



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výukové texty

pro předmět

Automatické řízení výrobní techniky

(KKS/ARVT)

na téma

Tvorba grafické vizualizace principu DC motoru a DC servomotoru

Autor: Doc. Ing. Josef Formánek, Ph.D.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tvorba grafické vizualizace principu DC motoru a DC servomotoru

Pohonný systém

Pohonný systém určuje vlastnosti zařízení, a proto je velmi důležité zvolit nebo spíše navrhnout správné parametry (určení typu, funkce atd.).

Elektromotor

Hlavní funkcí elektrického motoru je změna elektrické energie na mechanickou, jinak řečeno pohánět strojní zařízení pomocí elektrické energie. Pohonný elektromotor by měl být správně dimenzován pro požadované trvalé zatížení s ohledem na jeho výkonovou charakteristiku (stejnoseměrný motor, střídavý motor, elektronicky komutovaný motor, servomotor, krokový motor).



Obr. 1-Vybrané ukázky elektromotorů (DC, BLDC) a samostatný motor nebo integrovaný v kole. [5, 6, 7]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Základní rozdělení elektrických motorů:

Nejvíce využívány stejnosměrné elektromotory. Mohou být chlazeny vzduchem nebo kapalinou.

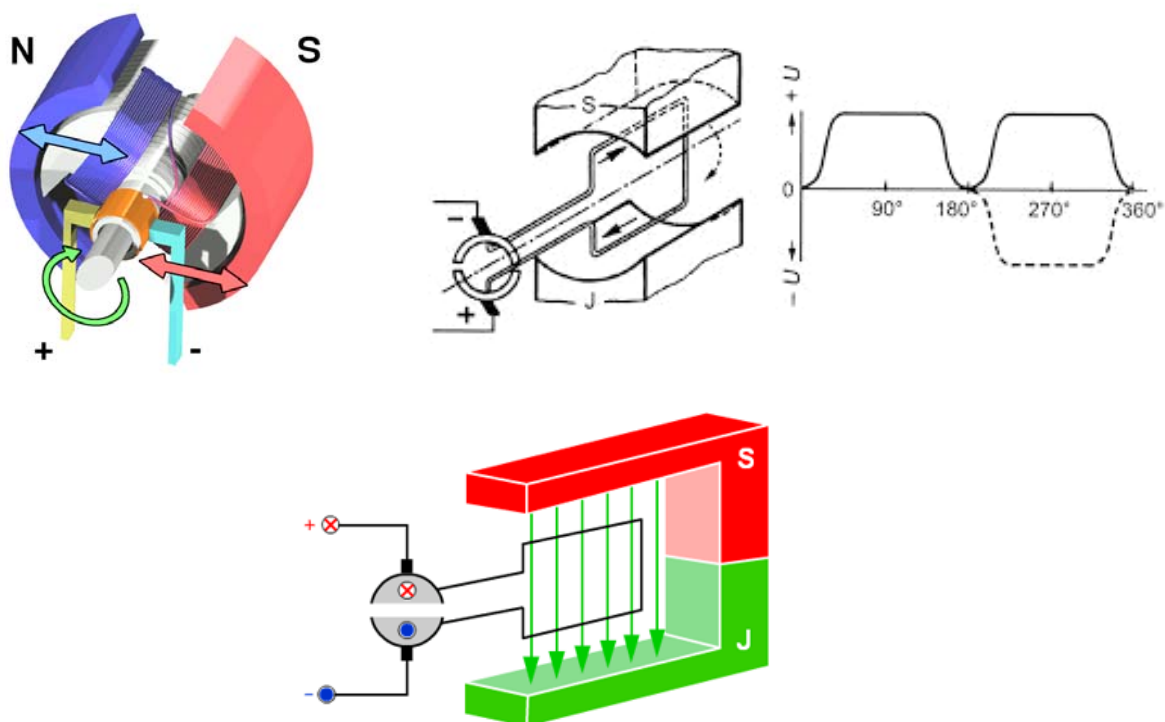
1) Stejnosměrné elektromotory

- s budícím vynutím (cizí buzení, sériové buzení, derivační motor)
- s permanentními magnety (DC, BLDC)
- speciální (servomotor, krokový motor)

2) Střídavé elektromotory

- asynchronní, synchronní, komutátorové
- speciální (servomotory)

Základní princip činnosti elektrického motoru:



Obr. 1.1-Obrázkový popis principu tvorby točivého pole v elektromotoru. [8, 9, 10]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Teoretický základní elektrického motoru:

Moment elektromotoru je přímo úměrný elektrickému proudu procházejícím kotvou v celém pásmu zatížení motoru.

(Platí za předpokladu, že proud polem I_f (magnetický tok) je konstantní.

První vztah stejnosměrného motoru:

$$M = k_1 * I_a * \Phi_f$$

k_1 = motorová konstanta 1

I_a = proud kotvou (armature current)

Φ_f = mag. tok pole (funkce proudu vinutím pole I_f)

Vztah napětí na kotvě a otáček motoru

Dle prvního vztahu stejnosměrného motoru:

$$M = k_1 * I_a * \Phi_f \Rightarrow I_a = \frac{M}{(k_1 * \Phi_f)}$$

Druhý vztah stejnosměrného motoru:

$$n = \frac{k_2 * U_a}{\Phi_f} \Rightarrow U_a = \frac{n * \Phi_f}{k_2}$$

Výkon (P) = napětí (U_a) * proud (I_a) (Ohmův 2. zákon)

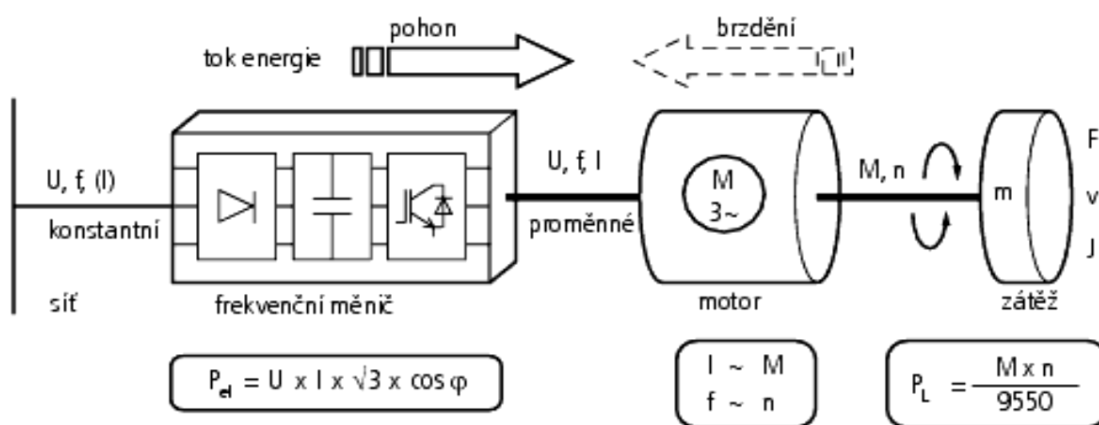
Dosadí se za I_a i U_a , a tím se dostane:

$$P = \frac{M * n * \Phi_f}{(k_1 * k_2 * \Phi_f)} = \frac{M * n}{\text{konstanta}}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výkon je tedy přímo úměrný momentu a otáčkám:

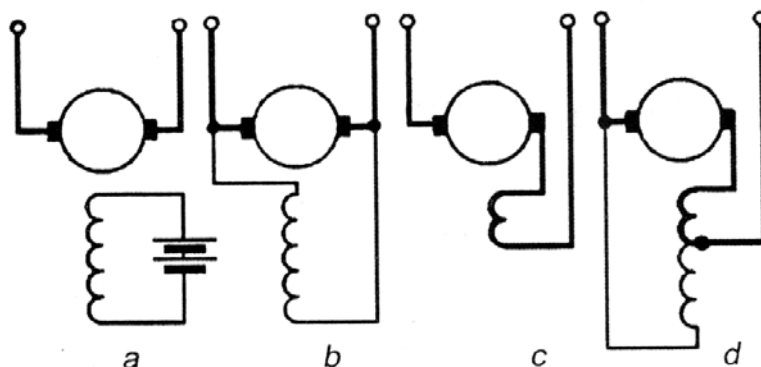
$$P_{[kW]} = \frac{M_{[Nm]} * n_{[rpm]}}{9550} \Rightarrow M_{[Nm]} = \frac{P_{[kW]} * 9550}{n_{[rpm]}}$$



Obr. 1.2-Grafické zobrazení matematického vyjádření. [11]

Základní typy stejnosměrných motorů

Nejvíce pro elektricky poháněné stroje je využíván elektromotor se sériovým buzením nebo permanentními magnety a následně elektronicky komutovaný motor (BLDC).



Obr. 1.3-Grafické zobrazení stejnosměrných motorů.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Podle buzení rozeznáváme elektromotory:

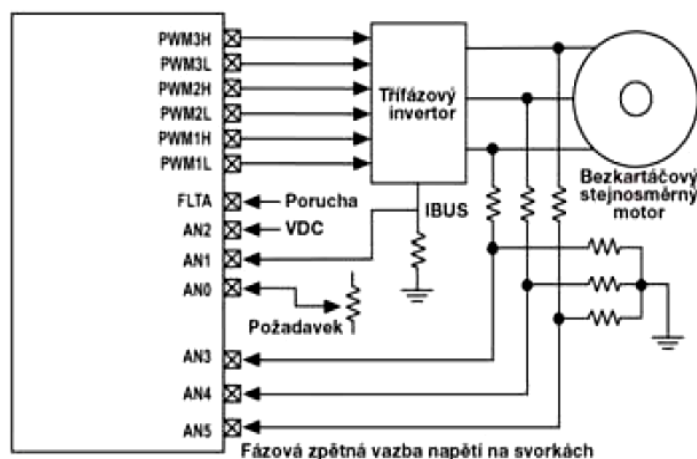
- cizím buzením (a) - budící vinutí hlavních pólů je připojeno na samostatný zdroj stejnosměrného proudu, na baterii, usměrňovač nebo budič.

Další typy mají již vlastní buzení.

- derivační (b) - magnety jsou připojeny paralelně (čili v derivaci) s kotvou. Při stálém napětí na svorkách je stálé buzení.
- sériové (c) - budící vinutí je v sérii s kotvou. Budící proud je stejný jako proud v kotvě a buzení je úměrné zatížení stroje.
- kompaundní (sdružené) (d) - mají na magnetech derivační i sériové cívky. Svými vlastnostmi se blíží derivačním nebo sériovým strojům podle toho, které budící vinutí převládá.

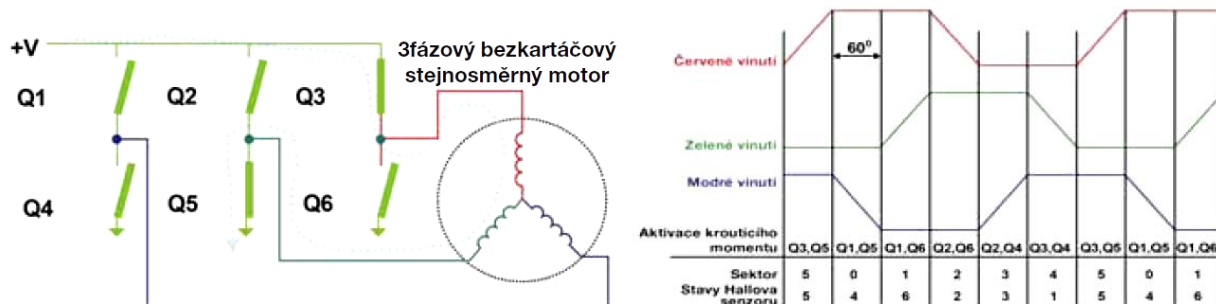
Princip elektronicky komutovaného motoru (BLDC)

Pro elektricky poháněné stroje je též hojně využíván 3-fázový elektromotor a 3-fázový elektromotor s permanentními magnety (značen BLDC). Jedná se o elektronicky komutovaný motor typu BLDC (BLDC - zkrácené označení stejnosměrného motoru s elektronickou komutací z anglického termínu: BrushLess DC Motor). Výhodou tohoto systému je, že není potřeba komutátor „tzv. kartáče“ – jedná se tedy o motor bez komutátoru „tzv. bezkartáčový“.



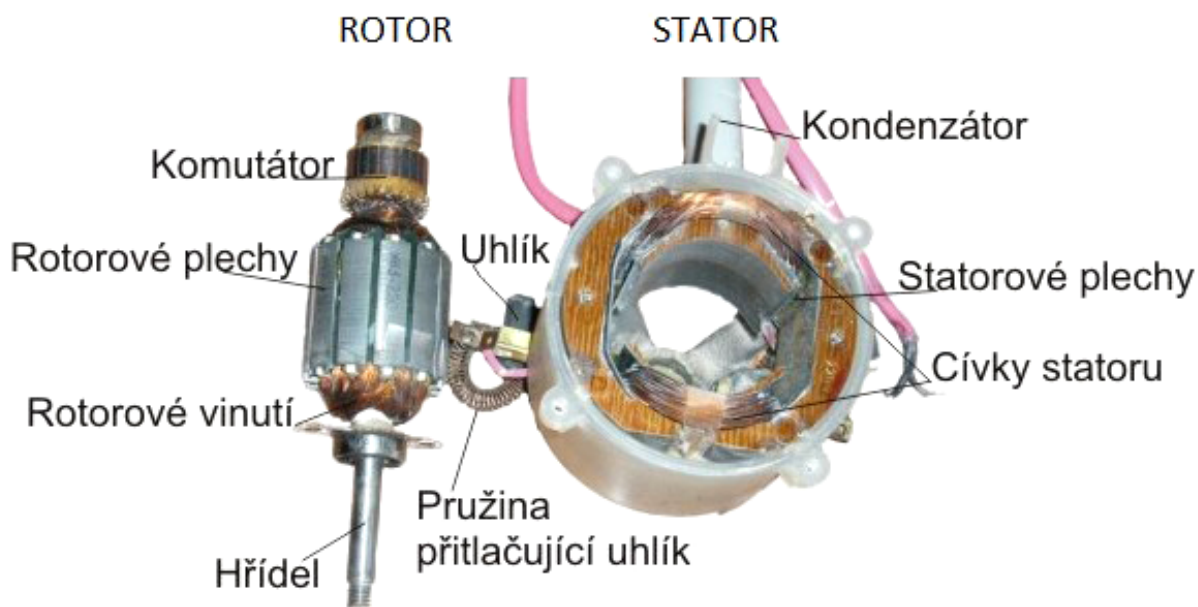
Obr. 1.4-Grafické zobrazení zapojení 3-fázového elektromotor.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.5-Princip činnosti a blokové schéma zapojení elektromotoru BLDC. [12]

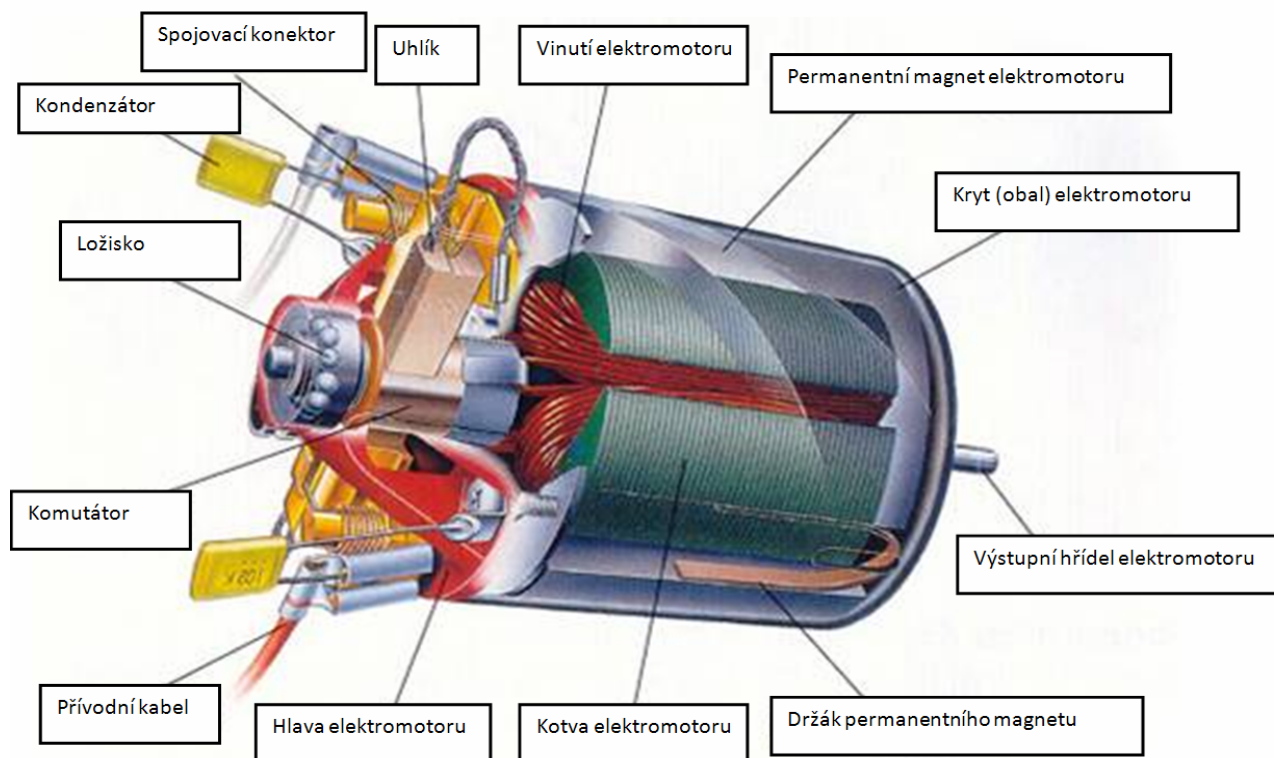
Konstrukce komutátorového elektromotoru (s buzením pomocí cívky)



Obr. 1.6-Fyzické rozložení potřebných komponent elektromotoru s budící cívkou. [13]

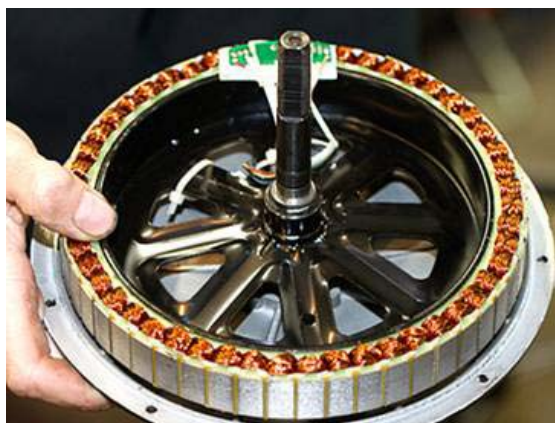
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Konstrukce komutátorového elektromotoru (s buzením pomocí permanentního magnetu)



Obr. 1.7-Grafický řez komponent elektromotoru s permanentním magnetem. [14]

Konstrukce bezkomutátorového elektromotoru (elektromotory typu BLDC)



Obr. 1.8-Fyzické rozložení komponent elektromotoru s permanentním magnetem typu BLDC. [15]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Možnosti v konstrukci elektromotorů (elektromotory samostatné a elektromotory integrované do zařízení)



Obr. 1.9-Ukázka pohonných elektromotorů mimo vřeteno [16]

Hlavní rozdíl mezi konvenčním pohonem (elektromotor-spojka-vřeteno) a elektromotor integrovaný ve vřeteni je zástavbový prostor. Další technické parametry (výkon, otáčky atd.) se mohou v určité rovině shodovat.

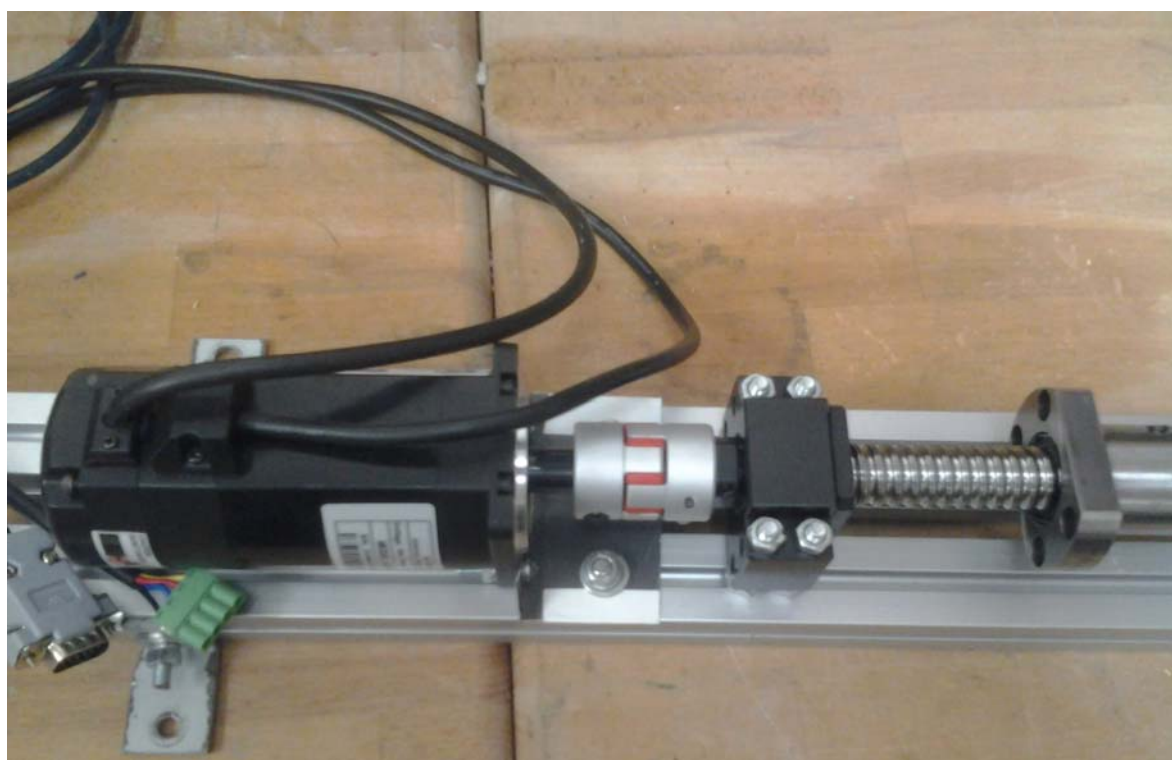


Obr. 1.10-Ukázka pohonného elektromotor integrovaného do vřetene [17]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Obr. 1.11-Ukázka pohonného servomechanismu s převodovým ustrojím



Obr. 1.12-Ukázka pohonného servomechanismu s přímým propojením na kuličkový šroub



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Investice do rozvoje vzdělávání.

Tento výukový text je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.2.00/28.0206 „Inovace výuky podpořená praxí“.

Literatura

- [1] Häberle, H.: *Průmyslová elektronika a informační technologie*, Europa-Sobotáles, Praha, 2003, ISBN 80-86706-04-4
- [2] Kreidl, M., Šmíd, R.: *Technická diagnostika - senzory, metody, analýza signálu*, BEN, Praha, 2006, ISBN 80-7300-158-6
- [3] Martinek: *Senzory v průmyslové praxi*, BEN, Praha, 2004, ISBN 80-7300-114-4
- [4] Schmidt, D.: *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*, Europa-Sobotáles, Praha, 2005, ISBN 80-86706-10-9
- [5] Elektromotory, www.e-pohony.cz,
- [6] Elektromotor Warp, www.warp.com,
- [7] BLDC motory, www.zhuyang.ch
- [8] Elektromotory, www.emotor.cz,
- [9] Princip elektromotoru, www.wikipedie.cz,
- [10] Magnetické pole elektromotoru, www.elektrika.cz
- [11] Schématica elektromotoru, www.eatonelektrotechnika.cz
- [12] Princip BLDC, www.controlengcesko.com.
- [13] Rozbor elektromotoru, www.fyzweb.cz
- [14] Řez DC elektromotorem, www.wohnwagen-forum.de
- [15] Vnitřní uspořádání BLDC elektromotoru, www.esku.cz
- [16] Pohonné elektromotory vřeten, www.sugino.cz
- [17] Integrovaný pohon ve vřetení, <http://cncshop.cz/>