

# 1 JEDNOFÁZOVÝ INDUKČNÍ MOTOR

V této kapitole se dozvíte:

- jak pracují jednofázové indukční motory a jakým způsobem se u různých typů vytváří točivé elektromagnetické pole,
- jak se vypočítají otáčky jednofázových motorků,
- činnost motoru s pomocnou odporovou fází,
- činnost kondenzátorového motoru,
- činnost motoru se stíněnými póly,
- činnost krokového a elektronického motoru,
- čas potřebný na prostudování této kapitoly jsou 2 hod.

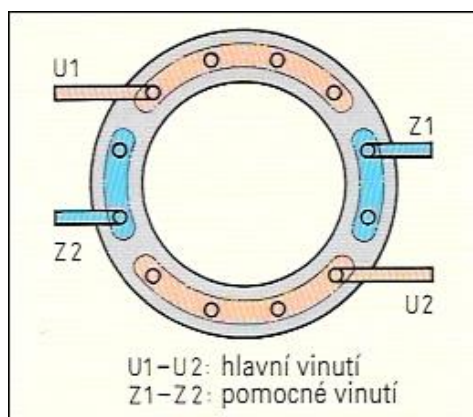


Klíčová slova a pojmy k zapamatování:

Střídavá magnetická pole hlavního a pomocného vinutí, bifilární vinutí, rozběhový a provozní kondenzátor, odstíněný pól, unipolární a bipolární provoz.



Jednofázový indukční (asynchronní) motor má ve statoru, složeném ze statorových plechů, dvojí vinutí. Rotor je v klecovém provedení. Hlavní vinutí vyplňuje 2/3 drážek ve statoru a je připojeno na svorky označené U1, U2. Pomocné vinutí (pomocná fáze) je ve zbývajících třetině drážek a je o 90° pootočeno oproti vinutí hlavnímu (obr. 39), značení svorek Z1, Z2.



Obr. 39 Vinutí statoru jednofázového indukčního motoru

Předpokladem pro vznik točivého magnetického pole statoru je časové posunutí průběhu střídavého proudu v pomocném vinutí oproti průběhu proudu v hlavním vinutí (obr. 39). Střídavá magnetická pole hlavního a pomocného vinutí jsou pak vzájemně časově, a tedy i prostorově posunuta (pootočena) a společně vytvářejí točivé magnetické pole. Toto pole zajišťuje také rozjezd motoru. Otáčky motoru jsou určeny stejně jako u trojfázových asynchronních motorů kmitočtem napájecího napětí a počtem pólových párů hlavního vinutí. Fázového posunutí mezi proudy v hlavním a pomocném vinutí je dosaženo kondenzátorem, činným odporem, nebo zvýšenou indukčností pomocného vinutí (používají se zřídka pro malý rozběhový moment).

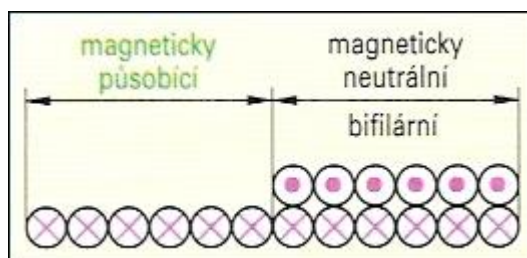
*Úkol k zamýšlení:*

*Zamyslete se nad jednofázovými motory a jakým způsobem se u nich vytváří točivé magnetické pole.*



## 1.1 Jednofázový motor s pomocnou odporovou fází

Je-li pomocné fázi (pomocnému vinutí) jednofázového motoru předřazen rezistor, vznikne v motoru točivé magnetické pole. Potřebný činný odpor lze vytvořit pomocným vinutím z odporového drátu. Většinou je toto vinutí provedeno jako bifilární vinutí (zdvojené protisměrné vinutí). Třetina závitu je zde navinuta v protisměru k ostatnímu vinutí (obr. 40).

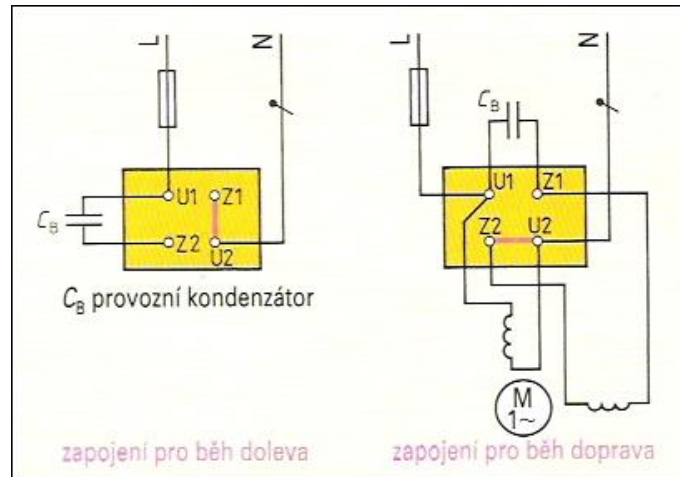


Obr. 40 Bifilární vinutí

V bifilárním vinutí je částečně snížena indukčnost vinutí při nezměněném činném odporu odporového drátu. Toto vinutí musí být po rozběhu odpojeno, například odstředivým vypínačem, aby nedocházelo k přehřívání motoru. Jednofázové motory s pomocnou odporovou fází se vyrábějí do výkonů asi 300W. Jejich rozběhový moment odpovídá přibližně momentu jmenovitému.

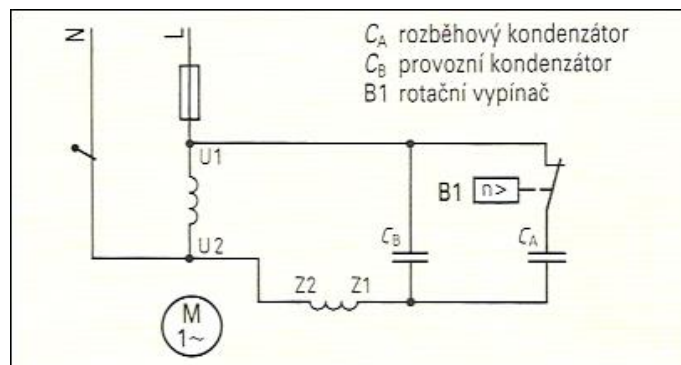
## 1.2 Kondenzátorový motor

Kondenzátorový motor je jednofázový asynchronní motor s kondenzátorem v pomocné fázi. Kondenzátor vytváří potřebné fázové posunutí v pomocné fázi, potřebné pro vznik točivého pole. Je přiřazen do série s pomocnou fází (obr. 41).



Obr. 41 Zapojení při neděleném pomocném vinutí

Ke změně směru otáčení motoru je třeba přepólovat směr proudu v pomocném vinutí. Toho lze dosáhnout změnou připojení kondenzátoru na svorkovnici (obr. 41). Velký rozběhový moment vykazuje motor při použití rozběhového kondenzátoru  $C_A$  a provozního kondenzátoru  $C_B$  (obr. 42).



Obr. 42 Kondenzátorový motor s rozběhovým a provozním kondenzátorem

Rozběhový moment může být díky kapacitě obou kondenzátorů zvýšen na dvojnásobek až trojnásobek jmenovitého momentu, takže motor se může rozbíhat i se zátěží. Po rozběhu se rozběhový kondenzátor  $C_A$  odpojuje a v činnosti zůstává jen provozní kondenzátor  $C_B$ . Odpojení je nutné, protože by jinak protékal pomocným vinutím příliš velký proud, který

by vinutí přehřál. Odpojení se uskutečňuje tepelným nebo nadproudovým relé, nebo nejvíce používaným odstředivým vypínačem.

*Úkol k zamýšlení:*

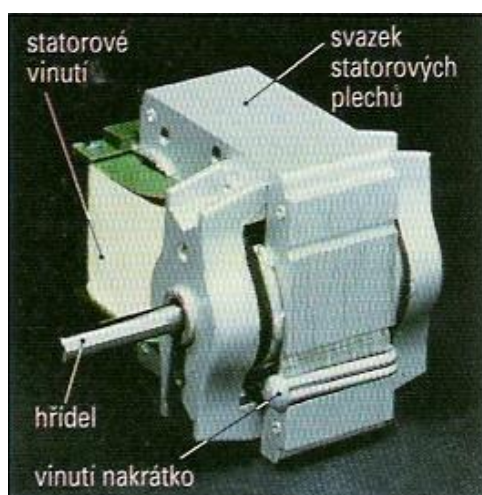
*Zamyslete se nad možností (jsou-li nějaké) rozběhu jednofázových motorů pod zátěží.*



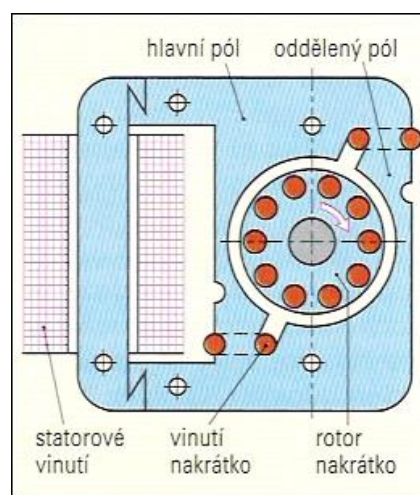
## 1.3 Motor se stíněnými póly

### Rychloběžný motor se stíněnými póly (obr. 43)

Stator má dva oddělené póly, menší z nich je oddělen drážkou. Kolem tohoto odděleného (odstíněného) pólu je uloženo vinutí nakrátko (obr. 44). Tímto vinutím nakrátko prochází jen část magnetického toku statorového vinutí. Dochází tak k velkému rozptylu. Mezi proudem ve statorovém vinutí a proudem tekoucím vinutím nakrátko je fázový posuv. Tyto fázově posunuté proudy vytvářejí magnetické pole, jehož magnetické póly se postupně posunují od jednoho statorového pólu k dalšímu v pořadí: hlavní 1, odstíněný (oddělený) pól 1, hlavní pól 2, odstíněný pól 2. Toto nerovnoměrné točivé pole otáčí kotvou nakrátko. Motor pracuje jako asynchronní motor.



Obr. 43 Motor se stíněným pólem

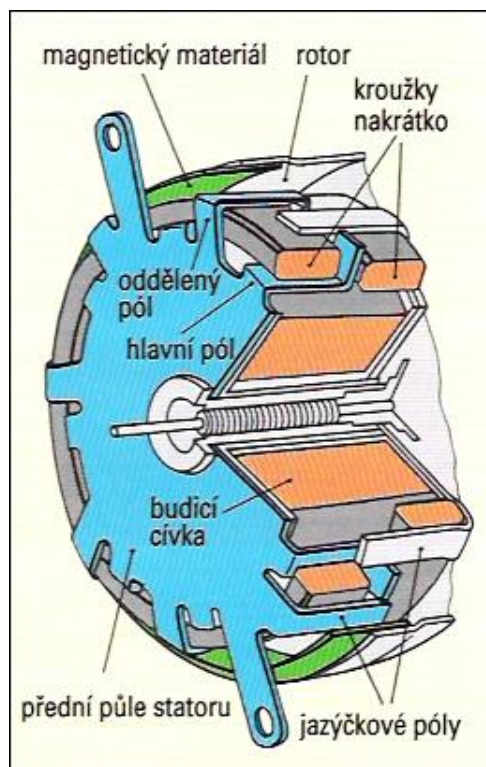


Obr. 44 Motor se stíněnými póly v asymetrickém provedení (dvoupólovém)

Směr otáčení motoru se stíněnými póly směřuje vždy od hlavního pólu k oddělenému (odstíněnému) pólu. Z toho vyplývá, že směr otáčení je podmíněn uspořádáním pólu a nemůže být elektricky změněn. Je-li kotva vyrobena z magneticky tvrdého materiálu (hysterezní kotva), běží takový motor po rozběhu dále jako synchronní motor. Tyto motory jsou robustní a levné. Kvůli malé účinnosti kolem 30% se vyrábějí tyto motory jen asi do 300 W.

### **Pomaloběžný motor se stíněnými póly.**

Pomaloběžné motory se stíněnými póly mívají 10 nebo 16 pólů a tomu odpovídající otáčky. Jsou většinou provedeny s vnějším rotorem (obr. 45). Stator se skládá z prstencové budící cívky a dvou statorových polovin z ocelového plechu. Obě poloviny mají po obvodu plechové jazyky (zahnuté pásy), které působí jako jazýčkové póly. Pólování jazýčkových pólů obou statorových polovin je stejné, neboť je určováno magnetickým polem cívky. Každý druhý pólový jazyk působí jako oddělený (odstíněný) pól. Kolem všech stíněných pólů jedné poloviny statoru leží společný prstenec nakrátko (obr. 45), který způsobuje fázové posunutí magnetických toků oddělených (odstíněných) pólů oproti magnetickým tokům hlavních pólů. Rotor je přes jazýčkové póly nasazen jako hrnec. Na jeho vnitřní straně je kroužek z magneticky tvrdého materiálu. Magnetické pole statoru indukuje v rotoru vířivé proudy, které způsobují asynchronní běh rotoru. V magnetickém materiálu rotoru se vytvářejí točivým polem oddělené póly a rotor se pak otáčí otáčkami stejnými s otáčkami točivého pole. Pomaloběžné motory se stíněnými póly jsou jednofázové synchronní motory a vyrábějí se o výkonech 1 – 3 W.



Obr. 45 Dvacetipólový synchronní motor se stíněnými póly

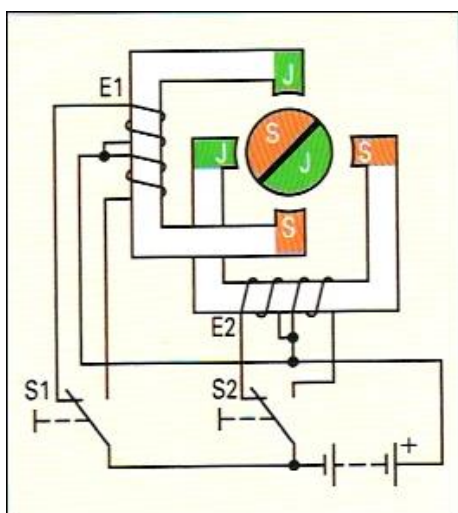
*Úkol k zamýšlení:*

*Zamyslete se, jestli byste uměli vysvětlit rozdíly mezi rychloběžnými a pomaluběžnými motory se stíněnými póly.*

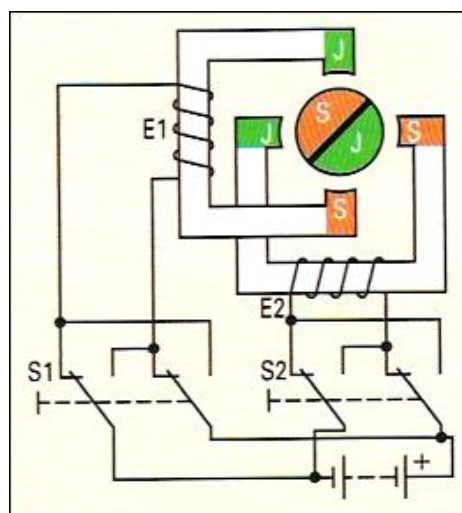


## 1.4 Krokový motor

Stejnoseměrná vinutí statoru mohou být pomocí stejnosměrných impulsů nastavována na proměnnou polaritu. Změnami směru proudu v jednotlivých vinutích dochází k přepólování jednotlivých pólových dvojic. Dochází-li k přepólování postupně v jednom směru, vynikne točivé pole, které se může měnit po krocích, nebo určitou rychlostí otáček. Kotva z permanentního magnetu se vždy natočí podle polarity pole statoru. Krokové motory se vyrábějí jako jednofázové nebo vícefázové. Polarita statorových pólů může být měněna dvěma způsoby. Je-li každé vinutí tvořeno dvěma cívkami (obr. 46), mluvíme o unipolárním provozu. Každá cívka je zdrojem magnetického toku v jednom směru. Přepínáním cívek se mění polarity pólových párů statoru.



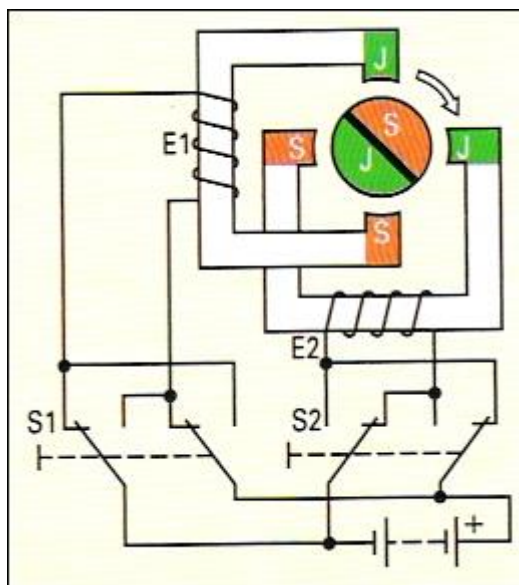
Obr. 46 Dvoufázový krokový motor unipolární konstrukce



Obr. 47 Dvoufázový krokový motor bipolární konstrukce

Je-li budící vinutí každého magnetu tvořeno jen jednou cívkou a přepólování je realizováno změnou směru proudu v cívce, mluvíme o bipolárním provozu (obr. 47).

Na příkladu dvoufázového krokového motoru v bipolárním provozu je ukázán princip činnosti. Polohami přepínačů na obr. 47 je určeno natočení magnetické kotvy odpovídající společnému jižnímu a severnímu pólu obou statorových vinutí E1 a E2. Přepínačem S2 (obr. 48) je možné změnit polaritu vinutí E2. Poloha nových společných pólů se tak pootočí o  $90^\circ$  do další nové polohy. Při dalším přepínání S2 a S1 se bude kotva pootáčet o odpovídající kroky (po  $90^\circ$ ). Úhel pootočení při jednom přepnutí je označován jako krokový úhel, který je tím menší, čím více fází a pólů má krokový motor.



Obr. 48 Krokový motor (obr. 47) po přepnutí S2

$$\alpha = \frac{360^\circ}{2 \cdot p \cdot m}$$

$\alpha$  [°] – krokový úhel,

$m$  – počet fází,

$p$  – počet pólových párů

Smysl otáčení (směr postupných kroků) lze obrátit změnou pořadí proudových impulzů. K přepínání se používá speciální řídicí elektronika.

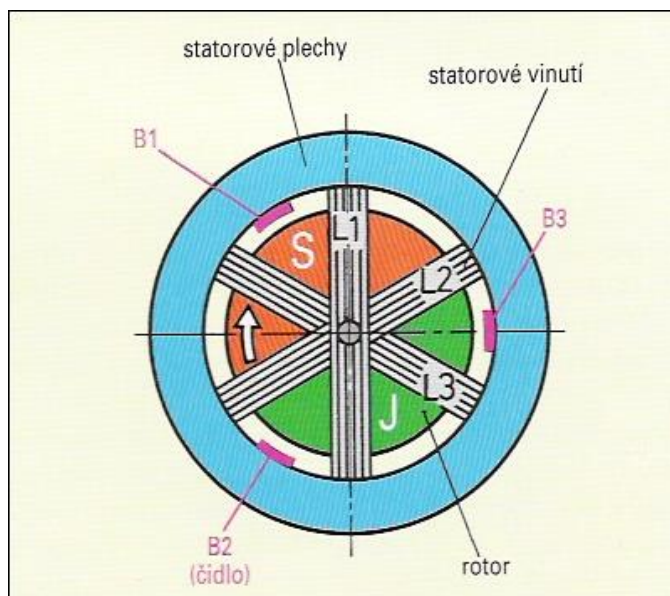
*Úkol k zamýšlení:*

*Zamyslete se nad výrazy unipolární a bipolární provoz krokových motorů.*



## 1.5 Elektronický motor

Statorové vinutí elektronického motoru se skládá nejméně ze tří vinutí rovnoměrně rozmístěných po obvodu statoru, která jsou postupně buzena stejnosměrným proudem (obr. 49). Postupným přepínáním se póly přemísťují po obvodu a vzniká tak točivé pole.



Obr. 49 Konstrukce elektronického motoru

Kotva elektronického motoru je tvořena permanentním magnetem, který svým polem působí na magnetická čidla (magnetorezistory) umístěná na vnitřním obvodu statoru (obr. 49). V závislosti na poloze kotvy indikované těmito čidly zapínají a vypínají signály z čidel tranzistorové obvody napájení statorových vinutí L1, L2, L3. Buzení statorových



vinutí elektronického motoru je řízeno magnetickým polem otáčející se kotvy. Také elektronické motory jsou konstruovány s vnějším rotorem. Při takovém uspořádání jsou statorové cívky rozloženy kolem vnitřního statorového jádra tvořeného svazkem statorových plechů. Vnější rotor je tvořen ocelovým prstencem, opatřeným permanentními magnety, obklopujícím věnec budících vinutí.

*Úkol k zamýšlení:*

*Zamyslete se, na jakých rozdílech pracuje krokový a elektronický motor.*



*Kontrolní otázky:*

*Jak se vytváří v jednofázovém asynchronním motoru točivé pole?*

*Jak lze změnit směr otáčení u kondenzátorového motoru?*

*V jakém případě lze použít kondenzátorového motoru pro rozběh pod zátěží?*

*Jak určíme směr otáček rychloběžného motoru se stíněnými póly a můžeme měnit směr otáčení u tohoto motoru?*

*Na jaké napětí se používá krokový motor?*

*Co je krokový úhel a jak se vypočte?*

*Co je unipolární a bipolární provoz krokového motoru?*

*Čím je řízeno buzení vinutí elektronického motoru?*



*Shrnutí:*

*Po prostudování této kapitoly si studenti osvojili základní pojmy a principy činnosti jednofázových indukčních motorů, problematiku krokových a elektronických motorů. Tyto motory jsou důležité zejména pro použití v domácnosti a pro pohony v automatizaci, magnetofonů a CD přehrávačů.*

