

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROMECHNIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zpracování nabídkové dokumentace vybraného elektrického stroje pomocí CAD software SolidWorks

Vedoucí práce: Ing. Roman Pechánek

2012

Autor: Martin Otajovič

Anotace

Bakalářská práce je zaměřena na zpracování nabídkové dokumentace elektrického stroje. Jako elektrický stroj byl vybrán synchronní motor Alternátor 526546 od společnosti MEZ Frenštát pod Radhoštěm. K němu se vztahují všechny zobrazené součásti.

Klíčová slova

Synchronní motor, synchronní stroj, alternátor, motor, nabídková dokumentace, dokumentace, CAD, SolidWorks, elektrický stroj, motor, generátor

Abstract

Bachelor thesis is concerned about offer documentation electrical machine. The electrical machine be choose synchronous motor Alternátor 526546 from company MEZ Frenštát pod Radhoštěm. For this machine are all displayed parts.

Key words

Synchronous motor, synchronous machine, alternátor, motor, offer documentation, documenation, CAD, SolidWorks, electrical machine, motor, generátor

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této práce.

V Plzni

Jméno Příjmení

.....

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Romanu Pechánkovi, za rady které mi pomohli tuto práci vytvořit.

Obsah

1. Synchronní stroje	8
1.1. Úvod.....	8
1.2. Princip synchronního stroje.....	8
1.3. Základní provedení synchronních strojů.....	8
2. Synchronní stroj jako motor.....	9
2.1. Základní vlastnosti	9
2.2. Rozběh synchronního motoru	9
2.3. Budicí soustavy synchronních strojů	10
2.4. Možnosti řízení synchronního stroje.....	10
3. Pohledové řezy	11
3.1. Celková sestava.....	11
3.2. Rotor.....	12
3.3. Stator a rotor.....	13
3.4. Konstrukce statoru	14
3.5. Řez celkové sestavy	15
3.6. Řez statoru a rotoru	16
4. Katalogový list.....	17
4.1. Komerční informace.....	17
4.2. Tabulka parametrů	17
5. Závěr	18
6. Seznam literatury a informačních zdrojů	19

1. Synchronní stroje

1.1. Úvod

Synchronní stroje se používají v generátoryckém režimu pro výrobu elektrické energie, přeměnou mechanické energie na elektrickou. V současnosti nejrozšířenější typ je takzvaný turboalternátor, který je poháněn parními turbínami. Charakteristickým rysem je poměrně malý průměr rotoru, a velká délka (umožňuje vyšší otáčivou rychlost). Naopak ve vodních elektrárnách se používají hydroalternátory, kde je velký průměr a může být pomaloběžný. S těmito hydroalternátory se dosahuje menších výkonů. Zvláštní kapitolou jsou synchronní kompenzátory, ty se chovají jako kapacita a dodávají do sítě jalovou energii.

Motorycký režim se používá v těžkém průmyslu, vytváří se s ním velké výkony. A tyto stroje se zastavují jen v případě poruchy a údržby, a to z důvodu náročnosti rozběhu. Jejich hlavní výhodou jsou konstantní otáčky, a jednoduchost řízení. Jejich variantou jsou miniaturní motorky používané v automatizaci pro jejich přesnost.

Synchronní stroje jsou velmi náročné a projektování z důvodů složitosti mechanických omezení.

1.2. Princip synchronního stroje

Synchronní stroje využívají dvou točivých polí, z nichž jedno je statorové a druhé je důsledkem stejnosměrně buzeného rotoru. Tyto dvě pole se do sebe „zaseknou“ a vznikne točivý moment. Úhel sevřený mezi těmito poli je β . Pokud budou mít obě pole stejnou rychlost pak je točivý moment konstantní.

1.3. Základní provedení synchronních strojů

Stroje s válcovým rotorem považují za stroje s konstantní vzduchovou mezerou mezi státorem a rotorem (drážky se neuvažují). A stroje s vyniklými póly, kde se mění vzduchová mezera. Hlavní rozdíl je v momentové charakteristice. Jako generátory s parní turbínou je používají na rychloběžné (3000ot./min a více), a pomaloběžné vodní turbíny mají otáčky v rozmezí 100 až 1000ot./min. Do pomaloběžných řadíme také kogenerační jednotky poháněné spalovacím motorem, a větrné elektrárny.

Rychlobežné stroje se z důvodů mechanických mezí nemohou přiblížit v průměru jednomu metru. Pro hodnotu 3000ot./min je odvodová rychlost 565km/h. a Délka je přes 7m. Rotory se dělají jako dvou pólové (pro 60Hz 4pólové).

Pomaloběžné stroje mají velký počet pólů. Frekvence je úměrná počtu pólů a počtu otáček. Velký průměr motoru (až 14m), ale malou délkou (1-2m).

2. Synchronní stroj jako motor

2.1.Základní vlastnosti

Přirozená charakteristika je velmi tvrdá (tzn. že se zvyšujícím se záběrným momente nemění otáčky). Synchronní motory potřebují 3-fázové napájení statorové části, a stejnosměrně napájený rotor.

Buzením rotoru můžeme ovlivnit, jestli se bude chovat jako kapacitní nebo induktivní zátěž. Pokud stroj přebudíme, účinník bude kapacitní.

2.2.Rozběh synchronního motoru

Synchronní stroj se sám nerozbehne, nejprve ho musíme roztočit do synchronních otáček a potom ho připojit (nechat ho vtáhnout do synchronizmu).

Spouštění asynchronním rozběhem

Vzniká velký proudový ráz. Budicí vynutí je spojeno při rozběhu nakrátko.

Pomocí rozběhového motoru

Na společné hřídeli je připojen asynchronní motor, který roztočí synchronní stroj na synchronní rychlost.

Frekvenční rozběh

Motor se napájí z měniče kmitočtu. Tento proces je nejučinnější. Motor je od nulové frekvence roztáčen. Postupnou změnou statorové frekvence se zvyšují otáčky. Tento proces trvá poměrně dlouho, protože po každém zvýšení frekvence se musí nechat motor ustálit na dané frekvenci a pak se může zase frekvence změnit.

2.3. Budící soustavy synchronních strojů

S budičem na hřídeli

Rotační budič je spojený s motorem hřídelí, regulace odporem v buzení dynamu.

S tyristorovým usměrňovačem

Použitý řízený usměrňovač vybavený regulátorem budícího proudu.

Střídavý budič a rotující usměrňovač

Moderní způsob buzení, v budiči se indukují do rotoru střídavá napětí, ty jsou pak usměrněny. Výhodou je bezkontaktní přenos energie do budícího vnutí. Toto nazýváme bezkartáčovou soustavou.

Rotační transformátor

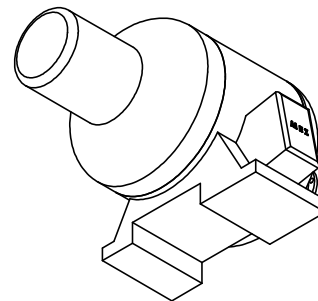
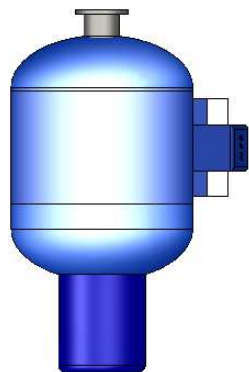
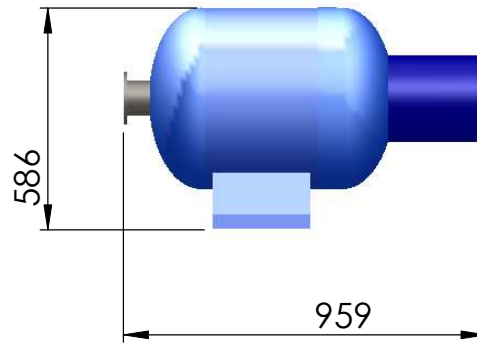
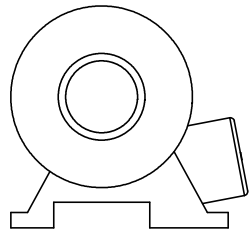
Budící výkon se přenáší, transformací mezi stojícím primárním vnutím a rotujícím sekundárním vnutím.

2.4. Možnosti řízení synchronního stroje

Jedinou rozumnou variantou pro řízení otáček motoru je změnou frekvence statoru. Změnou frekvence dojde ke změně synchronní rychlosti, a tím se změní rychlost rotoru. Vlivem změny frekvence, může dojít k takové změně, že motor vypadne ze synchronizmu úplně. Jako proměnný zdroj elektromechanického kmitočtu považujeme turbínu, nebo jiný motor určený pro pohon s elektronickou regulací otáček. Tyto zdroje nemají tak velkou změnu frekvence a snižují riziko vypadnutí ze synchronizmu. Naopak čistě elektrické řízení pomocí měničů kmitočtů je nebezpečné.

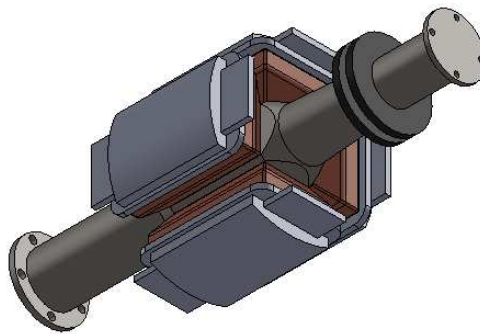
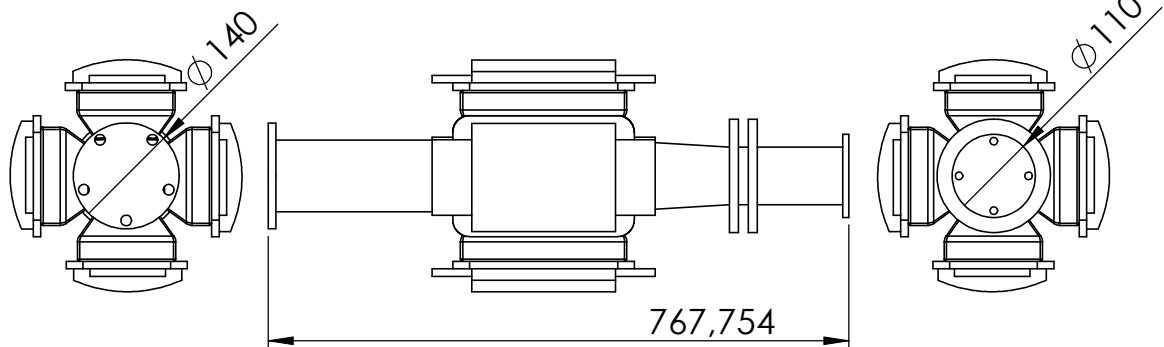
3. Pohledové řezy

3.1. Celková sestava



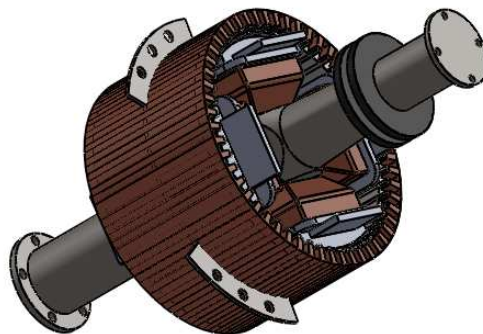
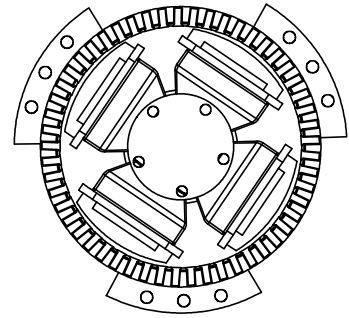
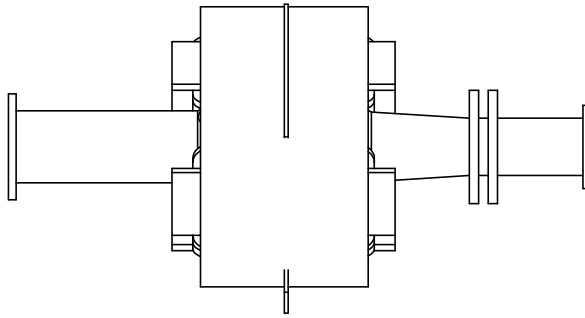
Č. VÝKRESU		MO - BP - FEL - ZCU - 1.1	
NÁZEV:		ZMĚNA	
Celková sestava		1.7.2012	
Vytvořil:	Poznámka:		
Martin Otajovič	MĚŘÍTKO:1:10 NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU		LIST 1 Z 1 LISTŮ A4

3.2.Rotor



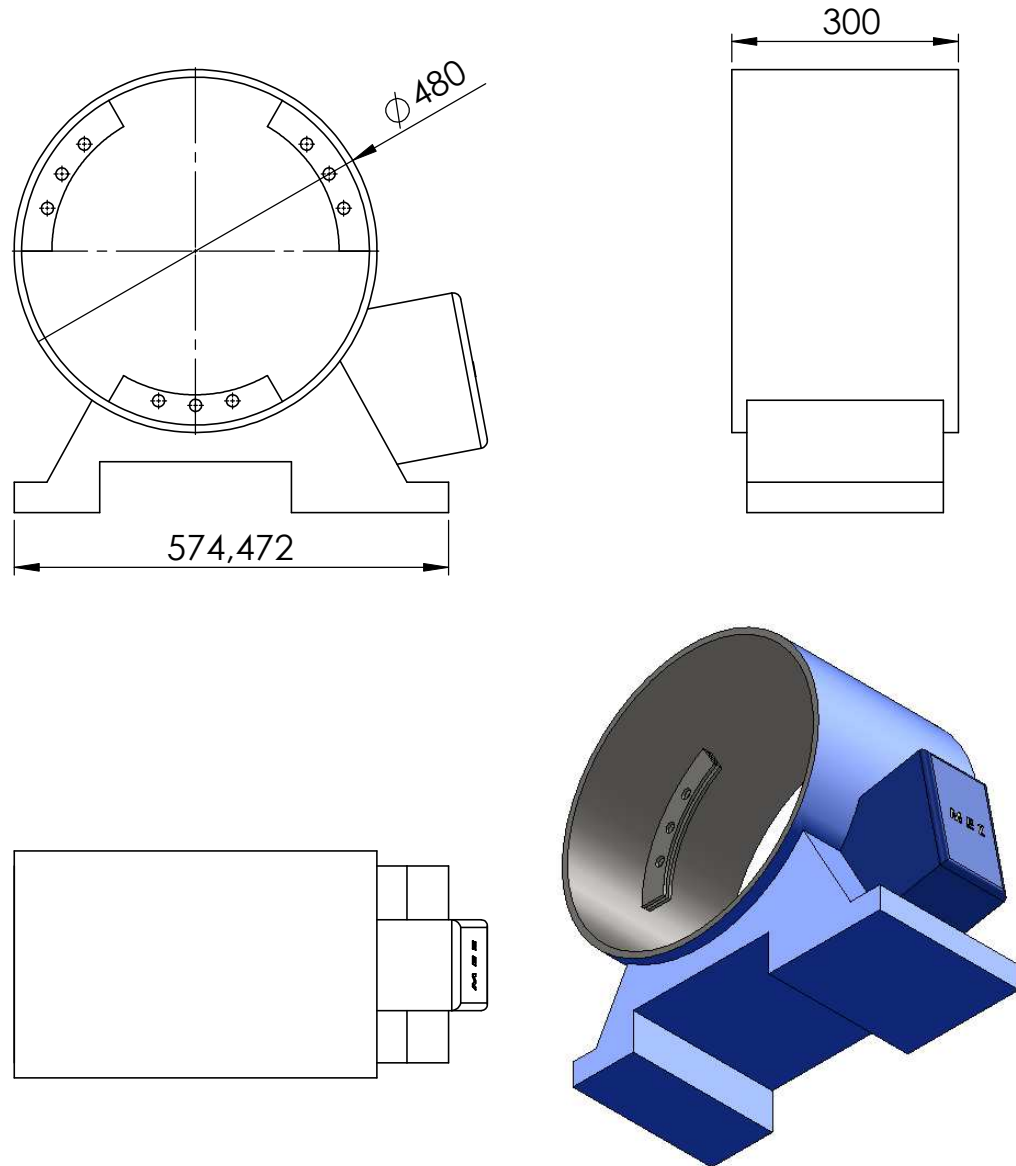
Č. VÝKRESU	
MO - BP - FEL - ZCU - 1.2	
NÁZEV:	ZMĚNA
Rotor	1.7.2012
Vytvořil:	Poznámka:
Martin Otajovič	
MĚŘÍTKO:1:10 NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	LIST 1 Z 1 LISTŮ A4

3.3. Stator a rotor



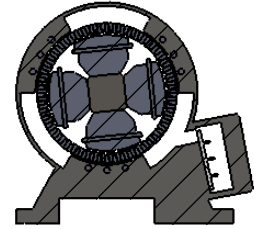
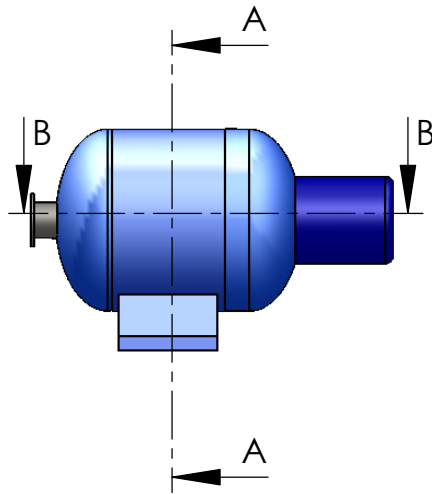
Č. VÝKRESU	
MO - BP - FEL - ZCU - 1.3	
NÁZEV:	ZMĚNA
Sestava rotor, stator	1.7.2012
Vytvořil:	Poznámka:
Martin Otajovič	
MĚŘÍTKO:1:10 NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	LIST 1 Z 1 LISTŮ A4

3.4. Konstrukce statoru

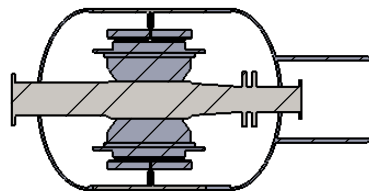


Č. VÝKRESU		MO - BP - FEL - ZCU - 1.4	
NÁZEV:		ZMĚNA	
Statorová konstrukce		1.7.2012	
Vytvořil:	Poznámka:		
Martin Otajovič	MĚŘÍTKO:1:10 NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU		LIST 1 Z 1 LISTŮ A4

3.5. Řez celkové sestavy



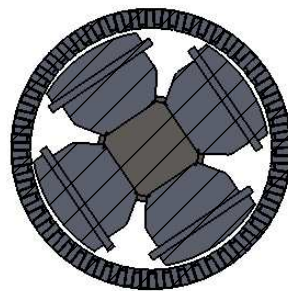
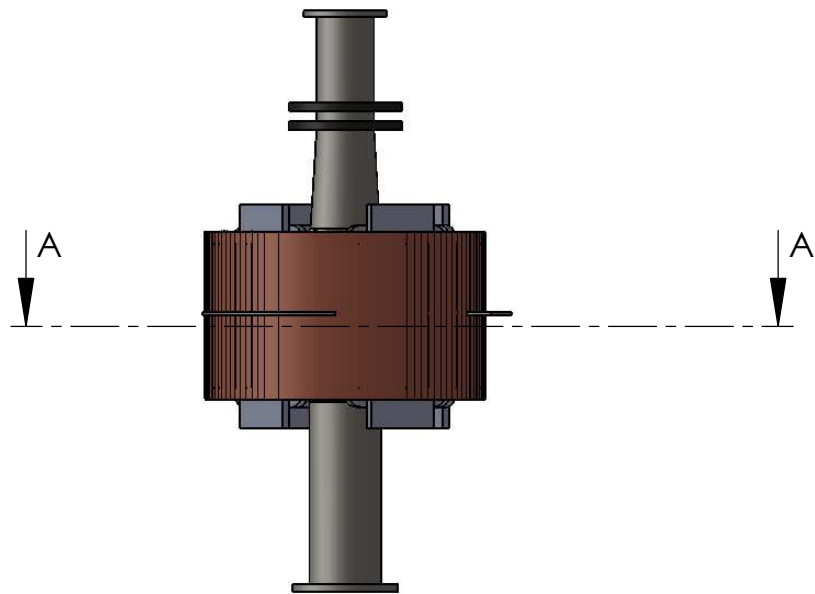
ŘEZ A-A
MĚŘITKO 1 : 20



ŘEZ B-B
MĚŘITKO 1 : 20

	Č. VÝKRESU MO - BP - FEL - ZCU - 1.5	
	NÁZEV: Celková sestava - řez	ZMĚNA 1.7.2012
Vytvořil: Martin Otajovič	Poznámka:	
	MĚŘITKO:1:10 NEUPRAVOVAT MĚŘITKO VÝKRESU	LIST 1 Z 1 LISTŮ A4

3.6.Řez statoru a rotoru



ŘEZ A-A

Č. VÝKRESU		MO - BP - FEL - ZCU - 1.6	
NÁZEV:		ZMĚNA	
Rotor, stator - řez		1.7.2012	
Vytvořil:	Poznámka:		
Martin Otajovič			
MĚŘÍTKO:1:10 NEUPRAVOVAT MĚŘÍTKO VÝKRESU	LIST 1 Z 1 LISTŮ	A4	

4. Katalogový list

4.1. Komerční informace

Tento stroj je vhodný pro školní potřebu, jeho ideálním využitím je měření a zkoušení znalostí nabytých studiem předmětů elektrické stroje a pohony a výkonová elektronika. Pro měření, by bylo nutné pomocí hřídele připojit jiný stroj. A změnou otáček stroje zkoušet jednotlivé režimy provozu.

Tento stroj by také mohl být využit z menší továrně jako kompenzátor.

Jeho stáří ovlivňuje jeho cenu, která je nižší než u stroje obdobného výkonu, ale novějšího data výroby. Nedoporučoval bych používat tento stroj k trvalému provozu, a to z důvodu stáří, kdy použitá izolace mohla degradovat.

4.2. Tabulka parametrů

Údaj	Hodnota	Jednotky
Výrobce	MEZ Frenštát pod Radhoštěm	[-]
Výrobek	Alternátor 526546	[-]
Typ	A10A4 000 DB	[-]
Napětí	Y 400 / 230	[V]
Proud	72,2	[A]
Doba provozu	∞	[Hod]
Hmotnost	488	[Kg]
$\cos\varphi$	0,8	[-]
Otáčky	1500	[ot./min]
Budící napětí	33÷97	[V]
Budící proud	3,5÷8,1	[A]

5. Závěr

Zpracováním bakalářské práce jsem si upevnil mé znalosti ohledně teorie synchronních strojů, a zároveň jsem se seznámil s konstrukčními vlastnostmi těchto strojů. Zároveň jsem si procvičil konstruování modelů v softwaru SolidWorks 2010. Tato zkušenost bude užitečná pro můj další profesní život.

Jako komerční nabídku stroje považuji tabulku hodnot, kde jsou shrnuty veškeré potřebné parametry pro provoz zařízení. Podle těchto parametrů si zákazník může vybrat vhodný stroj pro jeho potřebu. V dnešní době online prezentací je vhodné tabulku opatřit vhodnou indexací, tím pádem zákazníkovi ze zvolených parametrů vyplyne nejvhodnější stroj. Toto srovnání má cenu, pokud je z čeho vybírat.

Překreslení stroje probíhalo nejdříve sérií skic kreslených rukou, následovalo kotování a měření stroje (posuvné měřítko a metr), a na závěr byl stroj překreslen v PC.

6. Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] BARTOŠ, Václav. *Elektrické stroje I, II*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 1986. 240 s. VŠSE – 409.
- [2] KŮS, Václav. *Elektrické pohony a výkonová elektronik.*, 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2006. 180 s. ISBN 80 - 7043 – 422 – 8.
- [3] BARTOŠ, Václav. *Elektrické stroje*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002. 221 s. ISBN 80 – 7082 – 221 – X.
- [4] CIGÁNEK, Ladislav a BAUER, Miroslav. *Elektrické stroje a přístroje*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1956. 639 s. L25 – C2 – 4 – II/5270
- [5] ROUBÍČEK, Ota. *Elektrické motory a pohony*. 1. vyd. Praha: BEN, 2008. 191 s. ISBN 978 – 80 – 7300 – 092 – 9