



**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: Indukční zákon

Autor: Ing. Radovan Hartmann

Číslo: VY_32_INOVACE_44-15

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

Srpen 2013

Indukční zákon

- Po objevu Oerstedově, který v roce 1819 dokázal, že kolem vodiče, kterým prochází elektrický proud, vzniká magnetické pole, byl hledán i jev opačný. Fyzik Faraday konal řadu pokusů, jimiž chtěl dokázat souvislost elektrických a magnetických dějů. Hledal důkazy, za jakých podmínek může být magnetické pole příčinou elektrického proudu a zjistil, že časovými změnami magnetického pole, které svými indukčními čarami obepíná vodič, vzniká ve vodiči elektrické napětí.

Indukční zákon

- Časové změny magnetického pole mohou být způsobeny jeho vznikem nebo zánikem, zesílením nebo zeslabením. Mezi dvěma body vodiče se indukuje napětí. Při uzavřeném vodiči se změnou magnetického pole indukuje pole elektrické, které uvede do pohybu volné elektrony vodiče. Projde-li průřezem vodiče za dobu Δt celkový náboj ΔQ , potom prochází obvodem proud i pro který platí:

$$i = \Delta Q / \Delta t$$

Indukční zákon

- Tvoří-li proud uzavřenou smyčku, indukuje se v ní elektrický proud. Popsaný jev se nazývá **elektromagnetickou indukci**.
- Elektromagnetická indukce je doposud nejvýkonnější a nejrozšířenější způsob získávání elektrické energie.
- Všechny případy elektromagnetické indukce lze vyjádřit indukčním zákonem:

Indukční zákon

- Časovou změnou magnetického toku $\Delta\Phi/\Delta t$ spřaženého s vodivou smyčkou se ve smyčce indukuje elektrické napětí u .
- Smysl indukovaného napětí ve smyčce je takový aby jím vyvolaný indukovaný proud působil svým magnetickým polem proti změně magnetického pole, které ho vyvolalo.

Indukční zákon

- Toto je tzv. Lenzův zákon, který vyplývá z principu zachování energie. Tvoří-li smyčka jeden závit, potom je elektromagnetické napětí dáno vztahem:

$$e = - \Delta\Phi/\Delta t$$

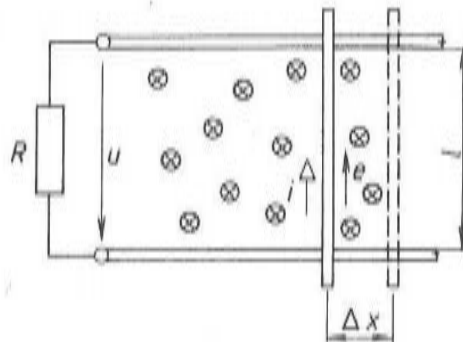
- Pro indukované napětí platí: $u = -e = \Delta\Phi/\Delta t$
- Pokud má cívka N závitů, potom za předpokladu že všemi závity prochází stejný magnetický tok platí pro indukované napětí u vztah:

$$u = -e = N \cdot \Delta\Phi/\Delta t$$

- Pro cívku zavádíme pojem magnetické spřažení cívky. Je dáno součinem počtu závitů a magnetického toku, značíme ho Ψ . Potom tedy je: $\Psi = N \cdot \Phi$
- a pro změnu můžeme psát $\Delta\Psi = N \cdot \Delta\Phi$

Indukční zákon

- Indukované napětí v závitech cívky se rovná časové změně magnetického spřažení. Napětí se indukuje vždy s časovou změnou magnetického toku, indukovaný proud vznikne pouze tehdy je-li obvod uzavřen.
- Vznik pohybového napětí budeme sledovat na obr. 1.



Obr. 1. - Indukované pohybové napětí

Indukční zákon

- Po dvou rovnoběžných, na jednom konci vodivě spojených vodičích se pohybuje vodič délky l naznačeným směrem. Dva rovnoběžné vodiče s vodičem délky l tvoří smyčku. Kolmo k rovině této smyčky je stále magnetické pole s magnetickou indukcí B .
- Ke stanovení pohybového indukovaného napětí použijeme indukční zákon a jeho zápis v obecném tvaru:

$$\mathbf{u} = \Delta\Phi/\Delta t$$

- Při pohybu vodiče za dobu Δt o vzdálenost Δx se zvětší plocha o $\Delta S = l \Delta x$. Magnetický spřažený tok s touto smyčkou se změní o

$$\Delta\Phi = B \Delta S = Bl \Delta x.$$

Indukční zákon

- Po dosazení do obecného tvaru indukčního zákona dostaneme vztah pro indukované napětí:

$$u = \Delta\Phi/\Delta t = B.l. \Delta x/\Delta t = B.l.v$$

- Jsou-li směry veličin, tzn. Magnetické indukce B , délky pohybujícího se vodiče l a rychlosti pohybu v , navzájem k sobě kolmé, pak směrem indukovaného napětí u a směr indukovaného proudu i stanovíme pravidlem pravé ruky:
- *Pravou ruku vložíme do pole tak, aby indukční čáry vstupovaly do dlaně, palec ukazoval směr pohybu, pak natažené prsty udávají směr indukovaného elektrického napětí e a směr indukovaného proudu i .*

Indukční zákon

- Lze konstatovat, že napětí se v elektrických obvodech indukuje dvěma způsoby:
 - a) časovou změnou magnetického toku spráženého s uzavřenou smyčkou.
 - b) pohybem vodiče v magnetickém poli.
- Indukční zákon je jeden z nejdůležitějších zákonů elektrotechniky a tvoří fyzikální základ velkého množství důležitých elektrických zařízení, jež slouží k výrobě a hospodárnému přenosu elektrické energie (transformátor, generátor, elektromotor).

ZDROJE:

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