

4.5.9 Vznik střídavého proudu

Předpoklady: 4508

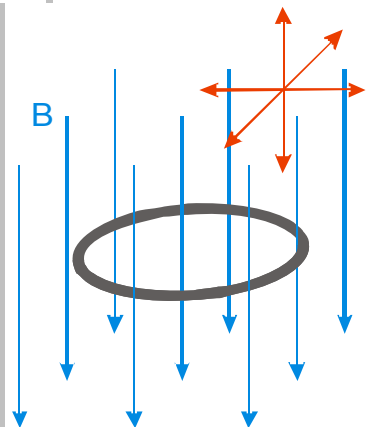
Př. 1: V prostorově neohrazeném homogenním magnetickém poli se svislými indukčními čarami je umístěna vodorovná vodivá smyčka.

- Jakým způsobem můžeme smyčkou v poli pohybovat, aby v něm nevznikal elektrický proud?
- Jakým způsobem musíme smyčkou v poli pohybovat, aby v něm vznikl elektrický proud?

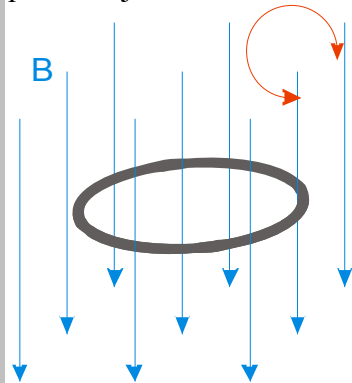
Ve vodivé smyčce se bude indukovat elektrický proud, pokud se v ní bude v čase měnit magnetický indukční tok („počet indukčních čar, které smyčkou procházejí“).

a) Můžeme smyčkou pohybovat libovolným způsobem, při kterém se nebude měnit počet indukčních čar, které přes ní procházejí \Rightarrow můžeme se smyčkou pohybovat:

- vodorovně v libovolném směru
- svisle
- šikmo v libovolném směru, pokud se nezmění vodorovná orientace smyčky



b) Musíme smyčkou pohybovat tak, aby se změnil počet indukčních čar, které přes ni procházejí \Rightarrow musíme změnit její vodorovnou orientaci \Rightarrow stačí s ní libovolně otočit



V minulé hodině jsme si říkali, že při změně magnetického pole se v cívce indukuje elektrické

napětí $U_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Tímto způsobem můžeme vyrábět v cívkách elektřinu, kterou potřebujeme.

Pokud chceme vyrobit hodně elektřiny, musíme zajistit velké změny magnetického toku v cívkách. Jaké jsou možnosti?

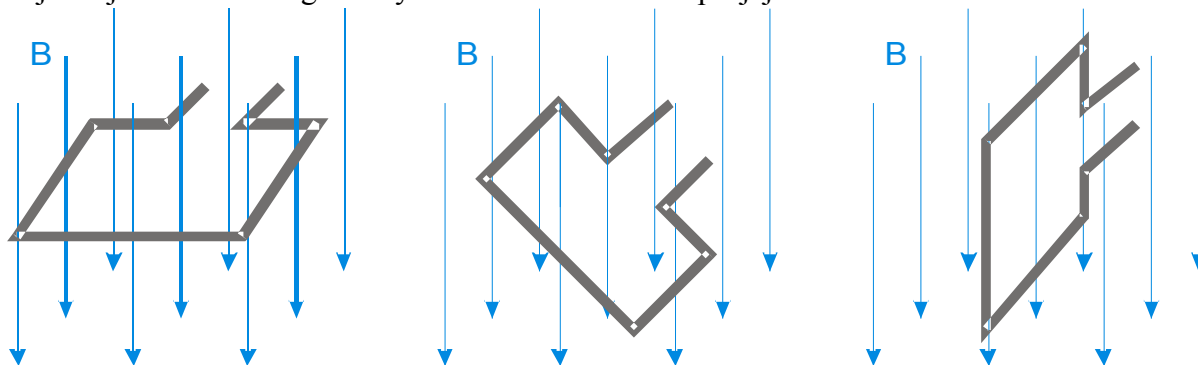
- velmi silné magnety

- rychlý pohyb těchto magnetů v okolí cívky

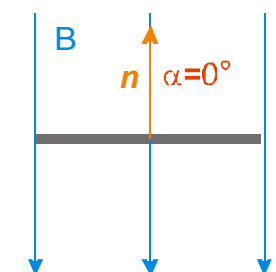
Problém: zandavání a vyndavání magnetu z cívky není technicky zrovna jednoduchá záležitost

Řešení (viz. předchozí příklad): změnu magnetického indukčního toku v závitě cívky zajistím tím, že s ní budeme otáčet (strojů, které vytvářejí otáčivý je řada)

Sledujme jak se mění magnetický indukční tok závitě při jejím otáčení.

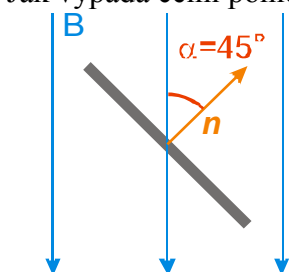


Jak vypadá čelní pohled?



největší hodnota Φ

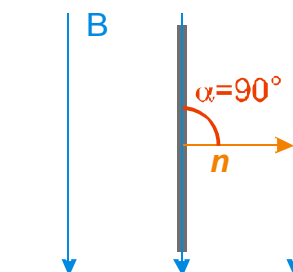
$$\Phi = BS \cos 90^\circ = BS \cdot 1 = BS$$



střední hodnota Φ

Zkusíme vzorec: $\Phi = BS \cos \alpha$

$$\Phi = BS \cos 45^\circ = \frac{BS \cdot \sqrt{2}}{2}$$



nulová hodnota Φ

$$\Phi = BS \cos 00^\circ = BS \cdot 0 = 0$$

Pro závit, který se otáčí v homogenním magnetickém poli tedy platí $\Phi = BS \cos \alpha$, kde α je okamžitá hodnota úhlu, který svírá normálový vektor roviny závitě s indukčními čarami magnetického pole.

závit se točí $\Rightarrow \alpha$ se mění

pokud se závit točí rovnoměrně s konstantní úhlovou rychlostí ω platí:

$\alpha = \omega \cdot t \Rightarrow \Phi = BS \cos(\omega t) \Rightarrow$ hodnota Φ se neustále mění stejně jako se mění hodnoty funkce $\cos(\omega t)$ součin BS pak udává pouze výšku této kosinusovky (protože se neustále mění velikost Φ bude se v závitě neustále indukovat napětí)

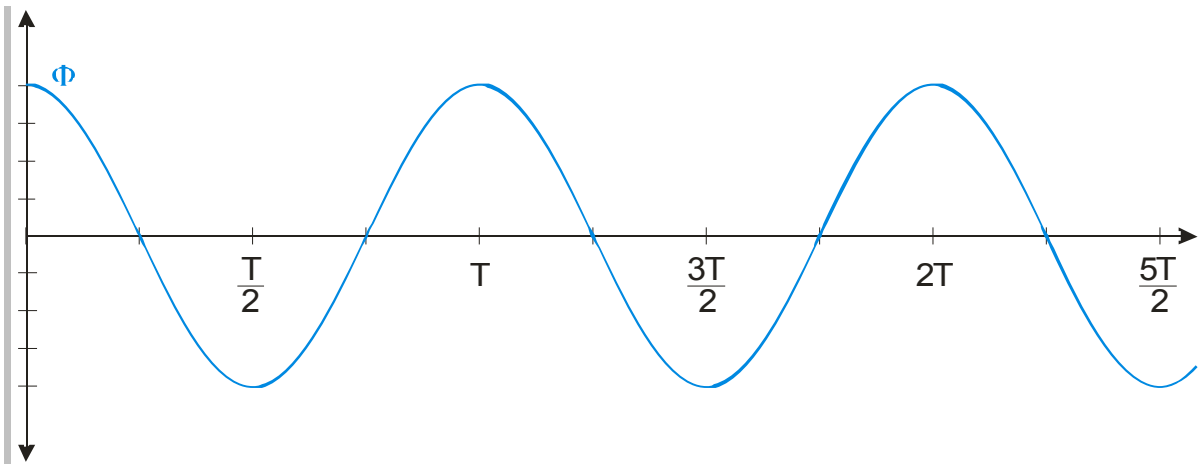
Př. 2: Magnetický indukční tok v otáčejícím se závitě je dán vztahem $\Phi = BS \cos(\omega t)$.

Nakresli graf závislosti Φ na čase. Do grafu poté dokresli křivku, která udává závislost

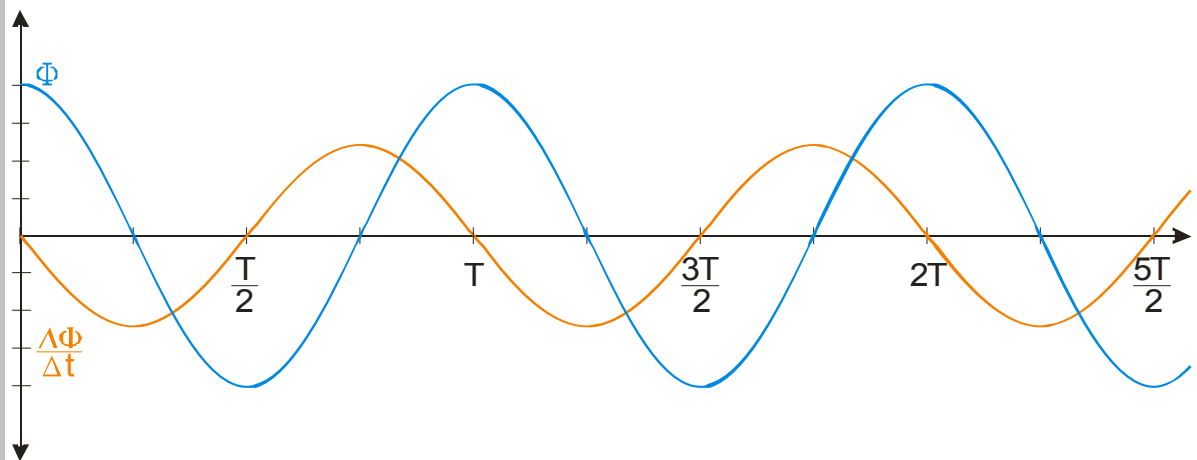
$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ na čase, a pak křivku udávající časovou závislost indukovaného napětí

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

časový průběh magnetického indukčního toku cívkou

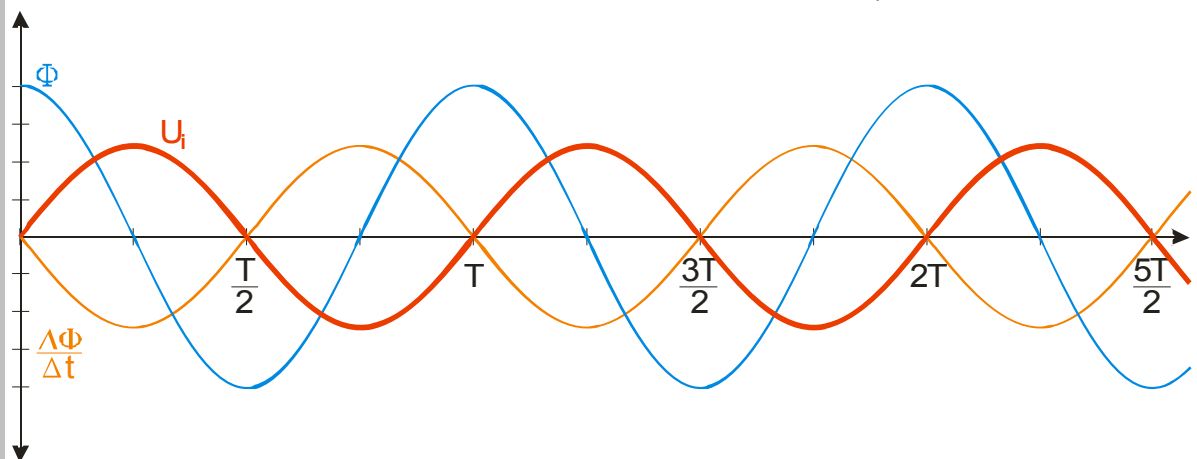


křivka udávající časovou závislost $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ je dána jako změna modré křivky v čase



Například mezi časem 0 a $\frac{T}{4}$ hodnoty Φ nejdříve pomalu potom čím dále rychleji klesají a proto jsou hodnoty $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ čím dál menší záporná čísla (záporná čísla s čím dál větší absolutní hodnotou). Podobně získáme graf pro další intervaly. Zdá se, že grafem funkce $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ je obrácená sinusoida.

křivka udávající časovou závislost indukovaného napětí $U_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$



Naindukované napětí se liší od časové změny indukčního toku pouze znaménkem, stačí křivku převrátit podle osy t .

Křivka má tvar sinusoidy.

Pedagogická poznámka: Předchozí příklad předpokládá, že studenti v první ročníku zvládli kreslení grafické derivace jednoduchých křivek. Jinak řešení příklad nekontrolujeme najednou, ale po jednotlivých křivkách, studenti je samozřejmě kreslí do jednoho obrázku.

Podobně můžeme provést výpočet indukovaného napětí:

$$\Phi = BS \cos(\omega t)$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -BS \omega \sin(\omega t) \quad (\text{zatím nevím, jak se to počítá. Musíme počkat do čtvrtého ročníku})$$

$U_i = BS \omega \sin(\omega t)$ - funkce, která udává okamžitou velikost napětí indukovaného v otáčejícím se závitě.

Hodnota tohoto napětí se neustále mění, takové napětí se nazývá **střídavé napětí**. A přesně tento druh napětí máme v zásuvkách.

Jedna perioda se rovná padesátině sekundy, frekvence je tedy 50 Hz.

Př. 3: Generátory střídavého proudu v elektrárnách (alternátory) se všechny otáčejí s konstantní úhlovou rychlostí 3000 otáček za minutu. Vysvětli.

Frekvence indukovaného napětí se rovná frekvenci otáčení cívky, ve které se napětí indukuje
⇒ turbíny by se měly otáčet s frekvencí 50 Hz.

$$\text{Ověříme: } \omega = \frac{3000 \text{ ot}}{1 \text{ min}} = \frac{3000 \text{ ot}}{60 \text{ s}} = \frac{50 \text{ ot}}{1 \text{ s}} = 50 \text{ Hz}$$

Úhlová rychlost otáčení generátorů v elektrárnách je dána frekvencí sítě a musí být 3000 otáček za minutu.

Shrnutí: Elektrická energie v elektrárnách se vyrábí otáčením cívek v magnetickém poli, časový průběh naindukovaného napětí má tvar sinusoidy a říkáme mu střídavé.