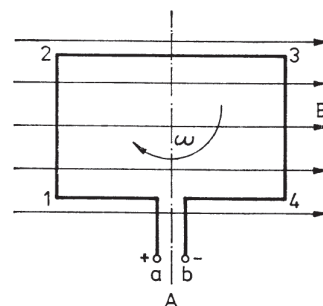


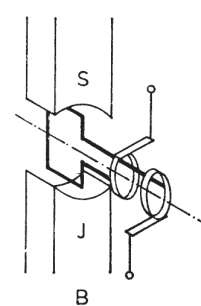
Elektromagnetismus ve strojích

periodicky proměnný tok $\Phi = BS \cos \omega t$ a v závitě se indukuje elektromotorické napětí

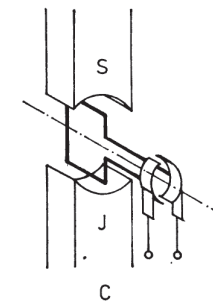
$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = BS\omega \sin \omega t . \quad (45)$$



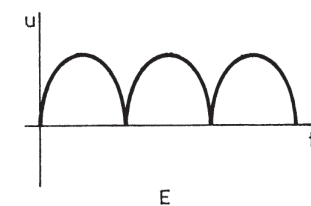
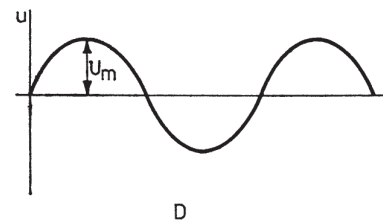
Obr. 62,6A Závit otáčející se v magnetickém poli



Obr. 62,6B Odběr střídavého proudu z rotoru generátoru



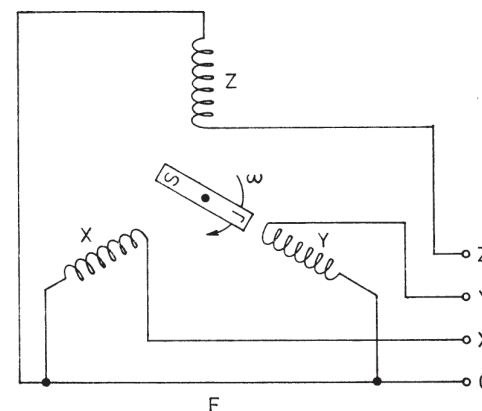
Obr. 62,6C Odběr stejnosměrného proudu pomocí komutátoru



Obr. 62,6D, E Střídavé a pulsující napětí

62,6 Použití elektromagnetické indukce ve strojích. Elektrické stroje jsou zařízení měnící buď energii mechanickou na elektrickou (generátory), nebo energii elektrickou na mechanickou (motory). Kromě toho jsou elektrickými stroji i měniče formy elektrické energie, z nichž nejvýznamnější jsou transformátory.

Základem činnosti elektrických generátorů je elektromagnetická indukce v cívkách, v nichž se mění indukční tok a vzniká elektromotorické napětí. Jsou-li tyto cívky umístěny v rotoru stroje, otáčejí se s ním v konstantním magnetickém poli buzeném ve statoru, tj. nepohyblivé části stroje. V generátorech střídavého proudu zvaných alternátory jsou indukční cívky umístěny zpravidla ve statoru a pole buzené rotorem se ve stroji otáčí. V obou případech vzniká relativní otáčivý pohyb cívky a pole (obr. 62,6A) otáčením jednoduchého závitu v homogenním magnetickém poli časově stálé indukce B . Při úhlové rychlosti ω proniká závitem o ploše S



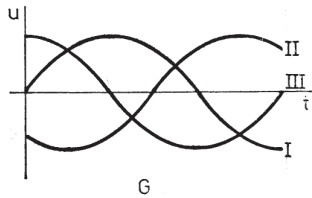
Obr. 62,6F Schéma trojfázového generátoru

Otáčející se cívka o z závitů, kterou proniká tok $z\Phi$, generuje pak *sinové střídavé napětí*

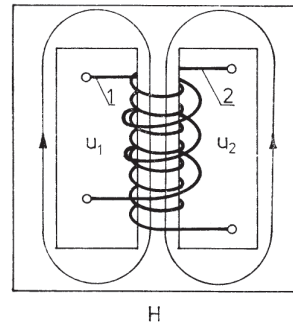
$$u = U_m \sin \omega t, \quad (46)$$

jehož *amplituda* $U_m = zBS\omega$ a *frekvence* $f = \omega/(2\pi)$. *)

Generátor tradičního typu sestává ze statoru s cívkami budícími indukční tok, který prochází rotorem s generujícími cívkami. K odběru střídavého proudu je generující cívka připojena na kovové kroužky, na něž dosedají uhlíkové nebo i kovové kontakty zvané podle původního tvaru kartáče (obr. 62,6B). Je-li požadován stejnosměrný proud, lze užít elektronického polovodičového usměrňovače nebo staršího, mechanického způsobu usměrnění komutátorem. Pro jednu generující cívku je komutátor tvořen dvěma soustřednými izolovanými polokruhovými lamelami, na něž jsou připojeny vývody cívky (obr. 62,6C). Kartáči se odvádí v každé půlotáčce pulsy stejného směru, tvořící pulsující stejnosměrný proud (obr. 62,6C, E). Obsahuje-li rotor n cívek, má komutátor n lamel a usměrňovaný proud má jen malou pulsující složku. Komutátorem opatřený generátor se nazývá dynamo.



Obr. 62,6G Sdružené trojfázové napětí



Obr. 62,6H Transformátor

Alternátory současné konstrukce mají generující cívky ve statoru, což umožňuje jejich pevné spojení se spotřebním obvodem. K optimálnímu využití magnetických obvodů a snížení hmotnosti stroje jsou ve statoru tři cívky či skupiny cívek, oddělené mezi sebou úhly 120° (obr. 62,6F). Rotor je tvořen elektromagnetem a při rotaci budí v alternátoru točivé magnetické pole, které v cívkách statoru indukuje napětí posunuté fázově po třetinách periody a generuje v nich tři sdružené střídavé proudy zvané souhrnně *trojfázový proud* (obr. 62,6G).

Transformátory jsou netočivé elektrické stroje sloužící k přeměně střídavého napětí a jsou založeny na jevu vzájemné indukce mezi dvěma cívkami se společným feromagnetickým jádrem (obr. 62,6H). Primární cívka 1 s počtem závitů z_1 je připojena na zdroj střídavého napětí u_1 o amplitudě U_{m1} , které je třeba transformovat. Proud primární cívky budí v jádře střídavý indukční tok, který v sekundární

*) Okamžité hodnoty proměnných veličin se označují malými písmeny.

cívce 2 s počtem závitů z_2 indukuje napětí u_2 o amplitudě U_{m2} . Při zanedbatelném rozptylu toku bez odběru proudu ze sekundární cívky platí přibližně

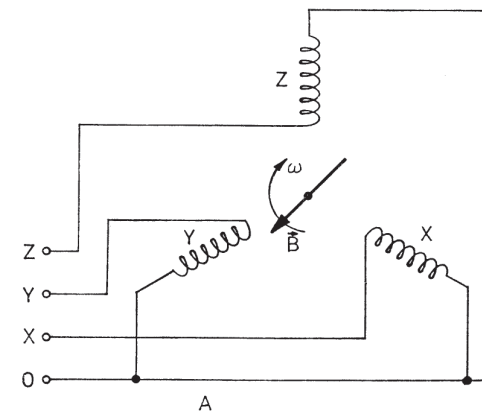
$$\frac{U_{m1}}{U_{m2}} = \frac{z_1}{z_2}. \quad (47)$$

Při přenosu stejného výkonu zvýšeným napětím klesne nepřímo úměrně proud a s dvojnásobkem proudu klesnou i ztráty odporem vedení. Transformací na vysoké napětí je tedy umožněn hospodárný přenos velkých výkonů v energetické síti. V místě spotřeby se pak napětí transformuje na hodnoty vhodné pro domácnosti a průmysl.

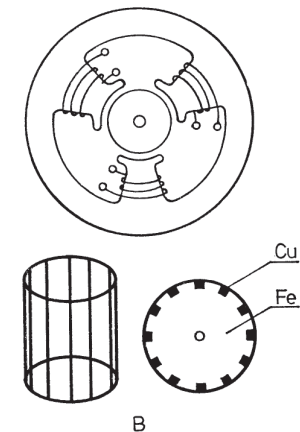
Kontrolní otázky

1. Co je základem činnosti elektrických generátorů?
2. Popište, jak se odebrá proud ze střídavého a jak ze stejnosměrného generátoru, tzv. dynamu.
3. Vysvětlete, jak pracuje trojfázový alternátor.
4. Objasněte princip činnosti transformátoru.
5. K čemu se užívá transformátorů v rozvodu elektrické energie?

62,7 Principy elektrických motorů záleží v silovém působení magnetického pole na proudovodiče. Nejstarším typem jsou komutátorové motory konstrukce obdobné dynamu. Proud přiváděný do cívek statoru budí ve stroji magnetické pole, které na cívky rotoru napájené přes komutátor vyvozuje momenty dvojic podle rov. 20 a působí tím otáčivý pohyb rotoru. Komutátorové motory pracují se stejnosměrným i jednofázovým střídavým proudem a používají se jako malé motory pro nejrůznější účely. Jako velkých strojů je jich zapotřebí pro pohony vyžadující regulaci frekvence otáček, hlavně v elektrické traktaci. Nevýhodou těchto motorů je značná opotřebitelnost komutátorů.



Obr. 62,7A Točivé magnetické pole



Obr. 62,7B Asynchronní motor a jeho rotor

Synchronní motory jsou založeny na obráceném principu alternátorů. Trojfázový proud přiváděný do tří cívek statoru budí ve stroji točivé pole (obr. 62,7A), které otáčí elektromagnetem nebo i permanentním magnetem tvořícím rotor. Motor proto pracuje jen při frekvenci otáček rotoru shodné s frekvencí točivého pole a běží tedy synchronně s alternátorem, jehož proudem je napájen. K rozběhu potřebuje zařízení, které ho uvádí do synchronismu. Vzhledem k tomu se velkých motorů tohoto typu užívá zřídka, avšak s výhodou vysoké účinnosti. Malé synchronní motorky v jednofázovém provedení jsou účelné v elektrických hodinách, v laboratorních zařízeních a jinde, kde je zapotřebí konstantní frekvence otáček.

Asynchronní motory, zvané též indukční, pracují rovněž s točivým magnetickým polem. Rotor je opatřen vodivým obvodem tvaru klece (obr. 62,7B), která představuje soustavu uzavřených závitů, v nichž točivé pole indukuje napětí a budí proudy. Na tyto závity vyvozuje pak magnetické pole momenty dvojic M_d a rotorem otáčí. Kdyby rotor dosáhl téže úhlové rychlosti ω_0 , jakou má točivé pole buzené státorem, ocitl by se vůči poli v klidu, proudy indukované v kleci by zanikly a s nimi i momenty M_d pohánějící rotor. Proto musí mít rotor úhlovou rychlost $\omega < \omega_0$, určující tzv. skluz $s = (\omega_0 - \omega)/\omega_0$, který činí zhruba 10 %. Předností asynchronních motorů je popsání rotor bez komutátoru a velká provozní spolehlivost, která je hlavním důvodem jejich širokého použití. Nevýhodou asynchronních stejně jako synchronních motorů je nemožnost regulace otáček. Základní frekvence otáček je též jako frekvence pohonného proudu, zmenšená u motoru asynchronního o jeho skluz. Kromě toho mohou tyto motory mít otáčky poloviční, třetinové i menší, mají-li dvojnásobný, trojnásobný a vícenásobný počet pólů ve statoru.

Kontrolní otázky

1. Popište princip funkce komutátorového motoru a uveďte, pro jaké pohony se motory tohoto typu používají.
2. Vysvětlete způsob činnosti synchronního motoru a možnosti jeho použití.
3. Vysvětlete funkční princip asynchronního motoru a uveďte důvod jeho velkého rozšíření.