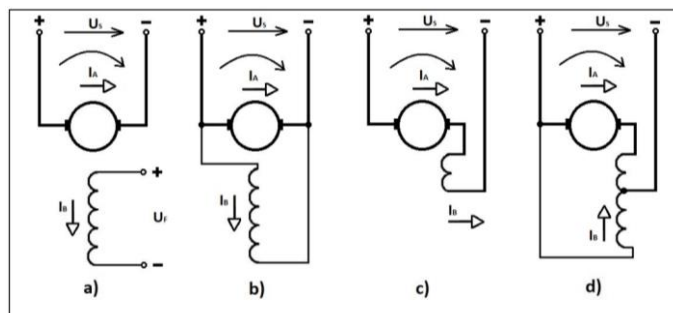


## Stejnoseměrný motor

Tyto elektrické pohony jsou spjaty s rozvojem využití elektrických pohonů ve svých počátcích. Svě zastoupení v oblasti pohonů stále mají. Mají složitější konstrukci, vyšší pořizovací náklady a nižší provozní spolehlivost, která je dána použitím komutátoru. Postupně se přechází od stejnosměrných pohonů ke střídavým, nebo k pohonům s elektrickou komutací. V oblasti regulovaných pohonů byly stejnosměrné pohony nahrazeny asynchronními střídavými motory a v oblasti servopohonů byly nahrazeny synchronními střídavými motory [4], [5].

Stejnoseměrné pohony se vzhledem k jejich buzení dělí na motory s cizím buzením, se sériovým buzením (trakční), s derivačním buzením a s kompaundním buzením, viz obr. 1.



Obr. 1 Buzení stejnosměrného motoru a) cizí, b) paralelní, c) sériové, d) kompaundní [9]

### Stejnoseměrný motor s cizím buzením

Jak již bylo zmíněno, stejnosměrné stroje jsou nahrazovány střídavými, ovšem stále zde jsou vlastnosti, kterými stejnosměrný stroj, konkrétně s cizím buzením dominuje. Mezi takové vlastnosti patří například snadná říditelnost. Snadná struktura regulačních obvodů umožňuje jednoduché řízení pohonu, v obou směrech otáčení při širokém regulačním rozsahu. Možnosti řízení rychlosti otáčení motoru si lze uvědomit vyjádřením rovnice (3), která úhlovou rychlost popisuje [5], [2].

$$\omega = \frac{U_a}{c \cdot \Phi} - \frac{R_a \cdot M}{(c \cdot \Phi)^2} = \omega_0 - \Delta\omega_n \quad (3)$$

kde:  $c$  – konstrukční konstanta stroje,  $\Phi$  – magnetický tok,  $U_a$  – napájecí napětí,  $R_a$  – odpor kotvy,  $M$  – elektromagnetický moment,  $\omega_0$  – rychlost na prázdnou,  $\Delta\omega_n$  – úbytek rychlosti.

Je zřejmé, že úhlovou rychlost můžeme měnit třemi způsoby. První způsob je změnou napájecího napětí, druhý způsob je změnou odporu kotvy přiřazením vnějšího odporu a poslední způsob je změnou magnetického toku, čehož se docílí změnou buďícího napětí [5].

V dnešní době se využívá k řízení rychlosti otáčení změna napájecího napětí, nebo změna magnetického toku (odbuzování). Způsob řízení, kdy dochází k změně odporu kotvy se nevyužívá vzhledem k maření energie, konkrétně maření elektrické energie v teplo. Jedná se tedy o neekonomický způsob řízení [5], [2].

Při řízení rychlosti změnou napětí se dosáhne jmenovitých otáček, které nastanou při jmenovitém napětí. Tuto hodnotu napětí nelze překročit, to znamená, že rychlost otáčení lze vůči jmenovitém otáčkám napájecím napětím pouze snižovat. Jak je z rovnice (3) vidět, změnou napětí se nemění

velikost úbytku napětí, tedy průběhy mechanické charakteristiky vyjadřující závislost momentu na úhlové rychlosti budou při snižování rychlosti rovnoběžné [5].

Pro získání vyšších otáček při menších momentech se používá řízení rychlosti otáčení změnou magnetického toku, tedy změnou budícího napětí.

### Stejnoseměrný motor se sériovým buzením

V tomto případě je budící vinutí zapojené do série s kotvou a protéká jím budící proud kotvy. To znamená, že magnetický tok je závislý na budícím proudu, a tedy i na momentu stroje. Závislost úhlové rychlosti na momentu tohoto motoru je v některých aplikacích pokládána za výhodu, například u elektrických pohonů vozidel. V tomto případě se používá pojem trakční motor [2].

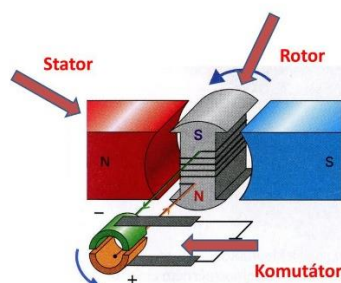
Tento druh motoru se jako pohon vozidel používá již dlouho a pro své dobré vlastnosti se stále rozšířeně používá. Tento motor je charakteristický velkým záběrným momentem při nízkých otáčkách. Moment parabolicky klesá s otáčkami. To odpovídá potřebám elektrických trakčních motoru, kdy je vyžadovaný velký moment pro rozjezd a poté stačí menší moment, pro udržení otáček. Vzhledem k velké indukčnosti budícího vinutí je průběh přechodových dějů pomalejší [2].

Stejnoseměrné motory sériově buzeny jsou také v mnohem menším provedení, kdy se jím říká univerzální motorky. Je to malý komutátorový motorek, který je možné napájet jak ze stejnosměrného, tak ze střídavého napájecího zdroje. Tyto motorky dosahují až 3000 otáček za minutu. Je možné je najít například ve vrtačkách, či kuchyňských mixérech [2].

Rozběh těchto motorů je možný pomocí změny napájecího napětí. Takový způsob je bezztrátový. Další variantou je zařazení odporu do série s kotvou. Tento způsob se nazývá odporový rozběh. Je starý a potýká se se ztrátami v odporu. Brzdění je možné dvěma způsoby. Buď se energie způsobena setrvačností hmoty vrací zpět do napájecího zdroje, jde tedy o rekuperační brzdění nebo se tato energie maří v teplo. Tomuto způsobu se říká odporové brzdění [2].

### Stejnoseměrný motor s derivačním buzením

V tomto případě je budící vinutí připojeno ke kotvě paralelně, proto se také tomuto motoru říká motor s paralelním buzením. Princip je následující. Po připojení svorek motoru k napájení se vstupní proud rozdělí mezi budící vinutí a rotorové vinutí. Proud, který prochází budícím vinutím, vytvoří stálé magnetické pole v prostoru kotvy motoru. Proud, který teče vinutím rotoru, vytváří magnetické pole rotoru. V tomto stavu nastává interakce dvou magnetických polí, které způsobí pootočení rotoru. Tento impuls způsobí dostatečné pootočení k tomu, aby komutátor změnil směr proudu ve vinutí rotoru, a díky tomu se rotor začne otáčet [9]. Princip komutátoru je na následujícím obrázku.



Obr. 2 Princip komutátoru

Tyto motory jsou známy svojí stálostí otáček nezávisle na zatížení a nepoužívají se příliš v aplikacích, kde je požadovaná regulace rychlosti. Regulace rychlosti je možná následujícími způsoby. Buďto je připojen rezistor s proměnným odporem sériově k vinutí rotoru. Tento způsob regulace však umožňuje pouze snižovat otáčky. Na otáčky na prázdno toto řešení nemá vliv. Druhá možnost je použití bočníku, přes který by docházelo ke změně budicího proudu, a tedy ke změně magnetického toku. Zvýšením budicího magnetického toku se sníží otáčky na prázdno a zmenší se pokles otáček při rostoucím zatížení. V případě snížení budicího magnetického toku se otáčky na prázdno zvýší, ale také při rostoucím zatížení rychleji klesají otáčky [9].

V praxi je také možné narazit na motor s permanentním magnetem. V tomto případě zde jde o nahrazení budicího vinutí stálým (permanentním) magnetem. Konstrukce tohoto motoru se zjednoduší. Svými vlastnostmi v podstatě odpovídá právě paralelnímu motoru.

### Stejnoseměrný motor s kompaundním buzením

Také se těmto motorům říká motory se smíšeným buzením. Název vznikl, jak to u stejnosměrných motorů bývá, od zapojení buzení. Nachází se zde sériové i paralelní (derivační) buzení. Toto řešení má předejít problémům, které mají motory pouze se sériovým, nebo paralelním buzením [9].

Vlastnosti motoru se odvíjí od způsobu buzení. Pokud obě budicí vinutí působí magnetickým tokem souhlasně, potom proti derivačnímu motoru zajišťuje tento způsob buzení větší záběrový moment a také nehrozí roztržení při odlehčení. V porovnání se sériovým motorem se méně snižují otáčky při rostoucím zatížení. Pokud působí budicí vinutí proti sobě, motor poskytuje stále otáčky při proměnlivém zatížení [9].

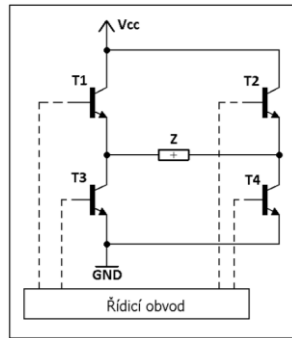
### Obvody pro řízení stejnosměrných motorů

Řízení rychlosti se nejčastěji provádí pomocí změny napájecího napětí. Další možnosti jsou změna předřazeného odporu kotvy, nebo změna budicího proudu. Jsou dva způsoby, jak měnit napájecí napětí pro stejnosměrné motory. Buďto je třeba převést střídavé napětí na stejnosměrné, k čemuž se používají usměrňovače, nebo se mění hodnota vstupního stejnosměrného signálu pomocí pulzního měniče [3], [5].

Stejnoseměrné měniče se používají pro řízení střední hodnoty stejnosměrného napětí, což znamená, že do měniče vstupuje konstantní stejnosměrné napětí a vystupuje napětí s říditelnou střední hodnotou, tedy regulované. Nejčastější využití se vyskytuje u trakčních pohonů, pohonů napájených z akumulátoru a v dalších případech, kde je k dispozici stejnosměrná napájecí síť [3], [5].

Princip spočívá ve spínání prvků, přes které je napájecí napětí připojené k motoru. Amplituda pulzu je daná napájecím napětím. Spínací prvek, běžně IGBT, je otevřen pulzem na určitou dobu. Během této doby roste napětí rychlostí, která je daná časovou konstantou. Poté se prvek vypne a napětí opět klesá. Množstvím sepnutí a délkou doby sepnutí se určuje střední hodnota napětí [3], [5].

Pro možnost změny polarity se používá čtveřice spínacích prvků tvořící plný H-můstek. Podle kombinace sepnutí se rozhodne, kterým směrem poteče budicí proud, tedy do jaké strany se bude motor otáčet. Na obr. 3 spolu pracují tranzistory T1, T4 a T2, T3. Obvod pracuje tak, že jeden z dvojice prvků je trvale otevřen a ten druhý se otevírá pulzy podle potřeby. Motor může být tedy trvale připojeny na kladnou větev napájecího zdroje (například T1) a spínáním spínacího prvku (T4), který připojuje motor k záporné větvi, se obvod uzavírá [3], [5].



Obr. 3 Pulzní měnič tvořený bipolárními tranzistory [8]