

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta elektrotechnická
Katedra elektrických pohonů a trakce

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

AD0B14BAP

Elektropohon pro malé domácí spotřebiče



2014

Dobroslav ŠANDA

***** VLOŽIT ORIGINALNÍ ZADÁNÍ *****

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra elektrických pohonů a trakce

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Dobroslav Šanda**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Obor: Aplikovaná elektrotechnika

Název tématu: **Elektropohon pro malé domácí spotřebiče**

Pokyny pro vypracování:

1. Proveďte rešerši používaných typů elektrických motorů v malých domácích spotřebičích
2. Popište způsob řízení – otáček, momentu u malých pohonů
3. Navrhněte metodiku měření základních charakteristik malých elektrických motorů

Seznam odborné literatury:

- [1] VOŽENÍLEK, Petr, NOVOTNÝ, Vladimír, MINDL, Pavel, Elektromechanické měniče, Česká technika – nakladatelství ČVUT 2011, ISBN 978-80-01-04875-7
- [2] online: Oficiální internetové stránky Philips ČR, <http://www.philips.cz>
- [3] online: Oficiální internetové stránky Braun ČR, <http://braun.braun.com/cz>

Vedoucí: Ing. Vít Hlinovský, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW apod.) uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu semestrálního projektu Ing. Vítu Hlinovskému, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mého semestrálního projektu.

Anotace

Tato práce obsahuje základní rozdělení pohonů, přehled používaných motorů v malých domácích spotřebičích včetně použitého způsobu jejich řízení. Dále jsou uvedeny i teoretické možnosti řízení malých pohonů. V závěru práce je uveden způsob měření základních charakteristik malých motorů.

Klíčová slova

Střídavý motor

Stejnoseměrný motor

Univerzální sériový motor

Řízení otáček

Charakteristiky motoru

Abstract

Bachelor thesis contains basic sorting of motors. It also contains overview of using motors in small domestic appliances. Next text refers about possibilities of control for small motors. In last part is indicated method of measuring basic characteristics of motors.

Keywords

AC motor

DC motor

Universal electric motor

Speed control

Characteristics of motor

Obsah

Úvod	2
1. Přehled motorů	
1.1. Stejnoseměrné motory	2
1.2. Střídavé motory	4
2. Rozdělení drobných domácích spotřebičů a jejich pohon	
2.1. Osobní péče	6
2.2. Kuchyňské spotřebiče	9
2.3. Péče o domácnost	10
2.4. Ruční nářadí	10
3. Způsoby řízení malých pohonů	
3.1. DC motor s cizím buzením	11
3.2. DC motor s paralelním buzením	14
3.3. DC motor se sériovým buzením	15
3.4. Motor s elektronickou komutací (EC)	17
3.5. Asynchronní motor.....	18
3.6. Univerzální sériový motor	20
3.7. Synchronní motor	20
4. Metodika měření základních charakteristik malých pohonů	
4.1. Specializované pracoviště VUES Brno	21
4.2. Specializované pracoviště MAGTROL	24
5. Závěr	27
6. Použitá literatura	27

Úvod

V této práci naleznete přehled používaných pohonů v domácích spotřebičích, hlavně těch malých, typy motorů, způsob jejich regulace a důvody použití daných motorů.

Nejprve začneme úplně základními informacemi ohledně motorů.

1. Přehled motorů

Motor je stroj, který mění jiné druhy energie na mechanickou práci. V našem případě elektromotor je elektrický stroj, který slouží k přeměně elektrické energie na mechanickou práci. Nejobvyklejší druhy motorů vytvářejí rotační pohyb, ale existují i jiné motory např. lineární. Motory jsou obvykle součástí a pohonnou jednotkou komplexnějších strojů/ produktů.

Lineární pohon (též lineární aktuátor) je druh pohonu, který vykonává lineární čili posuvný pohyb, čímž se liší od rotačního pohybu, který vykonává většina elektromotorů. Lineární elektromotor je ve své podstatě mnohápólový elektromotor, jehož stator je rozvinut do délky. Lineární pohony se používají v obráběcích strojích a zařízeních, v počítačových perifériích (jako jsou hlavičky pevných disků a tiskové hlavy tiskáren), u ventilů a klapek, ale i u holicích strojků a na mnoha dalších místech. Pro případné převedení rotačního pohybu klasického elektromotoru na lineární se využívá řada různých mechanismů.

1.1. Stejnoseměrné motory

Stejnoseměrný stroj má magnetický obvod statoru i s pólovými nástavci zhotoven z plného materiálu. Magnetický tok obvodu je buzen permanentními magnety nebo budícím vinutím. Dále jsou na statoru instalovány držáky kartáčů a ložiskové štíty. Budící vinutí je k rotoru připojeno sériově, paralelně (derivační), kompaundní (smíšené), cizí buzení, permanentní magnet. Magnetický obvod rotoru, který nese vinutí připojené na komutátor, je vždy zhotoven z transformátorových plechů.

Různou kombinací buzení lze dosáhnout takových vlastností stejnosměrného stroje, jaké nemá žádný jiný druh elektrického stroje. U motorů je to hospodárná plynulá regulace rychlosti a velká tažná síla při malé rychlosti. Pro tyto vlastnosti se používají stejnosměrné motory především pro pohon těžkých a velkých strojů, ale nalezneme je i v domácích spotřebičích.

Hlavní typy stejnosměrných motorů:

a) Motor s cizím buzením

má vinutí hlavních pólů napájené z nezávislého zdroje. Bývá jím buď menší dynamo, nazývané budič nebo řízený či neřízený usměrňovač.

b) Derivační motor,

neboli motor s paralelním buzením, má budicí vinutí připojené na napětí kotvy. Budicí proud lze řídit v sérii s tímto vinutím připojeným derivačním reostatem R_d (rezistorem s proměnným odporem) nebo pulzním měničem.

c) Sériový motor

má budicí vinutí zapojeno do série s kotvou.

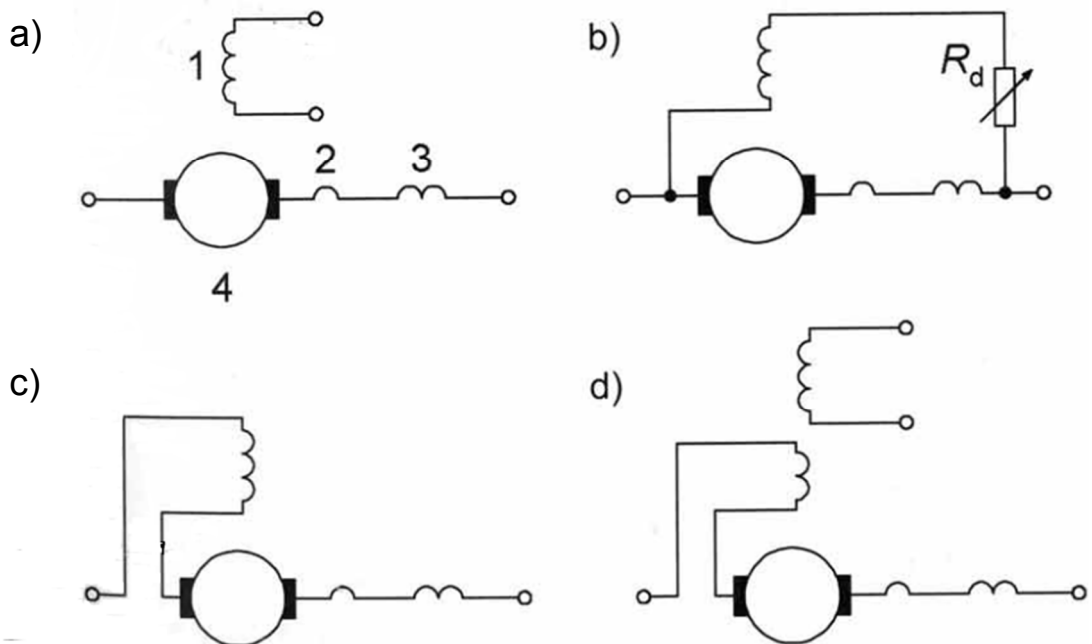
d) Kompaundní motor,

neboli motor se smíšeným buzením, má na hlavních pólech dvoje vinutí: hlavní budicí vinutí, které je napájené z nezávislého zdroje, a sériové budicí vinutí, protékané proudem kotvy a působící buď souhlasně (kompaundace) nebo nesouhlasně (protikompaundace) s působením hlavního budicího vinutí.

Popis k obrázku 1.1. - hlavní typy stejnosměrných motorů:

a) s cizím buzením, b) derivační, c) sériový, d) kompaundní.

1 - vinutí hlavních pólů, 2 - vinutí pomocných (komutačních) pólů, 3 - kompenzační vinutí, 4 - kotva



Obr. 1.1 Hlavní typy stejnosměrných motorů

1.2. Střídavé motory

Střídavé motory bývají využívány pro pohon různých strojů a to dle jejich provedení, možnosti regulace rychlosti, spouštění atd. Jejich využití je nejen u velkých strojů ale i v domácích spotřebičích.

Můžeme je dělit:

- a) podle počtu fází napájecího elektrického napětí na jednofázové, dvoufázové, třífázové i vícefázové
- b) podle počtu otáček a podle závislosti na frekvenci napájecího střídavého elektrického napětí na asynchronní a synchronní

1.2.1. Asynchronní motory

Asynchronní motory jsou nejrozšířenější a nejběžnější typy elektromotorů, protože jsou ze všech motorů nejjednodušší, výrobně nejlevnější, provozně nejspolehlivější a vyžadují malou údržbu. Stator nese třífázové nebo jednofázové vinutí. Vinutí rotoru je tvořeno klecí spojenou nakrátko nebo vinutím vyvedeným na kroužky (kroužkový ASM). Rotorové proudy, statorové proudy, moment a otáčky je možno řídit vnějším obvodem zapojeným na kroužky.

Jednofázový asynchronní motor

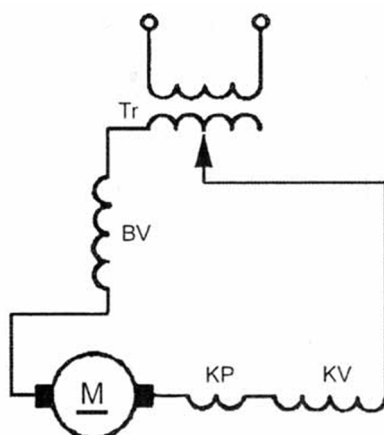
Malé motory (výkonu asi do 1kW) se často vyskytují jako jednofázové. Mají vždy klecový rotor. Jejich magnetické pole je střídavé pulzační, takže z klidu se jako takové nemohou rozběhnout. Bývají dvou typů, s pomocnou fází nebo se stíněnými póly.

Motory s pomocnou fází se rozbíhají jako dvoufázové. Hlavní fáze statorového vinutí je trvale připojena na jednofázové napětí. Druhá, pomocná fáze stejného provedení, popř. s jiným počtem závitů, se připojuje na stejné jednofázové napětí přes vhodnou impedanci (nejlépe se hodí kondenzátor, zajišťující největší záběrový moment). Pomocná fáze, navinutá jiným vodičem s větším odporem, se připojuje přímo. Podle provedení může být pomocná fáze připojena trvale nebo pouze po dobu rozběhu. Spínání pomocné fáze je bezkontaktní.

Ke zlepšení komutace komutátorových motorů, která je horší než komutace stejnosměrného motoru, používáme u jednofázových strojů komutační póly a kompenzační vinutí, takže uspořádání je stejné jako u kompenzovaného stejnosměrného sériového motoru. Větší motory se spouštějí obvykle spouštěčím transformátorem.

Jednofázový sériový motor má velký záběrový moment a používá se jako trakční motor a jako motor u drobných spotřebičů, vysavačů, dílenských nástrojů, ventilátorů apod.

Rychlost sériového motoru lze hospodárně regulovat odbočkami napětí na transformátoru (Tr).



Obr. 1.2 Jednofázový komutátorový motor: KP - proudové vinutí, KV – kompenzační vinutí, BV – budicí vinutí

Smysl otáčení sériového jednofázového motoru se mění přepínáním hlavních pólů. Motor nemá točivé magnetické pole, nýbrž jen pole kmitavé, takže rychlost otáčení nezávisí na počtu pólů. Malé motory dosahují až 14 000min⁻¹. Sériový motor lze konstruovat na střídavý i stejnosměrný proud, dá se používat jako univerzální motor.

1.2.2. Synchronní motory

Synchronní motory se používají pro pohon různých průmyslových zařízení, většinou velkých výkonů. Jejich nevýhodou je obtížnější spouštění a řízení rychlosti. Používají se také malé synchronní motorky – reakční, krokové motorky apod. – k pohonu elektrických hodin, v regulačních soustavách atd.

2. Rozdělení drobných domácích spotřebičů a jejich pohon

V této části se zaměříme na konkrétní produkty z oblasti osobní péče, kuchyňských spotřebičů a výrobky pro péči o domácnost.

2.1. Osobní péče

Do této kategorie patří např. elektrické holicí strojky, epilátory, vysoušeče.

2.1.1. Elektrické holicí strojky

Existují dva základní systémy – rotační (frézkový) a vibrační (planžetový).

Rotační strojky

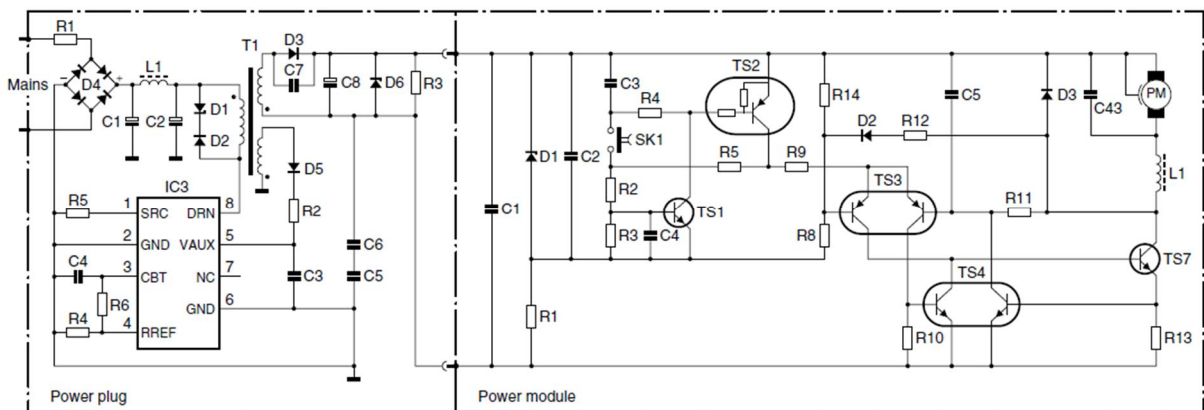
Rotační pohyb motorku je přenášen na holicí systém, který je též rotační, takže pohyb holicího systému je shodný s pohonem a nemění se.

U těchto strojků jsou použity malé stejnosměrné motorky, které jsou napájeny stejnosměrným napětím v rozmezí 1,2-3,6 V.

U holicích strojků je zapotřebí zajistit konstantní otáčky bez nutnosti jejich změn, je tudíž nutné zajistit konstantní napájecí napětí.



Obr. 2.1 Ukázka motorku z holicího strojku



Obr. 2.2 Příklad zapojení elektrického obvodu u holicího strojku

Vibrační strojky

Rotační pohyb rotoru je přetvářen prostřednictvím převodového mechanismu v lineární oscilační pohyb břitového bloku.

Vlastnosti napájení jsou totožné jako u rotačních strojků.

Trendem je použití lineárních motorků. Nové planžetové holicí strojky mají vysokorychlostní lineární motor, který pracuje na vyšší frekvenci než běžné holicí strojky. Lineární motor nemá žádný rotor, a tak pracuje výhradně v lineárním pohybu bez nutnosti konverze rotačního pohybu v lineární oscilace. Výsledkem je, že lineární motor je ve srovnání s dřívější technologií motoru mnohem efektivnější. Lineární motor, prostřednictvím softwarové kontroly, také napomáhá k udržování rychlosti a

amplitudy - rozkmitu (lineární - vzdálenost v přímce – tam a zpět) nožového bloku. Vyrovnává, když se zvyšuje objem vousů v holicím strojků a je vyvíjen větší tlak při holení, než je plánován.

2.1.2. Epilátory

Rotační pohyb motorku je přenášen na epilační systém, který je též rotační, takže se pohyb nemění.

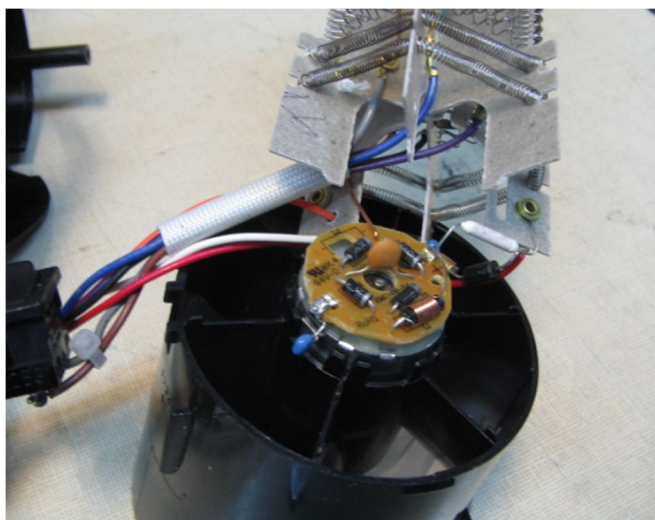
Vlastnosti napájení jsou podobné jako u rotačních strojků.

U těchto produktů je možné si volit 2 rychlosti, takže je nutné dokázat měnit otáčky, čehož se docílí změnou napájecího napětí – u základních modelů je toho docíleno např. tak, že pro nižší rychlost je usměrněna pouze jedna polovina vstupního sinusového napětí, pro vyšší rychlost jsou usměrněny obě poloviny tohoto sinusového napětí, čímž se získá vyšší napájecí napětí motorku.

2.1.3. Vysoušeče

U těchto výrobků se většinou pro pohon využívá stejnosměrných motorů napájených usměrněným napětím pomocí usměrňovacího můstku bez filtrace pracujícího v sérii s topnými spirálami. Regulace je prováděna vícepolohovým přepínačem řazením různých topných spirál. Pracovní napětí je kolem 30 V. Odrušení je sériovými cívkami na feritech.

Je možno potkat i vysoušeče s univerzálním sériovým motorem, což na jednu stranu přináší o něco větší hmotnost výrobku, ale na druhou stranu i jeho větší výkon a životnost.



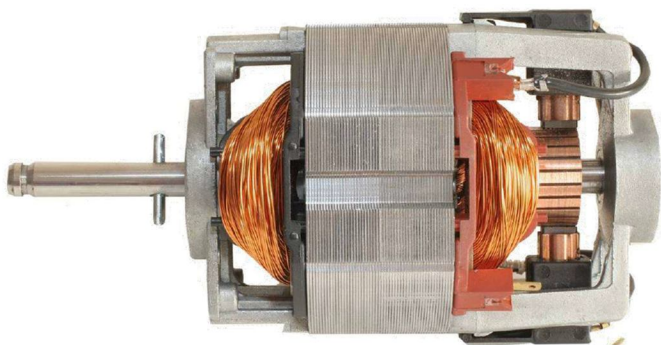
Obr. 2.3 Pohled na motor ve vysoušeči

2.2. Kuchyňské spotřebiče

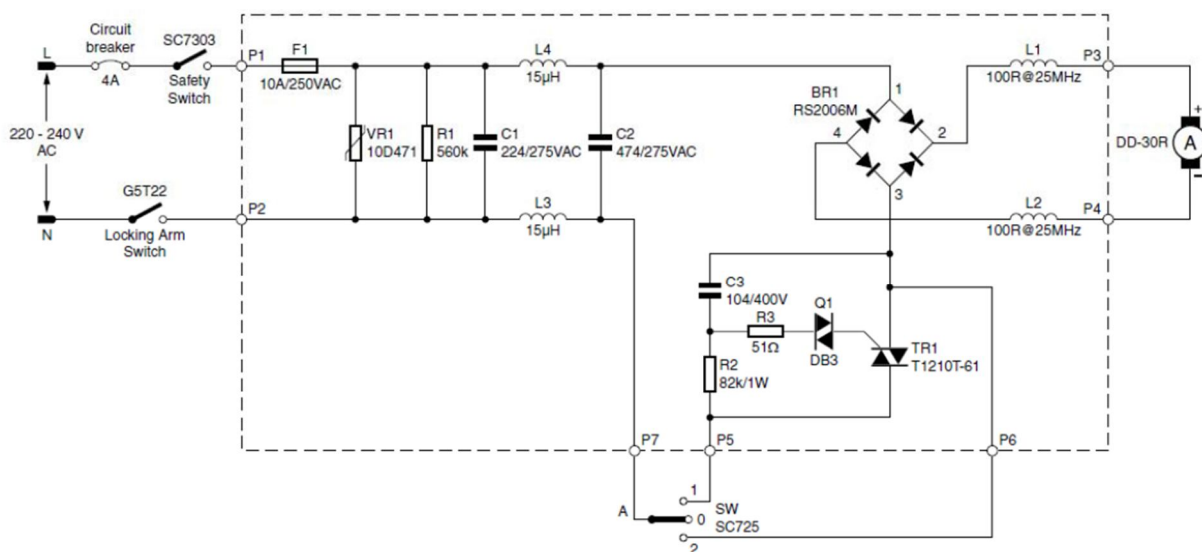
Do této skupiny patří např. kuchyňské roboty, mixéry, odšťavňovače atp.

U těchto výrobků se většinou pro pohon využívá univerzálního sériového motoru viz. obr 2.4. Díky tomu, že vinutí statoru a rotoru jsou zapojena v sérii, je navíc i magnetická indukce B také závislá na proudu, který vinutím protéká (s rostoucím proudem roste). Proto když omezíme napětí, snížíme samozřejmě i proud, a tak se zmenší síly působící na rotor a snížíme tím otáčky motoru. Snížit napětí na motoru můžeme sériovým zařízením proměnného rezistoru. Dnes se však používá spíše polovodičových součástek, nejčastěji tyristorů nebo triaků.

Je možné se ale setkat i se zapojením s usměrněným napětím viz. obrázek 2.5.



Obr. 2.4 Pohled na univerzální sériový motor



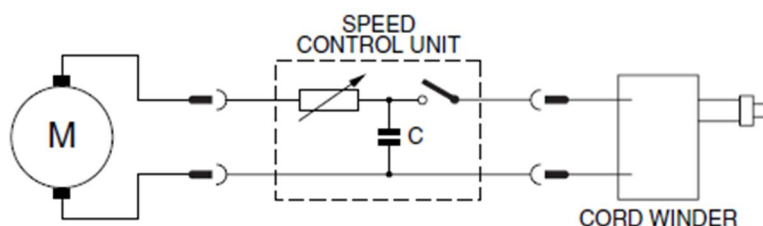
Obr. 2.5 Zapojení motoru u odšťavňovače Philips HR1869

2.3. Péče o domácnost

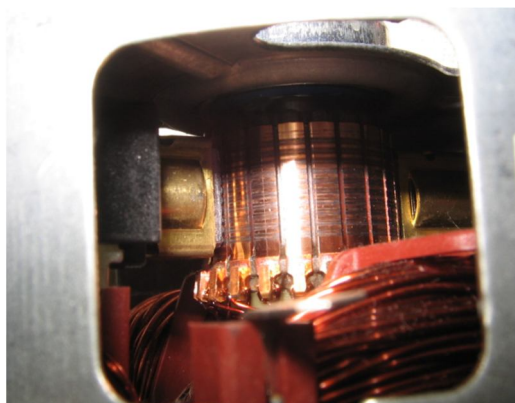
V této kategorii jsou největším zástupcem vysavače.

Pro jejich pohon je použito univerzálního sériového motoru a jejich regulaci většinou triaků viz. kuchyňské spotřebiče.

U základních (nejlevnějších) provedení vysavačů se dříve používala regulace pomocí sériově řazeného proměnného rezistoru viz. obr . 2.6.



Obr. 2.6 Původní regulace otáček asynchronního motoru u vysavačů



Obr.2.7 Pohled do motoru vysavače na komutátory

2.4. Ruční nářadí

Výhod univerzálního sériového motoru se též široce využívá i v ručním nářadí pro pohon vrtaček, pil a ostatních spotřebičů.

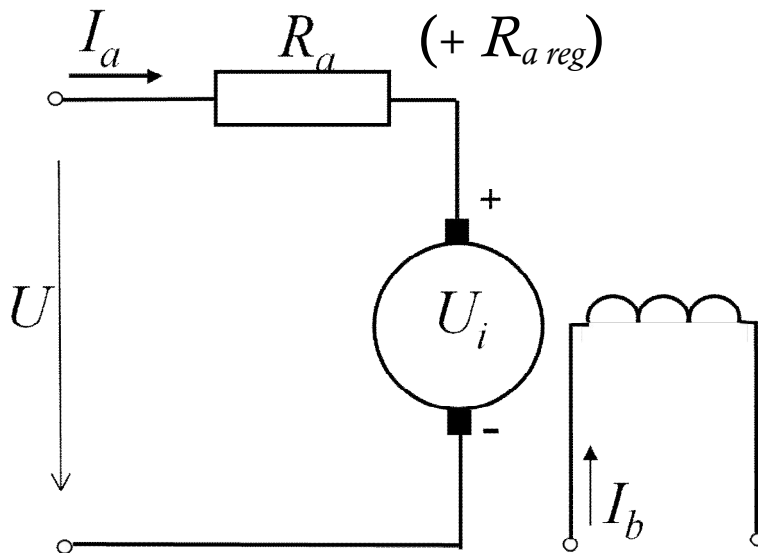
Mezi výhody tohoto motoru mimo jiné patří:

- a) relativně velký výkon vzhledem k jeho rozměrům
- b) velký záběrný a provozní moment
- c) snadná regulace rychlosti napětím
- d) přijatelná výrobní cena

3. Způsoby řízení u malých pohonů

Jednotlivé možnosti řízení jsou dány konstrukcí konkrétních motorů (jejich typem). Proto si dále uvedeme možná řešení.

3.1. DC Motor s cizím buzením



Obr. 3.1 DC motor s cizím buzením

Napěťová rovnice motoru má tvar:

$$U = k \cdot \Phi \cdot \omega_m + R \cdot I = U_i + R \cdot I \quad (3.1.1)$$

Vztah pro indukované napětí je:

$$U_i = k \cdot \Phi \cdot n \quad (V; \text{Wb}, \text{min}^{-1}) \quad (3.1.2)$$

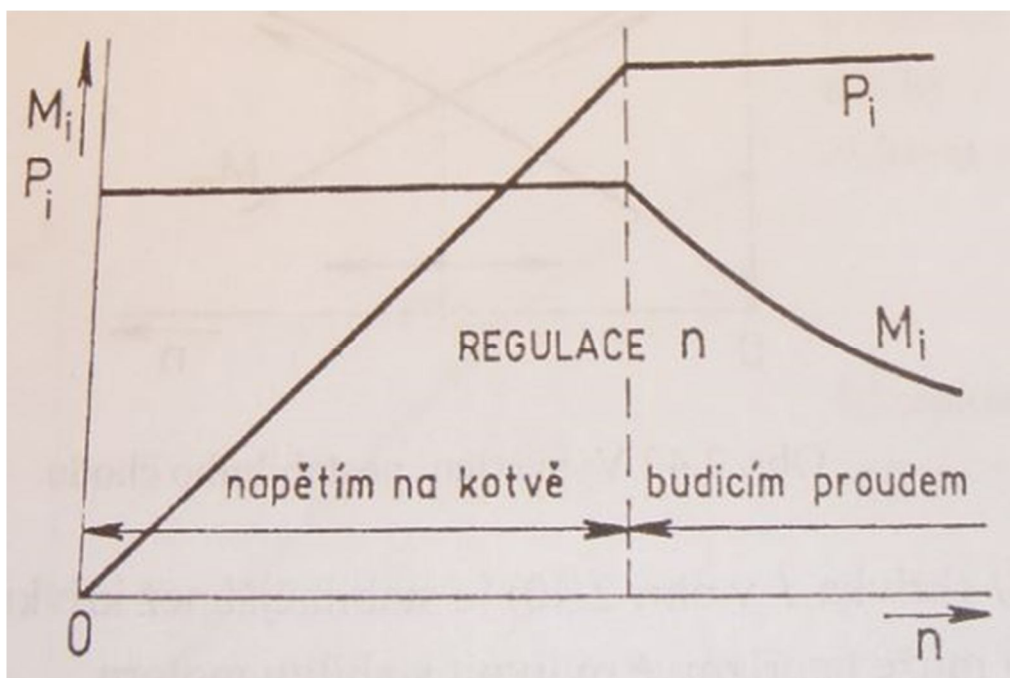
Z výše uvedených rovnic plyne následující vztah pro otáčky tohoto motoru:

$$n = \frac{U}{k_E \cdot \Phi_b} - \frac{R_a \cdot I_a}{k_E \cdot \Phi_b} \quad (3.1.3)$$

Podle této rovnice můžeme řídit otáčky motoru změnou napětí kotvy U , změnou odporu R_a v obvodu kotvy, nebo změnou magnetického toku Φ_b , tzn. změnou budicího proudu I_b .

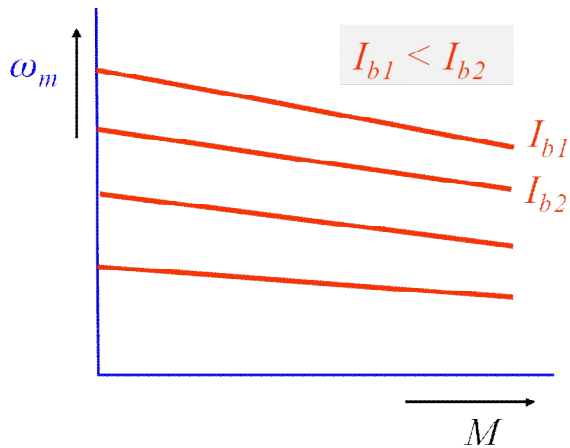
Řízení rychlosti budícím proudem je řízení při konstantním vnitřním výkonu ovšem dochází ke změně momentu. Technicky je tento způsob méně náročný, protože se řídí v obvodu s menším proudem. Nevýhodou je ovšem je, že obvod není plně magneticky využit a při zvyšování rychlosti moment klesá. Se snižováním budicího proudu se zvyšuje proud I_a a zvyšují se otáčky, proto se nesmí přestat budit, aby nedošlo k nekontrolovatelnému roztočení motoru.

Optimální řízení je při maximálním momentu. Toho je možné dosáhnout při trvalém maximálním přípustném proudu kotvy (jmenovitý proud kotvy). Při zvyšování U a $I_b = \text{konst.}$ je při řízení rychlosti konstantní moment (viz. Obr 3.2).



Obr. 3.2 Řízení rychlosti motoru s cizím buzením při konstantním proudu

Snadné, plynulé a široké řízení rychlosti je hlavní výhodou tohoto zapojení motoru.

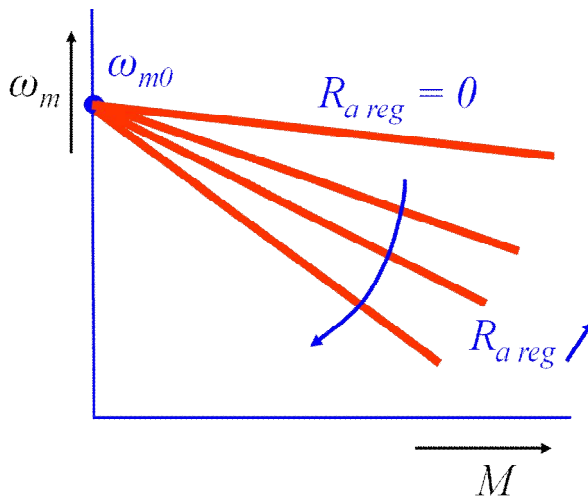


Změna budicího proudu

Užívané řízení:

- dobrá η
- malé ΔP_{br}

Obr. 3.3 Řízení otáček změnou budicího proudu

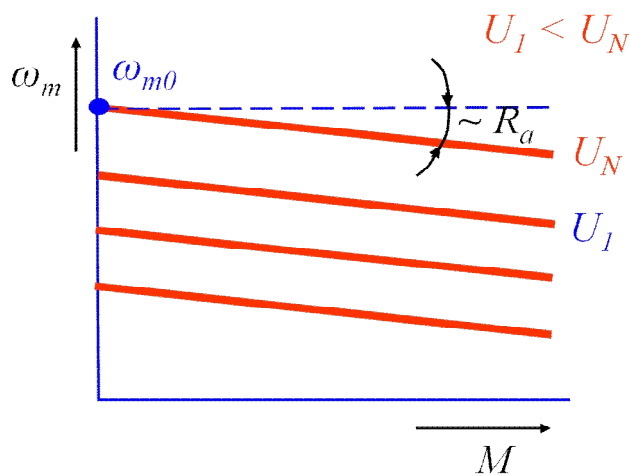


Změna celkového odporu v kotvě

Jednoduché řízení:

- nízká η
- měkká charakteristika

Obr. 3.4 Řízení otáček změnou celkového odporu v kotvě

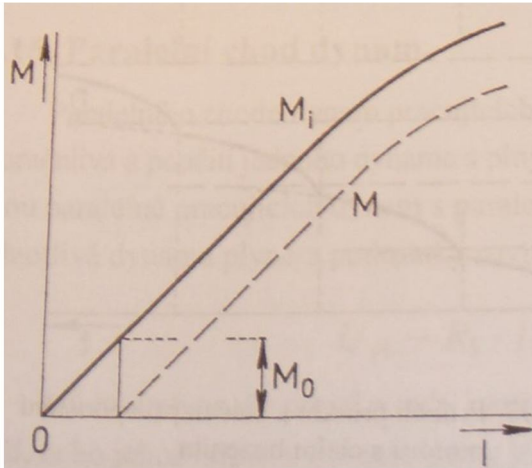


Změna svorkového napětí na kotvě

Nejlepší způsob řízení:

- optimální η
- malé kolísání n

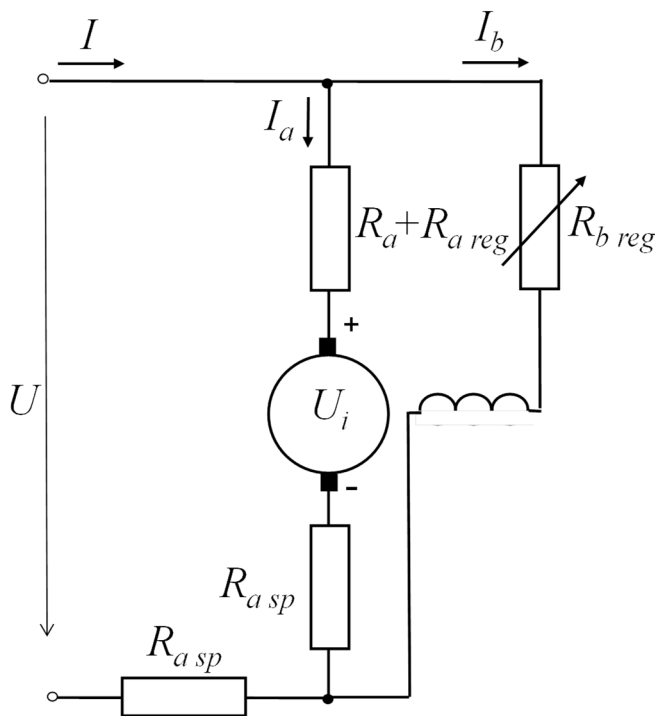
Obr. 3.5 Řízení otáček změnou svorkového napětí na kotvě



Obr. 3.6 Momentová charakteristika

Z momentové charakteristiky je vidět, že při U a $I_b = \text{konst.}$ je charakteristika přímková, tzn. lineárně závislá na procházejícím proudu I až do bodu, kdy se projeví demagnetizační účinek kotvy. Většinou nastává při proudech větších než proud jmenovitý.

3.2. DC Motor s paralelním buzením

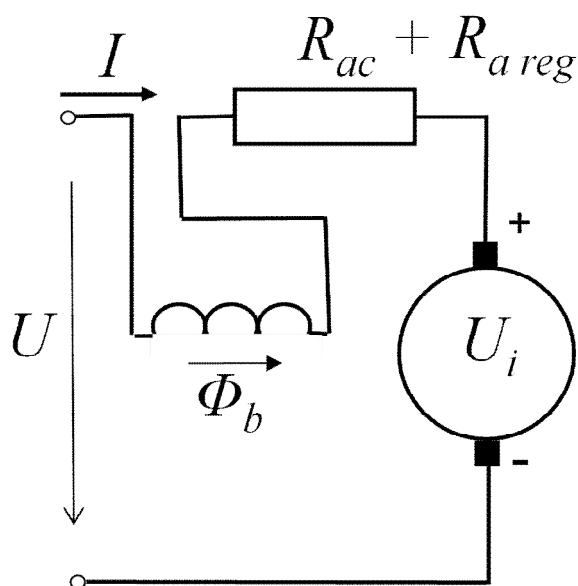


Obr. 3.7 DC motor s paralelním buzením

V tomto případě rychlost nelze řídit změnou napětí U , protože je přímo vázáno na napětí buzení. Regulaci otáček je možno provádět změnou budicího proudu nebo odporem v obvodu kotvy. Tato regulace je ovšem v menším rozsahu a je ztrátová.

Motor s paralelním buzením má pro konstantní napájecí napětí stejné charakteristiky jako motor s cizím buzením.

3.3. DC Motor se sériovým buzením



Obr. 3.8 DC motor se sériovým buzením

Úpravou rovnice (3.1.3) při $U = \text{konst.}$ a předpokladu, že magnetický obvod není nasycen, kdy $\phi \approx I$ a tudíž $M_i = c \cdot I^2$ dostaneme

$$n \approx \omega_m = \frac{U}{\sqrt{c} \cdot \sqrt{M}} - \frac{R_{ac}}{c} \quad (3.3.1)$$

Rychlost sériového motoru lze podle tohoto vztahu řídit změnou napájecího napětí nebo odporem v obvodu kotvy. Též je možné upravovat otáčky snižováním budicího proudu pomocí bočnicku.

Řízení pomocí napětí je optimální volba, neboť pro daný moment M je $\omega_m \approx U$. Regulace pomocí odporu $R_{a\text{ reg}}$ je jednoduché řešení ovšem s nižší účinností. V případě použití bočnicku paralelně k budicímu vinutí se nepoužívá čistě činného odporu, protože by při připojení napětí nastal proudový náraz tím, že by proud protékal převážně bočnickem a nikoli budicím vinutím, které má poměrně velkou indukčnost a motor by se tak nenabudil.

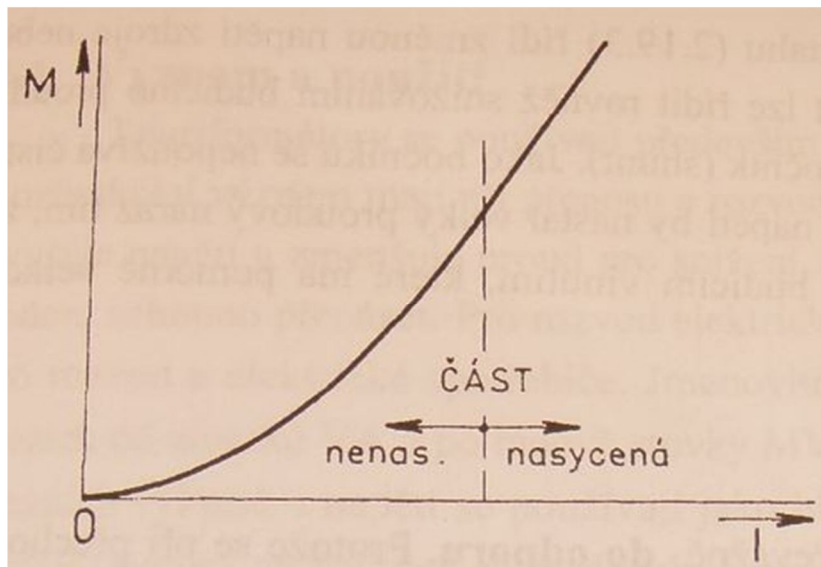
Momentová charakteristika $M_i(I)$

Pro $U=\text{konst.}$ pro nenasycený stav magnetického obvodu je grafem parabola.

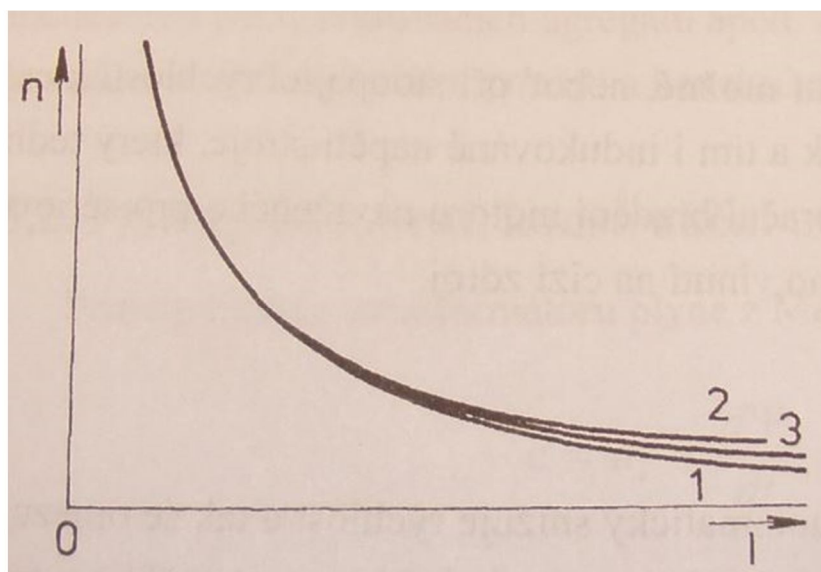
Je to dáno rovnicí:

$$M_i = k \cdot \phi \cdot I \approx c \cdot I^2 \quad (3.3.2)$$

Při nasycení magnetického obvodu přechází v přímku viz. obr. 3.9.

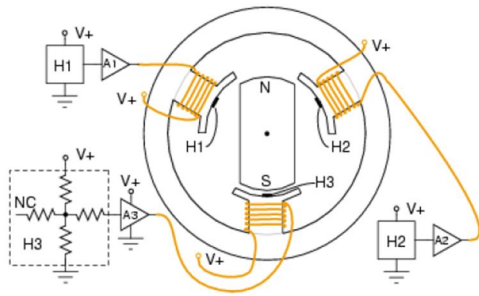


Obr. 3.9 Momentová charakteristika



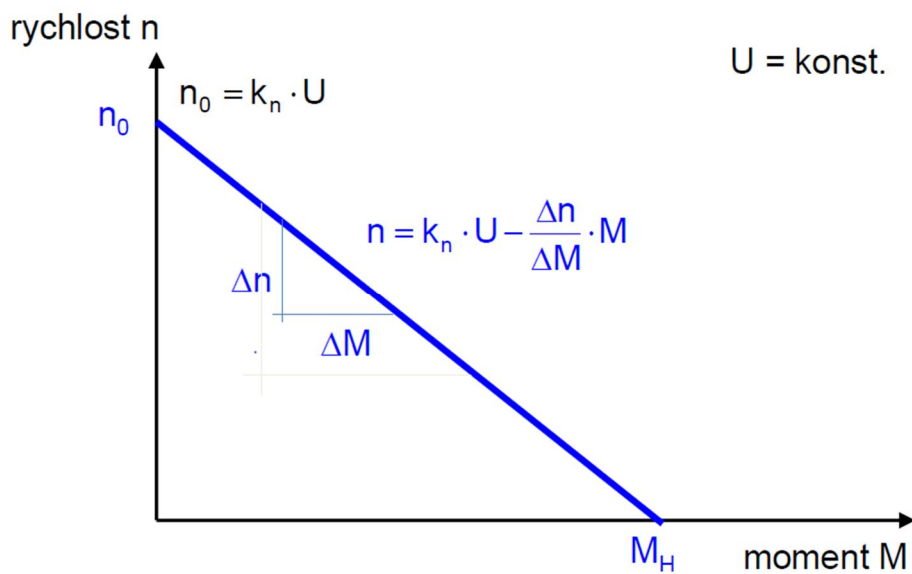
Obr. 3.10 Rychlostní charakteristika

3.4. Motor s elektronickou komutací (EC)

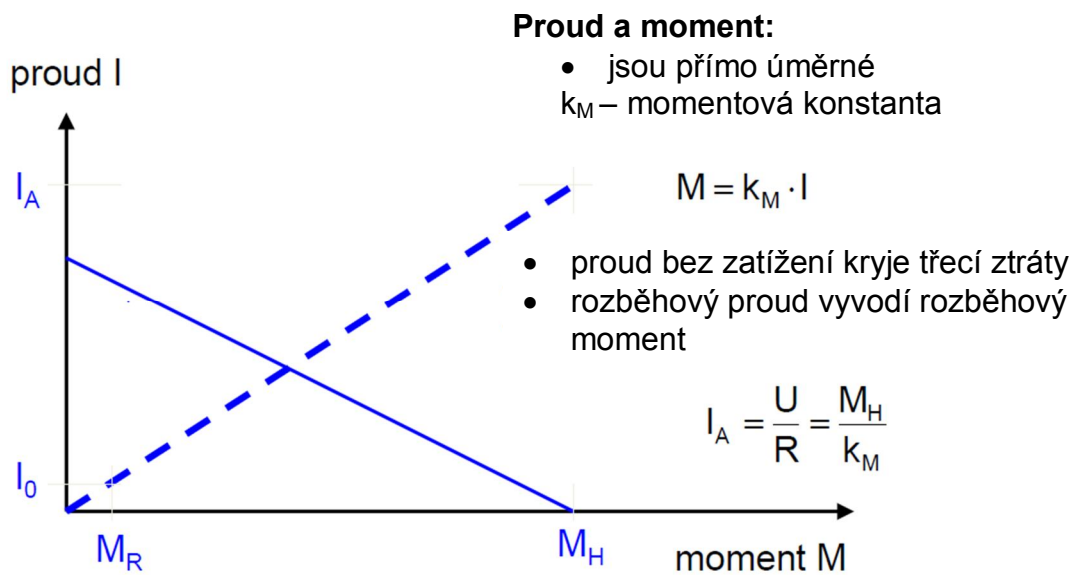


Zjednodušeně lze říci, že princip EC motoru je takový, že postupným spínáním jednotlivých cívek dochází ke vzniku vnitřního momentu motoru ve směru otáčení. Spínání cívek je přitom řízeno elektronicky pomocí výkonových spínacích tranzistorů. Otáčky EC motoru jsou pak řízeny frekvencí spínání tranzistorů.

Obr. 3.11 Snímání rotoru pomocí Hallových sond



Obr.3.12 Charakteristika rychlost - moment



Obr.3.13 Charakteristika proud - moment

3.5. Asynchronní motor

Rychlost otáčení rotoru je dána vztahem

$$n = n_1(1-s) = \frac{60f_1}{p}(1-s) \quad (3.5.1)$$

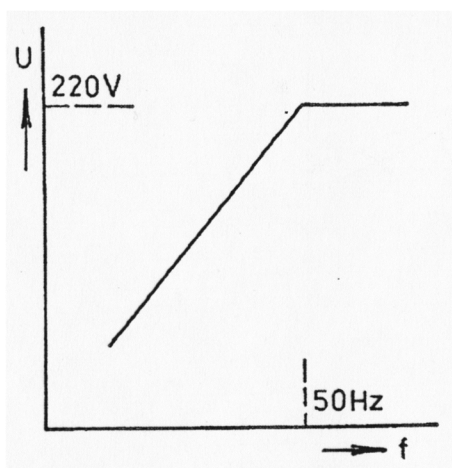
Odtud plynou možnosti regulace otáčení. Jedná se tedy o změnu napájecí frekvence f_1 , změnu počtu pólových dvojic p a ovlivnění skluzu s .

3.5.1. Řízení otáček změnou frekvence

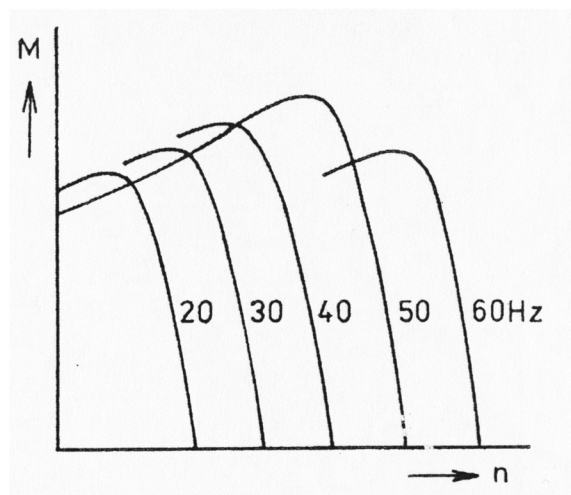
V tomto případě je nutné mít zdroj proměnlivé frekvence a dodržovat hlavní zásadu o řízení napětí měničem podle frekvence – dodržení poměru

$$\frac{U}{f} = konst, \quad (3.5.2)$$

aby nebylo vinutí proudově a magneticky přetěžováno.



Obr. 3.14 Podmínka konst. poměru U/f

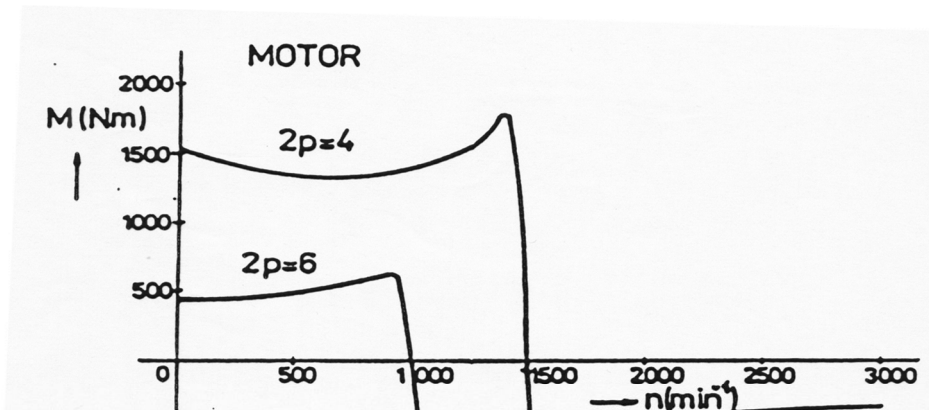


Obr. 3.15 Řízení otáček změnou frekvence

Nejllepší varianta řízení otáček s optimální účinností, protože skluz $s \rightarrow 0$.

3.5.2. Řízení otáček změnou počtu pólů

V tomto případě se nejedná o plynulou regulaci, ale o přepínání otáček motoru. Na statoru mají vinutí, jehož počet pólů je možno měnit. U tohoto způsobu regulace pracuje vždy jen část vinutí a motor tedy není plně magneticky využit.

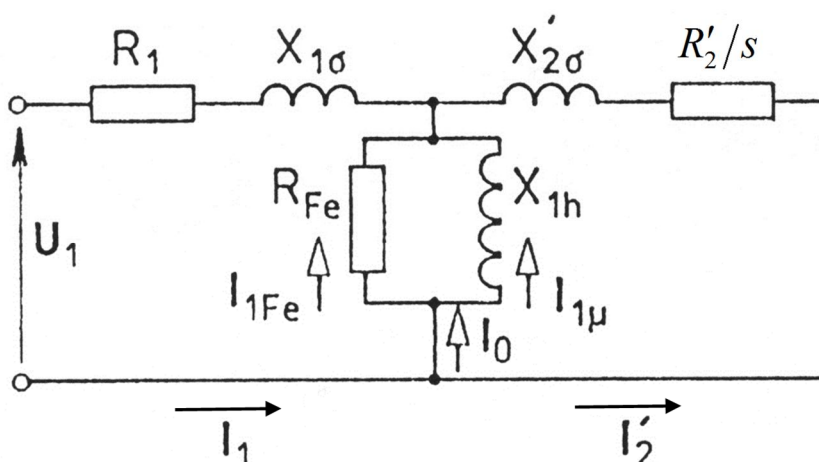


Obr. 3.16 Přepínání počtu pólů

Pozn. Této regulace se v minulosti užívalo např. u praček prádla.

3.5.3. Řízení otáček řízením velikosti skluzu

Velikost skluzu je možno měnit změnou napájecího napětí U_1 , odporem v obvodu rotoru R_2 , nebo napájením rotorových vinutí.



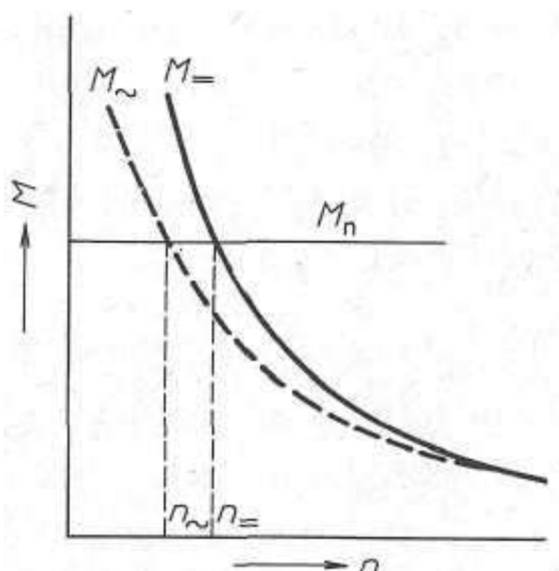
Obr. 3.17 Zjednodušené náhradní schéma asynchronního motoru

Řízení otáček změnou napětí na svorkách se nepoužívá, protože již při malém přetížení hrozí zastavení.

Řízení otáček změnou odporu v obvodu rotoru je neekonomické, protože regulovaná část výkonu se přeměňuje na teplo v odporu R_2 .

Řízení otáček využitím skluzového výkonu v kaskádním zapojení je možné pro kroužkové motory.

3.6. Univerzální sériový motor



Výhodou tohoto motoru je snadná regulace napětím.

Další předností je velký záběrný a provozní moment.

A samozřejmě univerzálnost napájení.

Jedná se o nejvíce používaný motor v domácích spotřebičích.

Obr. 3.18 Rozdílná charakteristika pro AC/DC napájení

3.7. Synchronní motor

Otáčky synchronních motorů jsou dány vztahem

$$n_1 = \frac{60f_1}{p}$$

Řízení rychlosti synchronních motorů lze pouze změnou frekvence napájení.

4. Metodika měření základních charakteristik malých elektrických motorů

Pro stanovení základních charakteristik elektrických pohonů je zapotřebí mít soubor zařízení určených pro rychlé měření potřebných vlastností točivých strojů. Nejedná se pouze o přístroje schopné měřit napětí a proudy. K posuzování vlastností motorů jsou zapotřebí i jiné stroje např. dynamometry, tachodynamy atp.

Proto je vhodné k měření charakteristik motorů využít nabízených služeb různých specializovaných pracovišť, která nabízejí veškeré potřebné přístrojové vybavení a umožňují měření vlastností elektrických točivých strojů při chodu naprázdno i při zatížení v rozsahu výkonů od desítek wattů do stovek kilowattů. Další výhodou specializovaného pracoviště je nejmodernější programové vybavení orientované na komplexní sběr dat měření stejnosměrných a střídavých (asynchronních a synchronních) motorů včetně zpracování výstupního protokolu.

4.1. Specializované pracoviště VUES Brno

Jedním ze specializovaných pracovišť nabízejícím tyto služby je společnost VUES Brno s.r.o., jejíž historie sahá až do roku 1947.



Obr. 4.1 Zkušební pracoviště VUES Brno s plně automatizovaným řízením zkušebního cyklu

Na zkušebním pracovišti s plně automatizovaným řízením (obr. 4.1) je možné mimo jiné provádět zkoušky:

- a) Měření odporu vinutí
- b) Měření izolačního odporu
- c) Kontrola chodu stroje
- d) Zkoušky mechanické odolnosti
- e) Zkouška naprázdno
- f) Zkouška při zatížení
- g) Zkouška nakrátko

Konfigurace zkušebních pracovišť

Komponenty zkušebních pracovišť jsou navrženy natolik variabilně, aby umožňovaly sestavení zkušebního pracoviště přesně podle požadavků odběratele viz obr. 4.2 a 4.3.



Obr. 4.2 Pracoviště lze vždy přizpůsobit pro daný stroj



Obr. 4.3 Zkušebna asynchronních motorů

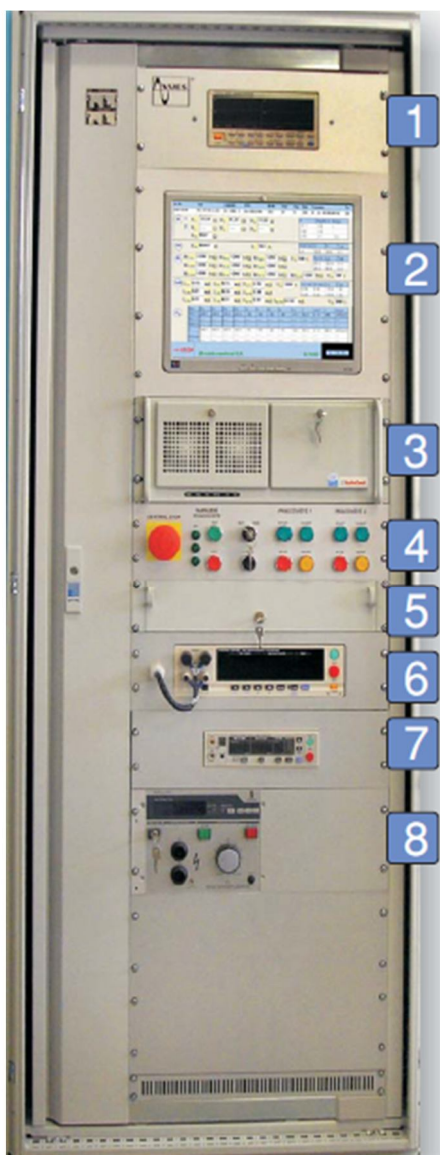
Ukázka konstrukčního uspořádání pracoviště

Celkové konstrukční uspořádání zkušebního pracoviště je závislé na požadovaných funkcích, konkrétních podmínkách a zvyklostech odběratele.

Jednotlivé komponenty zkušebního pracoviště – statické měniče kmitočtu se vstupními a výstupními filtry, výkonové transformátory, měřicí transformátory, jisticí prvky, napájecí zařízení pro zkoušené stroje a další výbava dle požadované konfigurace jsou umístěny v jedné nebo více rozváděčových skříních.

Řídicí počítače, monitor, multifunkční měřicí přístroj, systémová měřicí jednotka, jednoúčelové měřicí přístroje, převodníky měřených veličin a další potřebná zařízení jsou zabudovány do měřicí jednotky. Ovládací a signalizační prvky jsou umístěny převážně na jejím ovládacím panelu.

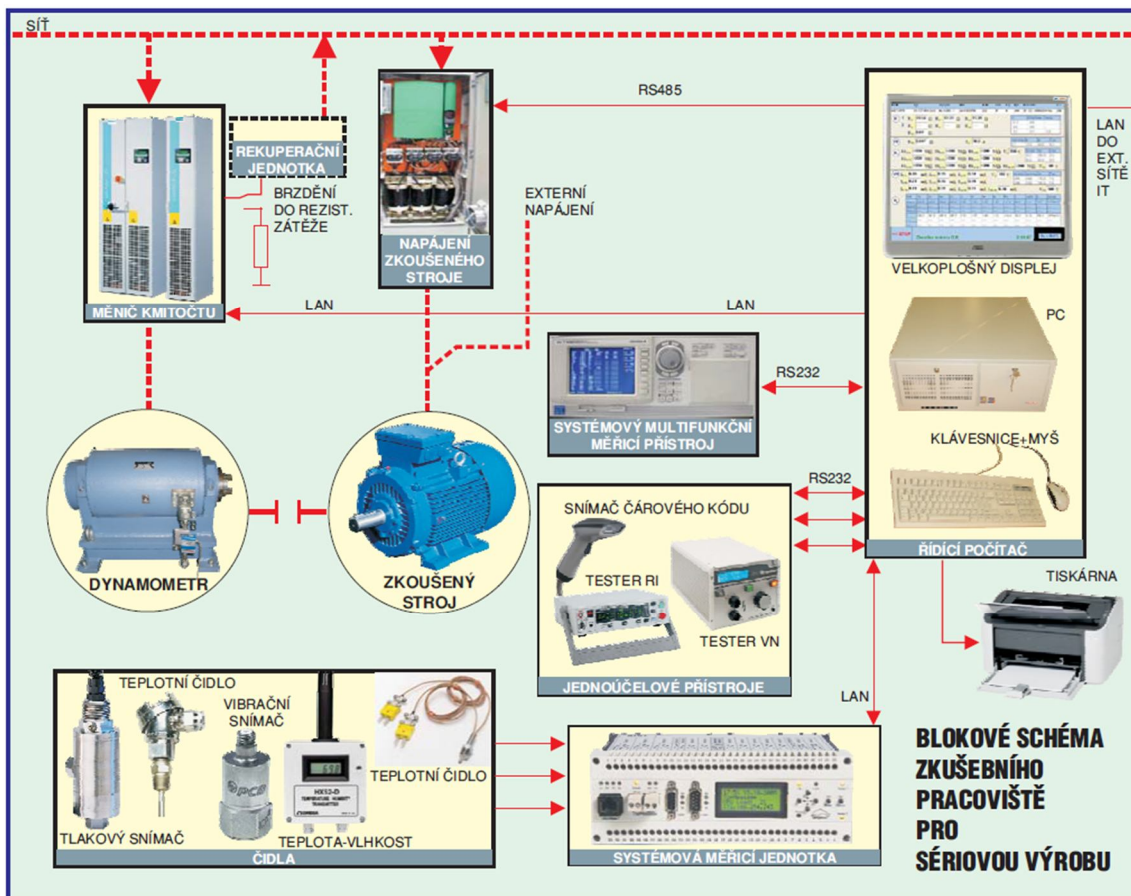
Možné uspořádání měřicí jednotky viz obr. 4.4.



Použité komponenty měřicí jednotky:

- 1 Multifunkční wattmetr
- 2 LCD monitor 17"
- 3 Průmyslové PC
- 4 Ovládací panel
- 5 Zásuvka na klávesnici a myš
- 6 PE tester
- 7 Ri tester
- 8 VN tester

Obr. 4.4 Uspořádání měřicí jednotky

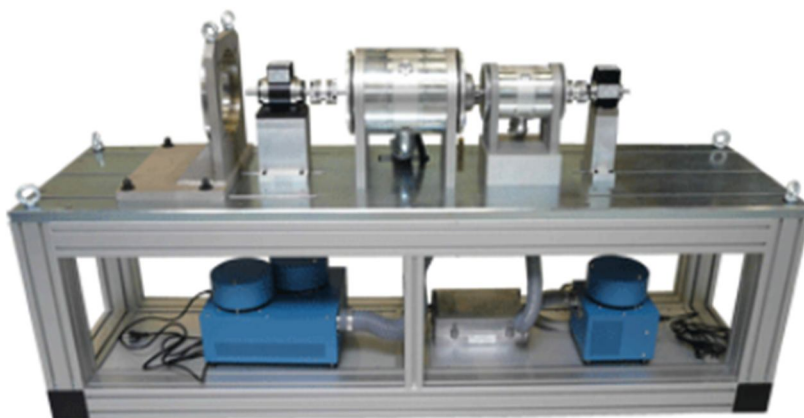


Obr. 4.5 Blokové schéma zkušebního pracoviště, VUES Brno

4.2. Specializované pracoviště MAGTROL

Jinou společností umožňující podobná měření je společnost MAGTROL, která nabízí své služby též více než 60 let.

V jejich prostorách je možné vidět veškeré potřebné vybavení.



Obr. 4.6. Tandem Dynamometr umožňuje testovat motory různých velikostí společně na jedné lavici.

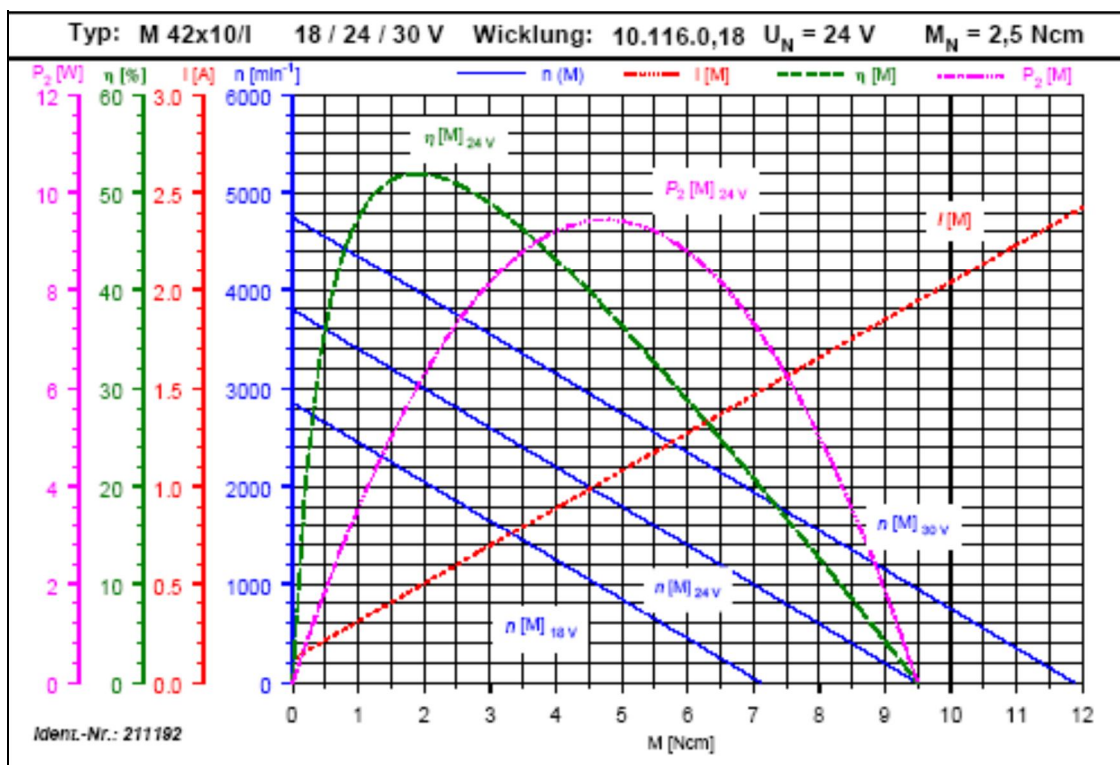


Obr. 4.7 Pracoviště určené pro testování motorů do spotřebičů



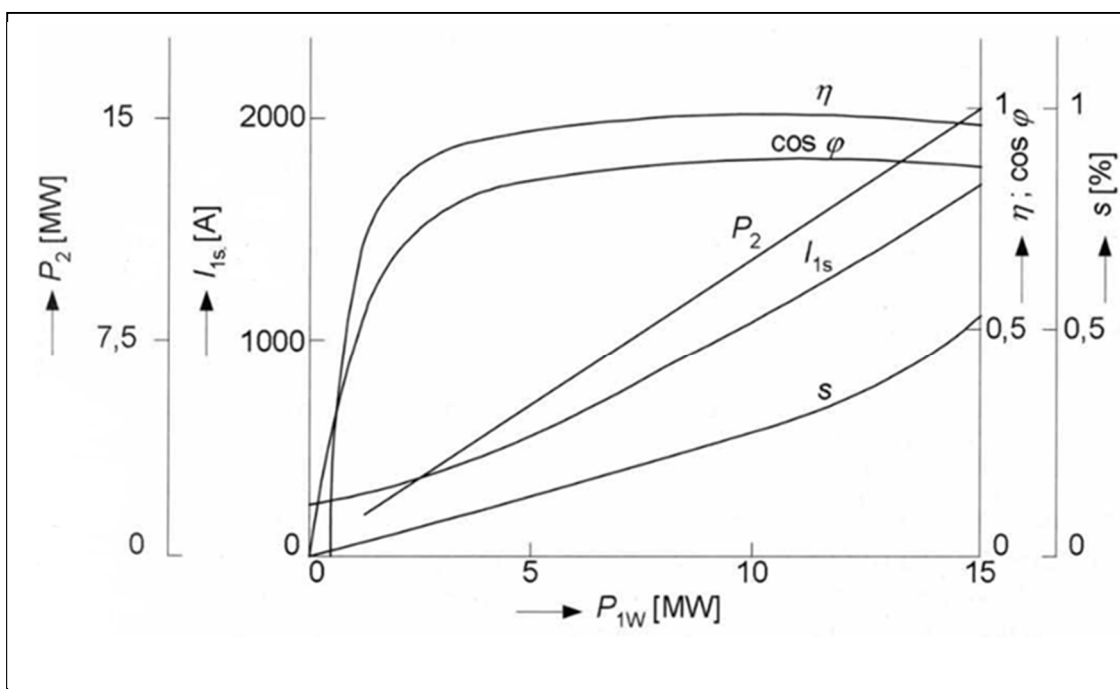
Obr. 4.8 Pracoviště pro měření malých DC motorů

Ukázka charakteristik DC motoru



Obr. 4.9 Charakteristiky DC motoru

Ukázka pracovní charakteristiky asynchronního motoru



Obr. 4.10 Pracovní charakteristika asynchronního motoru

5. Závěr

Úkolem bylo udělat přehled používaných pohonů v malých domácích spotřebičích, uvést možnosti regulace malých pohonů a stanovit metodiku měření základních charakteristik motorů.

Nejprve jsem udělal základní přehled motorů. Poté jsem na základě servisní dokumentace a rozebrání několika domácích přístrojů uvedl druh jejich pohonu. V mnou zkoumaných produktech se vyskytovaly prakticky dva druhy motorů. Malé stejnosměrné motory ve spotřebičích z kategorie osobní péče a univerzální sériové motory v kuchyňských spotřebičích, vysavačích a ručním nářadím. Pro měření charakteristik pohonů doporučuji využít specializovaných pracovišť, protože jsou na daná měření profesionálně vybavena včetně programového zázemí.

6. Použitá literatura

[1] VOŽENÍLEK, Petr, NOVOTNÝ, Vladimír, MINDL, Pavel, Elektromechanické měniče, Česká technika – nakladatelství ČVUT 2011, ISBN 978-80-01-04875-7

[2] online: Oficiální internetové stránky Philips ČR, <http://www.philips.cz>

[12. 1. 2014]

[3] online: Oficiální internetové stránky Braun ČR, <http://braun.braun.com/cz>

[12. 1. 2014]

[4] online: Oficiální internetové stránky VUES Brno ČR, <http://www.vues.cz/>

[18. 5. 2014]

[5] online: Oficiální internetové stránky MAGTROL, <http://www.magtrol.com/>

[18. 5. 2014]