

# 18) Nestacionárního magnetické pole

- Mag. pole popisuje magnetická indukce ( $B \rightarrow$ ) – vektorová veličina
- Vektor  $B$  nemá v určitém místě stálou velikost a směr

**Nestacionárního magnetické pole = pole jehož indukce ( $B \rightarrow$ ) se v závislosti na čase mění**

*Statické: v poli se nic nehýbe*

*Stacionární:  $B \rightarrow$  se mění s časem*

*Nestacionární:  $B \rightarrow$  je časově proměnné*

- Zdroje:
  - nepohybující se vodič s časově proměnným proudem
  - pohybující se vodič s proudem
  - pohybující se magnet (elektromagnet)

## ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE

- **Elektromagnetická indukce = vznik indukovaného el. pole vyvolaný nestacionárním mag. polem**  
*indukované = uměle vytvořené*
- Na koncích cívky vzniká při tomto jevu indukované elektromotorické napětí  $U_i$  a uzavřeným obvodem prochází indukovaný elektrický proud  $I_i$   
*Připojíme-li k cívce voltmetr a budeme-li pohybovat magnetem v blízkosti cívky, Změříme na voltmetru indukované napětí. Napětí bude kladné nebo záporné podle směru, kterým pohybuje magnetem.*
- Využití: Vaření na indukčních kamnech

## MAGNETICKÝ INDUKČNÍ TOK ( $\phi$ )

- Skalární veličina
- Vyjadřuje **souhrnný tok elektromagnetické indukce procházející určitou plochou**
- Pokud máme homogenní magnetické pole a v něm rovinnou plochu o obsahu  $S$  a v magnetickém poli je magnetická indukce  $B$ , pak magnetický indukční tok je dán:

$$\phi = B \cdot S \quad \phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$$

$$[\phi] = \text{Wb (weber)}$$

$\phi$	magnetický indukční tok
$B$	magnetická indukce
$S$	plocha pole
$n$	normála k ploše $S$
$\cos\alpha$	úhel, který svírá normála s vektorem $B$
$\alpha = 0^\circ$	$\phi = \phi_{\text{MAX}} = B \cdot S \rightarrow$ plocha kolmá k vektoru $B$
$\alpha = 90^\circ$	$\phi = \phi_{\text{MIN}} = 0 \rightarrow$ indukční čáry s plochou rovnoběžné

## FARADAYŮV ZÁKON ELEKTROMAGNETICKÉ INDUKCE

- Faraday se snažil přeměnit magnetismus v elektřinu
- Zjistil, že **k indukci elektromotorického napětí dochází jen při časové změně magnetického indukčního toku**
- Zobecnění jeho experimentů – Faradayův zákon elektromagnetické indukce:

$$U_i = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

- Mínus ve vzorci vysvětluje Lenzův zákon

## LENZŮV ZÁKON

- **Indukovaný proud** v uzavřeném obvodu **působí** svým magnetickým polem **proti změně magnetického indukčního toku, která ho vyvolala** (příčina)  
*snaha zabránit změnám*
- Určuje směr indukovaného proudu, který vzniká v cívce při elektromagnetické indukci
  - $\Delta\phi > 0$ : indukované napětí má takovou polaritu, že indukovaný proud vytváří mag. pole s opačným směrem indukčních čar
  - $\Delta\phi < 0$ : indukované napětí má takovou polaritu, že indukovaný proud vytváří mag. pole se stejným směrem indukčních čar
- Indukované proudy vznikají v cívkách, ale i v masivních vodičích (plechy, desky, hranoly), které jsou v nestacionárním magnetickém poli, nebo se pohybují ve stacionárním mag. poli = FOUCAULTOVY [fukótovy] VÍŘIVÉ PROUDY
- Využití vířivých proudů:
  - Indukční vařič (proudy ohřívají materiál)
  - Indukční brzda (tramvaje, lokomotivy)
  - Indukční nabíjení (bezdrátové)

$$I_i = \frac{U_i}{R}$$

## VLASTNÍ INDUKCE

= Indukované elektrické pole vzniká ve vodiči i při změnách magnetického pole, které vytváří proud procházející vlastním vodičem

- Parametr cívky: L

$$\phi = LI \quad U_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

L indukčnost cívky [L] = H [henry]

- 1) Pustím proud I
- 2) Kolem cívek vzniká mag. pole
- 3) Cívky se nachází v nestacionárním mag. poli
- 4) Cívky si vytvoří podmínky, že se na nich bude indukovat napětí
- 5) Indukované napětí má opačnou polaritu než zdroj (Lenzův zákon)
- 6) Cívky se snaží zabránit změnám
- 7) Pere se napětí zdroje s indukovaným napětím (mající opačnou polaritu na cívkách)
- 8) Něž zdroj přepere indukované napětí → žárovka se rozsvítí se zpožděním

## PŘECHODNÝ DĚJ

- Děj, ke kterému dochází při spojení nebo rozpojení el. obvodu
- **Děje po sepnutí obvodu**
  - $U_i$  záporné (opačné polarity) oproti napětí zdroje (Lenzův zákon – snaha zabránit změnám)
- **Průběh**
  - Ustálená hodnota proudu
  - Indukované napětí zaniká (konstantní nulová funkce)
- **Děje při rozpojení obvodu**
  - Rychlé oproti sepnutí
  - Vzniká indukované napětí stejné polarity (snaha zabránit změnám), jako má zdroj, ale značně větší velikosti
  - Proud nakonec zaniká
- Přechodný děj v praxi:
  - Vznik jiskrového výboje v místě přerušení mezi kontakty vypínače (ochrana u obvodu s cívkou: použití kondenzátoru)
  - Pokles hlasitosti přehrávače v automobilu při jeho startování

## ENERGIE MAGNETICKÉHO POLE CÍVKY

- Pro energii vytvořeného magnetického pole cívky platí:

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$