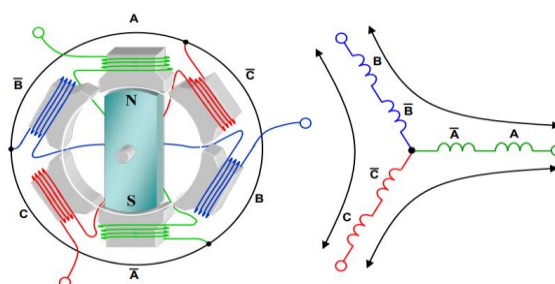


Elektricky komutovaný motor

Také se tento motor nazývá bezkartáčový stejnosměrný motor, z tohoto názvu vznikla zkratka BLDC (z anglického Brushless Direct Current), nebo další označení je EC (z anglického Electrically Commutated). Jedná se o typ synchronního motoru, to znamená, že magnetické pole generované statorem a magnetické pole generované rotorem má stejnou frekvenci. To znamená, že nemají skluz, což má vliv například na setrvačnost motoru. BLDC motor v třífázovém provedení je obecně nejrozšířenější provedení. Mohou se vyskytovat i jako jednofázové, nebo dvojfázové [7].

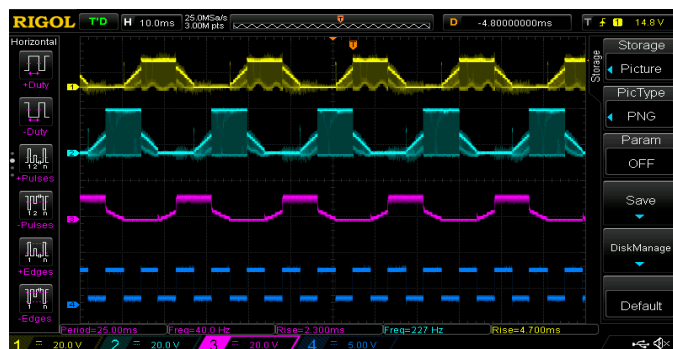
U stejnosměrných komutátorových motorů je nejslabším místem komutátor. Se správnou funkcí komutátoru je spojována také spolehlivost stejnosměrných motorů. Mnoho zdrojů uvádí, že problém s kluzným kontaktem je vyřešen, ovšem to platí pouze pro některé případy, hlavně u velkých motorů. Pro malé stejnosměrné motory to je stále problém. Problém s komutací u motoru menších výkonů řeší tedy elektrická komutace. Pojem komutace v tomto případě už nemá nic společného s kartáčovou komutací [7].



Obr. 1 Uspořádání BLDC motoru

Konstrukce těchto motorů je opačná v porovnání s klasickými komutátorovými motory. V tomto případě je budicí vinutí rotující část a pevné vinutí je statorové. Konstrukčně motor připomíná synchronní motor, kdy stator je třífázové vinutí zapojené do hvězdy a rotor je tvořen permanentními magnety. Magnetické pole statoru a magnetické pole rotoru mají stejnou frekvenci [7].

K napájení a zároveň řízení se používá řídicí jednotka v zapojení třífázového můstku, který je osazen IGBT tranzistory se zpětnými diodami. Tranzistory se ovládají pomocí pulsně šířkové modulace. Tyto motory mohou mít přímo zabudované tištěné spoje pro napájení a řízení. Je patrné, že kartáčová komutace musela být nahrazena jiným způsobem. V tomto případě je to zajištěno magnety pro snímání polohy, na které reagují Hallovy sondy a zjišťují tak informaci o poloze rotoru. Je možné také použít jiné metody pro zjištění polohy. Enkodéry, resolvery, případně se používá bezsenzorová zpětná vazba EMF [7].



Obr. 2 Průběhy napětí na jednotlivých vinutích

Tyto motory se vyznačují vysokou účinností, dlouhou životností, velkým rozsahem rychlosti a mnoha dalšími vlastnostmi. Pro lepší představu je v tabulkách 1 a 2 provedené porovnání motorů s dalšími nejpoužívanějšími motory, kterými jsou stejnosměrné kartáčové motory a asynchronní (indukční) motory.

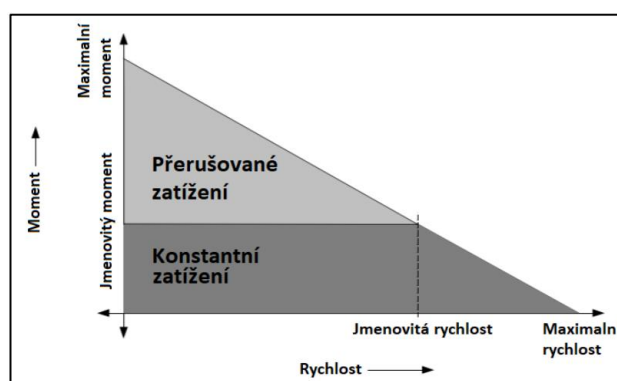
Tabulka 1 Porovnání BLDC motorů s DC motory s kartáčovou komutací, převzato z: [4], upraveno autorem

Vlastnosti	BLDC motory	Kartáčové DC motory
Komutace	Elektrická komutace založena na snímání polohy například pomocí Hallových sond	Kartáčová komutace
Údržba	Méně vyžadovaná díky absenci kartáčů	Vyžadovaná pravidelná údržba
Životnost	Delší	Kratší
Otáčková charakteristika	Plochá – s jmenovitou zátěží je možné pracovat ve všech rychlostech	Mírně plochá – při vyšších rychlostech roste tření kartáčů a snižuje se využitelný moment
Účinnost	Vysoká – žádné úbytky napětí skrze kartáče	střední
Poměr výstupního výkonů a rozměrů	Vysoký – velikost je menší díky dobré tepelné charakteristice. Jelikož má BLDC motor vinutí připojené ke krytí motoru teplo se lépe rozptýlí	Střední až malý – teplo vytvořené kotvou se rozptýlí ve vzduchové mezeře.
Setrvačnost rotoru	Nízká – kvůli použití permanentních magnetů na rotoru	Vysoká
Rozsah otáček	Vysoký	Nižší – limitováno kartáčem komutátoru
Generování el. rušení	Nízké	Kartáče způsobují elektromagnetické rušení
Výrobní cena	Vyšší – použití permanentních magnetů	Nízká
Řízení	Složitě a drahé	Jednoduché a levné
Požadavky na řízení	Řízení je vždy požadováno pro běh motoru. Jeden kontrolér může být použitý pro udržování stále rychlosti i pro řízení rychlosti	Pro pevně danou rychlost není požadovaný kontrolér, je však požadován v případě požadavku na proměnnou rychlost

Tabulka 2 Porovnání BLDC motorů s indukčními motory, převzato z: [4], upraveno autorem

Vlastnosti	BLDC motory	Indukční motory
Otáčková charakteristika	Plochá – s jmenovitou zátěží je možné pracovat ve všech rychlostech	Nelineární – nízký moment při nízkých otáčkách
Poměr výstupního výkonů a rozměrů	Vysoký – permanentní magnety umožňují stejný výkon při menších rozměrech	Střední – vinutí na rotoru i statoru
Setrvačnost rotoru	Nízká – lepší dynamická charakteristika	Vysoká – špatná dynamická charakteristika
Rozběhový proud	Jmenovitý – není zapotřebí speciální rozběhový obvod	Asi 7x větší než jmenovitý – je zapotřebí speciální rozběhový obvod. Běžně se používá přepínání hvězda – trojúhelník
Požadavky na řízení	Řízení je vždy požadováno pro běh motoru. Stejný kontrolér může být použitý pro udržování stále rychlosti i pro řízení rychlosti	Pro pevně danou rychlost není požadovaný kontrolér, je však požadován v případě požadavku na proměnnou rychlost
Skluz	Žádný skluz mezi rotorem a státorem	Rotor pracuje s nižší frekvencí než stator (skluz). Skluz roste s rostoucím zatížením

Pro rychlostní rozsah, který začíná v nulové rychlosti a dosahuje po jmenovitou rychlost, je schopný BLDC motor poskytnout konstantní jmenovitý moment. Je zde možnost vytočit motor až na 150% jmenovité rychlosti, přičemž ale začíná klesat moment. V případě že zátěž vyžaduje časté spouštění a zastavování, nebo například častou změnu otáčení je vyžadován větší točivý moment. Ten může dosáhnout až hodnoty určitého maximálního momentu, který musí být dostačující pro překonání setrvačnosti zátěže a rotoru [4].



Obr. 3 Momentová charakteristika motoru, převzato z: [4], upraveno autorem