



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY

A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY

A ELEKTRONIKY

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

**ROZBOR A HODNOCENÍ TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ
POHONŮ VÝKONOVÝCH JISTIČŮ**

ANALYSIS AND EVALUATION OF TECHNICAL SYSTEMS OF MOTOR OPERATORS OF
CIRCUIT BREAKERS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Hurbanič

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lukáš Dostál

BRNO 2018

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Student: Jakub Hurbanič **ID:** 183431 **Ročník:** 3 **Akademický rok:** 2017/18

NÁZEV TÉMATU:

Rozbor a hodnocení technických systémů pohonů výkonových jističů

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Popište motorový pohon MCCB – základní činnost, dálkové ovládání, použití v budoucnu => digitalizace, elektrifikace atd.
2. Definujte různé polohy jističe MCCB - (ON, OFF, TRIP, Toggle ON, Toggle OFF, Reset a Positive OFF).
3. Proveďte rozbor motorových pohonů: druhy pohonů, umístění, zapínací energie atd.
4. Popište výhody a nevýhody řízení a napájení motorových pohonů
5. Uskutečňte průzkum trhu u 3-5 největších výrobců MCCB a popište jejich pohony (Siemens, ABB, Schneider, atd.).
6. Realizujte měření elektrických i neelektrických veličin pro různé motorové pohony a získané poznatky vyhodnoťte.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] ČSN EN 60 947-1 ed. 4: Spínací a řídicí přístroje nn: Část 1: Všeobecná ustanovení. Český normalizační institut. Praha, 2008.
- [2] ČSN EN 60 947-2 ed. 3: Spínací a řídicí přístroje nn: Část 2: Jističe. Český normalizační institut. Praha, 2006.
- [3] Havelka, O. a kol.: Elektrické přístroje, SNTL, 1985
- [4] Havelka O.: Stavba elektrických přístrojů I. Brno – 1984
- [5] KAFADER, Urs. The selection of high-precision microdrives. 2. ed. Sachseln: Maxon Motor AG, Maxon Acad, 2012. ISBN 9783952365458.

Termín zadání: 5.2.2018

Termín odevzdání: 28.5.2018

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Dostál

Konzultant:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Abstrakt

Táto práca bola vytvorená ako prehľad a rozbor pohonov kompaktných ističov. Je tu uvedené zoznámenie sa s pohonmi pre kompaktné ističe z hľadiska ich využitia, možnosťou diaľkového ovládania a použitia v budúcnosti v zmysle digitalizácie a elektrifikácie. Uvedený je tu aj rozbor druhov podľa spôsobu inštalácie, zapínacej energie a druhu samotného pohonu, či už je to elektromotor alebo elektromagnet. Spomenuté sú aj možnosti riadenia a napájania týchto pohonov ako aj definície polôh ističa. Nakoniec je zrealizovaný ľahký rozbor trhu od najväčších výrobcov kompaktných ističov a ich pohonov a krátka kapitola zobrazujúca priebehy z merania týchto pohonov vo firme OEZ s.r.o.

Kľúčové slová

pohon, istič, diaľkové ovládanie, polohy ističa, rozbor, riadenie, napájanie,

Abstract

This bachelor thesis was created as a overview and analysis of drive systems for moulded case power circuit breakers. There is an introduction to motor operators and their possible use with remote control and use in future in name of digitalization and elektrification. Also there is listed an analysis of operators depending on the method of installation, switching power and the operator itself i.e. electric motor or electromagnet. There is mentioned the possibilities of controll and power supply of these operators and the positions of circuit breaker. In the end a small market analysis is executed and a short chapter dealing with measurment of electric motor operator in OEZ s.r.o. company.

Keywords

operator, circuit breaker, positions of circuit breaker, analysis, controll, power supply,

Bibliografická citácia:

HURBANIČ, J. *Rozbor a hodnotenie technických systémov pohonov výkonových ističov*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2018. 47s. Vedúci bakalárskej práce: Ing. Lukáš Dostál.

Prehlásenie

„Prehlasujem, že svoju záverečnú prácu na tému Rozbor a hodnotenie technických systémov pohonov výkonových ističov som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho semestrálnej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce. Ako autor uvedenej semestrálnej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto semestrálnej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, hlavne som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovení § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovení časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníku č. 40/2009 Sb.“

V Brne dňa **28. mája 2018**

.....
podpis autora

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu semestrálnej práce Ing. Lukášovi Dostálovi za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a ďalšie cenné rady pri spracovávaní mojej bakalárskej práce. Ďalej by som chcel poďakovať Ing. Tomášovi Mazálekovi, Ing. Petrovi Středovi a Ing. Janovi Slezingerovi za poskytnutie rád a potrebnú pomoc pri meraní vo firme OEZ s.r.o. Tiež by som chcel poďakovať aj doc. Ing. Bohuslavovi Bušovovi CSc. za cenné rady a poskytnutie informácií.

V Brne dňa **28. mája 2018**

.....
podpis autora

OBSAH

Zoznam obrázkov	8
Úvod.....	9
1 Kompaktné ističe.....	10
1.1 Definícia ističa	10
1.2 Význam motorových pohonov MCCB.....	12
2 Rozbor pohonov	14
2.1 Druhy pohonov	16
2.1.1 Elektromotor.....	16
2.1.2 Elektromagnet.....	17
2.2 Spôsob osadenia pohonu	18
2.2.1 Čelný pohon.....	18
2.2.2 Bočný pohon.....	19
3 Riadenie	21
3.1 Analógové riadenie.....	21
3.2 Digitálne riadenie	21
4 Napájanie.....	22
4.1 Elektronický spínaný zdroj	22
4.2 Usmerňovač.....	23
5 Definícia polôh ističa.....	24
6 Rozbor trhu	28
7 Meranie	36
7.1 Meranie neelektrických veličín.....	36
7.2 Meranie elektrických veličín.....	41
Záver.....	44
Literatúra.....	45
Zoznam symbolov, veličín a skratiek.....	47

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1.1.1: Portfólio ističov značky SIEMENS.	10
Obrázok 1.1.2: Čelný pohon MO320 od firmy SIEMENS inštalovaný na ističi. [8]	11
Obrázok 2.1: Aretačné mechanizmy.	15
Obrázok 2.2.1.1: Bloková schéma čelného pohonu.	18
Obrázok 2.2.1.2: Zadná strana pohonu MO320 od firmy SIEMENS.	19
Obrázok 2.2.2.1: Bloková schéma bočného pohonu.	20
Obrázok 4.1.1: Výstupné napätie a prúd z PWM.	22
Obrázok 5.1: Páka ističa a kompaktný istič.	25
Obrázok 5.2: Poloha ON.	25
Obrázok 5.3: Poloha OFF.	26
Obrázok 5.4: Poloha Toggle ON.....	26
Obrázok 5.5: Poloha Toggle OFF.....	27
Obrázok 5.6: Poloha TRIP.....	27
Obrázok 6.1: Čelný elektromagnetický pohon pre ističe od firmy ABB.	28
Obrázok 6.2: Bočný elektromagnetický pohon od firmy ABB.	29
Obrázok 6.3: Parametre oboch elektromagnetických pohonov od firmy ABB.	29
Obrázok 6.4: Elektromotorový pohon od firmy ABB.	30
Obrázok 6.5: Parametre elektromotorového pohonu od firmy ABB.	30
Obrázok 6.6: Elektromotorový pohon od firmy EATON.	31
Obrázok 6.7: Parametre elektromotorového pohonu od firmy EATON.	32
Obrázok 6.8: Elektromotorový pohon na ističi od firmy Schneider	33
Obrázok 6.9: Parametre elektromotorového pohonu od firmy Schneider.	33
Obrázok 6.10: Čelný motorový pohon MO320 od firmy SIEMENS.....	34
Obrázok 6.11: Bočný motorový pohon MO310 od firmy SIEMENS.	34
Obrázok 6.12: Parametre čelného pohonu MO320 od firmy SIEMENS.	35
Obrázok 7.1.1: Meracia stanica pre meranie dráh a síl na mostíku.	36
Obrázok 7.1.2: Prípravok na meranie vzorku motorového pohonu.....	37
Obrázok 7.1.3: Motorový pohon nasadený na meracom prípravku – meranie dráh.	38
Obrázok 7.1.4: Výsledky merania dráhy mostíka.	38
Obrázok 7.1.5: Motorový pohon pri meraní síl na mostíku.	40
Obrázok 7.1.6: Výsledok merania sily mostíka do vypnutia.....	40
Obrázok 7.1.7: Výsledok merania sily mostíka do zapnutia.	41
Obrázok 7.2.1: Meracia stanica merania spotreby pohonu.....	42
Obrázok 7.2.2: Výsledok merania spotreby pohonu.....	43

ÚVOD

Ističe sú dôležitou súčasťou všetkých elektrických obvodov. Snaha o automatizáciu a zvýšenie bezpečnosti a efektivity viedli k vzniku pohonov týchto ističov. Ich zmyslom je poskytnúť rýchle diaľkové ovládanie ističov pri zachovaní bezpečnosti a schopnosti istenia daného obvodu.

V tejto práci sa venujem práve týmto pohonom, ktoré sú stále viac používané v praxi, kvôli narastajúcemu trendu automatizácie istenia a zvýšeniu efektivity prevádzky.

Avšak aby bolo možné pohon správne zdefinovať, navrhnuť alebo skonštruovať je potrebné pochopiť princípom a zmyslu týchto pohonov. Inými slovami je treba vykonať rozbor týchto pohonov. Rozbor pohonov v tejto práci bude zahrňovať viacero aspektov pohonu ako napríklad spôsoby napájania a riadenia týchto pohonov ale aj spôsoby ich inštalácie.

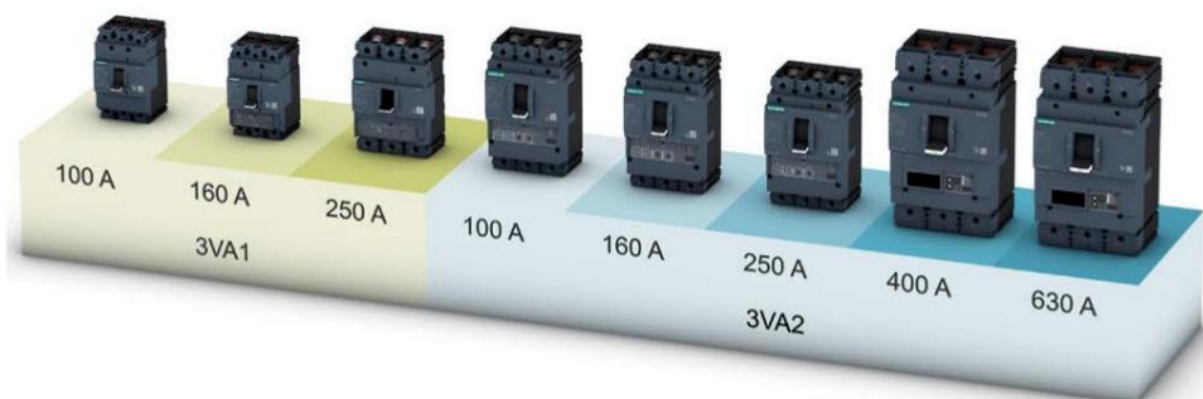
1 KOMPAKTNÉ ISTIČE

V tejto kapitole predstavím kompaktné ističe, ich zmysel a využitie v budúcnosti s ohľadom na elektrifikáciu a digitalizáciu.

1.1 Definícia ističa

Silnoprúdové obvody musíme ovládať a zároveň aj zaistiť pred nežiaducimi účinkami nadprúdov alebo podpätí samočinnými vypínačmi nazývanými aj ističe. Istič v sebe zahrňuje jednak funkciu vypínača ale aj poistky, čo splňuje požiadavku na ovládanie a istenie obvodu. Istič sám o sebe je prístroj, ktorého menovitý vypínací prúd dosahuje 20 až 100 násobok prúdu menovitého, ktorý tečie daným isteným obvodom. Istič je teda mechanický spínací prístroj, ktorý je schopný zapínať, vypínať a prenášať prúdy menovité a po určitú dobu aj nadprúdy, ktoré samozrejme zahrňujú aj skrat [1] [6].

MCCB z angl. moulded-case circuit-breaker, je istič, ktorý spolu s izolačnými hmotami a krytom samotného ističa tvorí neoddeliteľný celok [1].



Obrázok 1.1.1: Portfólio ističov značky SIEMENS [8].

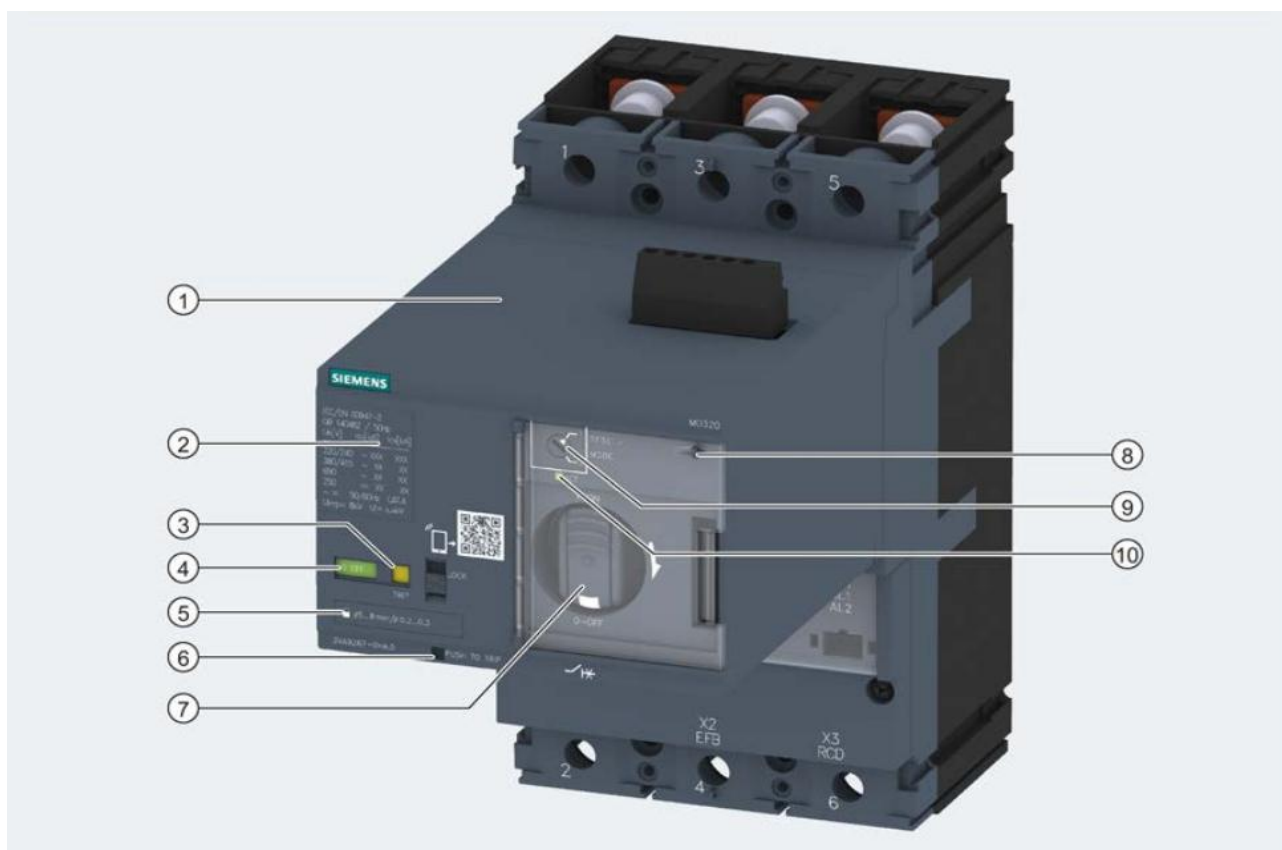
Vypínače veľkých výkonov v obvodoch vn, vvn a zvn sú všetky takmer bez výnimky ističmi. Avšak názov istič sa začal používať ako pomenovanie pre skupinu vypínačov nn. Aby vypínač mohol pôsobiť ako istič, musí mať okrem kontaktnej sústavy a ovládania príslušných mechanizmov aj zámok a spúšť [6].

Zámok vypínača je mechanizmus, ktorého účelom je udržiavať kontakty prístroja v zapnutej polohe proti sile vypínacích pružín. Zámok je možné vybaviť dvoma spôsobmi a to buď ručne - tlačidlom alebo diaľkovo pomocou elektromagnetickej spúšte. Sila, ktorou zámok pôsobí na kontakty je natoľko malá, aby spúšť, ktorá má na starosti vybavenie prístroja nemusela byť príliš veľká. Zámky môžu byť buď jednoduché (západka alebo prelomené páky) alebo zložené, ktoré nazývame vol'nobežky, čo je vlastne spojenie viacerých jednoduchých zámkov [6].

Spúšť je zariadenie, ktoré sa skladá z prúdovodnej dráhy a mechanizmu spúšte, ktorú uvádza do činnosti buď elektromagnetické alebo tepelné pôsobenie prúdu. Vybavenie ističa môže taktiež spôsobiť aj podpätie, kedy napätie klesne pod určitú hodnotu. Táto situácia poväčšine nastáva pred miestom veľkého odberu prúdu a v tomto prípade je meranou veličinou napätie [6].

Z hľadiska metódy riadenia ovládacieho mechanizmu, môžeme MCCB rozdeliť do nasledujúcich kategórií:

- so závislým ručným ovládaním;
- s nezávislým ručným pohonom;
- so závislým strojným ovládaním;
- s nezávislým strojným pohonom;
- so stradačovým ovládaním [4].



Obrázok 1.1.2: Čelný pohon MO320 od firmy SIEMENS inštalovaný na ističi [8].

1. Motorový pohon MO320.
2. Charakteristiky pohonu.
3. Indikátor TRIP.
4. Indikátor ON/OFF.
5. Zariadenie pre umiestnenie zámkov.
6. Tlačidlo pre vybavenie ističa do polohy TRIP.
7. Rukoväť manuálneho ovládania.
8. Otvor pre zaplombovanie pohonu.
9. Nastavenie módov pohonu.
10. Indikátor pripojeného napätia.

1.2 Význam motorových pohonov MCCB

Pod pojmom motorový pohon, rozumieme zariadenie, ktoré slúži k zapínaniu a vypínaniu spínacích prístrojov, za dodržania požiadaviek kladených na istič. Jednou zo základných vlastností ističa je správne a bezpečné zapnutie ističa, odpovedajúce jeho menovitej skratovej zapínacej charakteristike. K tomu je potreba, aby bola rýchlosť a sila zapnutia rovnaká ako pri skratovej zapínacej skúške, ktorá túto jeho schopnosť preveruje. Podobná vlastnosť je vyžadovaná aj pri vypínaní ističa. V tomto prípade však musí mať istič energiu potrebnú na vypnutie nazbieranú ešte pred ukončením zapínania, ak nie je medzi výrobcom a užívateľom dohodnuté inak [6] [4].

Tieto všetky požiadavky kladené na ističe, konkrétne ohľadom bezpečného zapínania a vypínania je treba bezpodmienečne zaistiť a tu sa zároveň dostávame k zmyslu a významu pohonov ističov. Pohony zabezpečujú spoľahlivé zapnutie ističa a taktiež aj jeho vypnutie bez priameho zásahu človeka, čo je pri zariadení zabezpečujúce ochranu pred úrazom viac než žiadané. Logicky sa tu ponúka aj možnosť automatizácie ovládania, čo vedie k uľahčeniu obsluhy ističov ale aj zvýšeniu spoľahlivosti a bezpečnosti, nakoľko nie je ďalej potrebné ručné „nahodenie“ ističa pri jeho vybavení, čo môže byť v niektorých prípadoch náročné ako časovo, tak aj z hľadiska prístupnosti k miestu inštalácie. Táto skutočnosť vedie k úspore času ale aj financií, keďže odstavenie daného úseku vedenia môže viesť k peňažným stratám. Tiež je tu možnosť zlepšenia selektivity. Vyššie spomenuté možnosti automatizácie zahŕňajú aj diaľkové ovládanie ističov, čo má určite zmysel a perspektívu v budúcnosti používania diaľkovo ovládaných ističov. Týmto narážam na elektrifikáciu a digitalizáciu týchto pohonov, čo je možno použiť v rastúcom trende systémov inteligentnej elektroinštalácie. Jedná sa napr. o centralizované ovládanie zariadení, pričom s narastajúcim množstvom týchto používaných zariadení v jednom objekte, narastá aj náročnosť na ich ovládacie prvky. Toto diaľkové ovládanie zvyšuje prehľadnosť a tým aj zlepšuje používanie ističov ako ovládacích ale aj ochranu zabezpečujúcich prvkov. Ako ovládacie prvky som ističe spomenul preto, lebo konštrukcia a možnosti MCCB v súčasnosti umožňuje ich použiť na zapínanie a vypínanie obvodov namiesto stykačov ak je tu predpoklad, že tieto ističe nebudú namáhané veľkým počtom spínacích cyklov [1] [9].

Pri použití a inštalácii pohonov bolo brané v úvahu jednoduchosť inštalácie a taktiež istý stupeň univerzálnosti. Z hľadiska jednoduchosti inštalácie je myslená jednoduchá montáž poprípade výmena pohonu bez špeciálnych znalostí alebo náradia a z hľadiska univerzálnosti je to možnosť použiť jeden typ pohonu na trojpólové ale aj štvorpólové ističe. Jednou z požiadaviek je aj rýchlosť zapínania/vypínania, čo je možné dosiahnuť použitím pružinového stradača alebo vhodných spojok a prevodov [1] [9] [10].

Výhodou je určite aj možnosť voľby medzi diaľkovým a miestnym ovládaním, pričom miestne ovládanie je umožnené až po odklopení priehľadného krytu ovládacieho prvku pohonu. Týmto odklopením sa elektronicky zablokujú obvody pre diaľkové ovládanie. Je to z dôvodu bezpečnosti, aby pri práci na chránenom úseku obvodu nedošlo k zapnutiu, čo by mohlo viesť k stratám na životoch aj majetku. Tento kryt je možno aj zaplombovať. Na prednej strane ističa je okrem typového označenia aj signalizácia stavu ističa. Ďalšou z výhod je určite aj použitie motorových pohonov v záskokovom automate, kedy je pomocou riadiaceho systému zabezpečená nepretržitá dodávka elektrickej energie z dvoch nezávislých zdrojov do dôležitých objektov ako sú napr. nemocnice alebo priemyselné budovy so stálym chodom. Nesmie však dôjsť k paralelnému chodu zdrojov [1] [9] [10].

Z uvedených skutočností je očividné, že pohony určite majú svoj zmysel význam, nakoľko sa pomaly ale isto stávajú nenahraditeľnou súčasťou ističov pri zabezpečovaní ochrany pred úrazom elektrickým prúdom a automatizácii priemyslu.

2 ROZBOR POHONOV

Pohony musia vyhovovať viacerým požiadavkám ako sú zdvih kontaktov, rýchlosť a požadovaný charakter pohybu kontaktov. Sily, ktoré pohon vytvorí, musia umožňovať zapnutie a vypnutie ističa nielen pri pracovných podmienkach ale aj v extrémnych prípadoch ako je skrat, kedy sa uplatní aj elektrodynamické pôsobenie tohto skratu. Aj v najhorších prípadoch, kedy budú na pohon pôsobiť maximálne nepriaznivé sily, musí byť pohon dostatočne pevný a tuhý, aby nedošlo k poškodeniu alebo deformácii jeho častí, ktoré by mohli nepriaznivo pôsobiť na jeho činnosť alebo by neúmerne zvyšovali opotrebenie. Zároveň, však musí byť jeho výroba a údržba čo najjednoduchšia [6].

Prevedenie pohonov môže byť rôznorodé a líšiť sa podľa rôznych kritérií ako napríklad princípu činnosti, spôsobu osadenia až po použitý druh energie. Princíp činnosti týchto pohonov môžeme rozdeliť najmä podľa toho, či zdroj energie pôsobí na kontaktnú sústavu priamo alebo nepriamo. Priamym pôsobením rozumieme prenos sily cez jednoduchú alebo zložitejšiu prevodovú sústavu priamo na pohyblivé časti kontaktnej sústavy. Naproti tomu pri nepriamom pôsobení, pohon najprv predá energiu akumulčnému členu a samotná činnosť pohonu je uskutočnená pomocou tejto naakumulovanej energie, ktorá sa uvoľní pri pokyne na vybavenie. Taktiež je možné použiť aj kombináciu priameho a nepriameho pohonu, kedy zapínací pochod je realizovaný priamym pohonom a vypínací pochod je realizovaný nepriamo pomocou naakumulovanej energie v stradači. Táto energia sa akumuluje súčasne so zapínaním procesom a najčastejším akumulátorom energie býva pružina. Poznáme 2 základné typy pružín: s kruhovým profilom pre veľké zdvihy a sily a s obdĺžnikovým profilom pre malé zdvihy a sily, avšak pri oboch sa uplatňuje základná vlastnosť pružiny a síce, že veľkosť vyvodzovanej sily je priamo úmerná veľkosti jej deformácie a teda aj jej pracovná charakteristika (závislosť sily na zdvihu) je lineárna. Materiály použité na výrobu je poväčšine oceľ alebo zliatiny farebných kovov s prípadným prísadami [6].

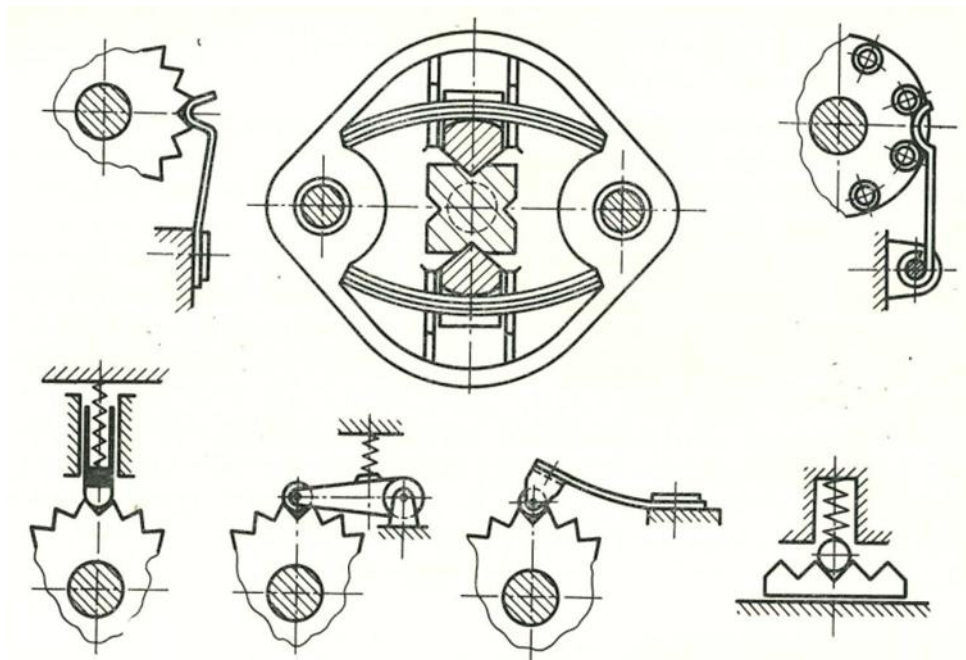
Pohony môžeme kategorizovať aj podľa týchto kritérií:

- podľa spôsobu osadenia na istič:
 - bočné;
 - čelné.
- podľa princípu pôsobenia na páku ističa:
 - priamy pohon;
 - stradačový pohon.

- podľa druhu samotného pohonu:
 - elektromotor;
 - elektromagnet [4].

Dimenzovanie síl, ktorými bude pohon pôsobiť na kontakty a jeho samotné prevedenie je do veľkej miery určené prítlačnými silami kontaktov v zapnutom stave a potrebnou rýchlosťou kontaktov pri vypínaní, pričom treba brať ohľad na zotrvačnosti hmôt pohyblivých častí pohonu a ističa a aj na odpor, ktorý tieto časti kladú. Toto sa uplatňuje pri zapínaní, kedy sily ktoré pritlačujú kontakty k sebe a aj odpor mechanizmu spoločne pôsobia proti zapínacej sile pohonu. Avšak pri vypínaní táto sila pôsobí súhlasne so silou vypínacou a nezanedbateľným príspevkom sú aj elektromagnetické sily [6].

Dôležitou súčasťou pohonov je aj aretačné zariadenie, ktoré zabezpečuje uvedenie mechanizmu do kludového stavu po ukončení činnosti prístroja. Aretačné zariadenie pôsobí spravidla na princípe západky a rohatky. Aretácia môže byť mäkká alebo tvrdá, to záleží na profile rohatky a tlaku aretačných pružín [6] [7].



Obrázok 2.1: Aretačné mechanizmy [7].

Okrem samotného pohonu (motoru), ktorý vytvára hnaciu silu alebo moment je zapotreba aj prevodov a brzdy, ktorá má za úlohu znižovať mechanické namáhanie pohyblivých častí, poprípade vyvolať vhodné oneskorenie činnosti mechanizmu [6].

Prevody majú nasledujúce úlohy:

- predať energiu pohonu pohyblivým častiam kontaktov;
- upraviť dráhu kontaktov na čo najkratšiu, čím sa zníži sila potrebná na činnosť pohyblivej sústavy;
- meniť rýchlosť kontaktov na vhodnú pre pohyb kontaktov;
- meniť druh pohybu z otáčavého na priamočiary a naopak;
- upravovať sily a momenty tak, aby vyhovovali zmenám pracovných odporov [6].

2.1 Druhy pohonov

Pohony môžeme rozdeliť podľa druhu použitého pohonu a teda buď s elektromotorom alebo s elektromagnetom.

2.1.1 Elektromotor

Pre použitie elektromotoru ako pohonu pre MCCB sa najčastejšie používa jednosmerný komutátorový motor so sériovým budením. Jednou z jeho výhod je pomerne veľký záberný moment a tým, že pracuje v krátkych časových intervaloch (rádovo desatiny sekundy) je možné ho značne preťažiť bez poškodenia. Z vyššie spomenutých dôvodov môže mať tento motor malý výkon a teda aj rozmery. Energia sa z pohonu prenáša pomocou prevodovky resp. prevodového súkolesia a keďže ide o malé natočenia ale je potrebný veľký moment je potreba aj veľký prevod. Súčasťou prevodovky je aj klzná spojka tlmiaca momentové rázy pri rozbehu a zastavení elektromotoru. Taktiež zaisťuje ochranu prevodovky pri zablokovaní mechanizmu, kedy preklzáva a znižuje prúdové preťaženie motoru. Je použitá aj ďalšia kĺbová spojka pre vyrovnanie nesúososti hriadeľov. O zastavenie motoru sa stará koncový vypínač, ktorý sníma pohyb pracovného hriadeľa vypínača [6].

V pohonoch pre MCCB je spravidla zapínanie vykonávané ako priame, kedy po ukončení zapínania sa začne naťahovať vypínacia pružina, ktorá je použitá na vypínanie, z čoho vyplýva, že vypínanie je vykonávané pomocou nepriameho pohonu pomocou pružiny. V prípade poruchy je možné pohon ovládať núdzovým ručným zapínaním. Pri tomto ručnom ovládaní je stále zapotreba dodržiavať bezpečnosť obsluhy a teda pri odklopení priehľadného krytu je pomocou blokovacej elektroniky odpojené diaľkové ovládanie aby nedošlo k chybnému zapnutiu pohonu. Pomocné kontakty, signalizačné a riadiace kontakty sú realizované pomocou stykačov. Treba však podotknúť, že aj keď sa istič s elektromotorovým pohonom pri súčasnom trende používa v obvode namiesto stykačov, je vhodné tento typ pohonu použiť v obvode kde sa neočakáva veľký počet zopnutí [6].

2.1.2 Elektromagnet

Elektromagnetický pohon je vhodný použiť v obvodoch kde sa očakáva veľký počet zopnutí, malé zdvihy a sily. Je možné použiť elektromagnety jednosmerné aj striedavé ale z hľadiska pomeru prúdov a síl, ktoré tieto prúdy vyvolajú, je výhodnejšie použiť jednosmerné elektromagnety. Oba typy elektromagnetov sa skladajú z 3 základných komponentov (budiacej cievky, pevného feromagnetického jadra a pohyblivej kotvy) a existujú 2 možnosti osadenia pohyblivej kotvy a to že buď je kotva vťahovaná do budiacej cievky alebo s kotvou umiestnenou zvonka cievky [6].

Jednotlivé typy elektromagnetov majú aj rozdielny tvary ťahových charakteristík, čo je jeden z hlavných parametrov pri posudzovaní vlastností elektromagnetu spolu s dobou prítahu kotvy, čo je vlastne doba od pripojenia cievky k zdroju napätia až po ukončenie pohybu kotvy a s prídržným pomerom elektromagnetu, čo je vlastne pomer magnetického napätia pri bezpečnom zaistení mechanizmu v pritiahnutom stave ku magnetickému napätiu pri plnej vzduchovej medzere v počiatočnom stave. Tieto tri parametre sú tým pádom rozhodujúce pre efektívnu konštrukciu a použitie elektromagnetu ako pohonu MCCB pri daných podmienkach. Tvar ťahovej charakteristiky je možné aj upravovať veľkosťou a tvarom vzduchovej medzery a tvarom plôch jadra a kotvy. V prípade, že je potreba veľmi krátka doba vybavenia tak sa používajú polarizované elektromagnety, čo sú vlastne elektromagnety v ktorých sa uplatňujú 2 magnetické toky a to riadiaci a polarizačný. Polarizačný mag. tok sa môže vytvoriť druhým budiacim vinutím ale častejšie sa používajú trvalé magnety. Polarizované elektromagnety sú charakteristické ľahkou kotvou a malým zdvihom pričom na konštrukciu magnetického obvodu sa používajú lisované plechy k obmedzeniu vírivých prúdov a to aj u jednosmerných elektromagnetov [6].

Podľa možných polôh kotvy poznáme polarizované elektromagnety trojpolohové, dvojpolohové a s jednostranným nastavením. Pri trojpolohovom sa kotva pri nulovom riadiacom prúde nachádza v strede medzi dvoma krajnými polohami a svoju polohu mení podľa smeru prechádzajúceho prúdu. U dvojpolohového elektromagnetu sa kotva nachádza v jednej z krajných polôh a zotrváva v nej aj po vypnutí riadiaceho prúdu, pokiaľ riadiacim obvodom neprejde prúd, ktorý by ju prinútil premiestniť sa do druhej polohy. Nakoniec u elektromagnetu s jednostranným nastavením sa kotva nachádza v východzej polohe a premiestňuje sa len na jednu stranu a to len pri správnom smere riadiaceho prúdu [6].

Elektromagnety musia spoľahlivo pôsobiť aj pri zníženom napätí a to u stykačov pri 15% znížení a pri vypínačoch až pri 25% znížení napájacieho napätia. Taktiež sa kontroluje aj ťah pri 10% zvýšení, kedy by tento ťah mohol spôsobiť poškodenie poháňaného mechanizmu. Celkovo môžeme akosť elektromagnetu posudzovať z rôznych hľadísk či už je to priebeh ťahovej charakteristiky a doba prítahu ale aj napr. vplyv

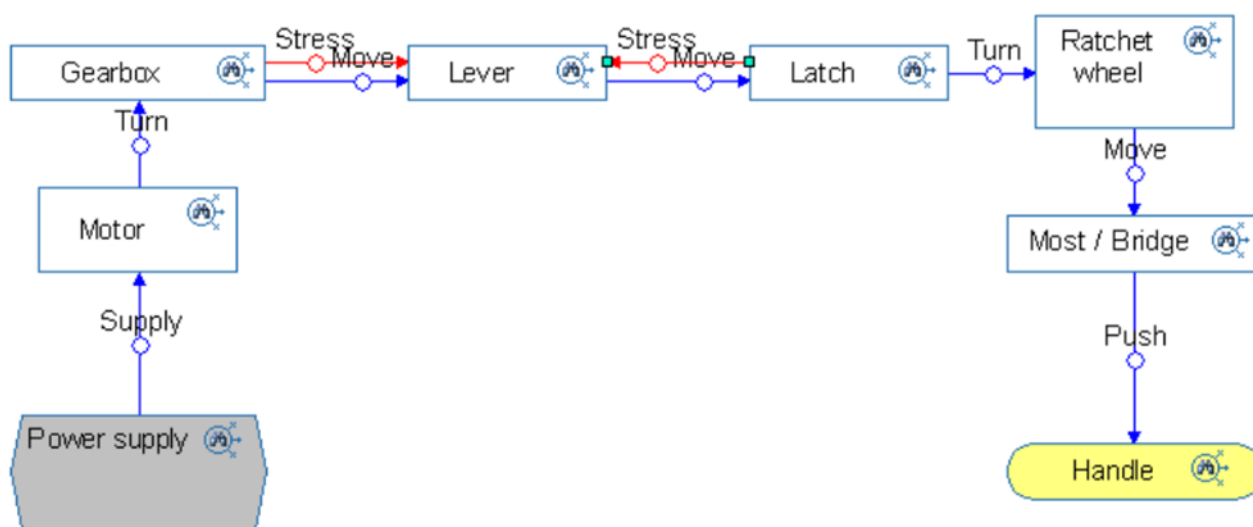
napätia na priebeh ťahovej charakteristiky, celková užitočná práca pri premiestnení kotvy, pomer hmotnosti elektromagnetu k celkovej užitočnej práci, atď. U jednosmerných elektromagnetov je nevyhnutná kontrola, či po vypnutí napájania kotva odpadne, keďže na ňu pôsobí remanentná indukcia [6].

2.2 Spôsob osadenia pohonu

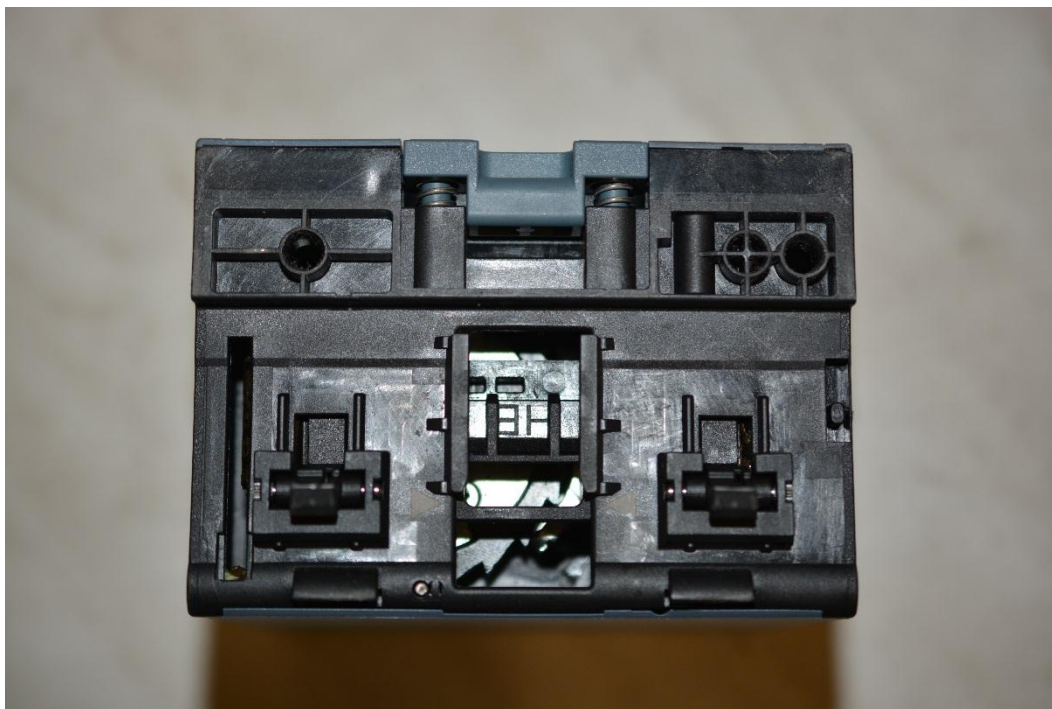
Pohony sa môžu líšiť aj spôsobom inštalácie na istič a to na čelný alebo bočný pohon.

2.2.1 Čelný pohon

Už z názvu je zrejmé, že v tomto prípade sa jedná o taký spôsob inštalácie na istič, kedy je namiesto čelného krytu ističa osadený pohon. Na obrázku 2.1.3.2 môžeme vidieť, že sila generovaná pohonom sa na páku ističa prenáša pomocou tzv. mostu, čo je vlastne súčiastka pohonu, ktorá zapadá priamo na páku ističa a tým ju ovláda [1].



Obrázok 2.2.1.1: Bloková schéma čelného pohonu [2].

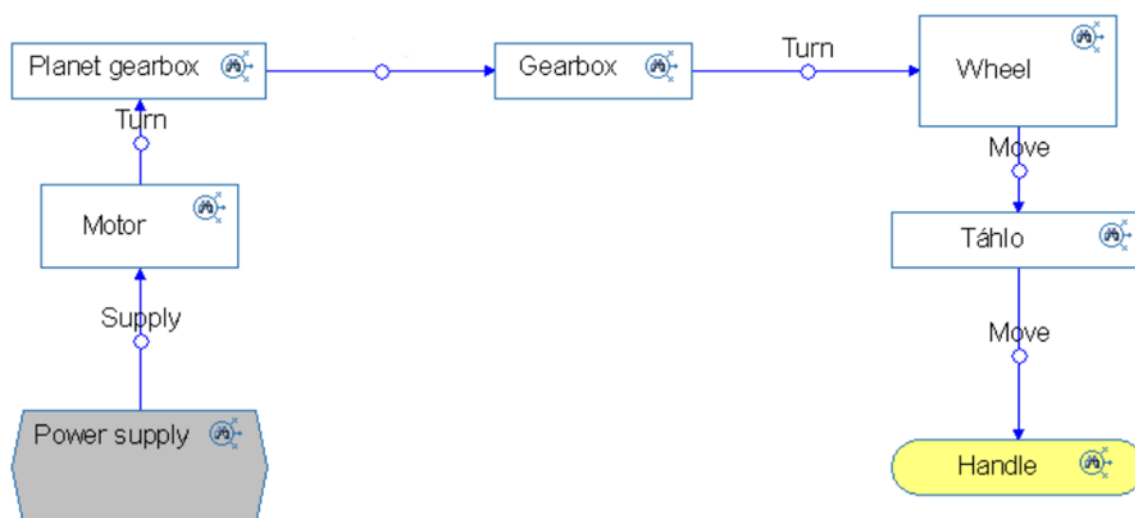


Obrázok 2.2.1.2: Zadná strana pohonu MO320 od firmy SIEMENS.

Pre lepšiu predstavu princípu fungovania čelného pohonu si ho vysvetlíme na blokovej schéme znázornenej v obr. 4. Motor je napájaný zo zdroja (power supply), ktorého točivý pohyb je cez planetárnu prevodovku (gearbox) prenesený na ťahlo (lever), ktoré tento točivý pohyb zmení na posuvný pohyb. Tento posuvný pohyb pôsobí na západku (latch) cez ktorú sa posuvný pohyb prenáša na rohatku (ratchet wheel), kde je tento posuvný pohyb zmenený naspäť na točivý pohyb, ktorý už pomocou vyššie spomenutého mostu (bridge) pôsobí na páku ističa. Pre upresnenie je treba dodať, že na rohatke je čap, ktorý pohybuje mostom, umiestnený excentricky čo je v konečnom dôsledku ďalšia zmena točivého pohybu na posuvný. Na schéme je modrými šípkami označený smer (postupnosť) pôsobenia nami žiadanej sily a červenými šípkami je tu znázornené nechcené namáhanie, ktoré pôsobí najmä na ťahlo, ktoré je najviac namáhané ako zo strany prevodovky, tak aj zo strany západky a preto by malo byť ťahlo resp. spôsob upevnenia ťahla na oboch stranách dostatočne spoľahlivé [2].

2.2.2 Bočný pohon

Používa sa v priestoroch, kde nie je dostatok miesta pre čelný pohon alebo je jeho použitie z nejakého dôvodu výhodnejšie. Spôsob inštalácie je, že páka ističa je umiestnená do páky pohonu, ktorý je umiestnený na boku ističa [1].



Obrázok 2.2.2.1: Bloková schéma bočného pohonu [2].

Ako môžeme vidieť, bloková schéma bočného pohonu sa príliš nelíši od schémy čelného pohonu a aj princíp fungovania je podobný. Motor je napájaný zo zdroja (power supply) a jeho točivý pohyb je prenesený cez dve prevodovky (planet gearbox, gearbox) na koleso (wheel), kde je tak isto ako u čelného pohonu excentricky umiestnený čap tiahla (lever), ktoré mení otáčavý pohyb na posuvný pohon a tento pohyb je prenesený cez rukoväť (handle) na páku ističa. Dôvod, prečo je sú tu použité dve prevodovky je ten, že motor má vysoké otáčky a jedna prevodovka by bola týmito otáčkami príliš namáhaná [2].

3 RIADENIE

Poznáme dva typy systémov pre riadenie pohonov a to analógový a digitálny. Tieto systémy v podstate spracovávajú signály zo senzorov ako napr. senzory pozície, prúdu a rýchlosti a pomocou spätnej väzby sú schopné porovnávať tieto hodnoty s hodnotami nastavenými a efektívne riadiť činnosť pohonu [5].

3.1 Analógové riadenie

Tento typ riadenia je možné nájsť hlavne pri starších systémoch pre riadenie rýchlosti a prúdu. Príkazy resp. vstupy do systému sú vo forme napäťových hladín a sú ďalej spracovávané vo forme analógového signálu pomocou pasívnych súčiastok a operačných zosilňovačov. Taktiež je dôležité aby sa všetky hodnoty napätí, ktoré sa môžu v danej aplikácii vyskytovať, nachádzali v rozsahu, ktorý je daný typ riadenia schopný spracovávať. V Európe je to typicky rozsah -10 V až $+10\text{ V}$ a v Amerike je tento rozsah 0 V až 5 V . Obe napätia sú zmysl'ované ako jednosmerné [5].

3.2 Digitálne riadenie

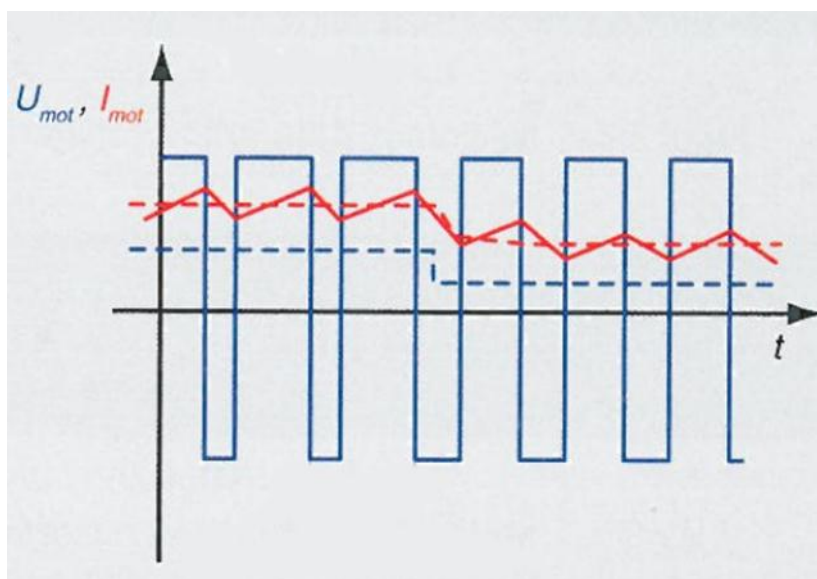
V dnešnej dobe je častejšie než analógvé riadenie používané riadenie digitálne. Je to z dôvodu kvalitnejšieho a rýchlejšieho spracovania signálu a taktiež aj digitalizácie systémov. Vstupné signály sú prevedené na výstupné hodnoty pomocou DSP (digital signal processor) a aby tento procesor mohol správne fungovať je zapotreba aby obsahoval súbor inštrukcii nazývaných firmware. V niektorých prípadoch sa tento procesor podieľa aj na elektronickej komutácii EC motorov, používaných pre obmedzenie strát a rušenia, ktoré vzniká iskrením pri mechanickej komutácii. Niektoré menej komplexné kontroléry používajú analógové signály a teda môžu byť použité aj v analógovom riadení. Samozrejme je potreba tieto signály diskretizovať, načo je potrebný AD prevodník. Treba vziať do úvahy napäťový rozsah a rozlíšenie tohto prevodníka. Výpočtový výkon dnešných DSP je už dostatočne veľký a preto na šírke pásma prakticky nezáleží tak isto ako ani na teplote a jej výkyvoch. Na jednej strane môže byť viacero kontrolérov naprogramovaných identicky, čo je určite výhodou pri komplexnejších riešeniach na druhej strane je možné naprogramovať jednotlivé kontroléry individuálne a to pre rôzne špecifické účely [5].

4 NAPÁJANIE

Používané sú dva typy napájania a to napájanie elektronickým spínaným zdrojom alebo len usmerňovačom. Napájanie je dôležitým prvkom systému, pretože pri nesprávnom spôsobe napájania môže dôjsť k tomu, že pohon nebude fungovať správne alebo sa zničí riadiaca elektronika pohonu. Na motorových pohonoch sa dnes používa tzv. BACKPACK čo je vlastne menič resp. usmerňovač, ktorý zabezpečuje napájanie pohonu na menovité hodnoty napätia 24 V/48 V/110 V. Na menovité napätie 24 V sa vyrába len DC/DC menič a na 48 V a 110 V sa vyrába DC/DC aj AC/DC menič. [5].

4.1 Elektronický spínaný zdroj

Tento typ zdroja je charakteristický pomerne malými rozmermi a váhou a zároveň vysokou účinnosťou a výkonom. Princíp funkcie tohto zdroja je rýchle spínanie tranzistorov o frekvencii rádovo desiatok kHz, čím sa vstupné napätie rozostrieda. Pomer doby zapnutia a vypnutia týchto tranzistorov sa nazýva strieda. Zmenou pomeru týchto dôb dokážeme meniť výstupné napätie. Tento spôsob napájania, ktorý som zjednodušene popísal, sa nazýva PWM z ang. pulse width modulation. Výhodou tohto typu napájania sú mimo iné aj minimálne straty, nakoľko tranzistory sa nachádzajú buď v rozopnutom stave, kedy je na nich napätie zdroja ale netečie nimi žiadny prúd resp. prúd minoritný alebo sú v zopnutom stave a je na nich saturačné napätie, ktoré je relatívne nízke [11].



Obrázok 4.1.1: Výstupné napätie a prúd z PWM [5].

Na obrázku 4.1.1 je znázornený priebeh napätia a prúdu pri PWM. Pri tejto modulácii je výstupom stredná hodnota priebehov napätia a prúdu a v obrázku je vyznačená prerušovanou čiarou.

Ďalšie výhody spínaného zdroja sú už vyššie spomínané malé rozmery a váha, ktoré je možné dosiahnuť vďaka vysokým frekvenciám a teda aj transformátor v tomto zdroji má malé rozmery a výstupné napätie je prakticky obmedzené len tranzistormi [11].

Nevýhodami tohto typu napájania je komplexnosť (obsahuje výkonové tranzistory, diódy, transformátory, induktory a kapacitory). Induktory a kapacitory obsahuje kvôli obmedzeniu rušenia, ktoré spôsobuje vysokofrekvenčné spínanie tranzistorov, pričom toto rušenie sa môže šíriť aj do iných spotrebičov v danom objekte [5] [11].

4.2 Usmerňovač

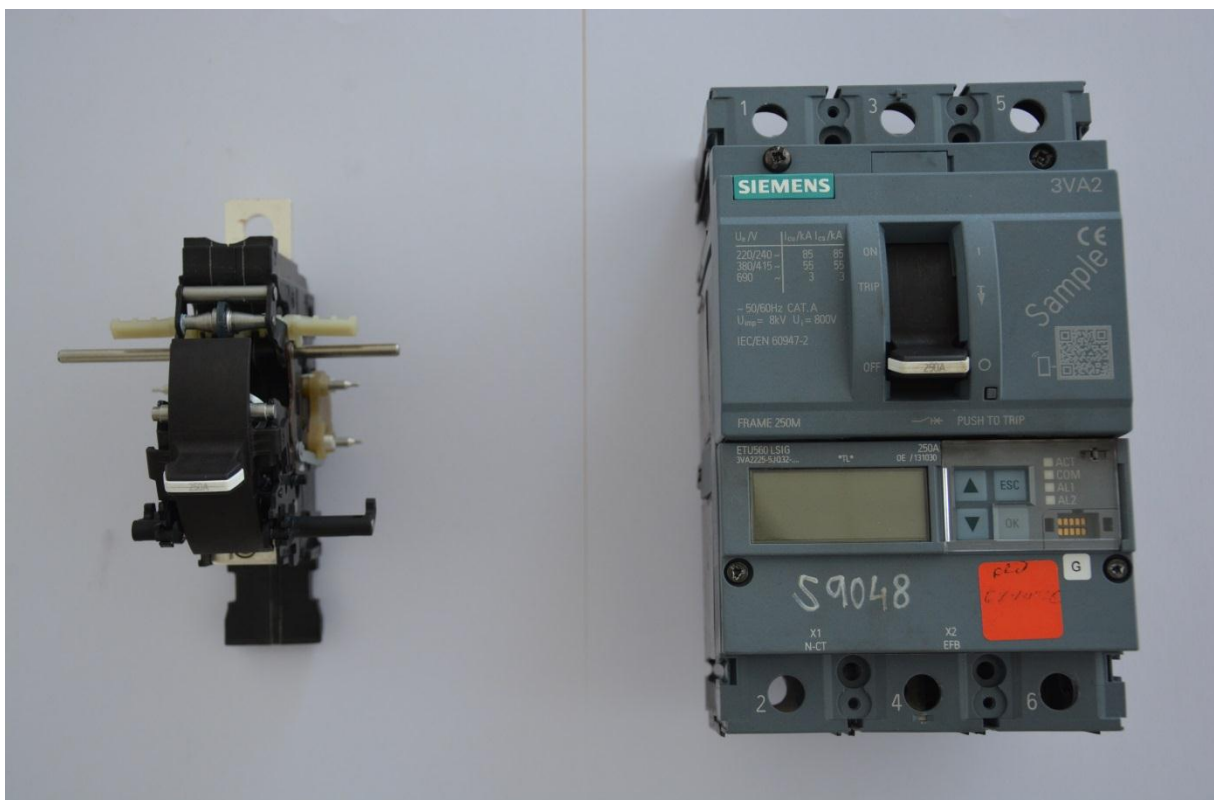
Tento typ napájania pracuje na princípe usmerňovania striedavého signálu na jednosmerný pomocou diód a následnom vyhladení kondenzátorom. Na výstupe je teda jednosmerné napätie, ktorého veľkosť závisí od siete resp. počtu fází, ktoré usmerňujeme. Pri usmerňovaní jednofázovej siete 1x230 V je najvhodnejší dvojcestný mostíkový usmerňovač (Graetzov) s nabíjacím kondenzátorom, pričom na výstupe dostaneme na približne 300 V. Pri usmerňovaní trojfázovej siete 3x400V je vhodné použiť šesťpulzný mostíkový usmerňovač s kondenzátorom, poprípade s LC-filtrom. Na výstupe dostaneme približne 540 V [12].

Výhodami tohto typu napájania je pomerne jednoduchá konštrukcia a princíp fungovania spolu s takmer nulovým vysokofrekvenčným rušením. Nevýhodami je pomerne vysoká hmotnosť a veľkosť [11].

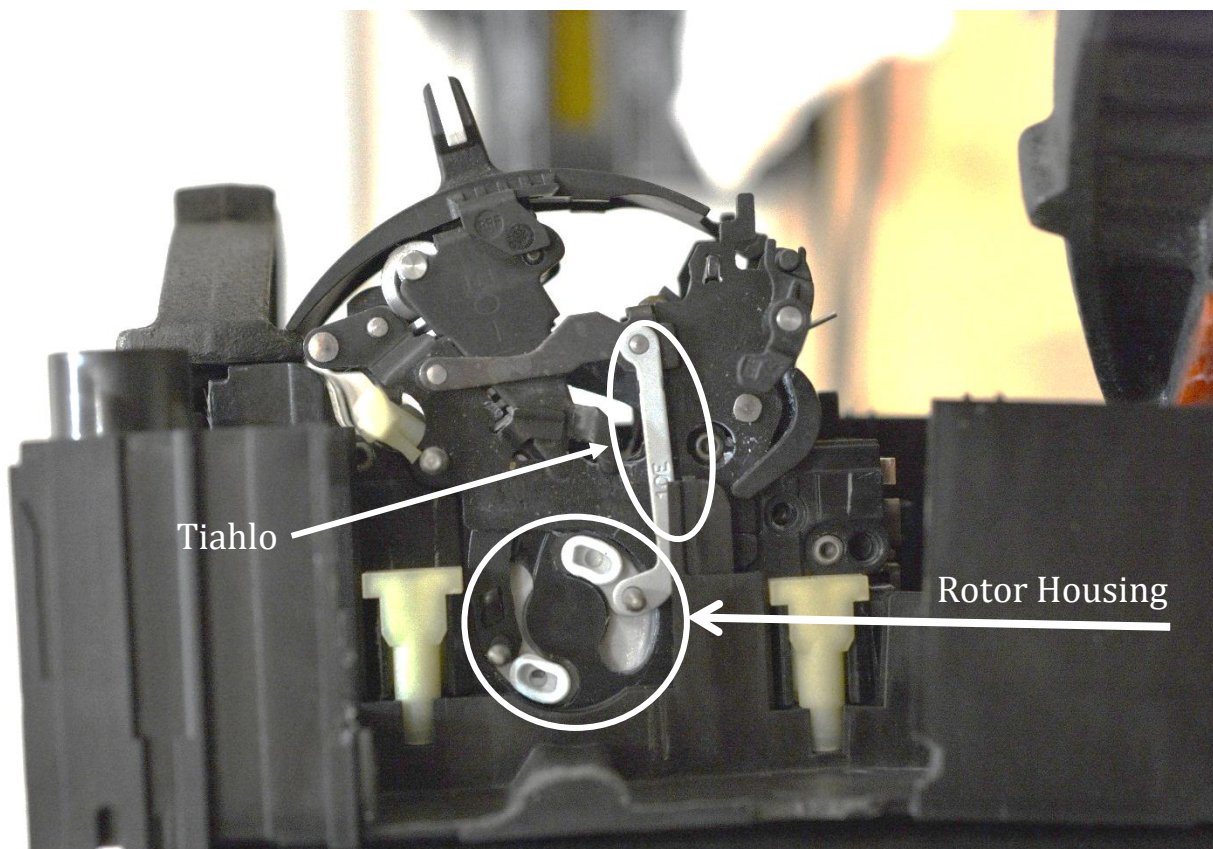
5 DEFINÍCIA POLÔH ISTIČA

Istič môže nadobúdať viacero polôh a sú to tieto:

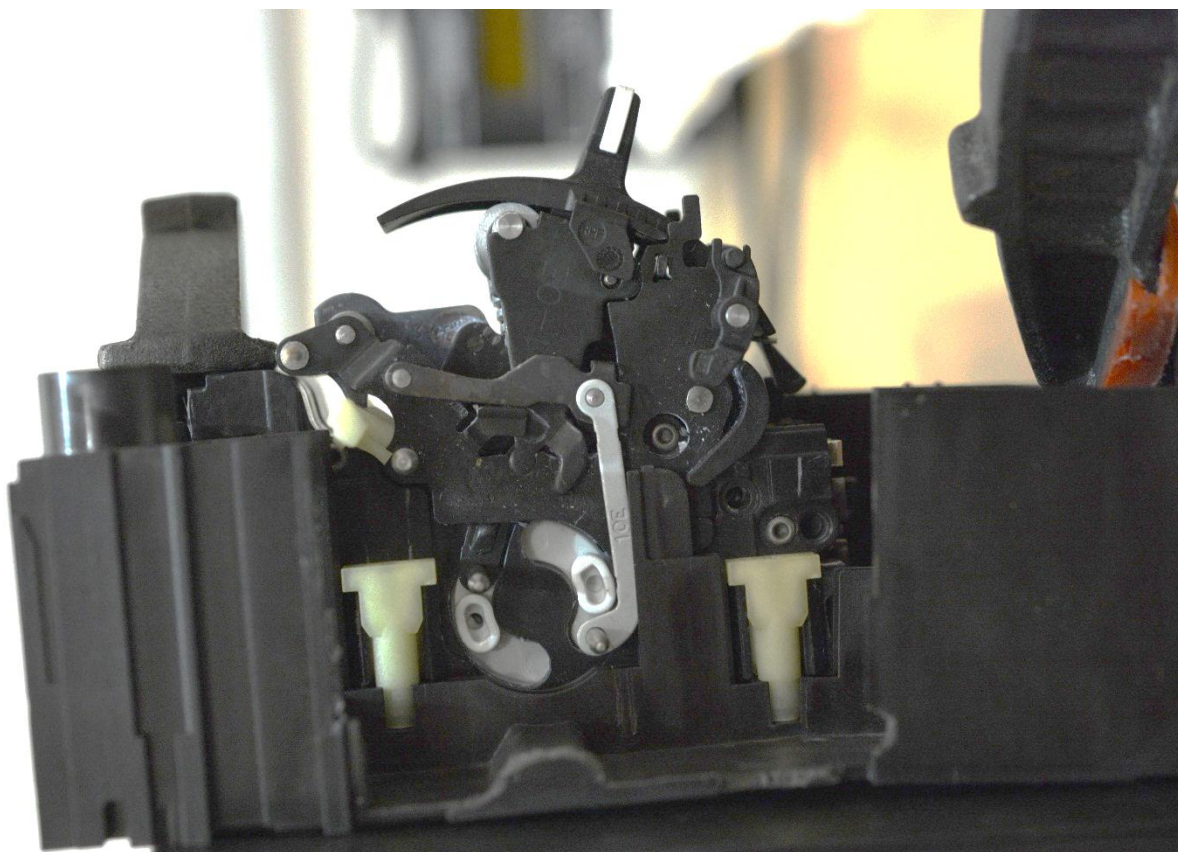
- poloha ON – poloha, ktorá zaisťuje vopred stanovené spojenie hlavného obvodu ističa. Poloha kontaktov je v zapnutej polohe a istič vedie elektrickú energiu. Unášač kontaktnej páky (rotor housing) je tlačенý hlavnými pružinami do zapnutej polohy, v ktorej zotrúva vďaka zámku hlavných pružín a aretácii nadprúdovej spúšte [3].
- poloha OFF – poloha, v ktorej je zaistené splnenie vopred stanovených požiadaviek na elektrickú pevnosť medzi rozpojenými kontaktmi hlavného obvodu ističa. Poloha kontaktov je v rozopnutej polohe a istič nevedie elektrickú energiu. Unášač kontaktnej páky je tlačенý do vypnutej polohy v ktorej zotrúva vďaka zámku hlavných pružín [3].
- poloha Toggle ON – poloha, v ktorej je zámok ističa a ostatných k nemu pripojených komponentov v stave tesne pred preklopením do polohy ON; zvratná poloha.
- poloha Toggle OFF – poloha, v ktorej zámok ističa a ostatných k nemu pripojených komponentov v stave tesne pred preklopením do polohy OFF; zvratná poloha.
- poloha TRIP – poloha medzi polohami ON a OFF (kvôli jasnej identifikácii vybavenia ističa), v ktorej zostane páka ističa po vypnutí spôsobenom relé alebo inou spúšťou. Unášač kontaktnej páky je vo vypnutej polohe, ale tentoraz kvôli pôsobeniu nadprúdovej spúšte, ktorá zapôsobila na aretačný mechanizmus [3].
- poloha RESET – poloha, do ktorej sa musí dostať páka ističa po vybavení (TRIP) aby mohol istič ďalej správne fungovať resp. musí dôjsť k opätovnému zaaretovaniu nadprúdovej spúšte ističa.
- poloha Positive OFF – poloha, v ktorej musí páka ističa zostať ak dôjde k zvareniu kontaktov hlavného obvodu ističa v dôsledku poruchy.



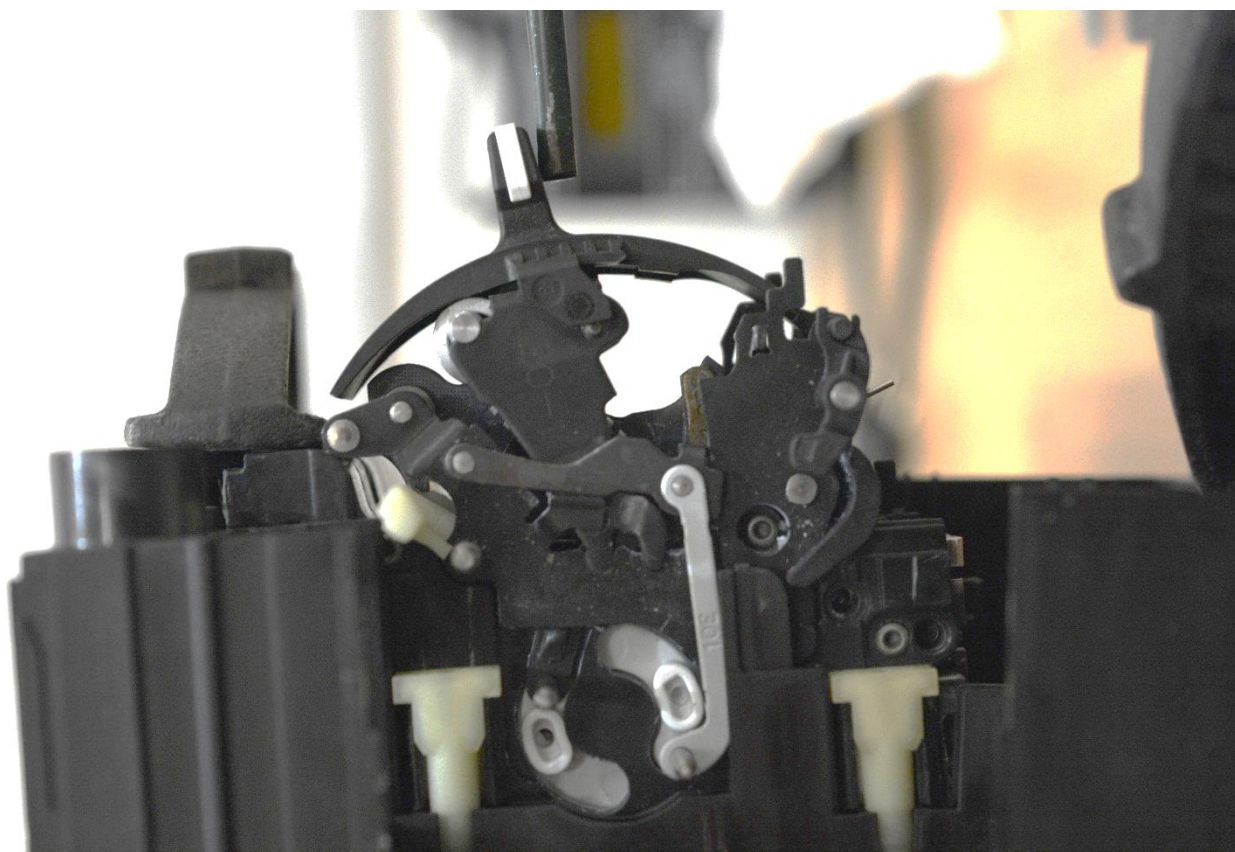
Obrázok 5.1: Páka ističa a kompaktný istič.



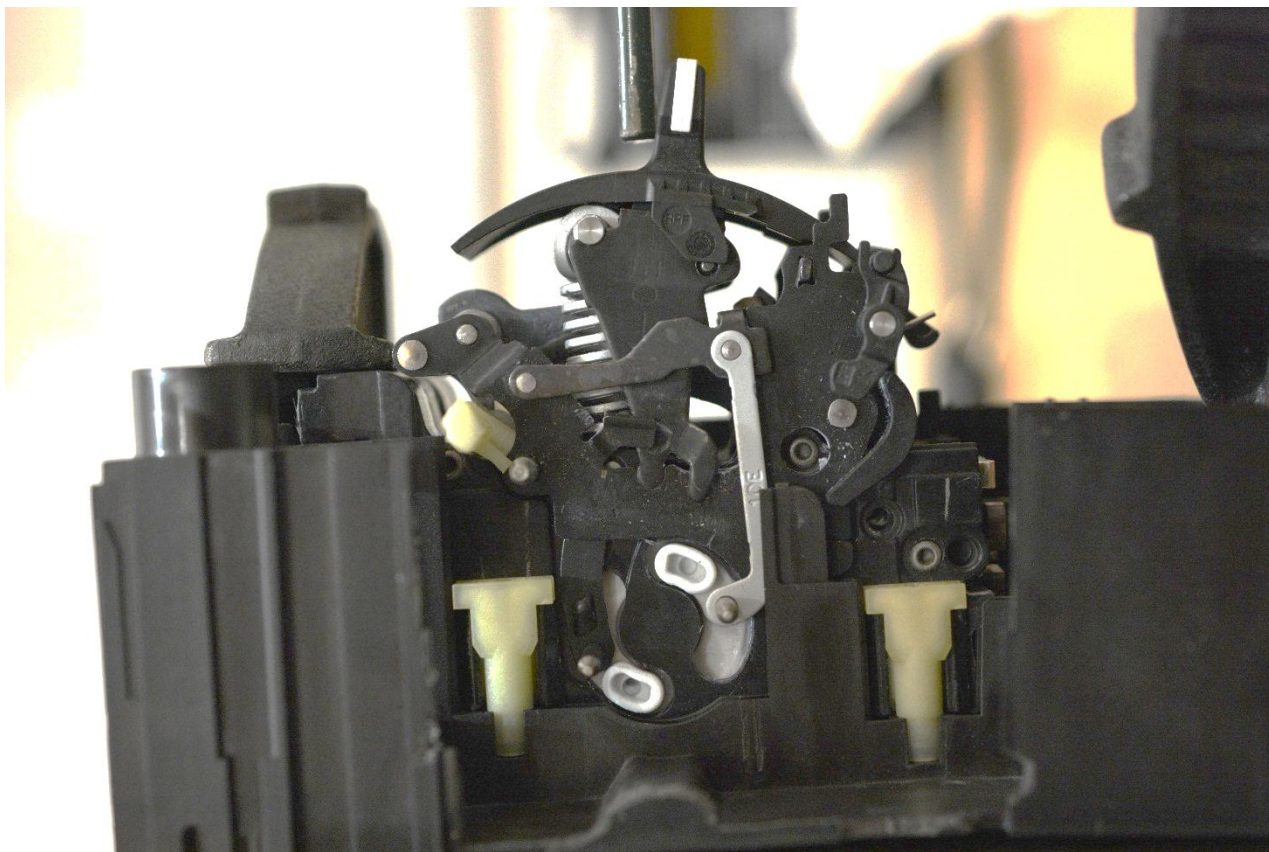
Obrázok 5.2: Poloha ON.



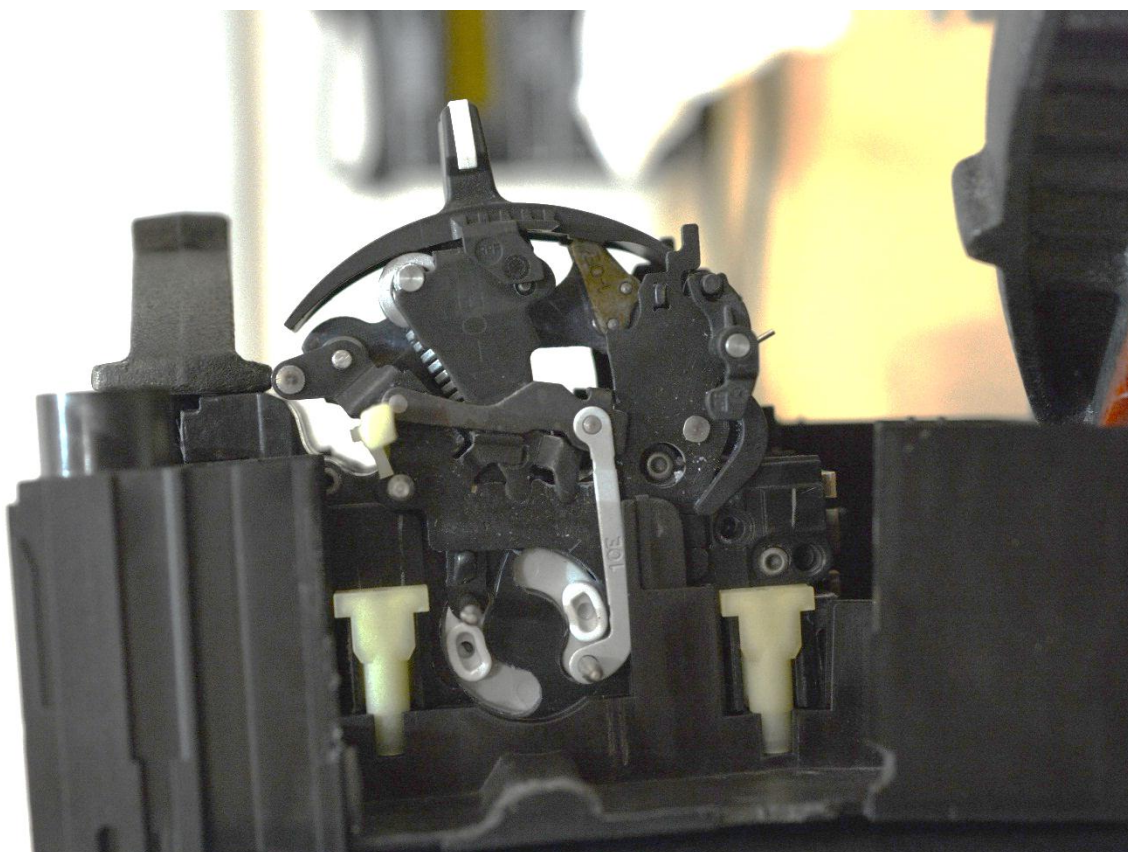
Obrázok 5.3: Poloha OFF.



Obrázok 5.4: Poloha Toggle ON.



Obrázok 5.5: Poloha Toggle OFF.



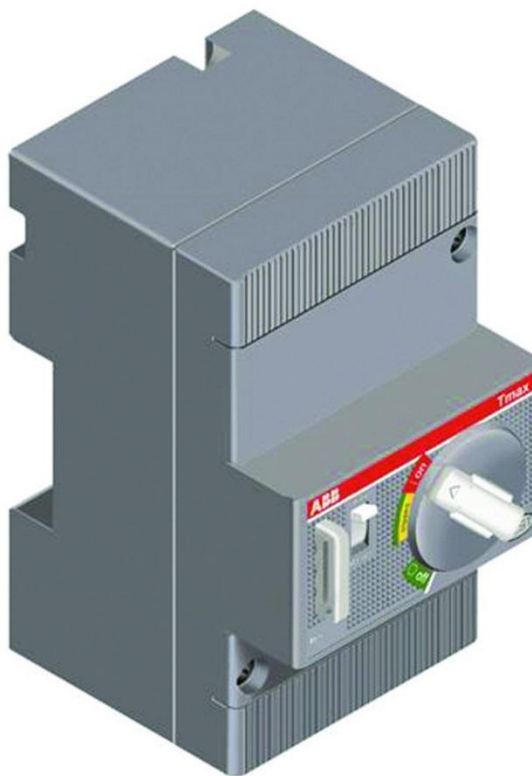
Obrázok 5.6: Poloha TRIP.

6 ROZBOR TRHU

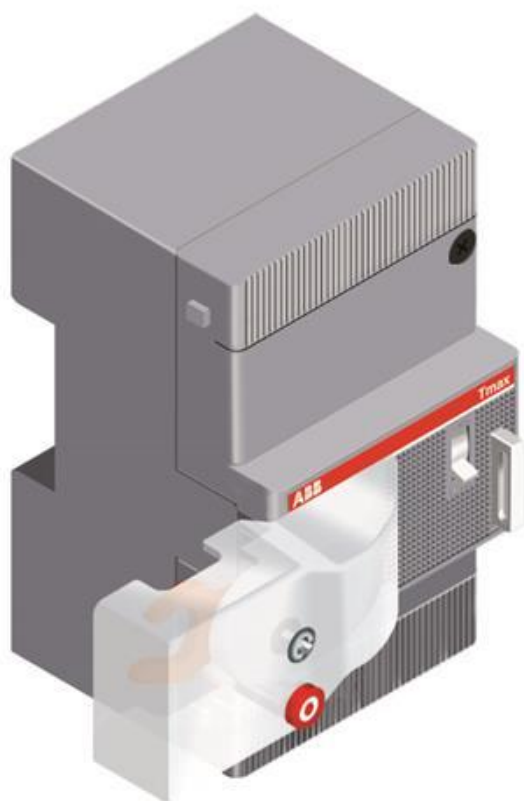
V tejto kapitole bude spracovaný ľahký rozbor trhu, teda akýsi prehľad o najväčších výrobcov ističov resp. pohonov k týmto ističom.

ABB

Prvý výrobca bude ABB, ktorý má v ponuke viacero pohonov, či už čelné a bočné elektromagnetické (solenoidové) pohony pre ističe rady S1 a S2 alebo motorové pohony pre ističe rady S3, S4 a S5, ktoré vyrábajú len v čelnom prevedení.



Obrázok 6.1: Čelný elektromagnetický pohon pre ističe od firmy ABB [13].



Obrázok 6.2: Bočný elektromagnetický pohon od firmy ABB [13].

Rated voltage, U_n		AC	DC
	[V]	–	48
	[V]	110	60
	[V]	220 ... 230	110
	[V]	–	220
Operating voltage		85 ... 110% U_n	85 ... 110% U_n
Inrush power absorption, P_s		2300-2500 [VA]	700-900 [W]
Duration	opening [s]	< 0.1	
	closing [s]	< 0.1	
Mechanical life	[no. operations]	25000	
Degree of protection, on the front		IP 30	
Minimum duration of the opening and closing command impulse	[ms]	≥ 100	

Obrázok 6.3: Parametre oboch elektromagnetických pohonov od firmy ABB [13].



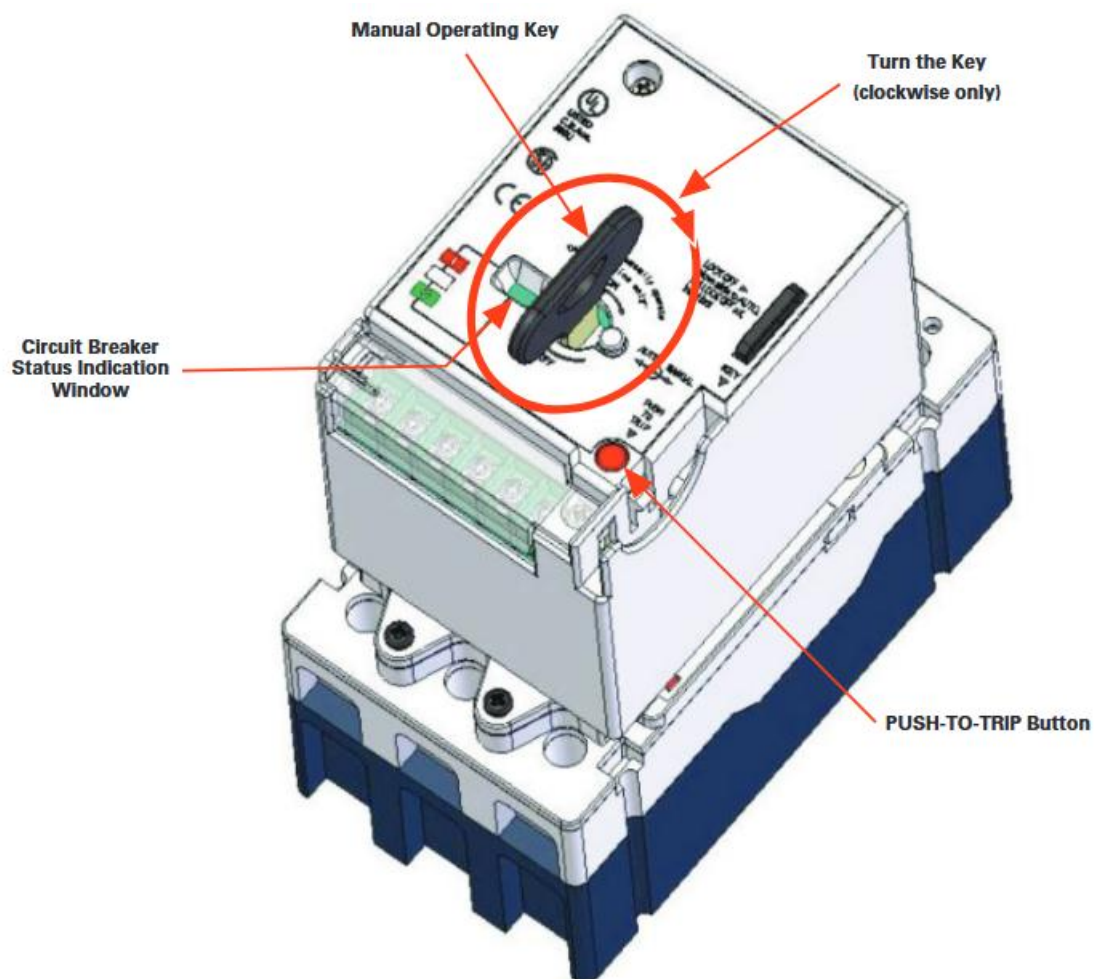
Obrázok 6.4: Elektromotorový pohon od firmy ABB [2].

Rated voltage, U_n		AC	DC
	[V]	–	24
	[V]	–	48-60
	[V]	110-127	110-125
	[V]	220-240	220-250
	[V]	380	–
	[V]	440	–
Operating voltage		85 ... 110% U_n	85 ... 110% U_n
Inrush power absorption, P_s		500 [VA]	500 [W]
Service power absorption, P_c		350 [VA]	350 [W]
Operating frequency	[Hz]	50-60	
Time constant	[ms]	18	
Duration	opening [s]	0.1	
	closing [s]	0.1	
Mechanical life	[no. operations]	15000 (S3-S4) / 10000 (S5)	
Degree of protection, on the front		IP 30	
Minimum duration of the opening and closing command impulse	[ms]	≥ 150	

Obrázok 6.5: Parametre elektromotorového pohonu od firmy ABB [13].

EATON

Ďalším výrobcom je firma EATON a na prvý pohľad je vidieť rozdiel oproti ostatným výrobcom, ktorý pre manuálne ovládanie používajú rukoväť, ktorá je už zabudovaná v tele pohonu, avšak v tomto prípade je potrebné použiť ovládací kľúč.



Obrázok 6.6: Elektromotorový pohon od firmy EATON [14].

Frame	Voltage	Frequency	Inrush Current
Series G® E-Frame	100–240 Vac	50/60 Hz	1A
	100–220 Vdc	DC	1A
	24/48 Vdc	DC	3A
Series C® F-Frame	208–240 Vac	50/60 Hz	1A
	110–127 Vac	50/60 Hz	1A
	220–250 Vdc	DC	1A
	110–125 Vdc	DC	1A
	24 Vdc	DC	3A
Series G J-Frame	208–240 Vac	50/60 Hz	1A
	110–127 Vac	50/60 Hz	1A
	220–250 Vdc	DC	1A
	110–125 Vdc	DC	1A
	24 Vdc	DC	3A
Series G L-Frame	208–240 Vac	50/60 Hz	2A
	110–127 Vac	50/60 Hz	2A
	220–250 Vdc	DC	2A
	110–125 Vdc	DC	2A
	24 Vdc	DC	6A

Obrázok 6.7: Parametre elektromotorového pohonu od firmy EATON [14].

SCHNEIDER

Dalším výrobcem je firma Schneider.



Obrázok 6.8: Elektromotorový pohon na ističi od firmy Schneider [15].

Napájení	V AC 50/60 Hz	48–100/130–200/240–380/415
	V DC	24/30–48/60–100/125–200/250
Tolerance	0,85 až 1,1 Un	
Spotřeba (VA nebo W)	180	
Záběrný proud motoru	2 až 3 In po dobu 0,1 s	
Doba natahování	maximálně 4 s	
Frekvence operací	maximálně 3 cykly za minutu	

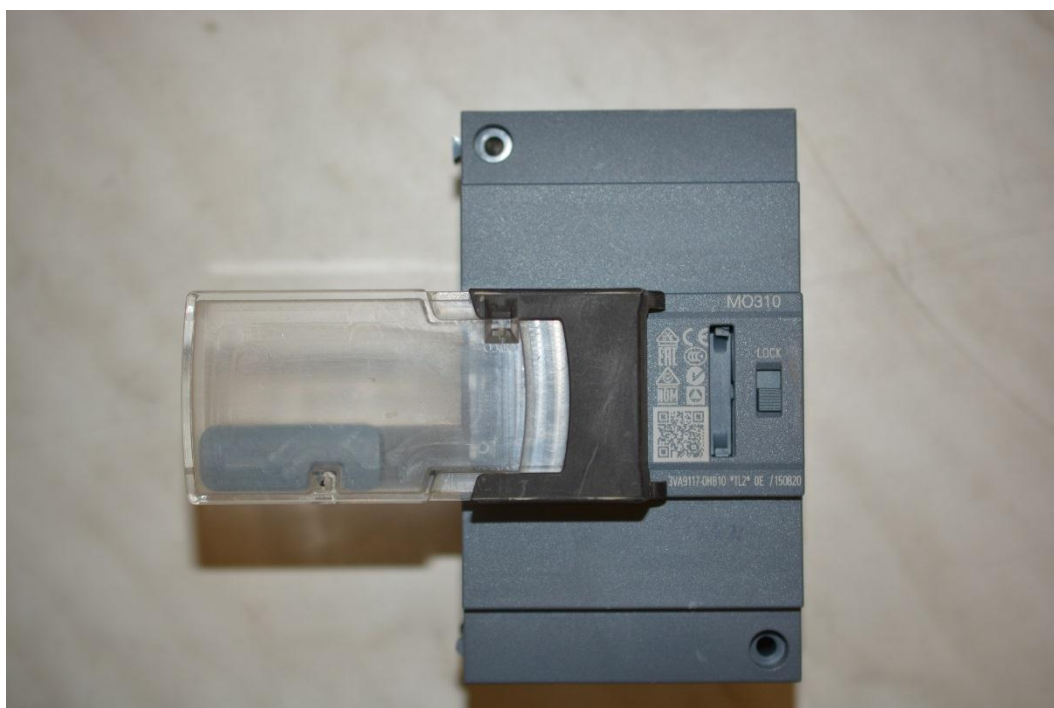
Obrázok 6.9: Parametre elektromotorového pohonu od firmy Schneider [15].

SIEMENS

Posledným výrobcom bude firma SIEMENS, ktorá disponuje širokou ponukou čelných a bočných pohonov. Na obrázkoch 6.10 a 6.11 sú dva pohony, ktoré som mal k dispozícii.



Obrázok 6.10: Čelný motorový pohon MO320 od firmy SIEMENS.



Obrázok 6.11: Bočný motorový pohon MO310 od firmy SIEMENS.

			MO320 motor operator			
			160 A	3VA1 250 A	250 A	3VA2 630 A
Ambient temperature (operation)	°C		-25 ... +70			
Ambient temperature (storage)	°C		-40 ... +80			
Rated control supply voltage			24 ... 60 V DC (0.85 ... 1.26)			
(control supply voltage range)			110 ... 230 V AC / 110 ... 250 V DC (0.85 ... 1.1)			
Rating	W/VA		250, max. 500 (60 ms)			
Breaking capacity (outputs)	24 ... 60 V DC	A	0.5			
	110 ... 230 V AC	A	1			
	110 ... 250 V DC	A	0.04			
Input impedance	24 ... 60 V DC	kΩ	10 ... 25			
	110 ... 230 V AC	kΩ	100 ... 140			
	110 ... 250 V DC	kΩ	100 ... 160			
Make time, typical	ms		< 800	< 900	< 1000	< 1700
Break time, typical	ms		< 800	< 900	< 1000	< 1400
Pulse duration, minimum	ms		100			
Maximum switching frequency	1/h		120			
Degree of protection			IP20, with escutcheon IP30			

Obrázok 6.12: Parametre čelného pohonu MO320 od firmy SIEMENS [8].

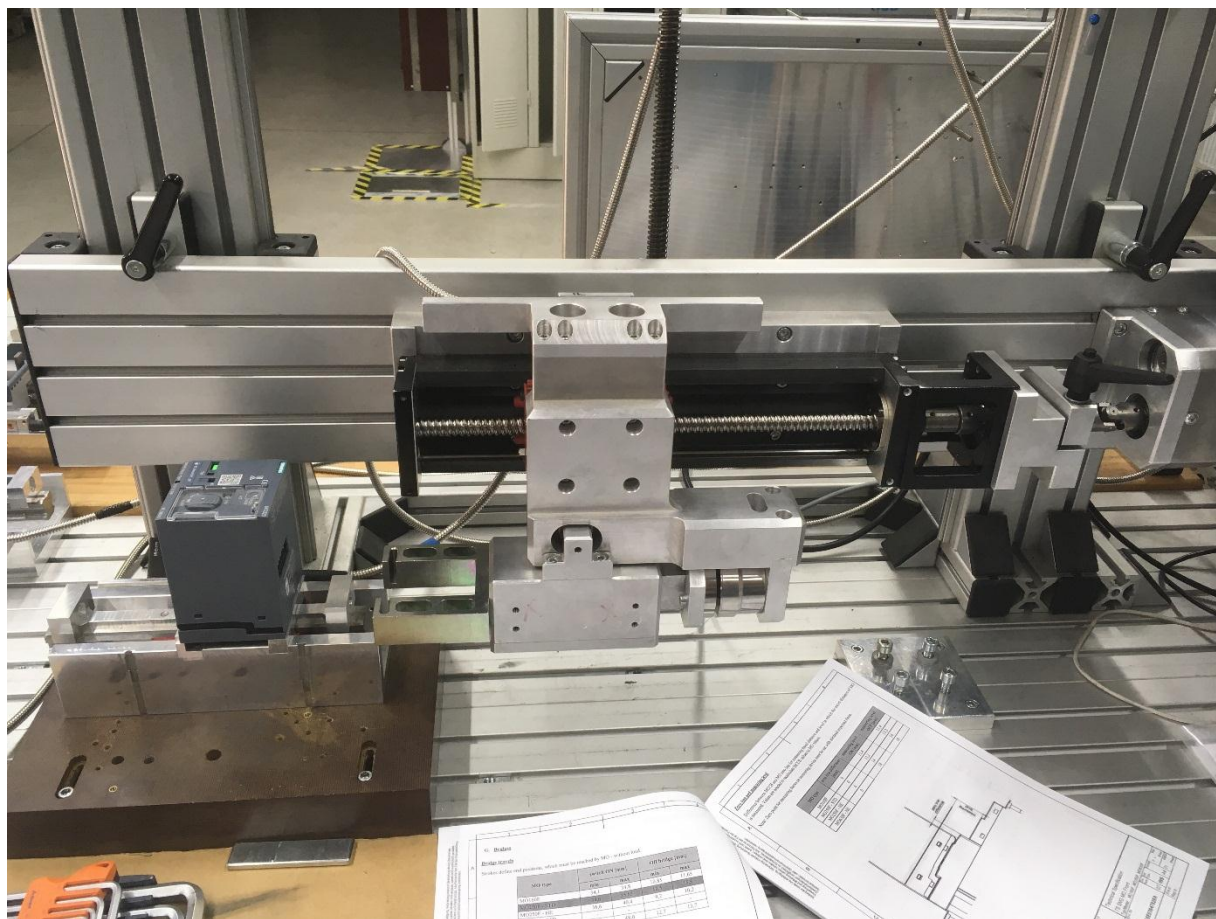
Trh s motorovými pohonmi je rozsiahly z hľadiska typov motorov, spôsobov uloženia, spínacej energie atď. Snažil som sa vybrať popredných výrobcov pohonov, ktorý ponúkajú pohony ako doplnkové zariadenie pre svoj sortiment ističov. Spôsoby prevedenia každého výrobcu sa líšia, ako je to vidieť napríklad na obrázku 6.6, kde je potreba operačného kľúča pre manuálne ovládanie pohonu od firmy EATON. Rozbor trhu som považoval za doplnkovú a informatívnu časť mojej bakalárskej práce.

7 MERANIE

V tejto poslednej kapitole zosumarizujem ako prebiehalo meranie neelektrických veličín na motorovom pohone typu SIEMENS MO160F (M0320) a meranie elektrických veličín na stradačovom pohone typu SIEMENS SE0520 vo firme O EZ s.r.o. v Letohrade.

7.1 Meranie neelektrických veličín

Neelektrické veličiny merané na motorovom pohone M0320 boli dve a to konkrétne bridge travels (dráhy mostíku) a bridge forces (sily na mostíku). Obe veličiny sa merali na rovnakom prípravku, usporiadanom na meranie dráh aj síl.

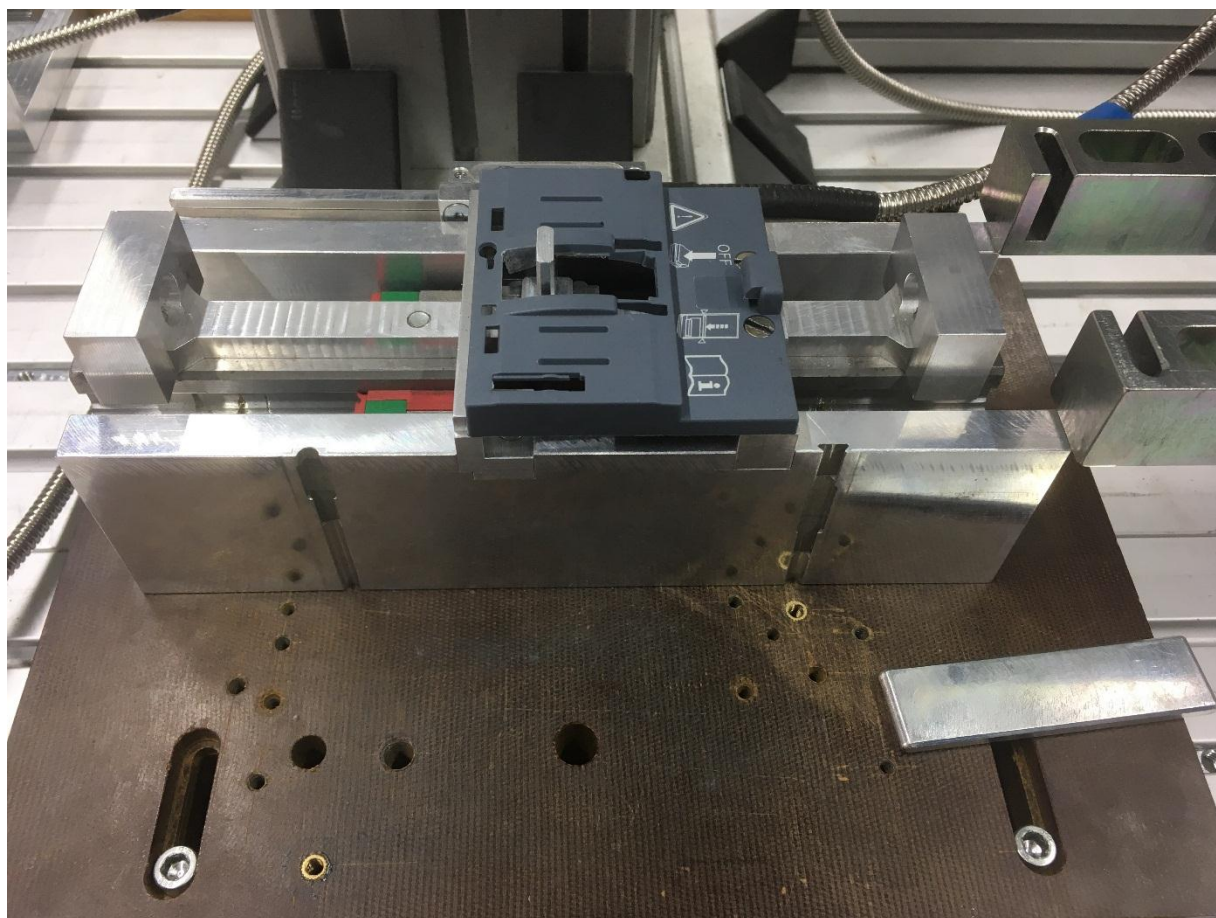


Obrázok 7.1.1: Meracia stanica pre meranie dráh a síl na mostíku.

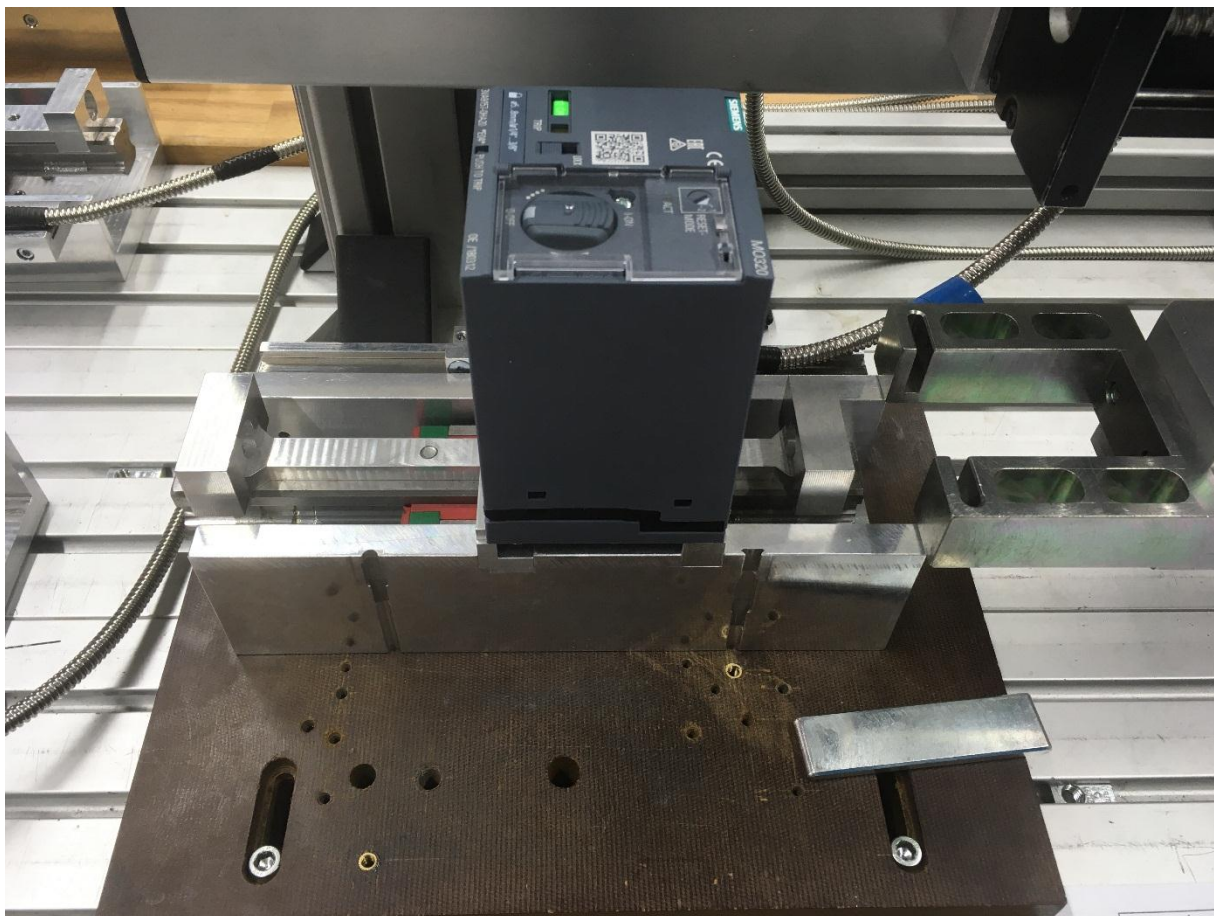
Začnem s postupom merania dráh mostíku. Celé meranie nebolo komplikované a pre väčšiu prehľadnosť ho zhrniem do nasledujúcich bodov.

POSTUP MERANIA DRÁH MOSTÍKU:

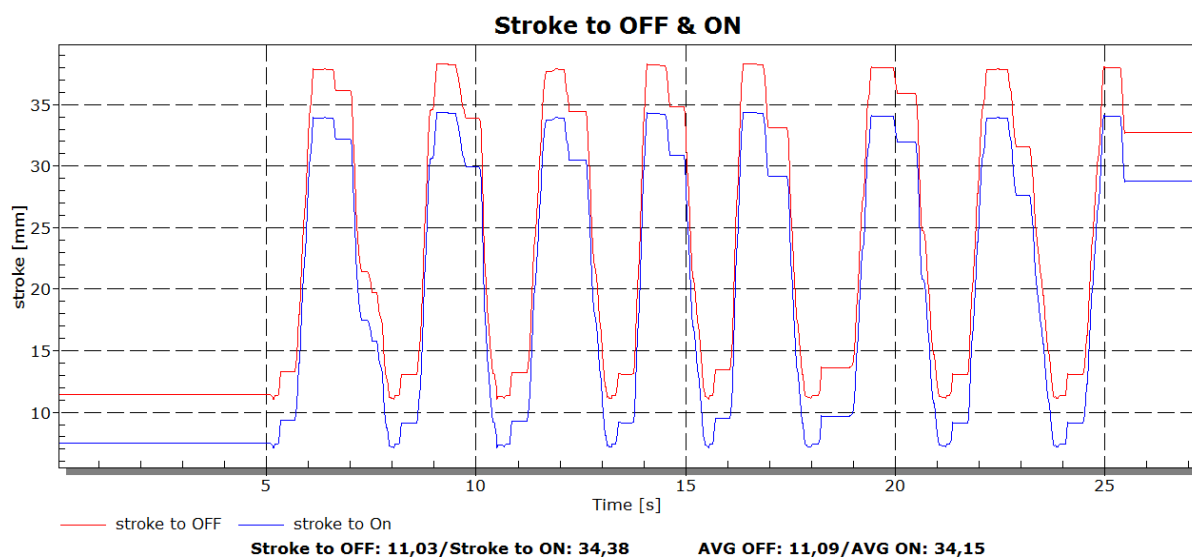
1. Výber vhodného prípravku pre meranie konkrétneho vzorku motorového pohonu.
2. Nastavenie polohy „ZERO LINE“, čo je softvérové nastavenie hornej a dolnej hrany páky ističa.
3. Nasadenie motorového pohonu na prípravok a spustenie softvéru.
4. Manuálne otáčanie rukoväte cca. 10 krát – pohyb mostu z polohy ON do polohy OFF a naopak.
5. Ukončenie merania softvéru.
6. Vyhodnotenie výsledkov podľa daných technických špecifikácií.



Obrázok 7.1.2: Prípravok na meranie vzorku motorového pohonu.



Obrázok 7.1.3: Motorový pohon nasadený na meracom prípravku – meranie dráh.



Obrázok 7.1.4: Výsledky merania dráhy mostíka.

Na obrázku 7.1.3 môžeme vidieť pojmy „stroke to OFF“ a „stroke to ON“. Jedná sa o pomenovanie hrán páky ističa, pričom „stroke to OFF“, ako je vidno v hornej časti prípravku na meranie na obrázku 7.1.2, je horná hrana páky ističa, nakoľko sa pri presune páky do polohy OFF pôsobí ťahom na jej hornú hranu a naopak, pri presune páky do

polohy ON sa pôsobí ťahom na jej dolnú hranu. Ako môžeme vidieť na obrázku 7.1.3 modrá čiara reprezentuje dolnú hranu páky a červená čiara hornú stranu páky a rozdiel medzi nimi je hrúbka páky ističa. Dôvodom prečo na obrázku 7.1.3 nezačína ani jeden priebeh vo vzdialenosti nule je ten, že prístroj na meranie dráhy ráta nulu od hrany meracieho prístroja a nie od hrany páky ističa, vďaka čomu je možné na rovnakom meracom prístroji merať viacero typov pohonov.

Pri vyhodnotení výsledkov merania podľa technických špecifikácií sme dospeli k záveru, že vzorka motorového pohonu MO320 z hľadiska dráh mostíka vyhovuje.

Teraz popíšem meranie síl na mostíku. Toto meranie sa skladá z dvoch častí a to konkrétne z merania sily to zapnutia a merania sily do vypnutia. Nakoľko sú obe merania takmer identické, zhrniem ich do jedného postupu. Ako som už spomínal toto meranie sa vykonávalo na rovnakej meracej stanici ako pri meraní dráh mostíka. Podobne ako v predchádzajúcej časti popíšem toto meranie v bodoch kvôli lepšej prehľadnosti.

POSTUP MERANIA SÍL NA MOSTÍKU:

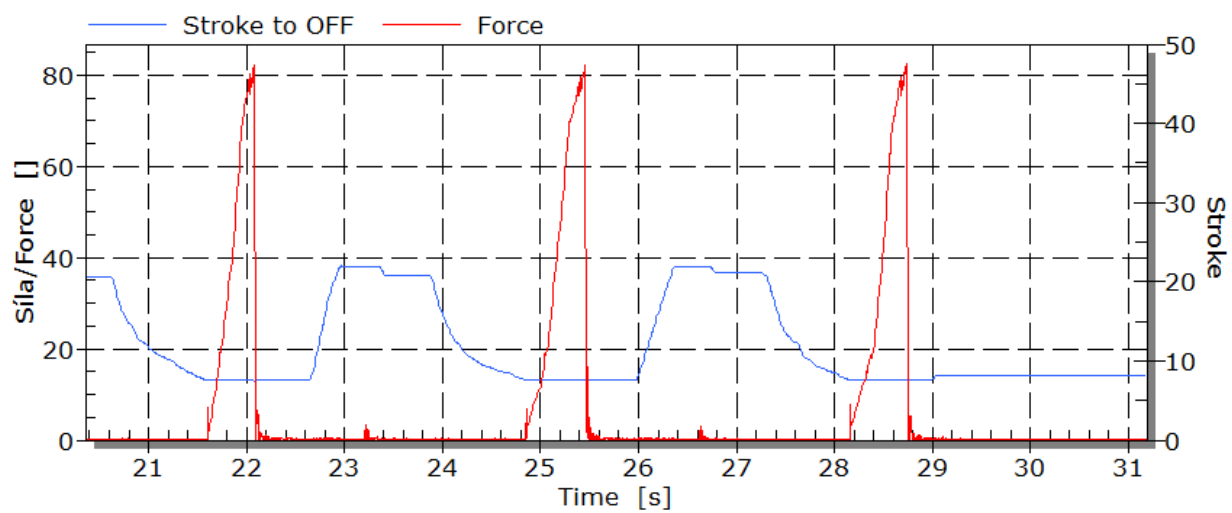
1. Výber vhodného prípravku pre meranie konkrétneho vzorku motorového pohonu.
2. Nastavenie polohy „ZERO LINE“, čo je softvérové nastavenie hornej a dolnej hrany páky ističa + kalibrácia silového čidla.
3. Nasadenie motorového pohonu na prípravok.
4. Nastavenie meracieho bodu – tu treba vziať do úvahy tuhosť meraného vzorku ale aj meracej sústavy, čo znamená, že pri meraní sily do vypnutia sme k výsledkom pripočítavali cca. 0,05mm (záleží od konkrétneho typu meraného pohonu a meracej sústavy) a pri meraní sily do zapnutia sme odčítavali 0,05mm.
5. Spustenie softvéru a zahájenie merania, teda otáčanie rukoväte. Pri meraní treba dávať pozor na rýchlosť otáčania rukoväte a to hlavne v krajných polohách, aby nedošlo k chybe merania spôsobenou rýchlymi nárazmi na meracie čidlo.
6. Ukončenie merania softvéru.
7. Vyhodnotenie výsledkov podľa daných technických špecifikácií.

Pri vyhodnotení výsledkov merania podľa technických špecifikácií sme dospeli k záveru, že vzorka motorového pohonu MO320 z hľadiska síl mostíka vyhovuje.

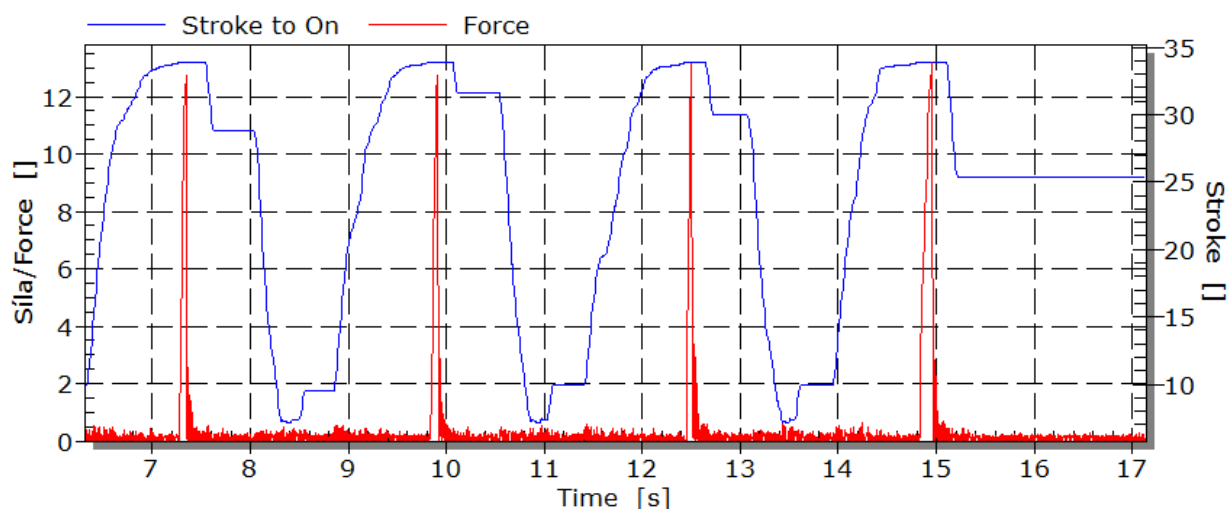
Meranie dráh mostíka a síl mostíka patrí k základným meraniam motorových pohonov ako aj meranie časov pohybu mostíka, ktoré som však z dôvodov časovej náročnosti a potrebe prerábky meracej stanice nerealizoval. Napriek tomu, sa považujú merania síl a dráh za primárne a dostačujúce, z hľadiska prvotného overenia kvality a funkčnosti motorového pohonu.



Obrázok 7.1.5: Motorový pohon pri meraní síl na mostíku.



Obrázok 7.1.6: Výsledok merania sily mostíka do vypnutia.



Obrázok 7.1.7: Výsledok merania sily mostíka do zapnutia.

Pri vyhodnocovaní výsledkov merania došlo k chybe, na ktorú sme spoločne s pracovníkom OEZ s.r.o. Ing. Tomášom Mazálkom došli až pri následnom vyhodnocovaní meraní. Jednalo sa o softvérovú chybu, pri ktorej došlo k nesprávne zvolenej mierke dráhy na grafoch. V konečnom dôsledku dráhy pri tomto meraní nie sú až tak dôležité, nakoľko pri tomto meraní sa nám jednalo hlavne o veľkosti síl na mostíkoch. Ako môžeme vidieť sila do vypnutia je oveľa vyššia cca 80 N pričom sila do zapnutia je menšia a to cca 12 N. Dôvodom prečo je pri vypínaní potreba väčšej sily je ten, že pri vypínaní je potreba prekonať prítlačnú silu pružín, ktorá je potrebná pre správne a spoľahlivé fungovanie ističa a zníženie prechodového odporu kontaktov ističa.

7.2 Meranie elektrických veličín

Elektrická veličina meraná na motorových pohonoch bola jedna a to konkrétne meranie spotreby. Spotreba pohonu sa považuje v zmysle elektrických veličín za dostatočnú z hľadiska prvotného overenia kvality a funkčnosti pohonu. Nakoľko bola táto veličina meraná na inej meracej stanici, ktorá bola uspokojená na meranie iného typu pohonu, merala sa spotreba na pohone SE0520. Toto meranie bolo veľmi krátke, nakoľko všetko bolo už zautomatizované a samotné meranie pozostávalo len z pripojenia pohonu na napájanie a osciloskop a presunu z polohy TRIP do polohy OFF. Dôvod, prečo sa merá len presun z polohy TRIP do polohy OFF je, že tento presun je energeticky najnáročnejší nakoľko je potreba natiahnutia hlavnej pružiny a aj aretačného mechanizmu.

POSTUP MERANIA SPOTREBY:

1. Kalibrácia meracích sond na nulu.
2. Pripojenie sond.
3. Z dôvodu časovej náročnosti a najväčšej spotreby energie sa vykonáva len meranie z polohy TRIP do polohy OFF.
4. Vyhodnotenie merania.



Obrázok 7.2.1: Meracia stanica merania spotreby pohonu.



Obrázok 7.2.2: Výsledok merania spotreby pohonu.

Pri tomto meraní je dôležité sledovať najmä špičkové hodnoty prúdov, ktoré by nemali prekročiť stanovené hodnoty.

ZÁVER

V tejto práci je poskytnutý prehľad a rozbor pohonov výkonových ističov nízkeho napätia, pričom poznatky z tejto práce môžu byť použité pri výbere pohonu pri určitej aplikácii alebo jednoducho ako prehľad základných kritérií, podľa ktorých môžeme daný pohon ohodnotiť.

Najskôr je zadefinovaný samotný istič vrátane jeho dôležitých častí ako sú zámok a spúšť. Je bližšie popísaný zmysel ističa a jeho rozdelenie. Taktiež je popísaný aj pohon ističa resp. jeho časti ako sú prevodovka a aretačný mechanizmus. Sú spomenuté možné typy rozdelenia pohonov a aké požiadavky sú na pohon kladené. Je načrtnutý aj zmysel a využitie pohonov v budúcnosti.

Sú bližšie popísané druhy pohonov či už elektromotora alebo elektromagnetu z hľadiska miesta a spôsobu ich fungovania. Je vysvetlený aj princíp pôsobenia pohonu na istič. Sú vysvetlené aj spôsoby osadenia pohonu a to čelný a bočný, ku ktorým sú pre lepšie pochopenie uvedené aj blokové schémy.

V kapitolách riadenie a napájanie sú vysvetlené analógové a digitálne riadenie týchto pohonov a spôsoby akými sú tieto pohony napájané. Je tu načrtnutý princíp fungovania elektronického spínaného zdroja ale aj usmerňovača. Sú definované jednotlivé polohy ističa a k jednotlivým polohám sú k dispozícii aj obrázky.

Vykonaný je aj ľahký rozbor trhu, kde sú vymenovaný výrobcovia pohonov spolu s obrázkami nimi vyrábaných pohonov a ich technické parametre.

V závere sú k dispozícii priebehy z merania elektrických a neelektrických veličín motorových pohonov vo firme OEZ s.r.o. kvôli lepšej predstave síl pôsobiacich v pohone a medzi pohonom a ističom.

LITERATÚRA

- [1] MLYNÁŘ, Zdeněk. *Zkoušky motorového pohonu jističů nízkého napětí*. Brno, 2015. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce Ing. Jiří Valenta.
- [2] MAZÁLEK, Tomáš. *Měření elektrických veličin na pohonech jističů nn*. Brno, 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce Doc. Ing. Bohuslav Bušov Csc.
- [3] ČSN EN 60947-1. *Spínací a řídicí přístroje nízkého napětí: Část 1: Všeobecná ustanovení*. 4. vydání. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [4] ČSN EN 60947-2. *Spínací a řídicí přístroje nn: Část 2: Jističe*. 3. vydání. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [5] KAFADER, Urs. *The selection of high-precision microdrives*. 2nd ed. Sachseln: maxon academy, 2012. ISBN 978-3-9523654-5-8.
- [6] HAVELKA, Otto, Bohuslav DUBRAVEC a Vladimír HOMA. *Elektrické přístroje*. Praha: SNTL/ALFA, 1985. ISBN 04-529-85.
- [7] MRAVEC, Rudolf. *Elektrické stroje a přístroje: II. Elektrické přístroje*. Praha: SNTL/ALFA, 1979. ISBN 04-514-79.
- [8] SENTRON Protection Devices: Molded Case Circuit Breakers 3VA [online]. 2015 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: https://www.lowvoltage.siemens.com/tecdoc/3VA/GHB/HTML_en-US/index.html
- [9] Jističe Modeion s motorovými pohony – další prvek pro automatizaci jištění [online]. [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/jistice-modeion-s-motorovymi-pohony-dalsi-prvek-pro-automatizaci-jisteni--11777>
- [10] SmartHouse - systém inteligentní elektroinstalace [online]. 2010 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <http://www.smarthouse.cz/index.php?m=inteligentni-elektroinstalace>
- [11] Switched-mode power supply. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2017 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Switched-mode_power_supply
- [12] Rectifier. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 2017 [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Rectifier>
- [13] *SACE Isomax S: Low-voltage moulded-case circuit-breakers* [online]. [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: https://library.e.abb.com/public/475ef3d72a0a249dc1256cbf003cad2f/ITSC_E-604050012.pdf
- [14] *EATON: Documentation for MCCB* [online]. [cit. 2018-01-02]. Dostupné z: http://www.eaton.com/ecm/groups/system/@pub/@system/documents/system/pt_ajax_m.hcsp?passedInProfileTrigger=OW_Electrical_File&targetProductNode=1001691771003&passedInEnableAdditonalLinks=false&passedInAvailableLanguages=&siteId=mobile&nodeId=220075

- [15] *Kompaktní jističe nn 630 až 1600A: Compact NS* [online]. [cit. 2018-01-02].
Dostupné z: [http://download.schneider-
electric.com/files?p_Reference=S600&p_EnDocType=Catalog&p_File_Id=7711
804371&p_File_Name=S600.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=S600&p_EnDocType=Catalog&p_File_Id=7711804371&p_File_Name=S600.pdf)

ZOZNAM SYMBOLOV, VELIČÍN A SKRATIEK

FEKT	-	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
VUT	-	Vysoké učení technické v Brně
MCCB	-	Moulded Case Circuit Breaker
PWM	-	Pulse Width Modulation
EC	-	Electronic Commutation