



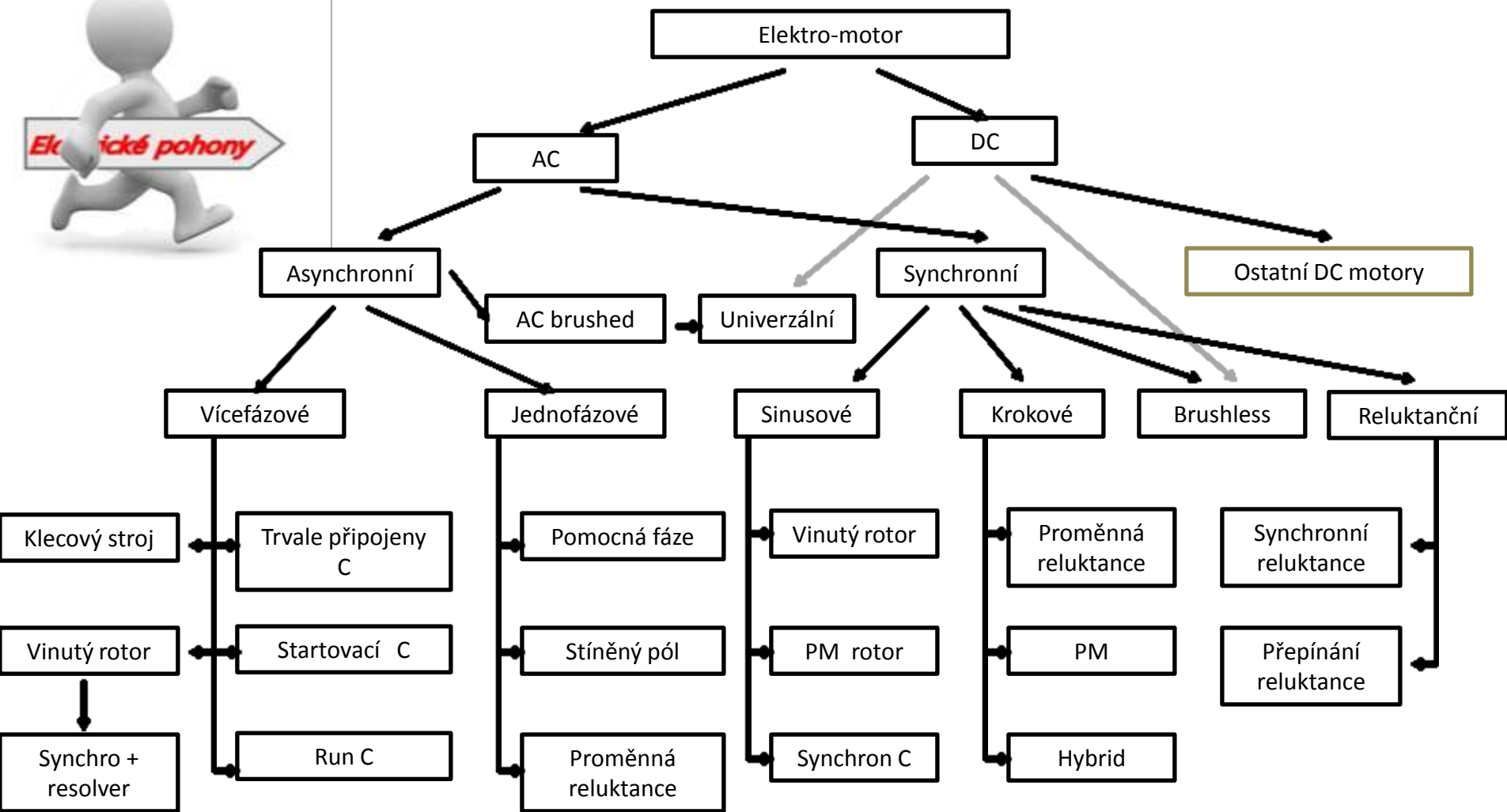
Synchronní motor VII.



Ing. Vít Hlinovský, CSc.
K13114 – T2:E1-107
hlinovsk@fel.cvut.cz

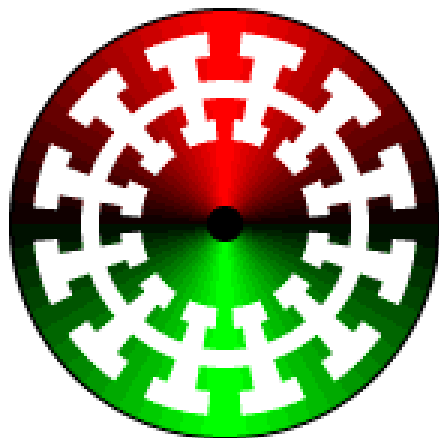


Třídění elektrických motorů

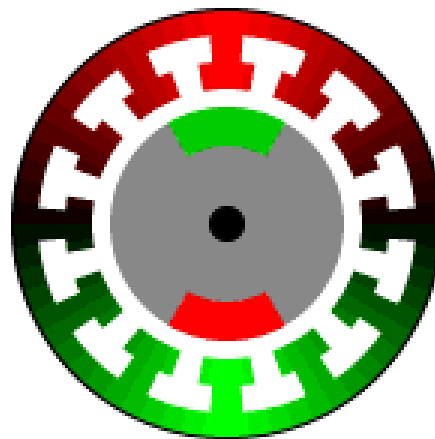




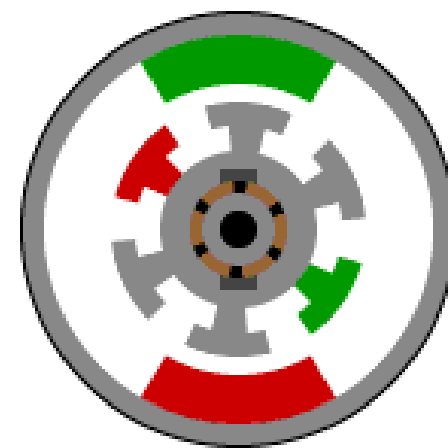
Asynchronní motor



Synchronní motor



Stejnoseměrný motor



Dva typy statoru a dva typy rotoru :

- drážkovaný obvod – vsypané vinutí
- vyniklé póly – buzení / permanentní magnety

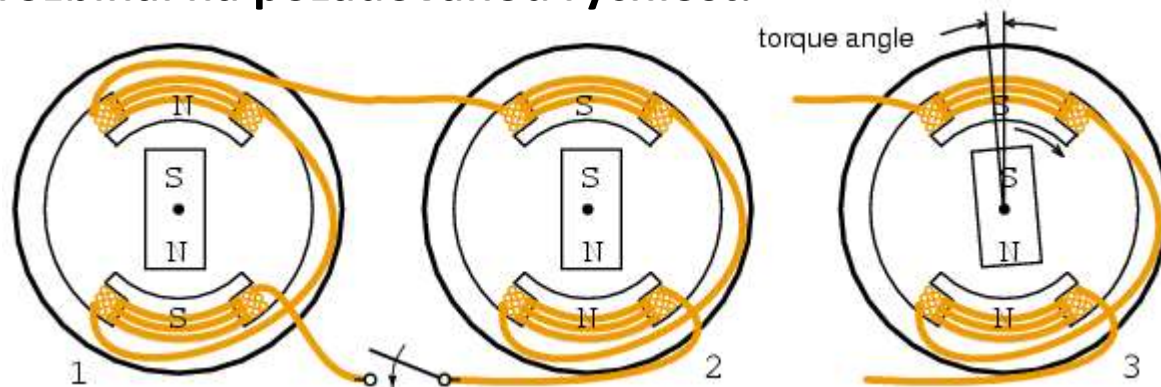
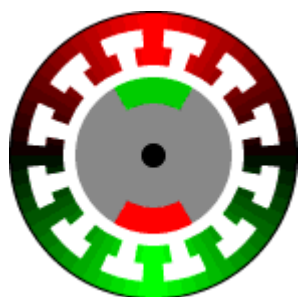




Synchronní motor

Základní vlastností synchronního motoru je shoda otáček rotoru s magnetickým polem statoru. Střídavý proud ve vinutí statoru generuje točivé magnetické pole. Rotor může být z permanentního magnetu se střídavě uspořádanými póly po obvodě nebo má vinutí napájené ze stejnosměrného zdroje. Nabuzený synchronní motor se po přímém připojení na střídavou síť sám neroztočí. Trojfázový střídavý proud statoru vytvoří točivé magnetické pole, které se otáčí rychlostí danou frekvencí napájecí sítě a počtem pólů motoru.

Na rotoru jsou permanentní magnety nebo budící vinutí, který vytvoří magnetické pole. postupně rozbíhal na požadovanou rychlost.





Synchronní motor

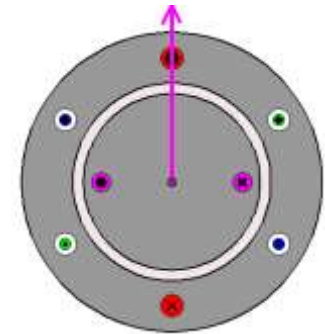
Základní vlastností synchronního motoru je shoda otáček rotoru s magnetickým polem statoru.

Střídavý proud ve vinutí statoru generuje statorové točivé magnetické pole.

Rotor může být z permanentního magnetu se střídavě uspořádanými póly po obvodě nebo má vinutí napájené ze stejnosměrného zdroje. Nabuzený synchronní motor se po přímém připojení na střídavou síť sám neroztočí.

Trojfázový střídavý proud statoru vytvoří točivé magnetické pole, které se otáčí rychlostí danou frekvencí napájecí sítě a počtem pólů motoru.

Na rotoru jsou permanentní magnety nebo budící vinutí, který vytvoří magnetické pole. postupně rozbíhal na požadovanou rychlost.

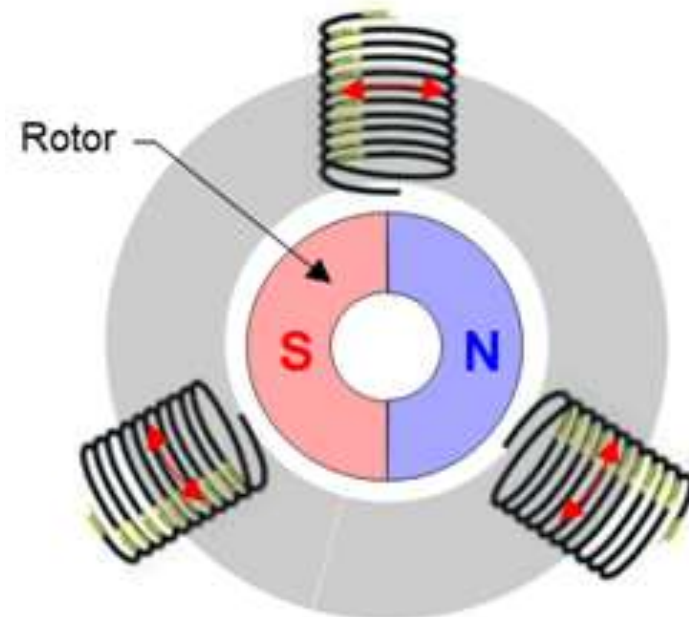
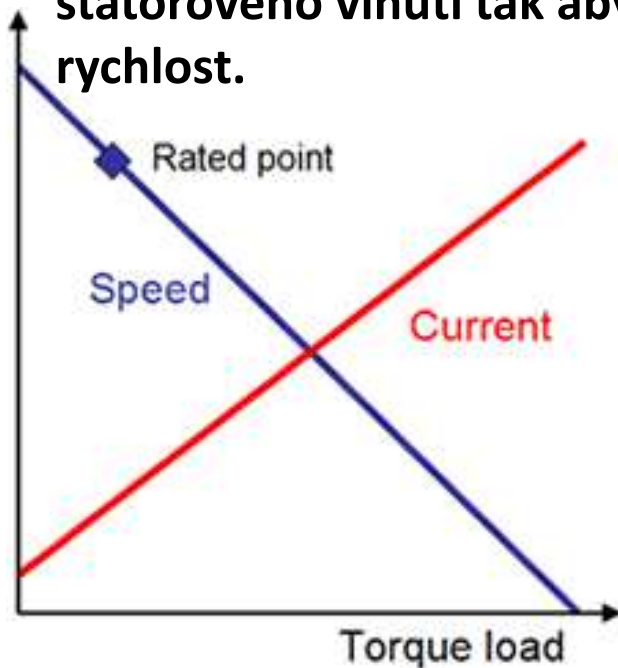




Synchronní motor

Máme dva základní způsoby jak spustit synchronní motor :

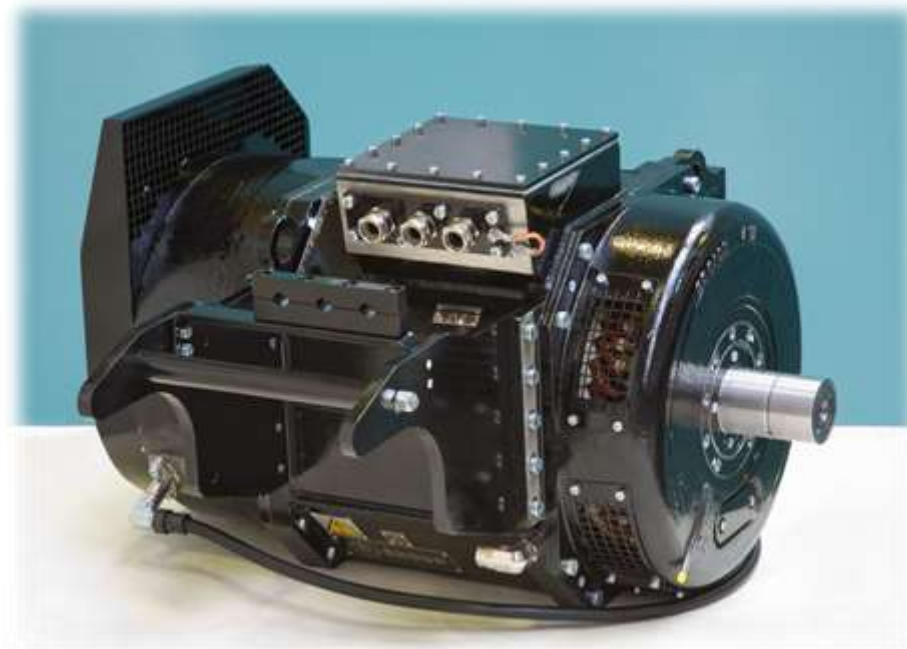
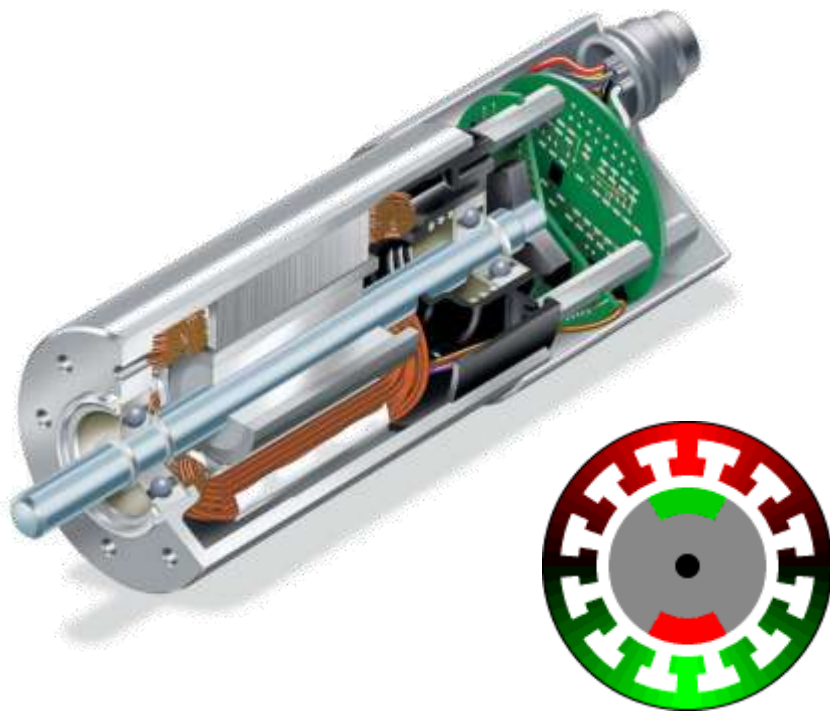
- roztočit rotor na rychlost přibližně synchronní a připojit stator k síti, motor se vtáhne do synchronizmu.
- zjistit polohu rotoru vůči statoru a začít postupně spínat jednotlivé sekce statorového vinutí tak aby se motor postupně rozbíhal na požadovanou rychlost.

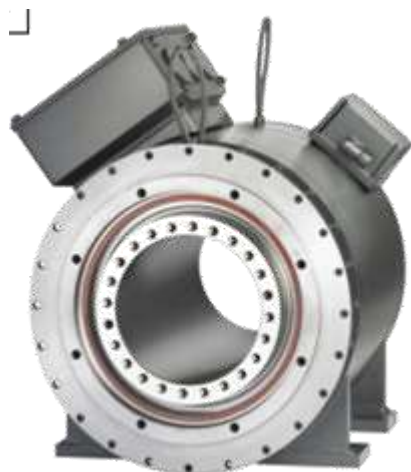


http://educypedia.karadimov.info/library/Synchronous_Motor_Principle.swf



Střídavé synchronní servomotory mají ve statoru rozložené trojfázové vinutí a permanentní magnety na rotoru. Vinutí je navrženo pro sinusové průběhy proudu a napětí. Tenká vrstva magnetů ze vzácných zemin neodým-železo-bór je umístěna na povrchu rotorové hřídele, čímž je zaručen malý moment setrvačnosti motoru. Segmentové uspořádání magnetů na rotoru a zešikmení drážek ve statoru snižuje momentové pulsace. Motory jsou standardně šestipólové, což je optimum pro vztah mezi úhlovou rychlostí a kmitočtem napájecího napětí.



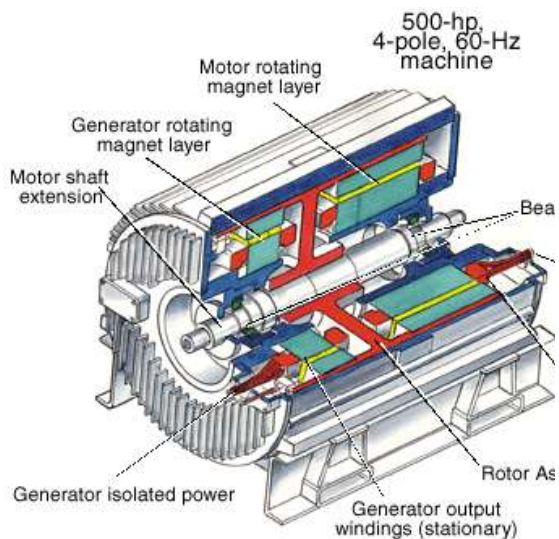
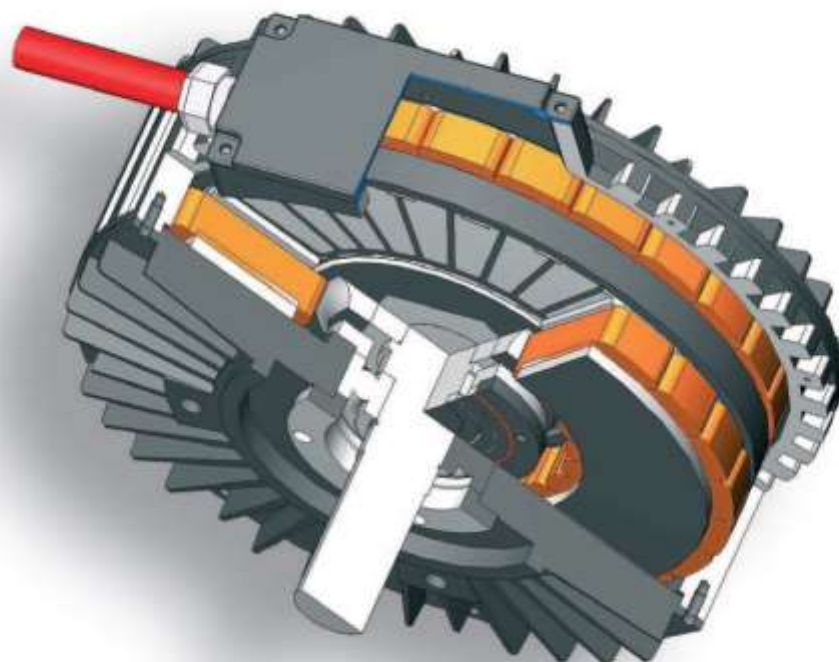


Výhody PMSM:

menší objem, hmotnost a moment setrvačnosti,
vlivem menšího objemu možnost přímého pohonu bez
převodovky – výhoda zejména v trakčních pohonech,
velká momentová přetížitelnost, vyšší účinnost.

Nevýhody PMSM:

vyšší cena,
složitější konstrukce a technologie výroby a oprav, menší robustnost,
nemožnost stroj odbudit – při zkratu stroj pracuje jako generátor do
tohoto zkratu, což znamená proudové a momentové rázy,
vznik ztrát vířivými proudy při výběhu vlivem nemožnosti odbuzení.

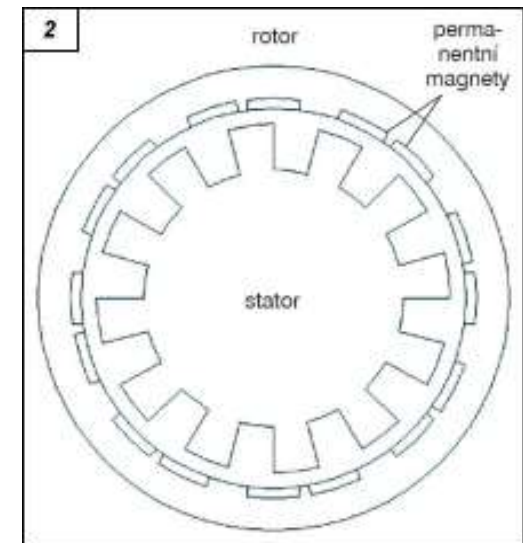
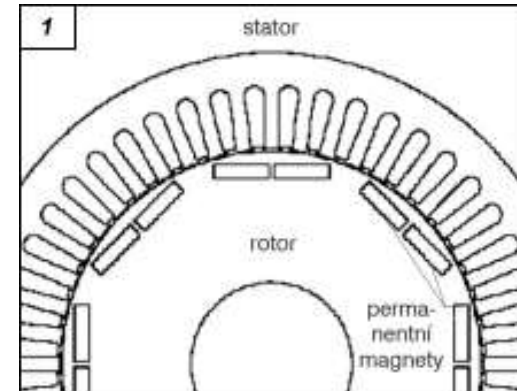




Konstrukce synchronního motoru

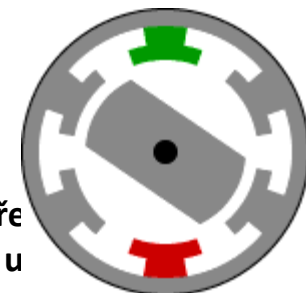
V klasické koncepci je statorové třífázové vinutí uloženo v drážkách magnetického obvodu, podobně jako u asynchronního motoru. Uvnitř statoru je umístěn rotor, který nese permanentní magnety. Rotor je často odlehčen dutinami, neboť magnetický tok se v těchto případech uzavírá v povrchové vrstvě. Póly permanentních magnetů jsou tvořeny dílčími segmenty. Rozměry těchto segmentů jsou i u výkonných motorů omezeny na desetiny, maximálně jednotky centimetrů. Permanentní magnety jsou ze speciálních materiálů, nejčastěji SmCo (samarium-kobalt) nebo NdFeB (neodym-železo-bor). Magnetická indukce těchto magnetů je od 0,8 do 1,2 T (běžný ferit má indukci 0,3 až 0,4 T). Jsou tedy zdrojem velkého magnetického toku, a tím umožňují zmenšení objemu stroje.

Kromě klasické konstrukce se někdy používají tzv. nábojové motory. Jde o motory kdy permanentní magnety jsou nedílnou konstrukční součástí otáčející se části. Proto je rotor s permanentními magnety pevně spojen s rotující částí a obepíná stator s třífázovým vinutím, který prochází osou kola a je s ní pevně spojen. Tyto motory se používají pro výkony od stovek wattů pro pohon lehkých jednostopých vozidel až po 60 kW pro individuální pohon kol plně nízkopodlažních tramvají.





● Reluktanční motory



Reluktanční motor je založený na principu kdy rotor se natáčí do polohy kdy magnetický tok se uzavírá cestou s minimálním odporem. Magnetický tok statoru se uzavírá přes rotor, a to hlavně pře části oddělené malou vzduchovou mezerou a nikoliv přes vybrání s velkým magnetickým odporem u velké vzduchové mezery. Rotor se brání skluzu ve vztahu s točivým polem statoru.

Reluktanční (brání se – skluzu) motor se rozbíhá jako motor s kotvou nakrátko a po rozběhu se vtáhne do synchronismu. Přetížení vede k asynchronnímu běhu se skluzem. V místech drážek na rotoru jsou velké vzduchové mezery a tedy i velký rozptylový magnetický tok. Proto mají reluktanční motory menší účinník a větší odběr proudu než odpovídající asynchronní motor.

SWITCHED-RELUCTANCE MOTOR



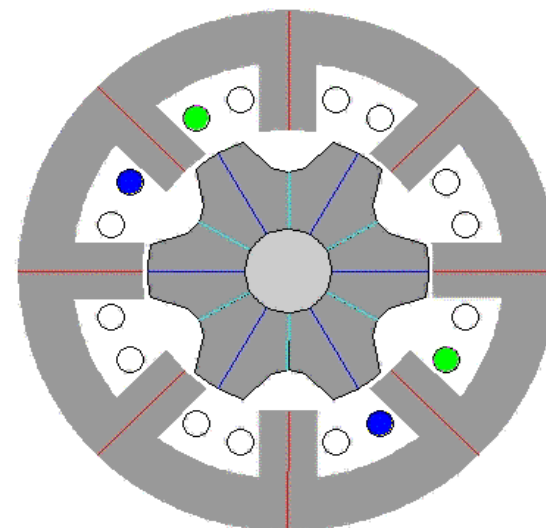
6/4 Pole



8/6 Pole

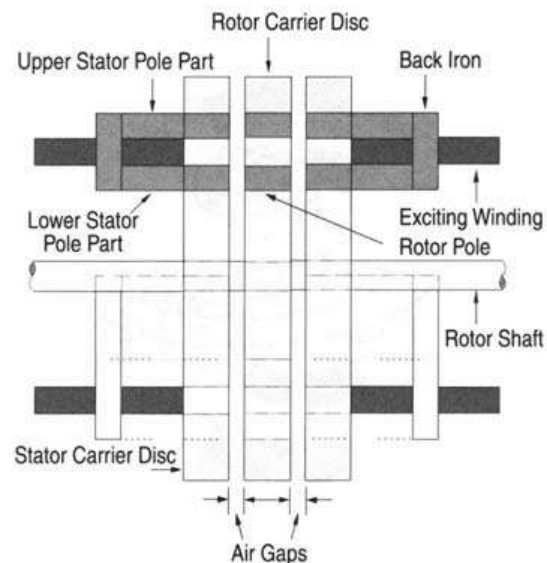
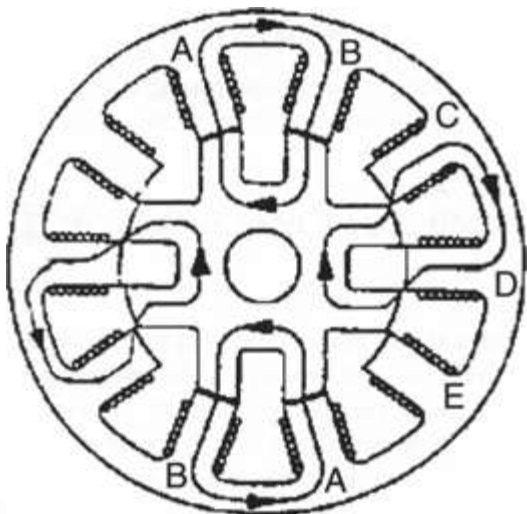
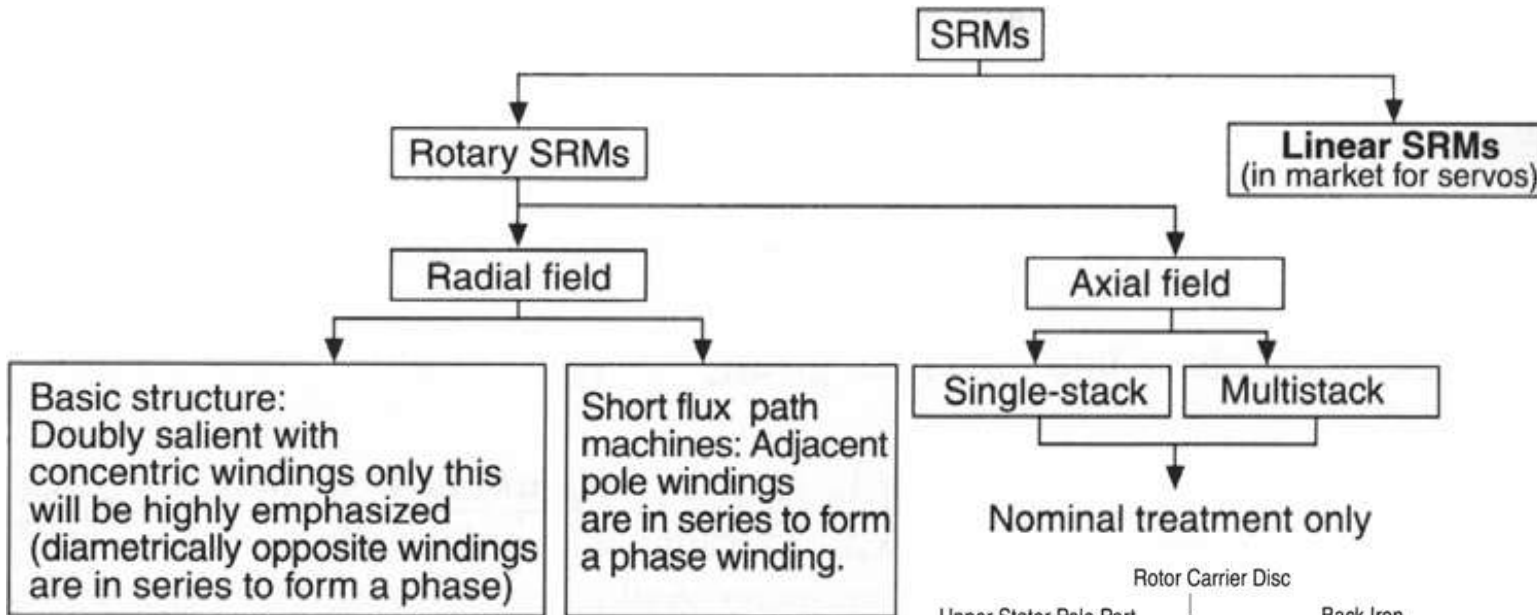


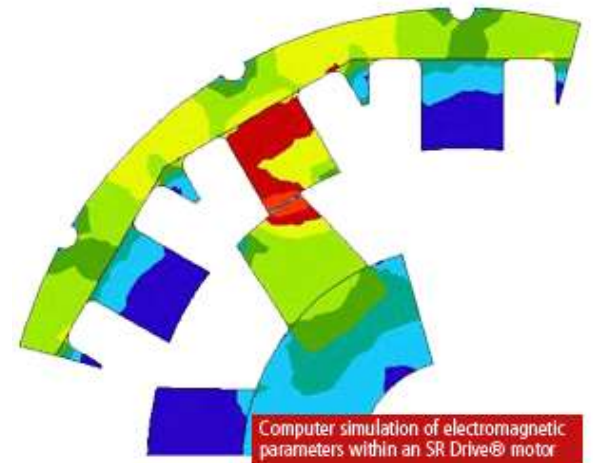
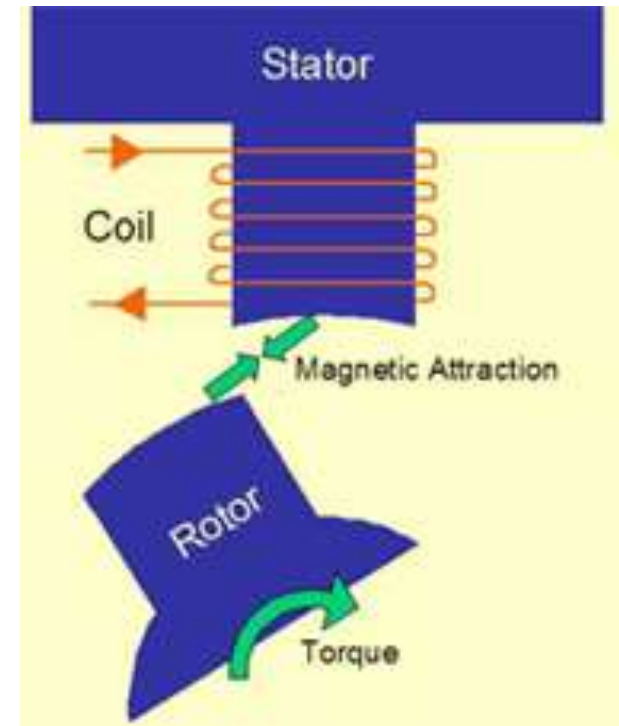
Three-phase SR Drive® stator and rotor

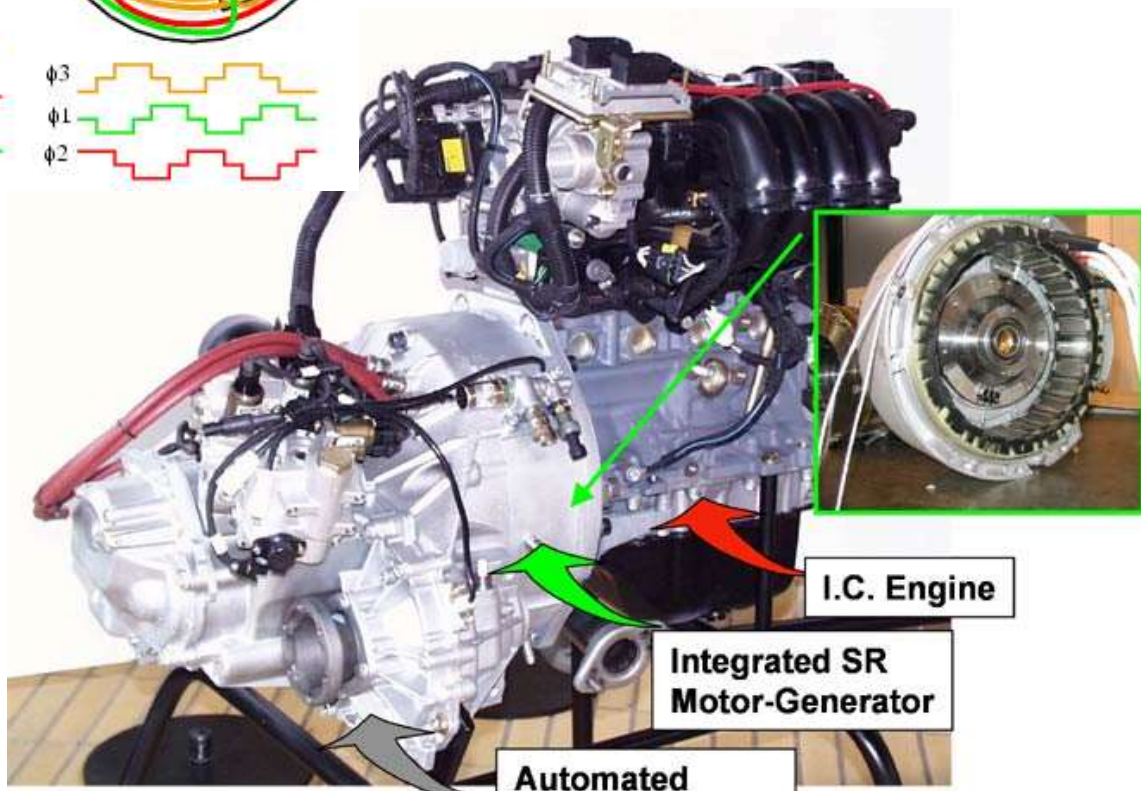
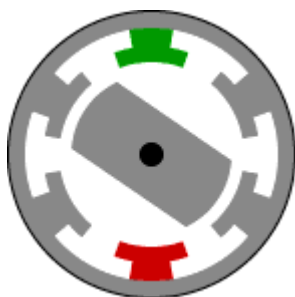
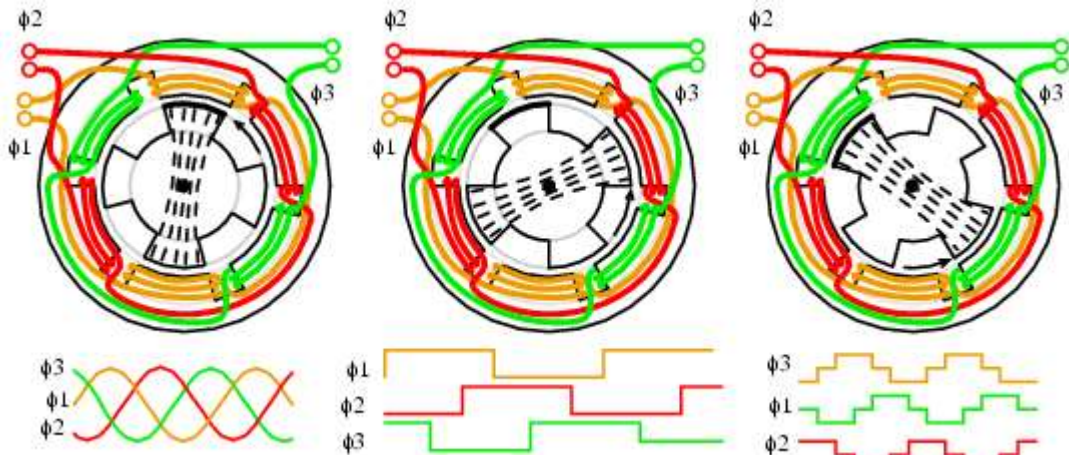




Dělení reluktančních motorů





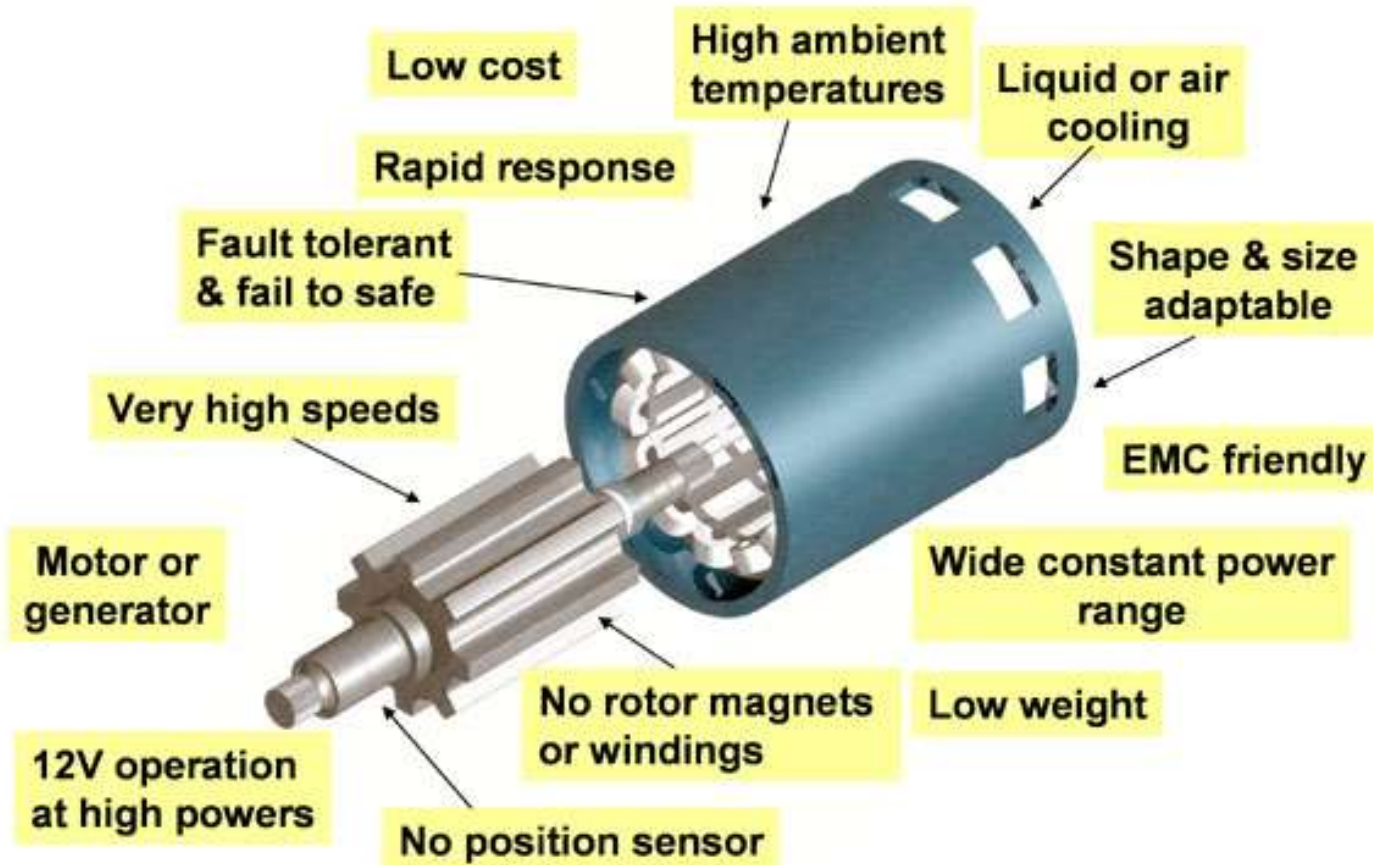


I.C. Engine

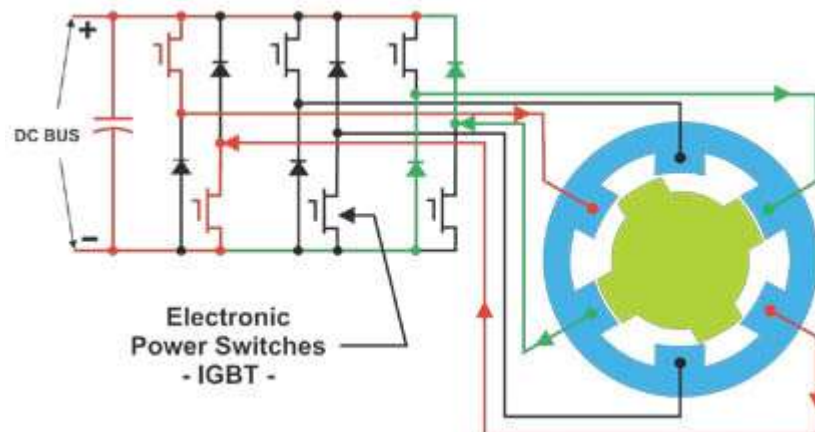
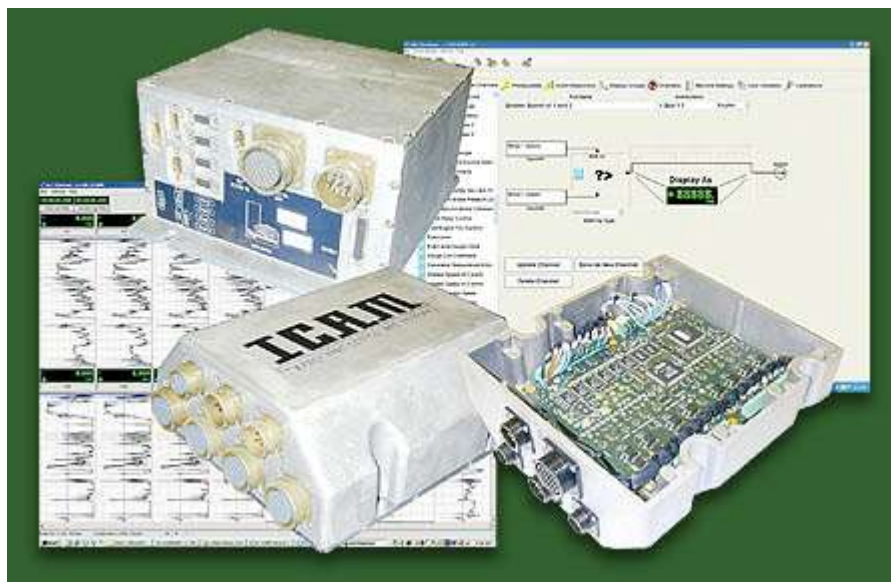
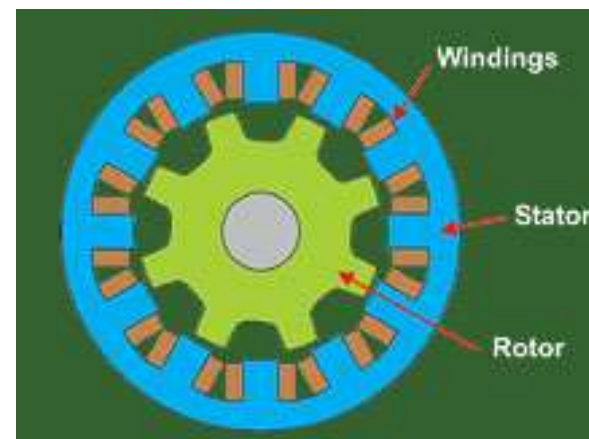
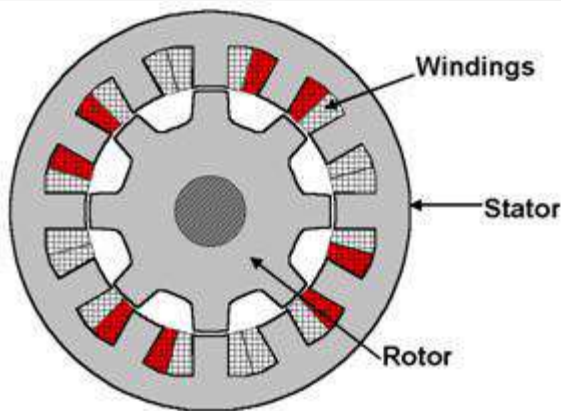
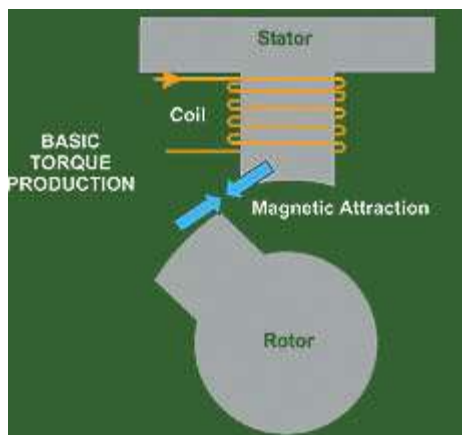
Integrated SR Motor-Generator

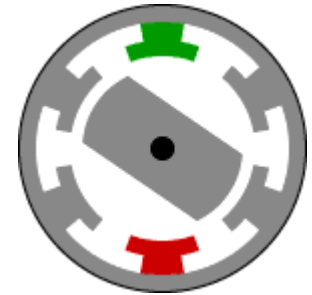
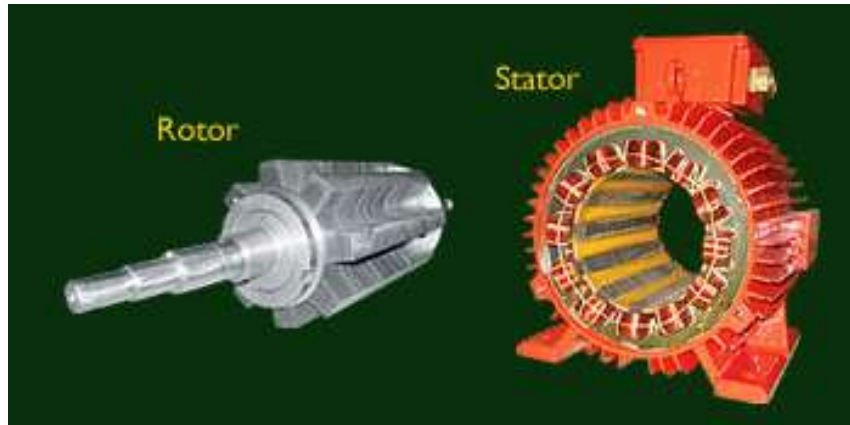
Automated Manual Gearbox





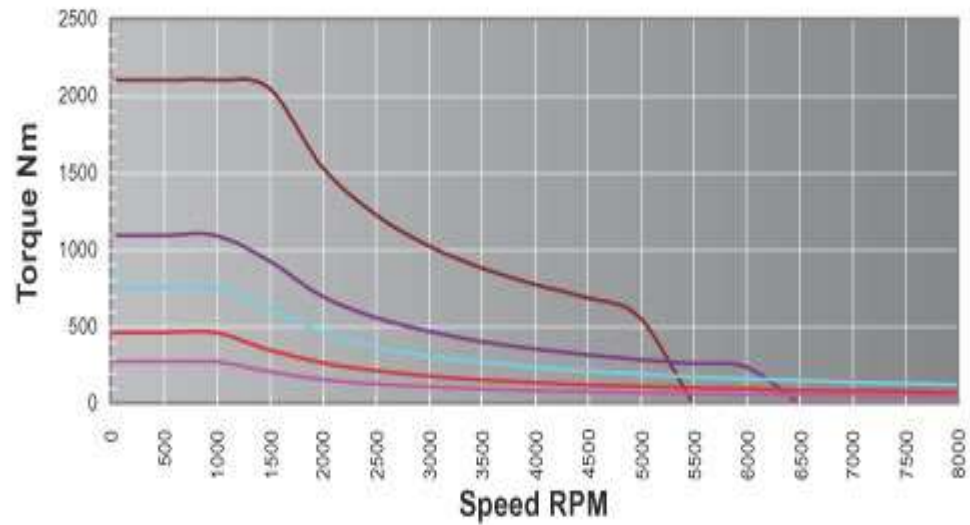
SR Motor and Control Technology – key features

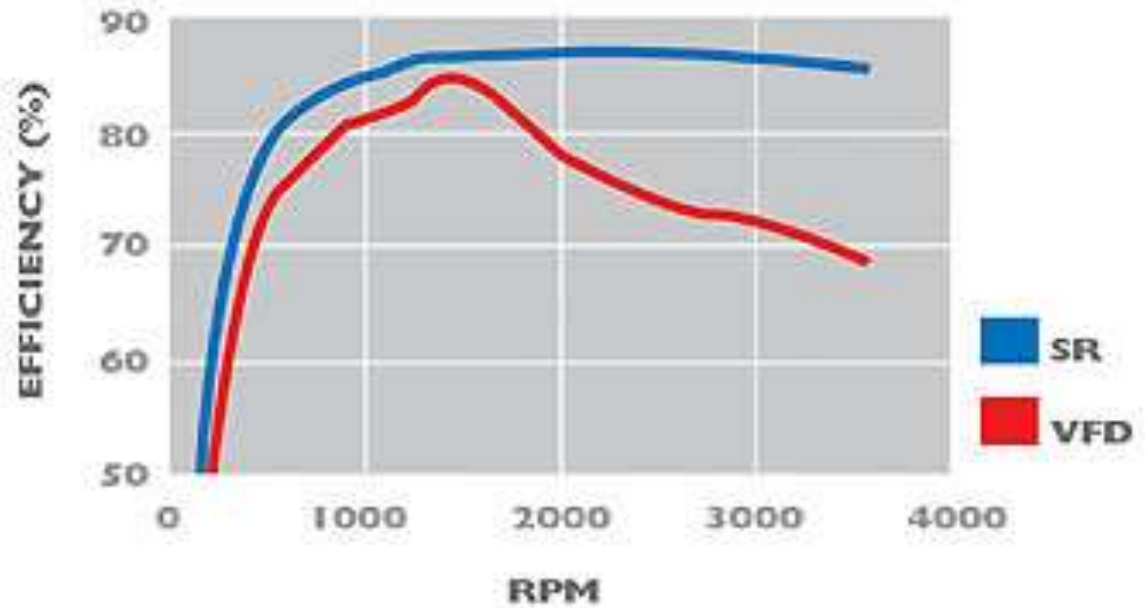
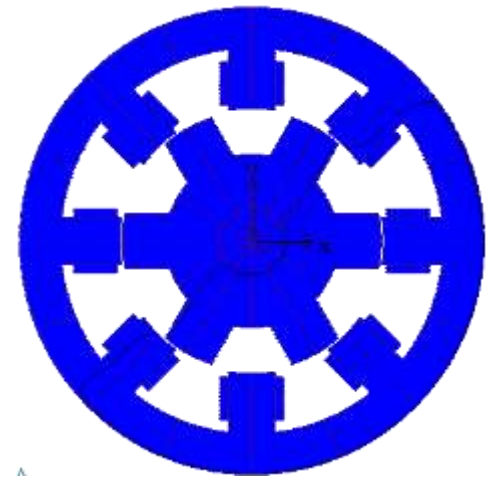
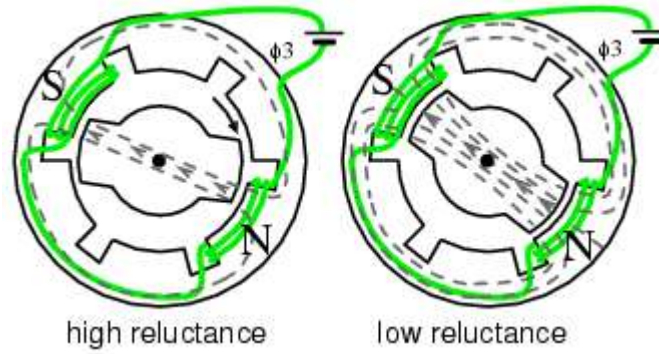


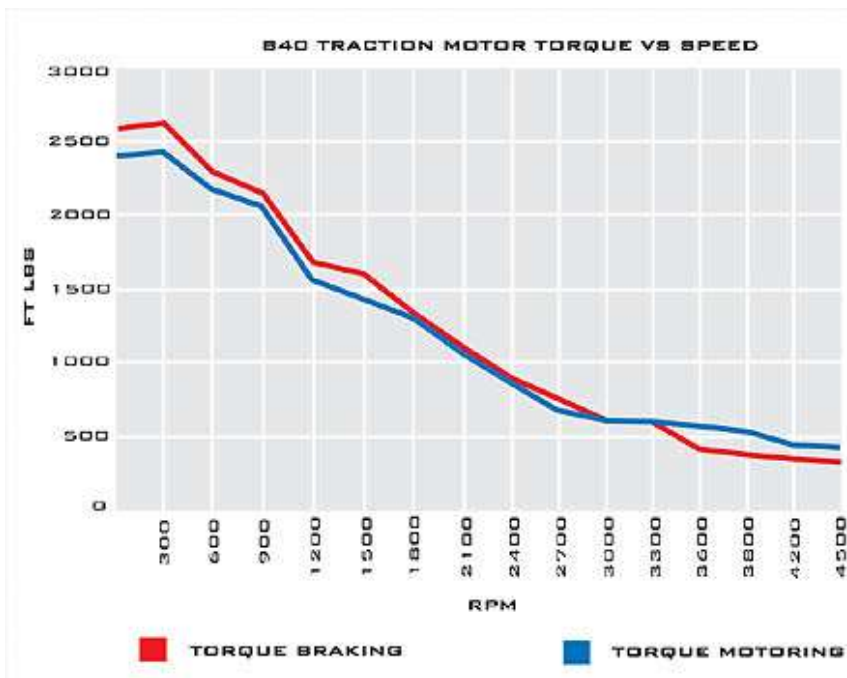
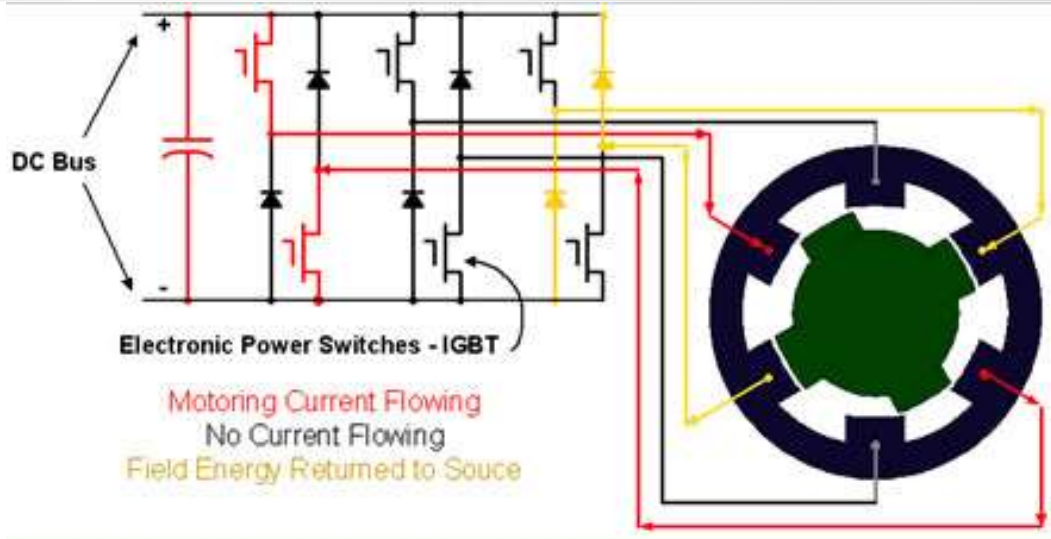


Continuous Speed/Torque Curves

- SR 355 System
- SR 315 System
- SR 280 System
- SR 250 System
- SR 200 System





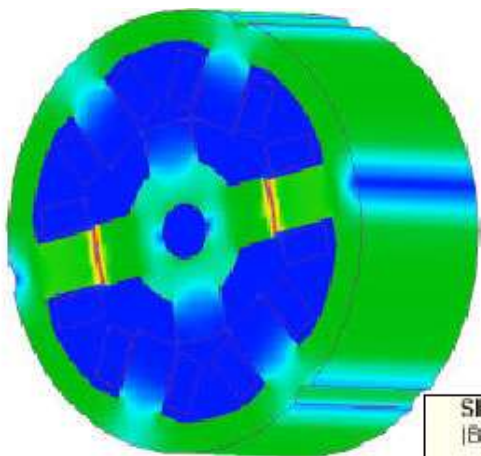




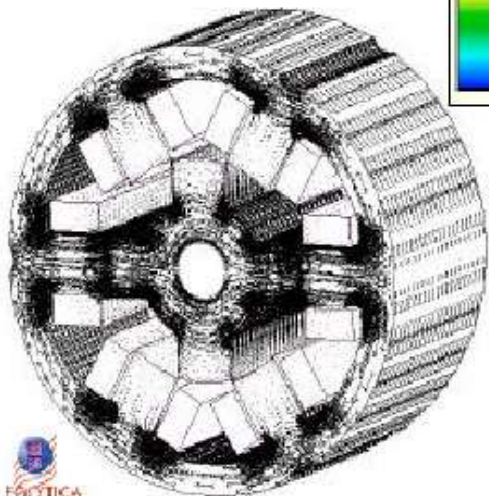
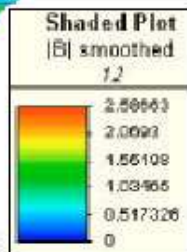
Komutované reluktanční motory mají následující vlastnosti :

- Přesná regulace otáček daná rychlostí statorového pole
- Vysoké rychlosti až 15,000 RPM v závislosti na konstrukci
- Při nízkých rychlostech vysoký kroutící moment – tepelně stálý
- Stálý výkon v celé šíři otáček
- Nízký moment setrvačnosti
- Studený rotor, nulová tepelná cesta přes ložiska
- Žádný přepínač či prsteny uklouznutí
- Čtyři operace na čtvrtinu otáčky
- Bez mezifázových spojení – žádné jiskření
- Krátká čela vinutí
- Větší celková účinnost než VFD
- Vyšší mezní moment než DC motory
- Delší nepřetržitý chod než jiné motory
- Rovnoměrný moment během otáčky





(a) B-shadows



(b) B-arrows



Compact drive and controls package sits neatly under the wheelchair seat.



<http://www.srdrives.com/technology.shtml>



- Diesel engine
- 5 cylinders, 2.5 L
- 350 Nm, 110 kW
- Particulate filter
- Euro 4

- CNG engine
- 4 cylinders, 3.0 L
- 350 Nm, 105 kW
- Catalytic converter
- Euro 5 or EEV

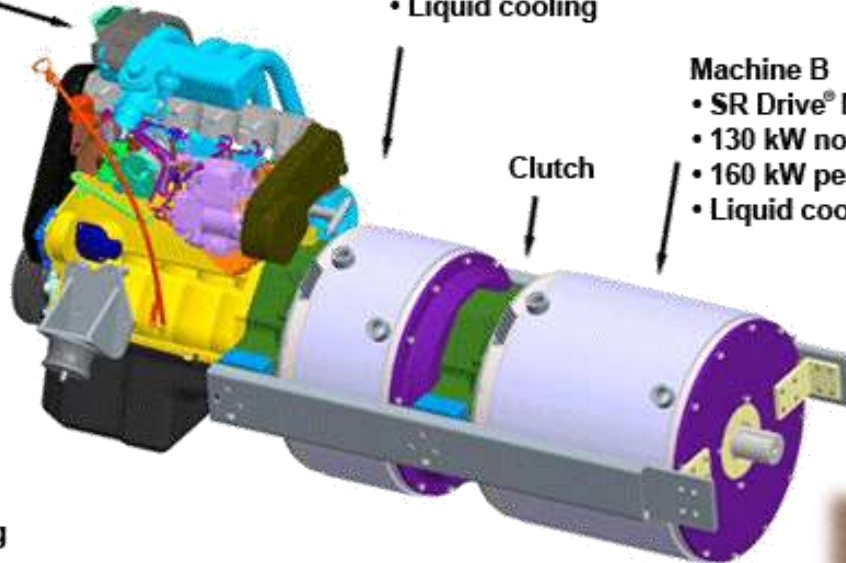
Total weight: 1000 kg

Machine A

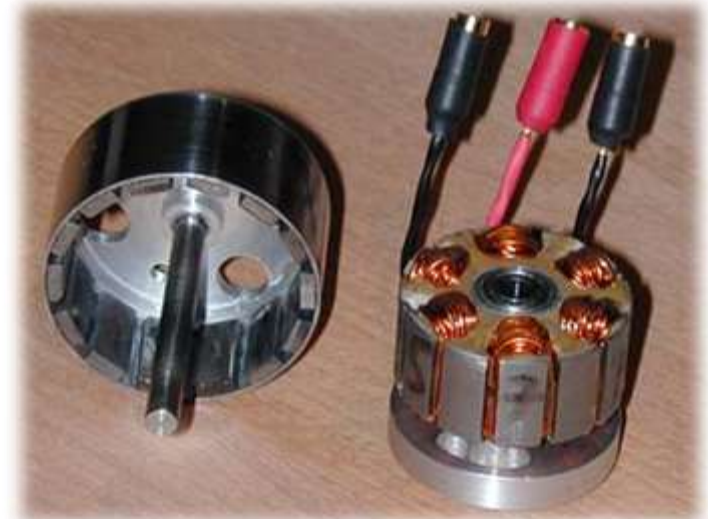
- SR Drive® Motor
- 55 kW nominal
- Liquid cooling

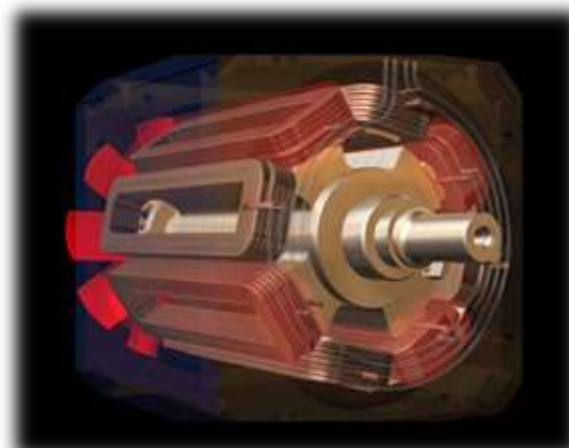
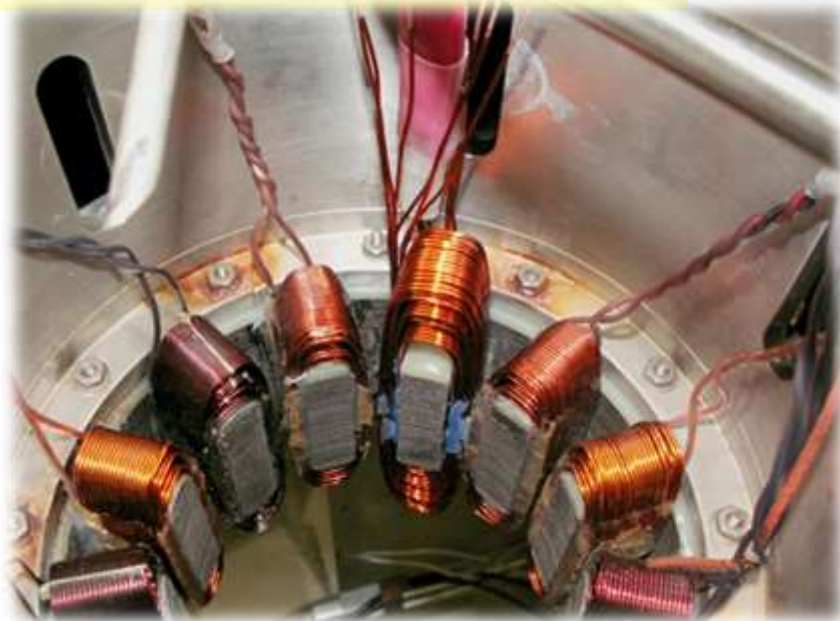
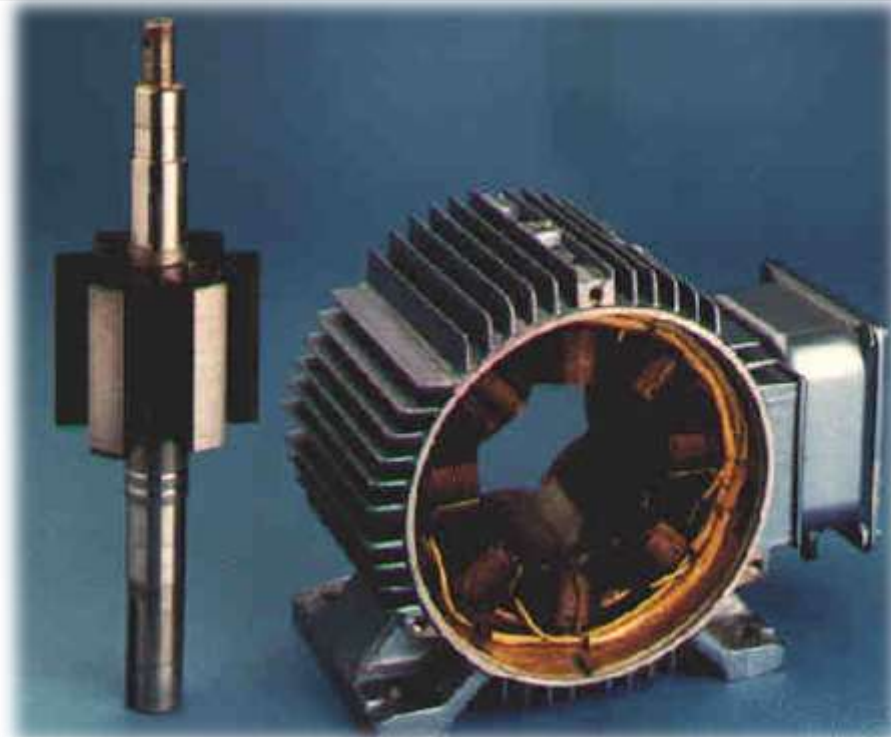
Machine B

- SR Drive® Motor
- 130 kW nominal
- 160 kW peak
- Liquid cooling



SR Drive® starter/generator rotor





<http://www.youtube.com/watch?v=LXJUYumwh-k>





40kW (left) and 200 kW (right) 3000 rpm reluctance motors with YBCO bulk parts in the rotor (diameter 70mm / 148 mm)



<http://www.>



Dyson Digital motor



The Dyson Digital motor with its impeller in an exploded view.

The Dyson Digital motor is a 100,000 rpm SR motor that spins five times faster than a Formula One Engine.





Dyson digital motors

Michael Faraday discovered electromagnetic induction, the principle behind the electric motor, in 1831. Yet, despite being technologically advanced at the time, electric motors have changed very little since. Bulky, old-fashioned components and lots of moving parts prone to failure.

Dyson engineers have spent a decade developing new types of highly efficient digital motors. The Dyson digital motor is smaller, lighter, cleaner and more power-efficient than conventional electric motors.







The problem with conventional motors

Conventional A/C motors use big, fragile fans, copper windings and brushes that wear out easily, making them inefficient and unreliable. And as the carbon brushes wear down, they emit carbon particles, which is bad for the environment.



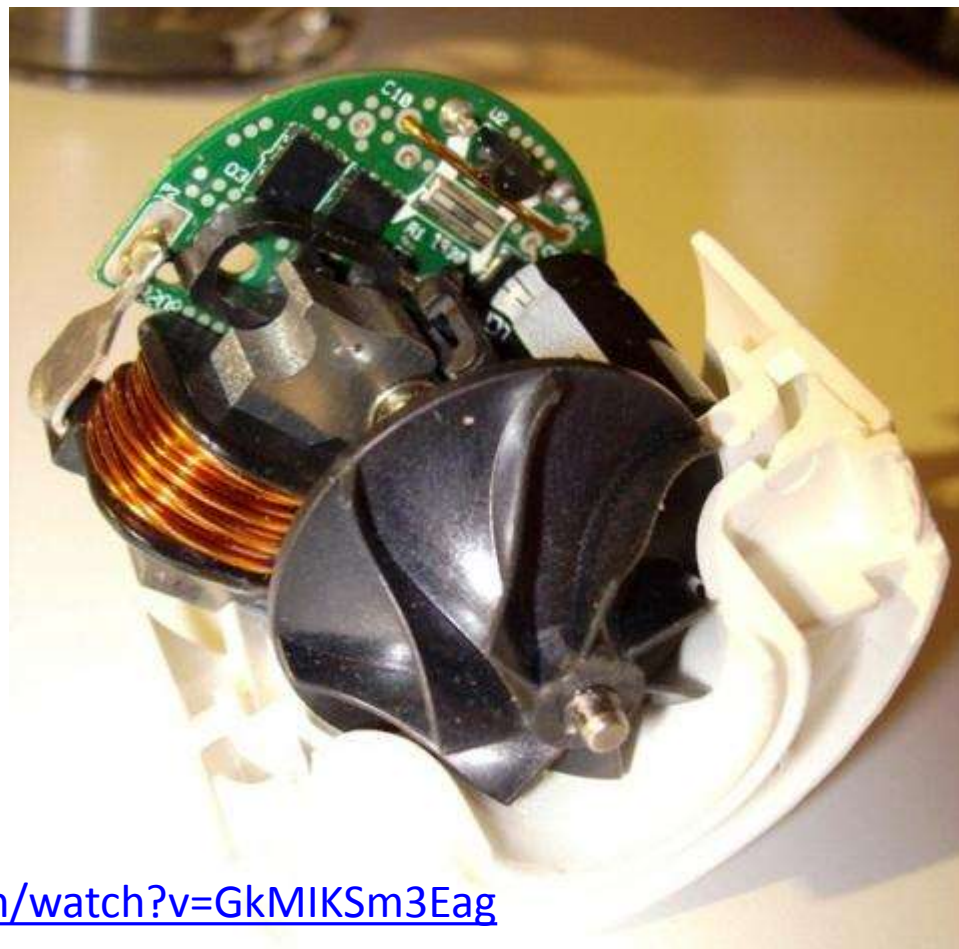
- 1 Conventional 2D impeller
- 2 Bulky copper wirings in rotor
- 3 Friction contact Carbon brushes wear out and emit carbon dust
- 4 Low speed bearing
- 5 Armature

Dyson digital motors

Dyson digital motors use digital pulse technology, spinning at up to 104,000 times a minute (five times faster than a racing car engine). They are incredibly efficient too – due in part to high tolerances. For example, the impeller spins at over 600mph with only 0.3mm clearance between the blade tip and the impeller housing. And no carbon brushes means no carbon emissions.



- 1 High-speed 3D impeller
- 2 Iron core rotor with no windings
- 3 No carbon brushes, no carbon particle emissions



<https://www.youtube.com/watch?v=GkMIKSm3Eag>



<https://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=gChp0Cy33eY&NR=1>



How the Dyson digital motor works

Circuit board and capacitors

Microprocessors control motor timing and speed, adjusting up to 3,000 times a second. The capacitors supply power to the circuit board and take the pressure of high-frequency currents away from the battery.

Stator

By sending a current through coiled copper wire, a strong electromagnetic field is produced. The stator (controlled by the microprocessor) rapidly switches the polarity of this field between north and south.

Neodymium magnet

The Dyson digital motor in the DC30 and DC31 handhels uses a neodymium magnet. Neodymium is the strongest magnetic material known – ten times lighter and ten times more powerful than your average fridge magnet. It spins at up to 104,000 times per minute as it reacts to the alternating electromagnetic fields produced in the stator.

Impeller and vane diffuser

The impeller is aerodynamically engineered with continuously curving blades to spin at extreme speeds (in fact, there is barely a 2D section to any part of the blade surface). The airflow it produces is channelled up and through the vane diffuser, cooling components on the way.





Synchronní motor



Synchronní motor



Synchronní motor



Synchronní motor