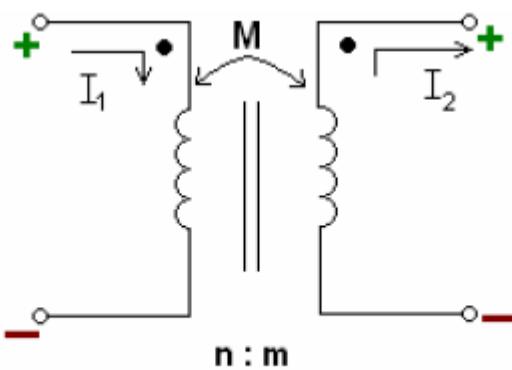
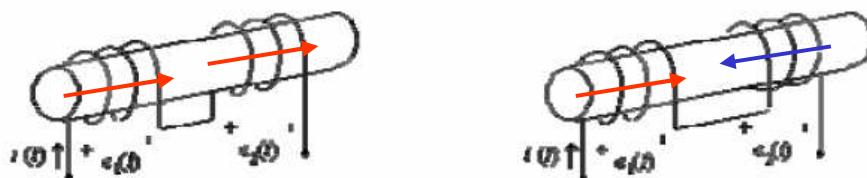


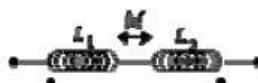
Figura 16.8 - Circuito de um transformador para o exemplo 16.5.3

Polaridade de Bobinas

Consideremos as duas bobinas **acopladas magneticamente** apresentadas na figura 16.4 e admitamos que ambas são percorridas pela **mesma corrente**, $i(t)$ e que os sentidos dos enrolamentos são **concordantes** em 16.4(a) e **discordantes** em 16.4(b).

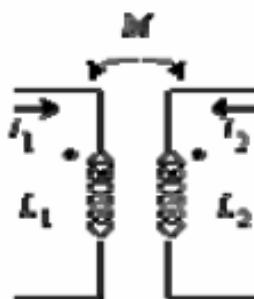


(a)

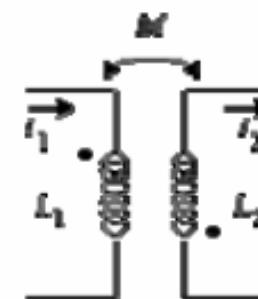


(b)

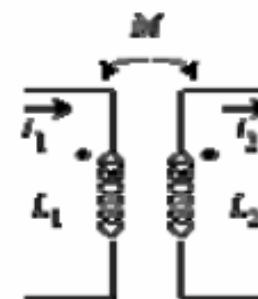
Figura 16.4 - Associação em série de bobinas acopladas magneticamente: (a) polaridade aditiva; (b) polaridade subtrativa.



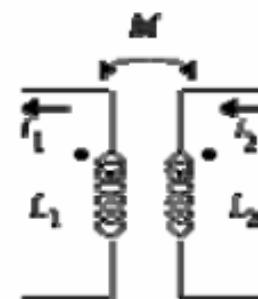
(a) concordantes



(b) concordantes



(c) discordantes

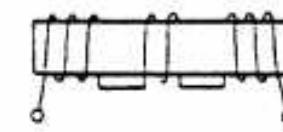
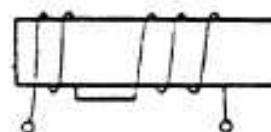
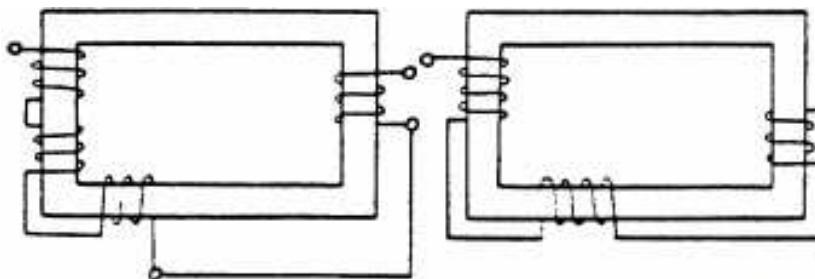


(d) discordantes

Figura 16.5 - Fluxos magnéticos gerados por bobinas acopladas

EXERCÍCIOS

3) Marque a polaridade das bobinas abaixo, representando-as esquematicamente.



(Fonte: CEFET/PR)

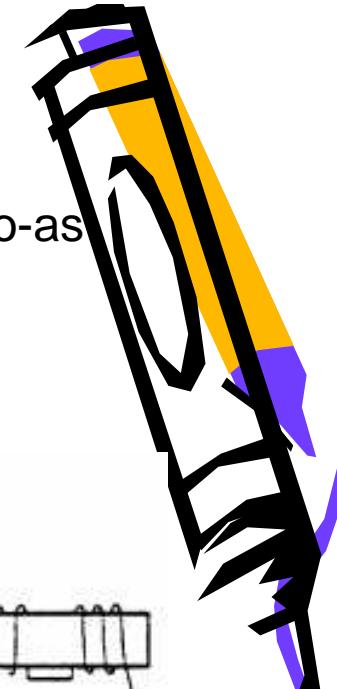
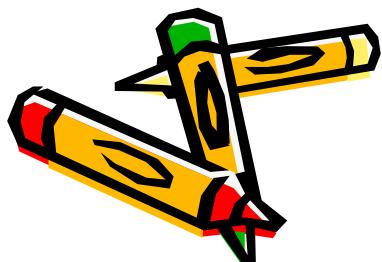
DICA:

Verificar as correntes ao longo do circuito.

Encontrar o sentido do fluxo em cada bobina (regra de mão direita – regra de Ampére).

Fluxos CONCORDANTES marca-se o ponto onde a corrente ENTRA.

Fluxos DISCORDANTES marca-se o ponto onde a corrente SAI.



Indutância Equivalente

A **indutância equivalente** de circuitos magneticamente acoplados ligados em série é dada pela soma das indutâncias e a **soma ou subtração** de duas vezes cada indutância mútua. Assim:

$$L_{eq} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots \pm 2 \cdot M_{12} \pm 2 \cdot M_{13} \pm 2 \cdot M_{23} \pm \dots$$

Exemplo 16.5.1. Duas bobinas são associadas em série com mesmo sentido de enrolamento (polaridade aditiva) e sobre um mesmo núcleo, como mostra a figura 16.6. Determine a indutância equivalente do sistema.

R: 70mH

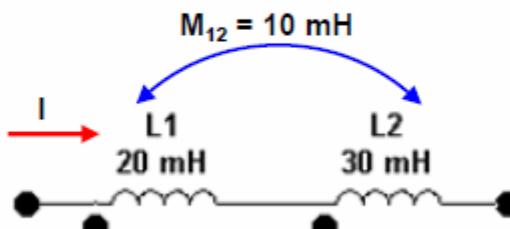


Figura 16.6 - Bobinas acopladas para o exemplo 16.5.1.

Exemplo 16.5.2. Três bobinas são enroladas sobre um mesmo circuito magnético se são conectadas em série com a polaridade indicada na figura 16.7. Determine a indutância equivalente para esse circuito.

R: 75mH

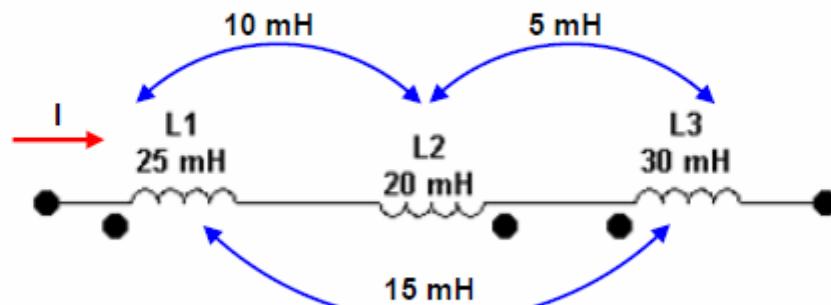
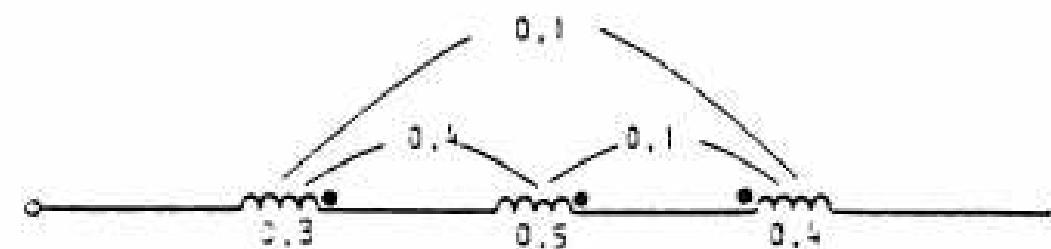
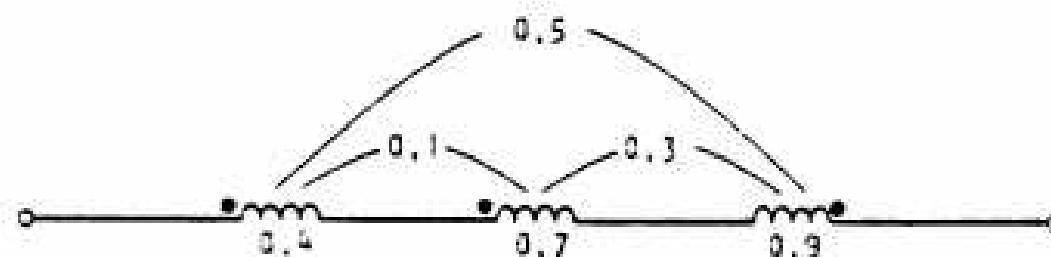
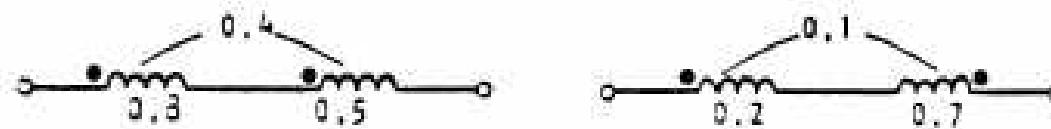


Figura 16.7 - Bobinas acopladas para o exemplo 16.5.2.

EXERCÍCIOS

6) Determine o valor da indutância equivalente. Indutâncias em henrys. R:
2,1; 0,7; 0,6; 2,1.



(Fonte: CEFET/PR)

