

Kufřík elektromotory

Obj. číslo 4190109



OBSAH

Elektromagnetická indukce. Princip elektromagnetické výroby elektrického proudu (7.3.)
Vzájemná indukce. Lenzův zákon. Koeficienty vzájemné indukce (6.7.)
Střídavé a stejnosměrné elektromagnety (7.5.)
Princip alternátoru s pohyblivým induktorem (7.6.)
Alternátory a dynama s pevným induktorem (7.7.)
Motor na stejnosměrný proud s pevným magnetem (7.9.)
Motory na stejnosměrný proud sériové a derivační (7.10.)

DEFINICE

Faradayův zákon: V elektrickém okruhu (ve smyčce) bude existovat indukovaná elektromotorická síla EMS, když se celkový magnetický tok mění v čase.

Lenzův zákon: Elektromotorické napětí EMS indukované v okruhu má takový směr, který v něm uvádí do pohybu proud působící proti změnám toku, které jsou jeho příčinou.

CÍLE

Poznání elektromagnetických *indukčních jevů* a jejich aplikace.
Dodržování jevů *vzájemné indukce* a zásad, kterými se řídí. Používání těchto zásad při sestavování základního transformátoru.
Znalost zásad, na kterých jsou založeny elektromagnetické generátory jak stejnosměrného, tak střídavého proudu.
Prostudování různých typů elektromagnetických generátorů podle jejich konstrukce.

DOSAVIDNÍ ZNALOSTI

Změnou magnetického pole, které prochází vodičem, se vytvoří elektromotorická síla EMS, indukovaná ve vodiči. To je princip přeměny (transformace) mechanické energie na energii elektrickou. Na tomto principu je založené fungování generátorů a transformátorů.

Tuto změnu lze vyvolat posunutím magnetu jako při prvním pokusu, změnou pole vytvořeného při střídavém proudu jako při druhém pokusu, nebo posunem vodiče jako při třetím pokusu.

Indukované elektromotorické napětí EMS má směr, jehož účinky působí proti změnám indukčního toku, které jsou jeho příčinou. Toto elektromotorické napětí závisí na počtu závitů cívky, neboť z výše uvedeného vyplývá, že účinky každého závitu téže cívky se sčítají. Opět záleží na rychlosti, s jakou dochází ke změnám toku. Hodnotu můžeme vypočítat jako:

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Transformátor je založen na skutečnosti, že pokud jsou dvě cívky magneticky spojené, toto způsobí, že co se děje v jedné cívce má vliv i na druhou cívku. Když v jedné probíhá střídavý proud (primární), způsobí změny toku, které přejdou na druhou (sekundární) a tím zde vzniká indukované elektromotorické napětí EMS. Pokud je sekundární okruh uzavřený, proudí jím střídavý proud (jelikož je úměrný indukovanému elektromotorickému napětí EMS), který následně vytvoří indukované elektromotorické napětí EMS na druhé cívce a naopak. Hodnota indukovaného elektromotorického napětí EMS závisí na toku jedné cívky, který může protnout druhou cívku a naopak.

Tok, který vyvolává jedna cívka na druhé, magneticky spřažené, je úměrný proudu protékajícím první cívku a vzájemné vazbě, kterou mají

$$d\Phi_2 = M_{12} \cdot dI_1 \quad \text{a} \quad d\Phi_1 = M_{21} \cdot dI_2$$

Koeficient vzájemné indukce (M) je roven koeficientu vzájemné indukce první cívky s druhou (M_{12}) a koeficientu druhé cívky s první (M_{21}). To souvisí s indukčností každé cívky a se spojovacím koeficientem (k).

Již bylo řečeno, že indukované elektromotorické napětí EMS je úměrné přerušnému toku. Pokud se závit otáčí uvnitř magnetického pole, bude se tok měnit sinusově a indukované elektromotorické napětí EMS bude proto sinusové

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = Em \cdot \sin(\omega t)$$

Získané napětí se shromažďuje ve sběracích kroužcích, které nám poskytnou střídavý nebo stejnosměrný pulzní proud, v závislosti na jejich uspořádání.

Tok, který se má snížit, může vycházet z magnetů (magnety střídavého a stejnosměrného proudu), elektromagnetu, nebo cívky, kterou prochází stejnosměrný proud (alternátory, nebo dynamo s pevným induktorem), nebo to může být cívka se stejnosměrným proudem, která je v pohybu a vyvolává napětí v druhé pevné cívice (alternátor s pevným induktorem).

Některá zařízení, použitá k přeměně mechanické energie na energii elektrickou, mohou být použita naopak k přeměně elektrické energie na energii mechanickou. Všimněte si, že když vodičem protéká elektrická energie, vytváří se magnetické pole. Když se toto magnetické pole nachází v pásmu vlivu druhého magnetického pole, budou se vzájemně přitahovat nebo odpuzovat, jako by se jednalo o dva magnety. Pokud se může vodič volně pohybovat, bude tak činit ve směru daném zmíněným přitahováním, nebo odpuzováním. Na tomto tak jednoduchém principu jsou založeny základní motory na stejnosměrný a střídavý proud.

Stejně jako je tomu v případě generátorů, magnetická pole mohou pocházet z magnetů (motor de stejnosměrný proud s pevným magnetem), nebo také z cívek (motory na stejnosměrný proud se sériovými nebo derivačními cívkami).

OPATŘENÍ

Jelikož je motor použitý při pokusu ten nejjednodušší a má pouze dva póly, je velmi pravděpodobné, že za daných podmínek se po přivedení napětí nebude pohybovat a budete mu muset pomoci rukou.

K dosažení správného výsledku pokusů je žádoucí mít motory v perfektním stavu a zajistit, aby byly hřídele dobře promazané a kolektory čisté, bez uhlíkových usazenin.

POZNÁMKY* Generátory:

V průmyslu existují v zásadě dva typy generátorů, dynamo pro stejnosměrný proud a alternátory pro střídavý proud.

Dynamo se v podstatě skládají z:

1. Pevného induktoru. Elektromagnet určený k vyvolání magnetického toku.
2. Kotvy/rotoru. Vinutí navinuté na válci s drážkami, kde jsou uloženy aktivní vodiče, ve kterých budou při otáčení rotoru vznikat střídavé elektromotorické síly EMS.
3. Systému, který umožňuje upravovat elektromotorické síly EMS a sbírat ze zařízení elektrický proud. Systém zahrnuje kolektor, lamely a kartáčky.

Dynamo byla zásadní ve vývoji elektrotechniky, ale dnes byla téměř zcela nahrazena alternátory s polovodičovými usměrňovači (statické).

Alternátory se běžně skládají z:

1. *Rotoru nebo induktoru.* Pohyblivá válcová konstrukce s indukčním vinutím, které je napájené stejnosměrným proudem, získaným někdy z vnějšího zdroje a někdy z vlastního indukčního napětí, po jeho usměrnění.
2. *Statoru nebo kotvy.* Pevná koaxiální feromagnetická konstrukce s drážkami, ve kterých jsou navinuty aktivní vodiče kotvy. Ty jsou mezi sebou spojeny tak, že tvoří jednofázová nebo mnohofázová vinutí, která napájejí používané okruhy (smyčky), kde při otáčení induktoru vznikají střídavé elektromotorické síly EMS.

Hlavní problém alternátorů spočívá v udržení konstantního indukovaného napětí. Toho se dosáhne střídáním proudu, který induktorem protéká.

Pro výrobu elektrické energie do sítě se používají především dva typy alternátoru. Turbíny vodních elektráren pracují na 75 – 1000 ot. /min.. Pro získání frekvence 50 Hz může být počet pólu kotvy od 6 do 80. Při napětí mezi 3 a 18 KV se výkon pohybuje od 10 do 60 MW. Průměr rotoru může dosahovat až 13 m a výška statoru až 3 m.

V tepelných elektrárnách jak na fosilní, tak štěpná paliva, se používají parní nebo plynové turbíny, které otáčejí turbo alternátory vysokou rychlostí, pouze se dvěma nebo čtyřmi páry pólů v induktoru. Díky setrvačnosti nepřesahuje rotor délku 1,2 m, i když může dosahovat délky 10 m.

***Motory:**

Většina motorů funguje s rotačními zařízeními, tedy jako v případě generátorů mají dvě koaxiální feromagnetické válcové konstrukce, z nichž jedna je pevná (stator) a druhá pohyblivá (rotor), oddělené mezi sebou vzduchovou mezerou.

Motory na stejnosměrný proud. Mají indukční vinutí nebo permanentní magnety, ale umístěné v každém případě ve statoru, kde vytvářejí pevné magnetické pole. K točivému momentu dochází, když je rotor napájen stejnosměrným napětím. Aby byl točivý moment zachován i po otočení, má několik cívek, postupně napájených kolektorem prostřednictvím lamel.

Motory na střídavý proud. Většina těchto motorů má točivé pole a jsou vybaveny indukčním vinutím umístěným ve statoru. Jsou třífázové a napájené o frekvenci distribuční sítě. Vinutí generuje rotační pole na okraji vzduchové mezery. Existují dvě třídy, synchronní motory, ve kterých je vinutí rotoru poháněno stejnosměrným proudem a asynchronní motory, ve kterých je vinutí rotoru vícefázové (třífázové nebo „klecové“ vícefázové) a uzavřené při vlastním zkratu.

Univerzální motory. Jsou sériové motory na stejnosměrný proud, které jsou schopné fungovat také na střídavý proud. Používají se u malých domácích elektrospotřebičů.

Různé motory. Existuje celá řada typů elektrických motorů pro speciální použití, z nichž za zmínku stojí: hysterezní motory, krokové motory s permanentními magnety nebo s proměnlivou reluktancí, startovací motory atd., ale především lineární indukční motor.

VÝSLEDKY

Jak je výše vysvětleno, při pohybu magnetu uvnitř cívky se v cívce indukuje napětí, které je úměrné rychlosti, s jakou se magnet pohybuje, a také úměrné počtu závitů cívky.

U dvou magneticky propojených cívek dochází k jevům vzájemné indukce. Změny proudu na první cívce způsobují změny proudu na té druhé a naopak. Tato vzájemná indukce je úměrná samoindukci každé z cívek a spojovacímu koeficientu.

Na jednom magnetu je elektřina generována pohybem v důsledku elektromagnetické indukce na cívce, tak zvané kotvě. Elektromotorická síla EMS, indukovaná v této cívce, je střídavá, ale díky kolektoru a lamelám se může přeměnit na stejnosměrnou.

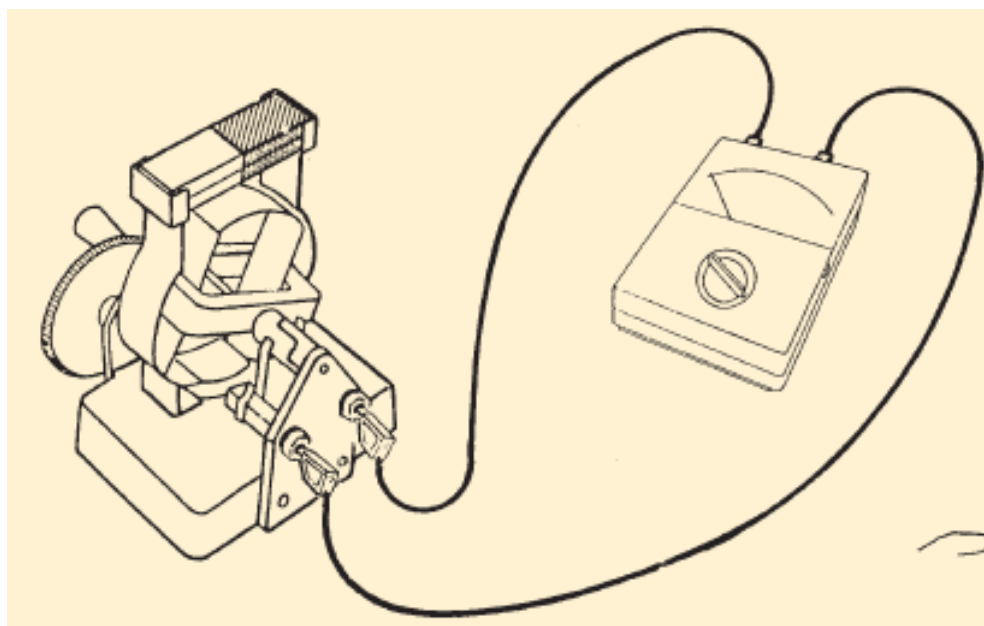
V generátoru, který používá cívku jako induktor, lze vyrábět střídavý proud (alternátor), nebo stejnosměrný proud (dynamo), v závislosti na tom, zda se indukované napětí shromažďuje ve dvou pevných kroužcích, nebo v jednom děleném (lamely) v kolektoru.

Když má generátor pohyblivý induktor a tudíž pevnou kotvu, střídavý proud se generuje v kotvě. Tento střídavý proud může mít vysokou hodnotu.

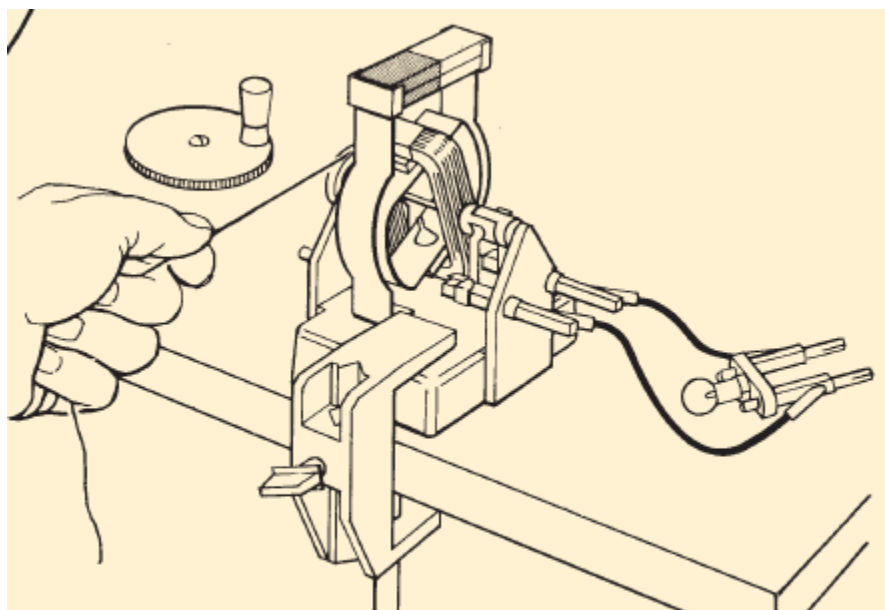
Motor použitý k pokusu, který má pouze jednu cívku v rotoru, má tendenci způsobit, že cívka při působení napětí bude kolmo ke směru pole. Při obráceném napětí se cívka umístí v opačném směru.

Sériový nebo paralelní motor má tu vlastnost, že nezmění svůj směr se změnou polarity zdroje napájení. Je to proto, že současně se změnou zdroje se změní také směr pole.

STŘÍDAVÉ A STEJNOSMĚRNÉ ELEKTROMAGNETY (7.5.)



Obr. 1



Obr. 2

Materiál:

Spojovací kabel 1 m (2)

Magnet (2)

Lampa 3,5 V, E-10

Multimetr

Stojan lampy

Záměr:

Porozumět fungování výukového magnetu.

Teorie:

Magnety jsou elektromagnetické generátory, jejichž induktorem jsou permanentní magnety.

Při otočení v magnetickém poli, vytvořeném magnety, vznikne indukovaná elektromotorická síla EMS, znázorněná jako:

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt} = E_m \sin \omega t$$

s tím, že $E_m = B \cdot S \cdot \omega$ je maximální elektromotorická síla EMS

Generované napětí se shromažďuje v kolektorových (sběrných) kroužcích. Když se tyto kroužky nahradí pouze jedním rozpůleným kroužkem (spínač), polarita se automaticky otočí v okamžiku, kdy se otočí polarita indukovaného napětí. Tímto způsobem je dosaženo stejnosměrného proudu, jehož polarita závisí pouze na směru otáčení závitu.

Realizace:

1. Sestavit opatrně obr. 1 tak, aby póly magnetů situovaných na generátoru zůstaly ve stejném směru.
2. Umístit kartáčky tak, aby každý z nich byl opřený o jeden ze spojitých sběrných kroužků kolektoru.
3. Připojit multimetr na stupnici $\geq 50 \mu A$ stejnosměrného proudu, paralelně s generátorem.
4. Velmi pomalu otáčet cívkou. Sledovat ampérmetr.
5. Změnit stupnici multimetru na $\geq 1,5 mA$ střídavého proudu. Postupně zvýšit rychlost otáčení motoru a sledovat ampérmetr.
6. Odpojit multimetr a na jeho místo dát lampu, jak je uvedeno na obr. 2. Otáčet rotor a sledovat lampu.
7. Odmontovat ozubené kolo generátoru. Potom navinout lanko na setrvačnick a silně zatáhnout, ale zároveň pevně držet motor jednou rukou, nebo ve stolním svěráku.
8. Umístit kartáčky doprostřed kolektoru. Připojit multimetr na stupnici $\geq 1 mA$ stejnosměrného proudu a otáčet motor. Nejdříve v jednom směru a potom v opačném směru.
9. Opakovat bod 6 a připojit lampu ke generátoru.

Výsledky:

1. Ručička ampérmetru se pohybuje vpravo a vlevo od bodu rovnováhy, protože hledá cívkou generovaný střídavý proud.
2. Při změně ampérmetru na stupnici střídavého proudu bude ručička ukazovat stoupající proud podle toho, jak roste rychlost otáčení.
3. Aby se lampa rozsvítila, je třeba dosáhnout velmi vysoké rychlosti otáčení rotoru.
4. Po uložení kartáčů doprostřed kolektoru bude dosaženo stejnosměrného proudu, jehož polarita závisí na směru otáčení rotoru.

Závěry:

Elektrické generátory, jejichž zásady se analyzují při tomto pokusu, sestávají z prvků, jejichž specifické názvy jsou:

Induktor: magnety generátoru

Kotva: vodiče ve formě cívky

Kolektor: Rozpůlený kroužek, nebo dva kroužky připojené ke koncům cívky.

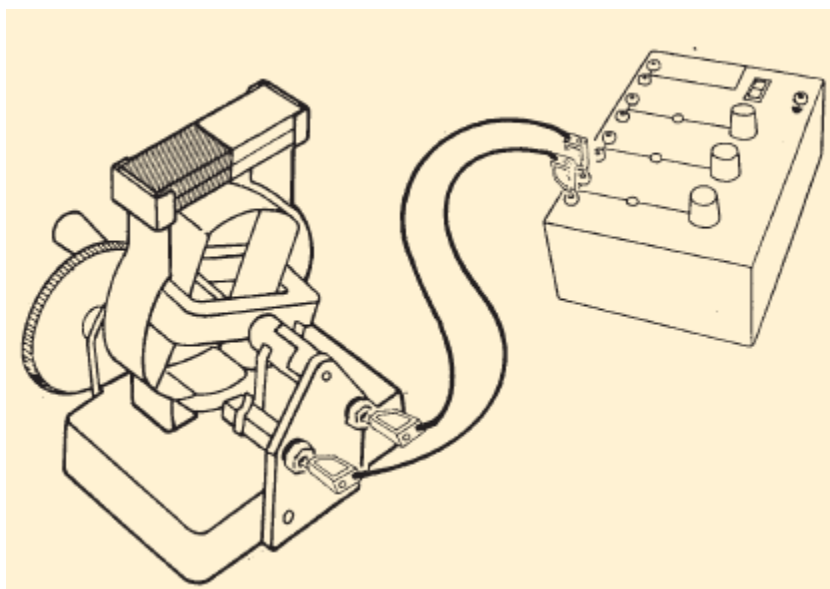
Na cívce se vždy indukuje střídavé elektromotorické napětí FMS. Je to přepínací/komutační systém, který umožňuje, aby byl ve vnějším obvodu k dispozici střídavý nebo stejnosměrný proud.

Poznámky:

Aby se u magnetů zabránilo ztrátě jejich magnetických vlastností, musí být uloženy se zkříženými póly.

MOTOR NA STEJNOSMĚRNÝ PROUD S PEVNÝM MAGNETEM (7.9.)

ELEKTRINA A ELEKTRONIKA



Materiál:

Připojovací kabel 1 m (2)

Magnet (2)

Motor generátor

Záměr:

Poznat základní princip motorů s pevným magnetem.

Teorie:

Cívka, jíž prochází stejnosměrný proud, je orientována v magnetickém poli tak, aby přes její povrch přecházející tok měl maximální hodnotu. Pokud je této polohy dosaženo, proud automaticky změní směr a cívka se bude nadále různě pohybovat a hledat vyváženou polohu.

Realizace:

1. Provést montáž dle obrázku a dbát na to, aby magnety umístěné na motoru měly stále stejné póly u sebe.
2. Umístit kartáčky tak, aby každý z nich byl opřený o jeden ze spojitých sběrných kroužků kolektoru.
3. Připojit pohyblivou cívku od motoru na výstup zdroje napájení 12 V stejnosměrného proudu, jehož ovladač napětí musí být umístěn uprostřed.
4. Umístit cívku do horizontální polohy a následně vypnout zdrojový spínač. Sledovat co se stane.
5. Změnit polaritu zdroje napájení a pokus opakovat.
6. Umístit kartáčky doprostřed kolektoru na tu část, kterou tvoří rozpůlený kroužek. Vypnout spínač. Pokud se cívka nehýbe, je potřeba jí rukou mírně postrčit.
7. Změnit polaritu a výše uvedené zopakovat.

Výsledky:

1. Cívka je v pohybu dokud se nedostane do polohy kolmé ke směru pole, tedy aby byl magnetický tok maximální. Když cívka dosáhne výše uvedené polohy, přestane se pohybovat a v této poloze setrvá, i kdyby byl zdrojový spínač nadále vypnutý.
2. Pokud se změní polarita zdroje, zopakuje se výše uvedené, ale nyní se cívka bude pohybovat v opačném směru.
3. Když se kartáčky uloží doprostřed kolektoru (v místě přepínání), cívka se plynule otáčí.
4. Při změně směru proudu se změní také směr otáčení motoru.

Závěry:

Elektromotor na stejnosměrný proud je založený na principu cívek (smyček), jimiž protéká stejnosměrný proud, a které mají tendenci natáčet se tak, aby přes ně přecházel maximální magnetický tok. Pro udržení jejich nepřetržitého pohybu je potřeba, aby elektrická energie měnila svůj směr automaticky. Toho je dosaženo pomocí lamelového komutátoru.

Poznámky:

Toto je praktická zásada motoru na stejnosměrný proud. U motorů v průmyslovém provedení o určitých výkonech se místo magnetů používají elektromagnety.