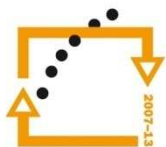




MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



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:** Vlastní indukčnost

**Autor:** Ing. Radovan Hartmann

**Číslo:** VY\_32\_INOVACE\_44-16

**Anotace:** Materiál je určen pro 2. ročníky SPŠ obor strojírenství. Jedná se o výkladovou prezentaci k problematice vlastní indukčnosti.

**Srpen 2013**

# Vlastní indukčnost

- V obvodu, kterým prochází časově proměnný elektrický proud, se v jeho okolí mění magnetické pole. Magnetický tok je funkcí času. Změnou magnetického toku se v obvodu indukuje napětí podle indukčního zákona:

$$u = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} .$$

- Pro část okolí, které není feromagnetické, jímž prochází magnetický tok, platí Hopkinsonův zákon. Magnetický tok je přímo úměrný budicímu proudu podle vztahu:

$$\Phi = G_m NI .$$

# Vlastní indukčnost

- Časové změně budicího proudu odpovídá časová změna magnetického toku:

$$\Delta\Phi = G_m N \Delta i.$$

- V cívce s  $N$  závity (obr. 1) se indukuje v každém jejím závitu napětí:

$$u = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = G_m N \frac{\Delta i}{\Delta t}.$$

- V celé cívce se indukuje napětí

$$u = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N^2 G_m \frac{\Delta i}{\Delta t} = L \frac{\Delta i}{\Delta t}.$$

# Vlastní indukčnost

- Pro výraz  $N^2 G_m$ , je zavedena konstanta  $L$ , která se nazývá vlastní indukčností cívky

$$L = N^2 G_m = \frac{N^2}{R_m} = N^2 \mu_0 \mu_r \frac{S}{l}.$$

- Pro cívku, která tvoří část magnetického obvodu, platí rovněž Hopkinsonův zákon:

$$\Phi = G_m N I.$$

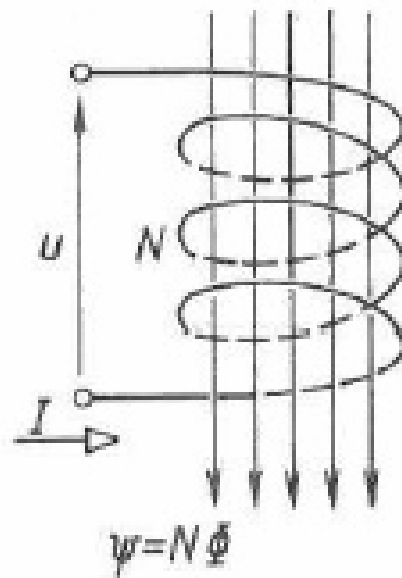
- Po vynásobení rovnice počtem závitů  $N$  dostáváme:

$$\Psi = N \Phi = G_m N^2 I.$$

- Z toho dostaneme:

$$L = \Psi / I = N \cdot \Phi / I$$

# Vlastní indukčnost



Obr. 1 – Vlastní indukčnost cívky

# Vlastní indukčnost

- Vlastní indukčnost cívky je konstanta úměrnosti mezi
  - napětím indukovaným na svorkách cívky a časovou změnou proudu cívky (dynamická definice).
  - magnetickým spřažením cívky a proudem cívky (statická definice). Vlastní indukčnost je definována dynamicky a staticky.

# Vlastní indukčnost

- Vlastní indukčnost je dynamicky definována napětím  $u$  indukovaným v cívce při jednotkové rychlosti změny proudu  $\Delta i/\Delta t$ . Vlastní indukčnost lze vyjádřit vztahem:

$$L = \frac{u}{\frac{\Delta i}{\Delta t}} .$$

- Vlivem časové změny proudu cívky se rovněž mění magnetický tok v cívce. Na svorkách cívky se indukuje napětí vlastní indukce. Je vyjádřeno vztahy:

$$u = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} , \quad u = L \frac{\Delta i}{\Delta t} .$$

# Vlastní indukčnost

- Vlastní indukčnost cívky závisí na provedení cívky. Vypočte se podle vztahu:

$$L = N^2 G_m = \frac{N^2}{R_m} = N^2 \mu_0 \mu_r \frac{S}{l},$$

- kde  $\mu$ , je poměrná permeabilita jádra cívky. Uvedený vztah používáme pro ideální případy. Při praktických výpočtech, kde obvykle nemůžeme určit velikost magnetického odporu, se používají empirické vzorce. V neferomagnetických prostředích je vlastní indukčnost cívky konstantní, nezávislá na budícím proudu. Cívka s jádrem z feromagnetického materiálu má značně větší indukčnost proti indukčnosti stejné cívky s jádrem neferomagnetickým neboť má malý magnetický odpor.

# Vlastní indukčnost

- Cívka s feromagnetickým jádrem nemá konstantní indukčnost, neboť poměrná permeabilita feromagnetického materiálu je závislá na intenzitě magnetického pole, a tedy na budícím proudu cívky. Tím je indukčnost cívky závislá na proudu. Voltampérová charakteristika cívky má nelineární průběh, který je blízký průběhu magnetizační křivky. Voltampérová charakteristika cívky se může částečně linearizovat vzduchovou mezerou. Magnetický obvod se potom skládá ze sériově zapojené části z feromagnetického materiálu, jejíž délka střední indukční čáry je  $l$ , a vzduchové mezery délky  $l_v$ . Magnetický odpor obvodu je dán vztahem:

$$R_m = \frac{l_v}{\mu_0 S} + \frac{l_1}{\mu_0 \mu_r S} = \frac{1}{\mu_0 S} \left( l_v + \frac{l_1}{\mu_r} \right).$$

# Vlastní indukčnost

- Při návrhu cívek s jádrem z transformátorových plechů, které mají poměrnou permeabilitu řádově  $10^3$ , lze při výpočtu zanedbat magnetický odpor části z transformátorových plechů vzhledem k magnetickému odporu vzduchové mezery. Indukčnost cívky počítáme ze vztahu:

$$L = \frac{N^2}{R_{mv}} = N^2 \frac{\mu_0 S}{l_v}.$$

- Omezíme tak nelineárnost indukčnosti cívek s jádrem z feromagnetického materiálu. Čím více převládá magnetický odpor vzduchové mezery nad magnetickým odporem feromagnetické části, tím je hodnota indukčnosti stálejší.

## ZDROJE:

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