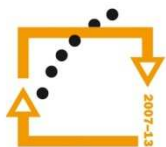




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1

Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Magnetismus

Téma: Spojování cívek

Autor: Ing. Radovan Hartmann

Číslo: VY_32_INOVACE_44-20

Anotace: Materiál je určen pro 2. ročníky SPŠ obor strojírenství. Jedná se o výkladovou prezentaci k problematice spojování cívek.

Září 2013

Spojování cívek

- Cívky lze spojovat do série (za sebou) nebo paralelně (vedle sebe).

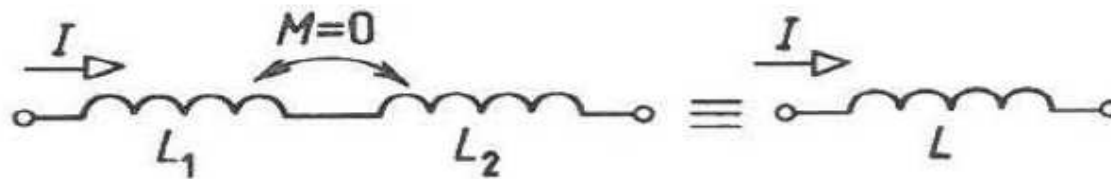
Spojení sériové – za sebou

- Pro odvození základního vztahu použijeme zákon o zachování energie a pro výpočet vztahu energii magnetického pole cívky

$$W_m = \frac{1}{2} LI^2 \quad (J: H, A) .$$

Spojování cívek

- Mějme dvě cívky o indukčnosti L_1 a L_2 . Spojené nahradíme cívkou o indukčnosti L – obr. 1. Cívky jsou umístěny tak, že magnetický tok vyvolaný proudem jedné cívky zasahuje plochu závitů druhé cívky, vzájemná indukčnost $M = 0$.



Obr.1 – Sériové spojení cívek bez vzájemné indukčnosti

Spojování cívek

- Energie magnetického pole obou cívek s indukčností L_1 a L_2 spojených do série, musí být stejná jako energie magnetického pole cívky s indukčností L .

Platí:
$$W_{m1} + W_{m2} = W_m ,$$

$$\frac{1}{2} L_1 I^2 + \frac{1}{2} L_2 I^2 = \frac{1}{2} L I^2 .$$

- Z rovnice je zřejmé, že spojení se chová jako jediná cívka s výslednou indukčností

$$L = L_1 + L_2 .$$

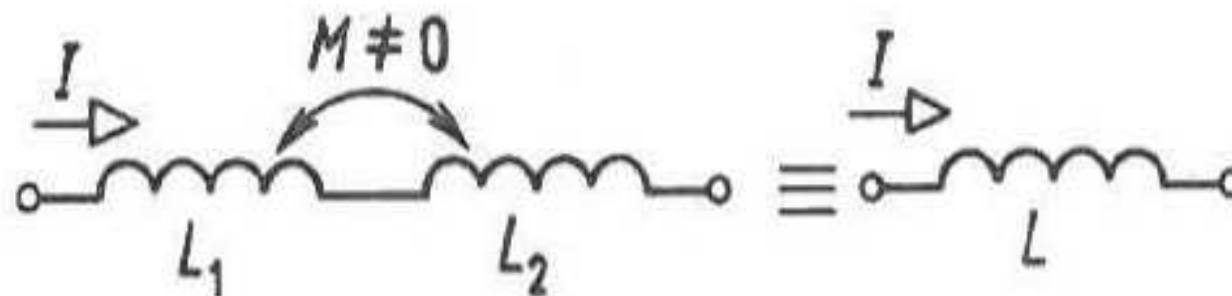
Spojování cívek

- Při spojení n cívek v sérii, bez vzájemné vazby ($M=0$) mezi žádnou dvojicí, je výsledná indukčnost spojení dána vztahem:

$$L = \sum L_k \quad \text{pro } k = 1 \text{ až } n$$

- Při sériovém spojení dvou cívek s vlastními indukčnostmi L_1 a L_2 vázaných vzájemnou indukčností M vznikají následující možnosti:
 - a) magnetické pole obou cívek se sčítají a pro energii jejich magnetických polí platí (obr.2).

Spojování cívek



Obr.2 – Sériové spojení cívek se vzájemnou indukčností

$$W_{m1} + W_{m2} = W_m ,$$

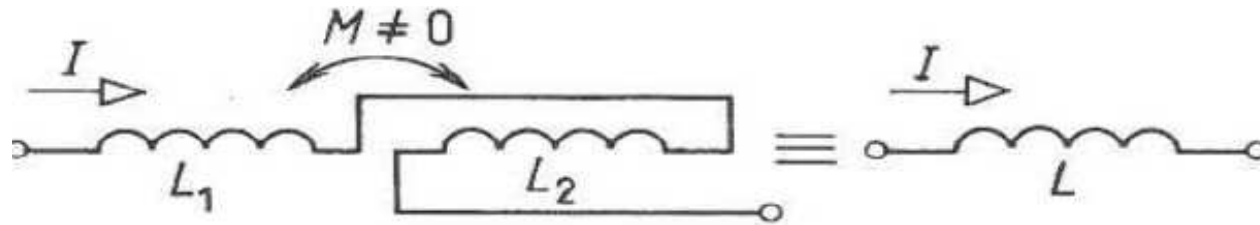
$$\frac{1}{2} L_1 I^2 + \frac{1}{2} M I^2 + \frac{1}{2} L_2 I^2 + \frac{1}{2} M I^2 = \frac{1}{2} L I^2 .$$

Po úpravě dostaneme

$$L = L_1 + L_2 + 2M .$$

Spojování cívek

- b) magnetická pole obou cívek působí proti sobě, odečítají se, a pro energii jejich magnetických polí platí (obr. 3).



Obr.3 – Sériové spojení cívek se vzájemnou indukčností

$$W_{m1} + W_{m2} = W_m ,$$

$$\frac{1}{2} L_1 I^2 - \frac{1}{2} M I^2 + \frac{1}{2} L_2 I^2 - \frac{1}{2} M I^2 = \frac{1}{2} L I^2 .$$

Po úpravě dostaneme:

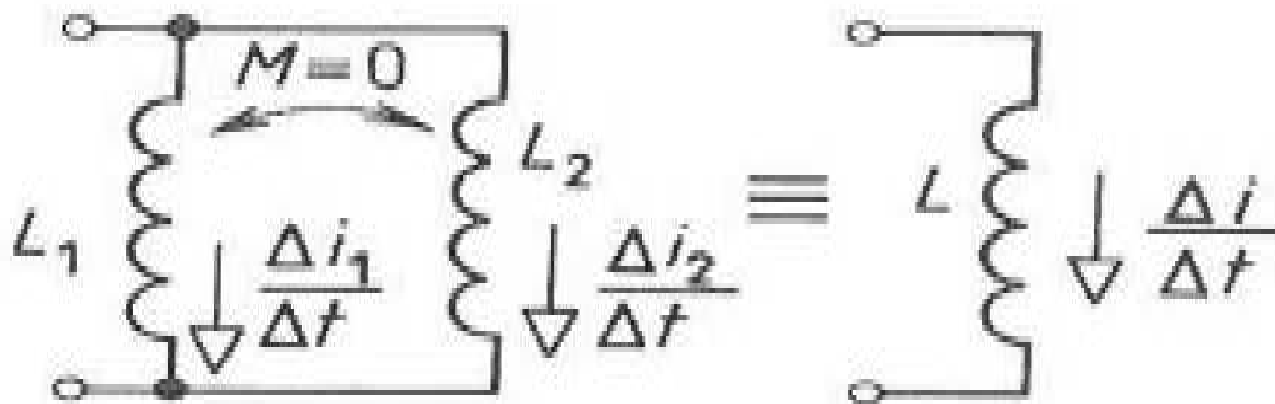
$$L = L_1 + L_2 - 2M .$$

Spojování cívek

Spojení paralelní – vedle sebe

- Mějme dvě cívky zapojené sebe. Po připojení cívek ke stejnosměrnému zdroji se rozdělí proud činného odporu cívek, nikoli podle jejich indukčností. Energie magnetického pole je podle tohoto rozdělení různá. Nelze tedy stanovit výslednou indukčnost paralelního spojení cívek jen z hodnot jejich indukčností.
- Rozdělení proudu do jednotlivých cívek závisí při střídavých proudech na jejich indukčnostech. Úbytky napětí na činných odporech cívek jsou zanedbatelné vzhledem k indukovaným napětím u . Na paralelně spojených cívkách je napětí stejné a za předpokladu, že cívky nejsou vázány vzájemnými indukčnostmi (obr. 4), platí

Spojování cívek



Obr. 4 - paralelní spojení cívek bez vzájemné indukčnosti

$$u = L_1 \frac{\Delta i_1}{\Delta t}, \quad u = L_2 \frac{\Delta i_2}{\Delta t}, \quad u = L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

kde: L je indukčnost,
 i – celkový proud paralelně spojených cívek.

Spojování cívek

Pro časové změny platí

$$\Delta i / \Delta t = \Delta i_1 / \Delta t + \Delta i_2 / \Delta t ,$$

A tedy

$$u / L = u / L_1 + u / L_2 ,$$

$$1 / L = 1 / L_1 + 1 / L_2 , \quad L = L_1 L_2 / (L_1 + L_2) .$$

Spojování cívek

- Při paralelním spojení dvou cívek vázaných vzájemnou indukčností M platí pro případ, že
a) magnetická pole cívek působí souhlasně

$$\mathbf{1/L = 1/ (L_1 + M) + 1/(L_2 + M) .}$$

- b) magnetická pole obou cívek působí nesouhlasně

$$\mathbf{1/L = 1/ (L_1 - M) + 1/(L_2 - M) .}$$

ZDROJE:

- BLAHOVEC, Antonín. *Elektrotechnika I.* 5., nezměn. vyd. Praha: Informatorium, 2005, 191 s. ISBN 80-733-3043-1.