

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Diagnostická příručka frekvenčních měničů
pro potřeby firmy Atlas Copco

Sezimovo Ústí, 2017

Autor: Jan Kosík



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Jan Kosík**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Diagnostická příručka frekvenčních měničů pro potřeby firmy Atlas Copco**
Anglický název práce: **The Diagnostic Manual of Frequency Converters for the Needs of the Company Atlas Copco**

Zásady pro vypracování:

1. Popište vnitřní hardwarovou strukturu frekvenčního měniče, teoreticky rozeberte jeho hlavní technické součásti a uveďte nejčastější příčiny poruch měničů ve firmě Atlas Copco.
2. Popište vliv frekvenčních měničů na napájecí síť, speciální požadavky pro instalaci a použití.
3. Navrhněte postup a vhodné přístrojové vybavení pro technickou diagnostiku výkonové části frekvenčních měničů.
4. Na zadaném frekvenčním měniči prakticky proveďte a zdokumentujte postup technické diagnostiky ve výše uvedeném rozsahu a popište metodiku odstraňování případných závad.
5. Objasněte využití softwarové diagnostiky Neos.exe na frekvenčním měniči Neos.
6. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.


Doporučená literatura:

- [1] KŮS VÁCLAV. Nízkofrekvenční rušení. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2003, ISBN 80-7082-976-1.
- [2] BARTOŠ VÁCLAV. Elektrické stroje. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2000, ISBN 80-7082-221-X.

Vedoucí práce: Bc. et Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Ing. Jiří Bumba, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce: Jan Petránek, Atlas Copco, s.r.o. Praha

Datum zadání absolventské práce: **1. 9. 2016**


Datum odevzdání absolventské práce: **12. 5. 2017**


Bc. et Bc. Miroslav Hospodářský

(vedoucí práce)



V Sezimovo Ústí dne 9. 2016


Ing. František Kamlach

(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne

5.5.2017



podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu absolventské práce panu Bc. et Bc. Miroslavu V. Hospodářskému za jeho odborné konzultace, cenné rady, korekturu a výborné vedení při vypracovávání této práce. Dále bych poděkoval své manželce a celé rodině za podporu jak při studiu, tak i při psaní celé absolventské práce.

Anotace

Tato absolventská práce se zabývá vytvořením diagnostické příručky frekvenčních měničů pro využití ve firmě Atlas Copco. Součástí práce je popsání vnitřní hardwarové struktury, příklady provozního zapojení v kompresorech Atlas Copco, výpis chybových kódů, popis vlivu na okolní prostředí a napájecí síť. Dále práce obsahuje výběr přístrojového vybavení pro diagnostiku výkonové části, zdokumentovaný postup diagnostiky včetně odstranění nejčastějších závad a v neposlední řadě popis využití diagnostického programu Neos.exe.

Klíčová slova: frekvenční měnič, meziobvod, Atlas Copco, Neos, EMC filtr, Siemens, ABB.

Annotation

This thesis focuses on creating a diagnostic manual frequency converters for use of Atlas Copco company. The thesis includes description of hardware structure, examples of operational connection to Atlas Copco compressors, listing of error codes, description of influence on neighbouring setting and supply network. In addition, the thesis incorporates choice of instrumental equipment for diagnostics of power section, documented procedure of diagnostics, including elimination of the most frequent defects, and last, but not least, a description of use of diagnostic program Neos.exe.

Key words: frequency converters, intermediate circuit, Atlas Copco, Neos, EMC filter, Siemens, ABB.

Obsah

Seznam obrázků	ix
Seznam tabulek	xiii
1 Úvod	1
2 Co je to frekvenční měnič	3
2.1 Princip činnosti a popis silových částí	3
2.1.1 Usměrňovač	4
2.1.2 Meziobvod	6
2.1.3 Napěťový střídač	7
2.2 Zapojení vybraných měničů v kompresorech Atlas Copco	9
2.2.1 Frekvenční měniče ABB – ACS 800 ZT315 VSD FF	10
2.2.2 Frekvenční měniče ABB – ACS 310 ZT315 VSD FF	12
2.2.3 Frekvenční měnič Yaskawa A1000 – GA22 VSD+	13
2.2.4 Frekvenční měnič Emerson Commander SK - GA45 VSD	14
2.2.5 Frekvenční měnič Siemens micromaster 440 - GA37 VSD	16
2.2.6 Frekvenční měnič Siemens sinamics G120 - GA15 až 30 VSD	18
2.2.7 Frekvenční měnič Atlas Copco NEOS - GA30 až 45 VSD	19
2.3 Nejčastější chybové hlášení frekvenčních měničů	21
2.3.1 ABB ACS 800/310	22
2.3.2 Yaskawa A1000 GA7-37 VSD+	23
2.3.3 Yaskawa A1000 GA37-75 VSD+	24
2.3.4 Emerson Commander SK	25
2.3.5 Siemens MicroMaster 440	26
2.3.6 Siemens Simovert Masterdrives	27
2.3.7 Siemens Sinamics G120	28

2.3.8	Atlas Copco NEOS	29
3	Elektromagnetická kompatibilita	31
3.1	Úvod do problematiky EMC	31
3.1.1	Platné normy pro EMC	32
3.2	Doporučené zapojení frekvenčního měniče	32
3.2.1	Zapojení na vstupu měniče	33
3.2.2	Zapojení na výstupu měniče	35
4	Postup diagnostiky frekvenčního měniče	39
4.1	Výběr vhodného přístrojového vybavení	39
4.2	Diagnostika frekvenčního měniče	41
4.2.1	Základní postup diagnostiky frekvenčního měniče	42
4.2.2	Základní postup diagnostiky výkonové části frekvenčního měniče	42
4.2.3	Postup výměny hlavních chladicích ventilátorů	47
4.3	Praktické měření dle postupu na měniči Neos	53
4.3.1	Základní postup diagnostiky	53
4.3.2	Měření na usměrňovači	55
4.3.3	Měření meziobvodu	60
4.3.4	Měření střídače	60
4.3.5	Dostupné náhradní díly	64
5	Softwarová diagnostika Neos.exe	65
5.1	Instalace a nastavení software Neos.exe	65
5.1.1	Připojení a nastavení komunikace	66
5.1.2	Online komunikace s frekvenčním měničem	68
5.2	Základní využití software Neos.exe	70
6	Závěr	75
	Literatura	78
	A Obsah přiloženého CD/DVD	I
	B Použitý software	III
	C Časový plán absolventské práce	V

Seznam obrázků

2.1	Blokové schéma výkonové části frekvenčního měniče	3
2.2	Dioda obecně	4
2.3	Šestipulsní usměrňovač	5
2.4	Pracovní pořadí diod	5
2.5	Tyristor	6
2.6	Měnič s proudovým meziobvodem	6
2.7	IGBT blok	7
2.8	IGBT blok měniče ABB	8
2.9	Zapojení napětového střídače	8
2.10	Průběh PWM	9
2.11	ACS800 výkonová část: ZT315 VSD FF	10
2.12	ACS800 silová část: ZT315 VSD FF	11
2.13	ACS800 ovládací část: ZT315 VSD FF	11
2.14	ACS310 silová část: ZT315 VSD FF	12
2.15	A1000 silová část: GA22VSD+	13
2.16	A1000 ovládací část: GA22VSD+	14
2.17	Commander SK	14
2.18	Commander SK silová část: GA45 VSD	15
2.19	Commander SK ovládací část: GA45 VSD	16
2.20	Siemens micromaster 440 silová část: GA45 VSD	16
2.21	Siemens micromaster 440 ovládací část: GA45 VSD	17
2.22	Siemens sinamics G120 silová část: GA45 VSD	18
2.23	Siemens sinamics G120 ovládací část: GA45 VSD	19
2.24	Atlas Copco NEOS	19
2.25	Atlas Copco NEOS silová část: GA45 VSD	20
2.26	Atlas Copco NEOS ovládací část: GA45 VSD	20
2.27	Chybový kód na měniči Siemens	21

3.1	Vhodné zapojení frekvenčního měniče	32
3.2	Vstupní proud	33
3.3	Vstupní proud za tlumivkou	33
3.4	EMC filtr	34
3.5	Vnitřní zapojení EMC filtru	34
3.6	Výstupní napěťové hrany	35
3.7	Štítek upraveného elektromotoru	35
3.8	Vodivá průchodka	36
3.9	Feritový kroužek	36
3.10	Poruchy motorů v čase	37
4.1	Kyoritsu KEW 1062	40
4.2	UNT-T 231	40
4.3	Čas formátování v závislosti na době odstavení	44
4.4	Struktura fóliového kondenzátoru	45
4.5	Samoregenerace fóliového kondenzátoru	45
4.6	Výměna ventilátoru u ABB ACS-800	48
4.7	Výměna ventilátoru u ABB ACS-310	49
4.8	Výměna ventilátoru u Yaskawa A1000	50
4.9	Výměna ventilátoru Neos: Torx T25	51
4.10	Výměna ventilátoru Neos	51
4.11	Výměna ventilátoru Neos: konektor	51
4.12	Výměna ventilátoru Neos: řídicí karta	52
4.13	Výměna ventilátoru Neos: konektor	52
4.14	Výměna ventilátoru Neos: držák	53
4.15	Měření proudu na vstupu měniče	53
4.16	Parametr 100: Označení modelu měniče	54
4.17	Parametr 174: Napětí na meziobvodu	54
4.18	Parametr 263: Teplota bloku chladiče	54
4.19	Parametr 264: Teplota motoru	54
4.20	Parametr 411-416: Teplota IGBT	54
4.21	Sejmutí krytu	55
4.22	Usměrňovací část měniče	55
4.23	Měření vstupních tyristorů	56
4.24	Měření vstupních tyristorů v závěrném směru	57

4.25	Měření vstupních diod v propustném směru	58
4.26	Měření vstupních diod v závěrném směru	59
4.27	Měření kapacity meziobvodu	60
4.28	Zapojení střídače	61
4.29	Měření IGBT + U	61
4.30	Měření IGBT + V	61
4.31	Měření IGBT + W	62
4.32	Měření IGBT - tranzistorů	62
4.33	Měření zpětných diod v obvodu IGBT +	63
4.34	První blok: Zpětná dioda	63
4.35	Druhý blok: Zpětná dioda	64
4.36	Třetí blok: Zpětná dioda	64
5.1	Lotus Notes	65
5.2	Záložka programs	65
5.3	Složka souboru Neos.exe	66
5.4	Ikona souboru Neos.exe	66
5.5	Externí síťová karta	66
5.6	Změna nastavení adaptéru	67
5.7	Vlastnosti pro nastavení IP	67
5.8	Nastavení IP	68
5.9	Volba připojení	68
5.10	Vyhledání měniče pro připojení	69
5.11	Nalezené měniče v síti	69
5.12	Stavový řádek	69
5.13	Úvodní obrazovka Neos.exe	70
5.14	Okno pro zadání hesla	70
5.15	Ovládací panel	71
5.16	Tlačítko pro změnu přístupu	71
5.17	Tlačítko pro znovunačtení dat	71
5.18	Tlačítko pro zmražení parametrů	71
5.19	Tlačítko pro vymazání poruch	71
5.20	Tlačítko pro spuštění a vypnutí manuálního řízení	71
5.21	Parametry v Neos.exe	72
5.22	Záložka Tuning v Neos.exe	72

5.23	Příklady využití záložky tuning	73
5.24	Záložka User v Neos.exe	73
5.25	Záložka VCA v Neos.exe	74
5.26	Záložka DataLogger v Neos.exe	74

Seznam tabulek

2.1	Chybové kódy pro ABB ACS 800/310	22
2.2	Chybové kódy pro Yaskawa A1000 GA7-37 VSD+	23
2.3	Chybové kódy pro Yaskawa A1000 GA37-75 VSD+	24
2.4	Chybové kódy pro Emerson Commander SK	25
2.5	Chybové kódy pro Siemens MicroMaster 440	26
2.6	Chybové kódy pro Siemens Simovert Masterdrives	27
2.7	Chybové kódy pro Siemens Sinamics G120	28
2.8	Chybové kódy pro Atlas Copco NEOS první část	29
2.9	Chybové kódy pro Atlas Copco NEOS druhá část	30
3.1	Tabulka vybraných norem pro EMC	32
4.1	Měření vstupních bloků: tyristory	43
4.2	Měření vstupních bloků: diody	43
4.3	Měření meziobvodu	44
4.4	Měření zpětných diod IGBT+	46
4.5	Měření zpětných diod IGBT-	46
4.6	Měření IGBT+ tranzistorů	46
4.7	Měření IGBT- tranzistorů	46
4.8	Tabulka vhodných pojistek	54
4.9	Tabulka náhradních dílů	64

Kapitola 1

Úvod

Absolventská práce se zabývá vytvořením diagnostické příručky frekvenčních měničů pro potřeby servisních techniků ve firmě Atlas Copco, divize kompresory. Vzhledem k tomu, že stlačený vzduch patří mezi nejdražší energie, je čím dál tím víc nutné přistupovat k metodám, které minimalizují energetickou náročnost výroby stlačeného vzduchu. Jednou z nejvíce rozvíjených metod je použití spojitě regulace otáček motoru kompresoru označená jako VSD (Variable speed drive) za pomoci frekvenčního měniče. Jedná se o nejvíce rozvíjenou metodu v rámci firmy Atlas Copco, která s sebou přináší možné velké úspory energie, ale na druhou stranu také obtížnější diagnostiku a opravy poruch, nežli u klasického startéru hvězda-trojúhelník nebo softstartéru.

Cílem této práce je přinést servisnímu technikovi Atlas Copco vše, co potřebuje pro správné uvedení do provozu, od základních informací o frekvenčních měničích jako je blokové schéma, popis jeho hlavních částí, výpis chybových stavů od většiny instalovaných výrobců, které jsou uvedeny v 2. kapitole, přes výběr vhodného vybavení pro diagnostiku včetně diagnostických postupů, které jsou popsány ve 4. kapitole a informace o speciálních požadavcích při instalaci. V poslední 5. kapitole je vysvětlené používání softwarové diagnostiky Neos.exe včetně podrobného popisu použití.



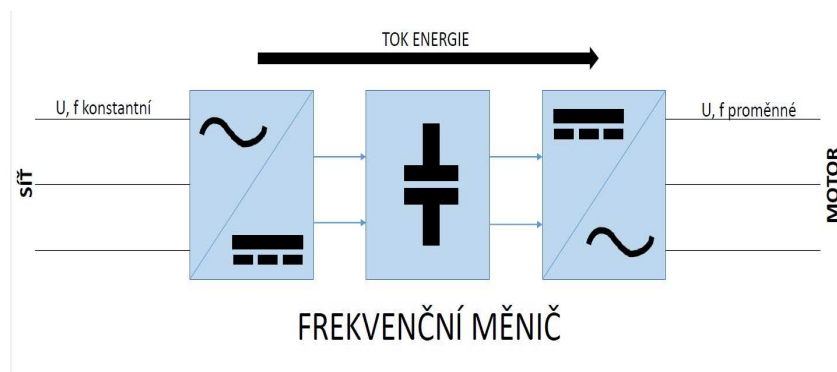
Kapitola 2

Co je to frekvenční měnič

Frekvenční měnič je polovodičové výkonové zařízení, které je určeno k tomu, aby asynchronní motory bylo možné provozovat s proměnlivou rychlostí otáček při zachování plynulé regulace, na rozdíl od klasického provozu přes startér hvězda-trojúhelník.

2.1 Princip činnosti a popis silových částí

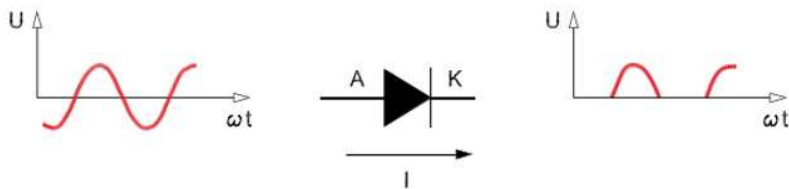
Jak je patrné z obrázku 2.1 frekvenční měnič transformuje napájecí napětí z rozvodné sítě, za pomoci své první části, nazývané usměrňovač, na stejnosměrné napětí. Po usměrnění napájecího napětí sada kondenzátorů v napěťovém meziobvodu stabilizuje stejnosměrné napětí a, zjednodušeně řečeno, zde ukládá energii, kterou pak přes poslední část, zvanou střídač, čerpá motor. O provoz měniče se stará řízení, které je velice rychlé, spolehlivé a odolné proti rušení, které vzniká při provozu (VONDRÁŠEK, F., 2003).



Obrázek 2.1: Blokové schéma výkonové části frekvenčního měniče

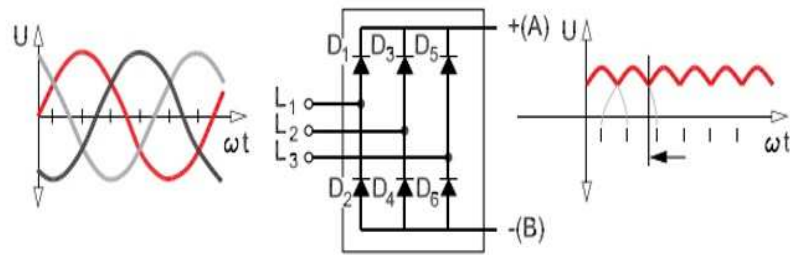
2.1.1 Usměrňovač

Po připojení frekvenčního měniče k napájecí síti je tento napájen střídavým proudem s konstantní frekvencí, například $3 \times 400 \text{ V}/50\text{Hz}$ nebo $1 \times 230 \text{ V}/50\text{Hz}$. Hlavním úkolem usměrňovače je přeměnit vstupní napájení pro další využití frekvenčním měničem, u menších a starších modelů je možné využívat neřízeného typu usměrňování pomocí šestipulsního třífázového usměrňovače. Na obrázku 2.2 je možné vidět, jak pracuje usměrňovací dioda, která umožňuje průtok proudu v jednom směru, a to od anody ke katodě. Když dojde ke změně polarity v napájecím napětí, dioda se uzavře a znemožní průtok proudu. Frekvence napájecí sítě udává, kolikrát za sekundu tato změna nastane. Při frekvenci 50 Hz dochází ke změně každých 20 ms (BARGMEYER, J. a BURGHARDT, M., 2014).



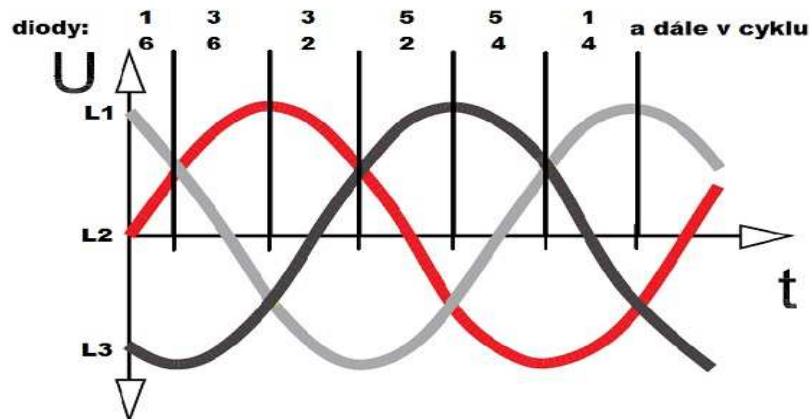
Obrázek 2.2: Dioda obecně

Na obrázku 2.3 je možné vidět znázornění šestipulsního třífázového usměrňovače, který je realizován šesti diodami, které jsou zapojené do dvou skupin. První skupina obsahuje diody D1, D3 a D5. Druhá skupina diody D2, D4 a D6. Každá dioda povede proud v průběhu jedné třetiny periody (120°) a obě skupiny v průběhu jedné šestiny periody (60°). Výstupní usměrňené napětí je lehce pulzující a představuje rozdíl napětí mezi oběma skupinami diod, výstupní DC napětí je přibližně rovné 1,4142-násobku vstupního napětí (BARGMEYER, J. a BURGHARDT, M., 2014).



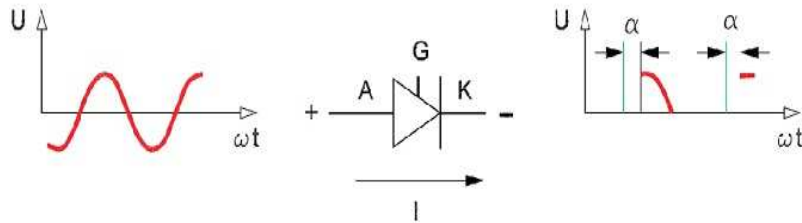
Obrázek 2.3: Šestipulsní usměrňovač

Diody vedou v závislosti na maximálním a minimálním napětí, v průběhu periody vede vždy jedna dioda z každé skupiny, dle obrázku 2.4, na kterém je vše názorně patrné.



Obrázek 2.4: Pracovní pořadí diod

U větších a novějších frekvenčních měničů velice často nalezneme plně řízený usměrňovač, který se v dnešní době používá nejčastěji. Jeho nejdůležitější součástí je tyristor, jedná se také o polovodičovou součástku, která pracuje jako řízený spínač, řízený krátkým impulsem do řídicí elektrody označené jako G (Gate). Princip činnosti je patrný na obrázku 2.5. Vlevo vidíme vstupní střídavé napětí a vpravo je možné vidět výstupní napětí. V momentu, kdy je řídicí elektrodou G přiveden impulz, začne se tyristor chovat jako dioda, a to až do doby, kdy napětí na tyristoru klesne k nule a tím se uzavře; pro další kladnou půlvlnu je nutné tyristor znovu sepnout. Spínací úhel α udává o kolik je okamžik sepnutí posunut oproti začátku kladné půlvlny.

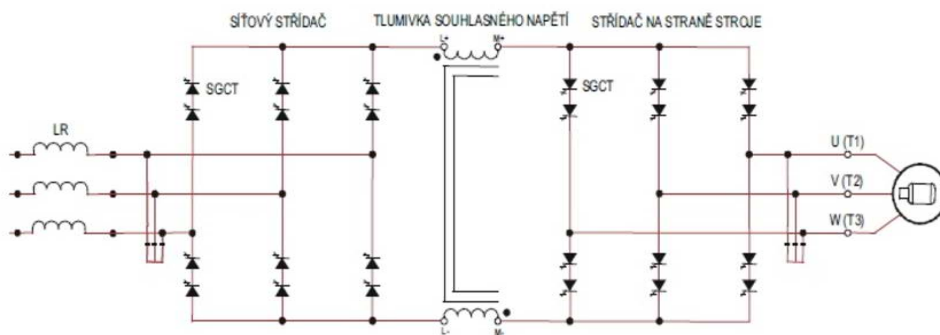


Obrázek 2.5: Tyristor

Dalším druhem v praxi využívaného usměrňovače je polořízený usměrňovač, který je kombinací řízeného a neřízeného usměrňovače. V tomto obvodu je skupina tyristorů T2, T4, T6 nahrazena diodami D2, D4 a D6.

2.1.2 Meziobvod

Další silová část frekvenčního měniče se nazývá meziobvod. Existují dva základní typy stejnosměrných meziobvodů, a to proudový a napěťový. Proudový meziobvod je charakterizovaný velkou tlumivkou a konstatním směrem proudu, konstrukce je drahá a v dnešní době se používá velice málo, a to převážně pro vysokonapěťové pohony velkých výkonů řádově nad 1 MW. Princip měniče s proudovým meziobvodem je zobrazen na obrázku 2.6, který je převzatý z (ALLEN-BRADLEY, 2009).



Obrázek 2.6: Měnič s proudovým meziobvodem

V dnešních moderních frekvenčních měničích se používají výhradně napěťové meziobvody, které jsou charakterizované velkými elektrolytickými kondenzátory. Napěťový meziobvod předně slouží jako zdroj energie pro napěťový střídač a také jako jeho vstupní

filtr, dále pak vyhlazuje výstupní napětí z usměrňovače. U měničů s větším výkonem se v napěťovém meziobvodu nachází také filtrační tlumivka, která zachycuje střídavou složku usměrněného napětí a dokáže omezit proudové špičky v obvodu. Používá se zapojení podélně tlumivka a příčně kondenzátor.

Velikost filtračního kondenzátoru a filtrační tlumivky ovlivňuje stabilitu napětí meziobvodu a současně ovlivňuje průběh proudu odebíraného usměrňovačem ze sítě. U menších měničů se tlumivka vynechává a využívá se indukčnosti transformátoru nebo tlumivky, přes který bývá měnič připojen k síti. Důvodem pro vynechání tlumivky je její cena a hmotnost.

2.1.3 Napěťový střídač

Střídač je poslední silovou částí frekvenčního měniče před motorem. Konstrukce napěťového střídače bývá nejčastěji realizovaná pomocí IGBT (bipolární tranzistor s izolovanou řídicí elektrodou) tranzistorů. Tyto tranzistory jsou vhodné především z těch důvodů, že jsou schopné rychle spínat, a to více než 20 kHz, mají nízké spínací ztráty a nízký budicí příkon. Střídač je většinou realizovaný z IGBT bloků. Tyto bloky obsahují dva IGBT tranzistory a dvě zpětné diody, kterými teče jalový proud z motoru zpět do meziobvodu, když se tranzistor vypne. IGBT bloky je nutné velice dobře chladit, aby nedocházelo k jejich přehřívání. Celá spodní část IGBT bloku je složena z tepelně dobře vodivé a zároveň elektricky izolující desky technologicky upravené k nalepení na chladič výkonové části.



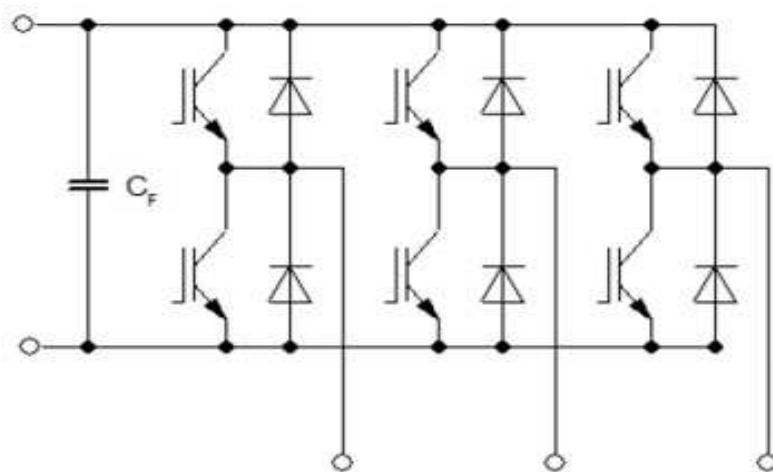
Obrázek 2.7: IGBT blok

Na některých měničích jsou tyto bloky spojovány paralelně v jeden blok a při velkých výkonech je možné používat více těchto bloků najednou, například v měniči ABB ACS-800 315kW je možné najít tyto bloky tři, jeden z bloků je vyobrazen na obrázku 2.8



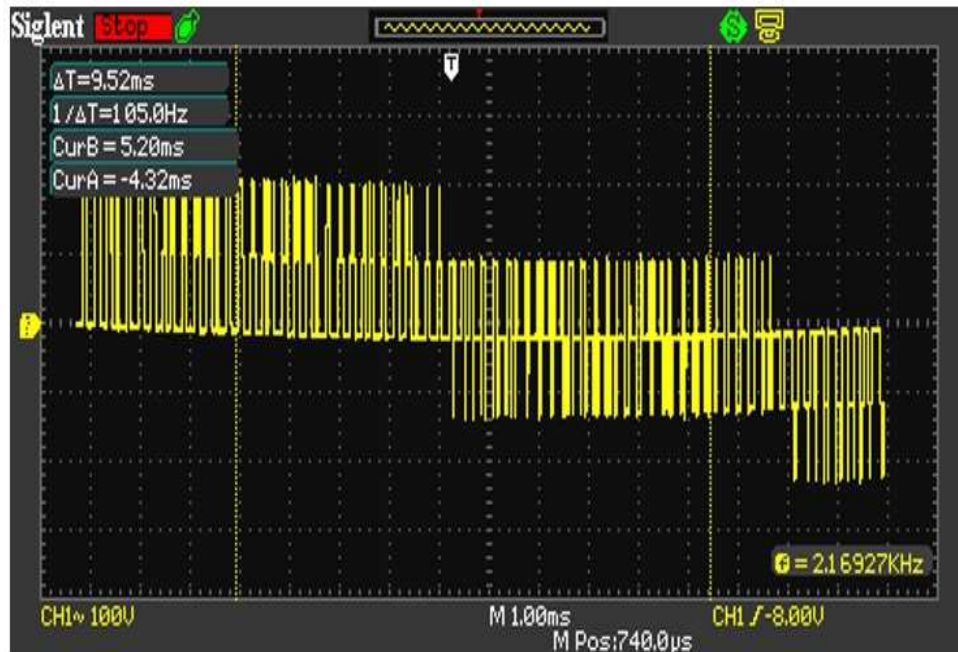
Obrázek 2.8: IGBT blok měniče ABB

Celý střídač je zapojen tímto způsobem, viz obrázek 2.9



Obrázek 2.9: Zapojení napětového střídače

Tento střídač pracuje na principu PWM (impulsní šířkové modulace), to znamená, že se v čase spínají a vypínají různé IGBT tranzistory a tím jsou generovány různě široké napěťové impulzy, čímž se mění velikost efektivní hodnoty výstupního napětí a frekvence, jak je možné vidět na obrázku 2.8 z měření osciloskopem, kde je patrná PWM modulace sinusového signálu.

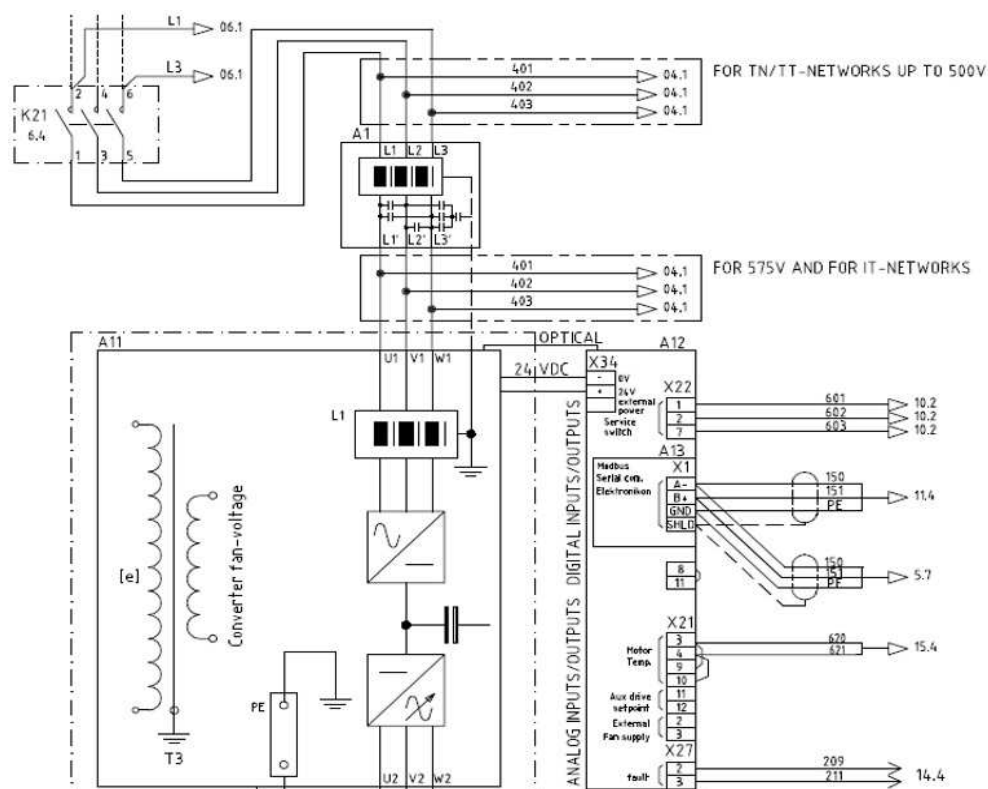


Obrázek 2.10: Průběh PWM

2.2 Zapojení vybraných měničů v kompresorech Atlas Copco

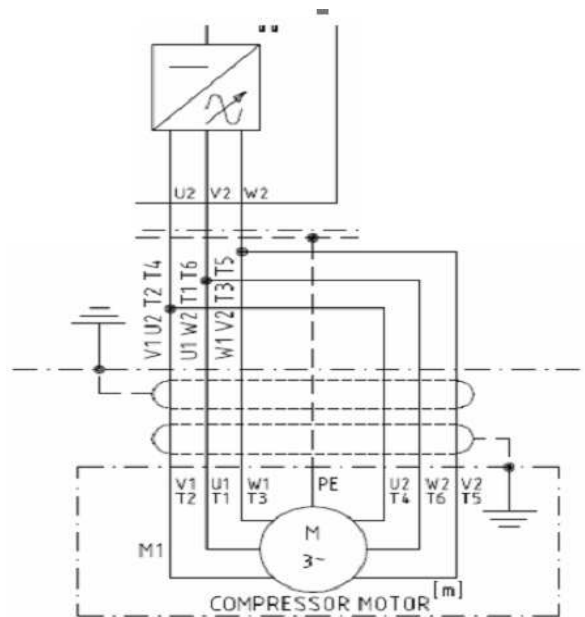
Firma Atlas Copco používá ve svých kompresorech celou řadu frekvenčních měničů. V průběhu více než dvaceti let se využily produkty téměř od všech renomovaných výrobců na světě. Pro rychlou orientaci v zapojení měniče v kompresoru je zde vyobrazeno několik vzorových zapojení jak silové, tak i ovládací části.

2.2.1 Frekvenční měniče ABB – ACS 800 ZT315 VSD FF



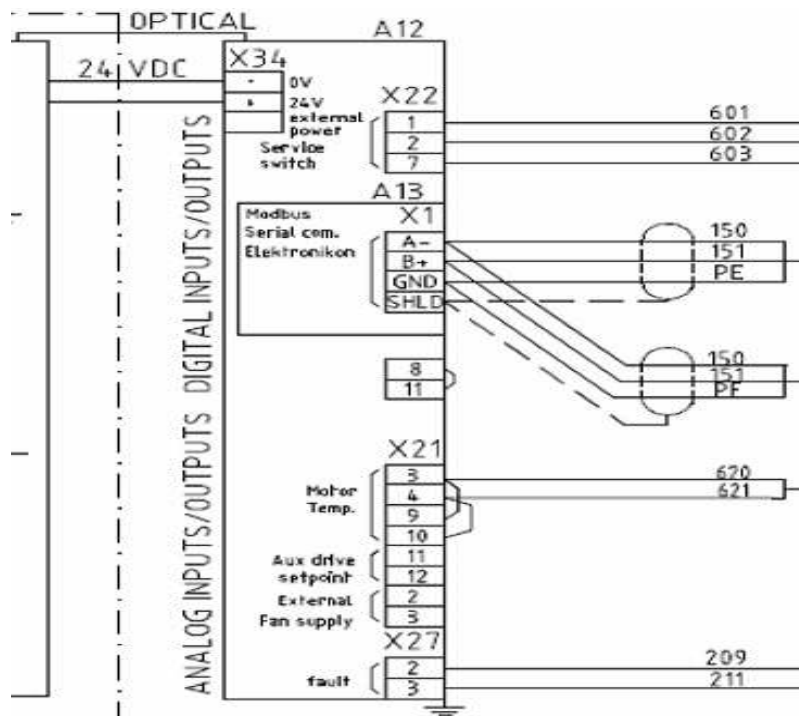
Obrázek 2.11: ACS800 výkonová část: ZT315 VSD FF

Frekvenční měnič je připojen k napájecí síti dle požadavků příslušných norem, vždy musí být zajištěné příslušné jištění přes pojistky (gL,gG a přes rychlé pojistky aR pro ochranu polovodičů). Dále je připojen přes spínací stykač K21, který plní funkci odpojovače v případě použití centrálního stopu anebo při vyhodnocení poruchy z Elektronikonu. EMC filtr, který nese označení A1 zajišťuje sníženou úroveň rušení dle platných norem. Pozor: V některých případech tyto filtry zhoršují možnost použití proudového chrániče, vzhledem k unikajícímu proudu přes kondenzátory ve filtru, které jsou spojeny s PE. O řízení, vstupy a výstupy se stará rozhraní A12, které je s elektronikou měniče spojeno přes dvě optická vlákna, která zajišťují spolehlivou a rychlou komunikaci. Na svorku **X34** – je přivedeno napájecí napětí z interního zdroje měniče.



Obrázek 2.12: ACS800 silová část: ZT315 VSD FF

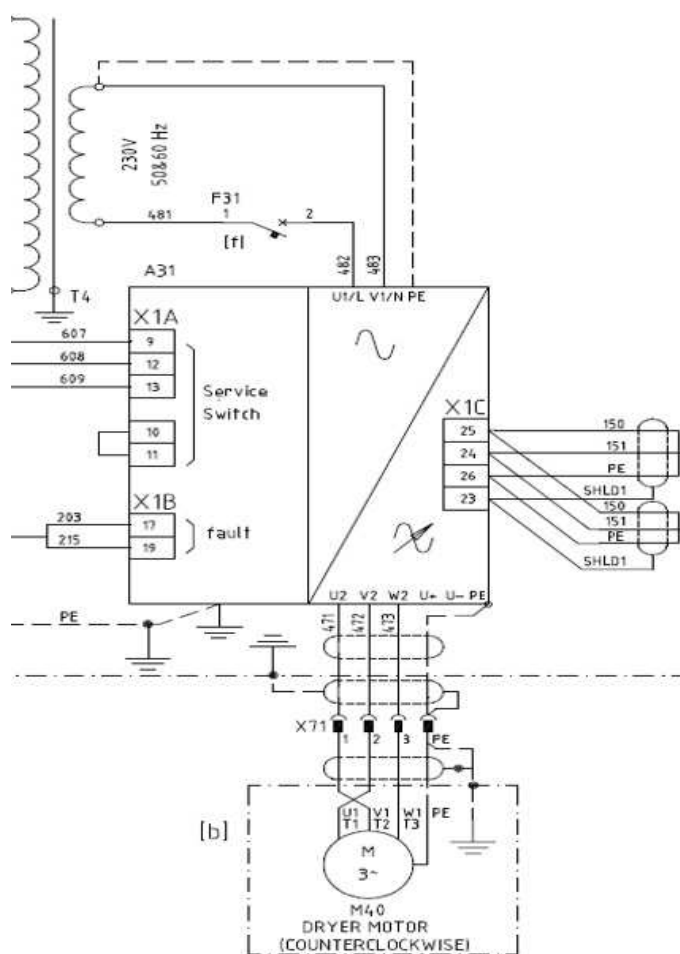
Hlavní motor kompresoru je připojen k výstupní svorkovnici U2, V2, W2 a je zapojený do trojúhelníku. Přívodní vodič motoru je stíněný a uzemněný na obou stranách. Při přehození vodičů dojde ke změně směru otáčení. Špatný směr otáčení vede k destrukci kompresoru.



Obrázek 2.13: ACS800 ovládací část: ZT315 VSD FF

X22 - 1 - Run enable (povolení chodu kompresoru). 2 - Service switch. 7 - Digitální výstup pro vstupy 1, 2. **X1** - Tato svorkovnice se nachází na Modbus adaptéru a slouží pro připojení komunikace A-, B+, GND, STÍNĚNÍ. **X21** - 3 - Svorka pro připojení teplotního čidla motoru. 4 - Svorka pro připojení teplotního čidla motoru. 3X PT100. **X27** - 2 - Svorka DO pro signalizaci poruchy 3 - Svorka DO pro signalizaci poruchy.

2.2.2 Frekvenční měniče ABB – ACS 310 ZT315 VSD FF



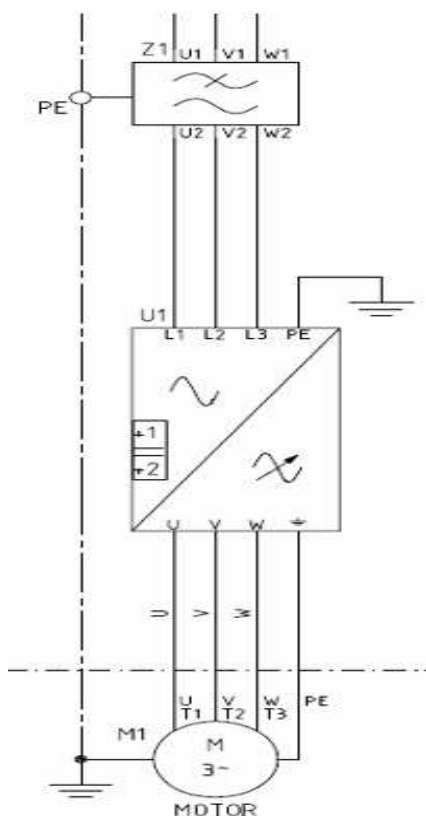
Obrázek 2.14: ACS310 silová část: ZT315 VSD FF

Frekvenční měnič je připojen přes transformátor T4 400/230V a pojistku F31 na svorky L, N a PE. Vodič PE je připojen na kostru transformátoru T4. **X1C** - Tato svorkovnice slouží pro připojení komunikace Modbus A-, B+, GND, STÍNĚNÍ a vodič je propojen se svorkovnicí X1 na měniči ACS 800. **X1B** - 17 - Svorka DO pro signalizaci

poruchy. 19 - Svorka DO pro signalizaci poruchy **X1A** - 12 - Run enable (povolení chodu sušičky). 13 - Service switch. 9 - Digitální výstup pro vstupy 1, 2.

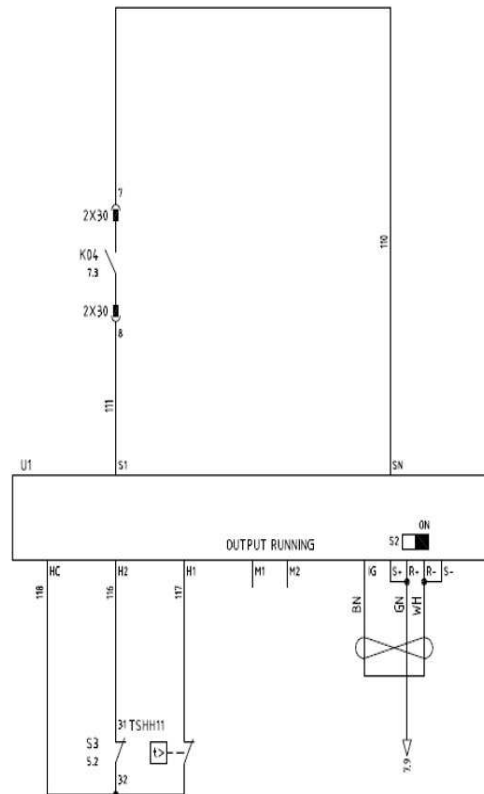
Motor je připojen přes konektor X71 na výstup měniče, otáčení motoru sušičky je proti směru hodinových ručiček.

2.2.3 Frekvenční měnič Yaskawa A1000 – GA22 VSD+



Obrázek 2.15: A1000 silová část: GA22VSD+

Frekvenční měnič Yaskawa A1000 je připojen k napájecí síti přes EMC filtr Z1, napájecí napětí je přivedeno na svorky L1, L2, L3. Tento moderní frekvenční měnič nabízí mimořádné vlastnosti vzhledem k využití vektorového řízení, proto tento měnič používáme k řízení synchronních motorů s permanentními magnety. Na výstup frekvenčního měniče je zapojený motor s permanentními magnety, zde je nutné dodržovat schéma zapojení motoru U-U, V-V, W-W, protože zde není možná kontrola směru otáčení. Motor je chlazený olejem a tím pádem zde není chladicí vrtule, na které by bylo možné směr překontrolovat.



Obrázek 2.16: A1000 ovládací část: GA22VSD+

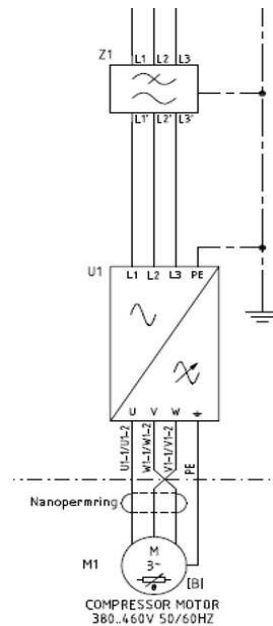
U1 - SN - Výstup pro run enable (povolení chodu). S1 - Vstup pro run enable, přes kontakt K04. HC - Výstup pro hardwarové ochrany. H2 - Vstup ochrany od centrálního stop tlačítka. H3 - Vstup ochrany od teplotního switch elementu. M1 - Nezapojeno (výstupní relé DO). M2 - Nezapojeno (výstupní relé DO). S2 - Zakončovací odpor MOD-BUS vždy ON. IG - Stínění komunikačního vodiče. S+, R+ - Kladný signál komunikace. S-, R- - Záporný signál komunikace.

2.2.4 Frekvenční měnič Emerson Commander SK - GA45 VSD



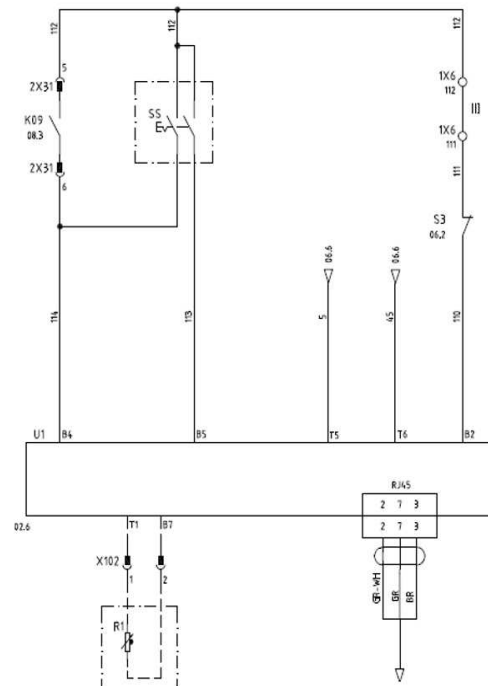
Obrázek 2.17: Commander SK

Frekvenční měnič Emerson Commander SK je připojen k napájecí síti přes EMC filtr Z1, napájecí napětí je přivedeno na svorky L1, L2, L3. Motor je zapojen na svorky měniče a napájecí vodiče jsou protaženy feritovým kroužkem, aby došlo k snížení rušení na motorovém kabelu.



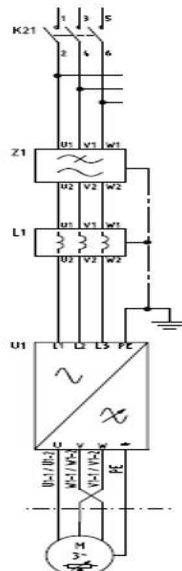
Obrázek 2.18: Commander SK silová část: GA45 VSD

U1 - B2 - Výstup pro hardwarové ochrany. B3 - Vstup pro run enable, přes kontakt K09. B5 - Service switch – pozor, vždy musí být připojen na svorku B5, po přehození vodiče na svorku B6 dojde k obrácení směru otáčení při servisním módu. T5 - Vstup stavového relé, které je použito pro ovládání ventilátoru rozvaděče. T6 - Výstup stavového relé. T1 - Svorka pro připojení termistoru motoru. B7 - Vstupní Svorka pro připojení termistoru. **RJ45** 2 - B+ datová svorka RS-485. 7 - GND svorka RS-485. 3 - A - datová svorka RS-485.



Obrázek 2.19: Commander SK ovládací část: GA45 VSD

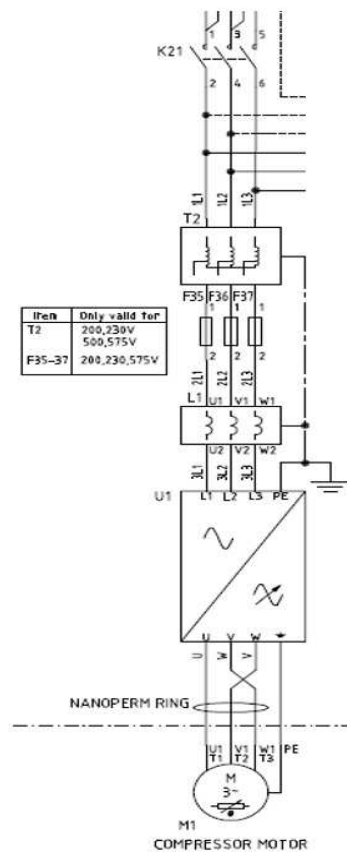
2.2.5 Frekvenční měnič Siemens micromaster 440 - GA37 VSD



Obrázek 2.20: Siemens micromaster 440 silová část: GA45 VSD

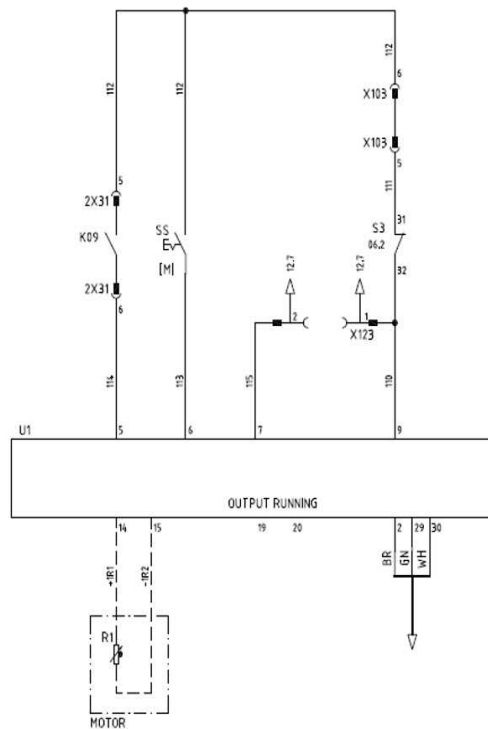
Frekvenční měnič je připojen k napájecí síti přes stykač K21, který je ovládán tlačítkem central stop. Když je central stop aktivován, dojde k odpojení stykače a frekvenční měnič

2.2.6 Frekvenční měnič Siemens sinamics G120 - GA15 až 30 VSD



Obrázek 2.22: Siemens sinamics G120 silová část: GA45 VSD

Frekvenční měnič je připojen k napájecí síti přes stykač K21, který je ovládán tlačítkem central stop. Když je central stop aktivován, dojde k odpojení stykače a frekvenční měnič je bez napájecího napětí. Za stykačem je umístěna vstupní tlumivka, která upravuje vlastnosti vstupního proudu a napájecí sítě. Pro některé varianty napájecího napětí může být použit i transformátor T2.



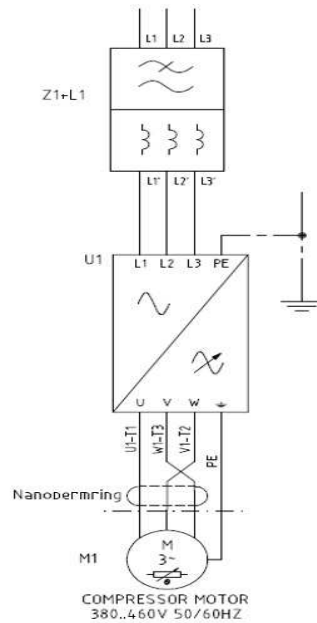
Obrázek 2.23: Siemens sinamics G120 ovladačí část: GA45 VSD

U1 - 9 - Výstup pro hardwarové ochrany. 5 - Vstup pro run enable, přes kontakt K09.
 6 - Servis switch I = servis. 7 - Vstup sepnutí antikondenzace motoru. 2 - GND svorka komunikace RS-485. 29 - B+ svorka komunikace RS-485. 30 - A- datová svorka komunikace RS-485. 14 - Svorka pro připojení termistoru motoru. 15 - Svorka pro připojení termistoru motoru.

2.2.7 Frekvenční měnič Atlas Copco NEOS - GA30 až 45 VSD

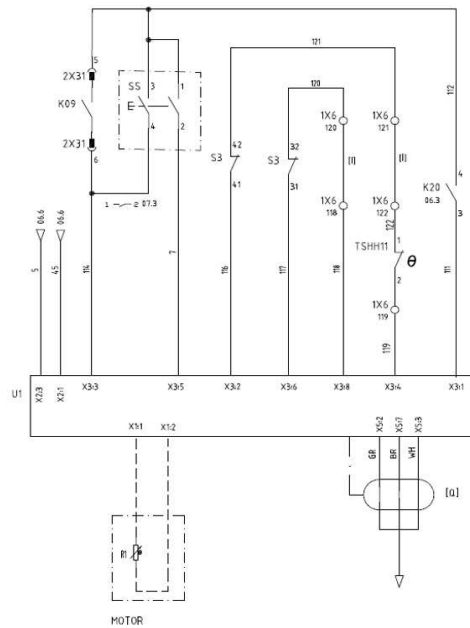


Obrázek 2.24: Atlas Copco NEOS



Obrázek 2.25: Atlas Copco NEOS silová část: GA45 VSD

Frekvenční měnič Atlas Copco NEOS je připojen k napájecí síti přes běžné pojistky typu gL/gG nebo gR/gS, které zamezí poškození polovodičových částí měniče a dále přes EMC filtr Z1 s integrovanou tlumivkou L1, napájecí napětí je přivedeno na svorky L1, L2, L3. Motor je zapojen na svorky a napájecí vodiče jsou protaženy feritovým kroužkem, aby došlo k snížení rušení na motorovém kabelu.



Obrázek 2.26: Atlas Copco NEOS ovládací část: GA45 VSD

U1- X1:1 - Svorka pro připojení termistoru motoru. X1:2 - Svorka pro připojení termistoru motoru. X5:2 - LOW svorka komunikace CANbus. X5:7 - HIGH svorka komunikace CANbus. X5:3 - GND svorka komunikace CANbus. X3:1 - Výstup pro spouštění měniče, kontakt K20, který kontroluje ovládací napětí 115 V. X3:4 - Výstup pro hardwarové ochrany. X3:8 - Výstup pro hardwarové ochrany. X3:6 - Vstup přes TSHH11- tepelná ochrana separátoru, S3 kontakt centrálního stopu. X3:2 - Vstup přes kontakt S3 centrálního stopu. X3:5 - Vstup přes kontakt servis switch. X3:3 - Vstup pro run enable, přes kontakt K09. X2:3 - Kontakt NO pro spínání ventilátoru M5. X2:1 - Kontakt NO pro spínání ventilátoru M5.

2.3 Nejčastějších chybové hlášení frekvenčních měničů

V případě poruchy kompresoru, která je zapříčiněna chybou frekvenčního měniče, je vhodné vyhledat chybové hlášení na panelu měniče 2.27 nebo na řídicí jednotce kompresoru. Pro rychlé vyhledání je zde vytvořen výpis nejčastějších poruch včetně chybových kódů, pravděpodobné příčiny a obecného postupu pro odstranění závady.



Obrázek 2.27: Chybový kód na měniči Siemens

2.3.1 ABB ACS 800/310

Tabulka 2.1: Chybové kódy pro ABB ACS 800/310

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
2211	PROUD MER	Porucha proudového transformátoru v obvodu výstupního proudu.	Zkontrolujte připojení proudového transformátoru k propojovací desce hlavního obvodu.
2310	NAD PROUD	Výstupní proud je příliš vysoký.	Zkontrolujte zda se element volně otáčí. Zkontrolujte motor a kabel motoru.
3130	NAPAJ FAZE	DC napětí v meziobvodu osciluje vzhledem k výpadku fáze nebo k interní poruše usměrňovače.	Zkontrolujte pojistky. Zkontrolujte síťové napětí.
4210	ACS 800/310 TEPL	Překročena interní teplota. Vypínací teplota měničového modulu je 125°C.	Zkontrolujte funkci ventilátoru. Vyčistěte tepelné jímky pro sbírání prachu. Zkontrolujte okolní podmínky.
4310	MOTOR TEPL	Příliš vysoká teplota motoru.	Zkontrolujte jmenovité hodnoty a zatížení. Zkontrolujte funkci termistoru.

2.3.2 Yaskawa A1000 GA7-37 VSD+

Tabulka 2.2: Chybové kódy pro Yaskawa A1000 GA7-37 VSD+

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
1	OVERCURRENT (oC)	Výstupní proud je příliš vysoký.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Zkontrolujte, zda se element volně otáčí.
1	Graunt Fault (GF)	Zemní spojení, izolace motoru nebo kabelu je poškozená. Možná interní závada měniče.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Změřte odpor kabelu proti zemi.
3	Under voltage (uV)	Pokles napájecího napětí.	Zkontrolujte vstupní napětí. Zkontrolujte vstupní svorkovnici. Změřte napětí na meziobvodu.
4	Motor overload (oL1)	Zatížení motoru je příliš vysoké.	Zkontrolujte, zda se element volně otáčí a zda je vstupní ventil volný. Zkontrolujte ventil minimálního tlaku.
8	Heatsink overheat (oHx)	Přehřátí měniče.	Zkontrolujte funkci ventilátoru měniče.
Time Out	Time out communication	Výpadek komunikace mezi měničem a MKV.	Po připojení napájecího napětí vyčkejte 60s a zrušte chybu. Zkontrolujte zapojení komunikace.

2.3.3 Yaskawa A1000 GA37-75 VSD+

Tabulka 2.3: Chybové kódy pro Yaskawa A1000 GA37-75 VSD+

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
7	OVERCURRENT (oC)	Výstupní proud je příliš vysoký.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Zkontrolujte, zda se element volně otáčí.
6	Graunt Fault (GF)	Zemní spojení, izolace motoru nebo kabelu je poškozená. Možná interní závada měniče.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Změřte odpor kabelu proti zemi.
2	Under voltage (uV)	Pokles napájecího napětí.	Zkontrolujte vstupní napětí. Zkontrolujte vstupní svorkovnici. Změřte napětí na meziobvodu.
11	Motor overload (oL1)	Zatížení motoru je příliš vysoké.	Zkontrolujte, zda se element volně otáčí a zda je vstupní ventil volný. Zkontrolujte ventil minimálního tlaku.
9	Heatsink overheat (oHx)	Přehřátí měniče.	Zkontrolujte funkci ventilátoru měniče.
59	Safe torque off function (STO)	Aktivovaná bezpečnostní funkce	Zkontrolujte teplotní switch na separátoru. Zkontrolujte zapojení a stav tlačítka Central stop.

2.3.4 Emerson Commander SK

Tabulka 2.4: Chybové kódy pro Emerson Commander SK

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
It.AC	Nadproud.	Vysoké zatížení motoru, nebo zkrat proti zemi.	Zkontrolujte, zda se element volně otáčí. Změřte izolační stav motoru.
UV	Nízké napětí na meziobvodu.	Pokles napájecího napětí. Chyba usměrňovače.	Zkontrolujte vstupní napětí. Zkontrolujte vstupní svorkovnici. Změřte napětí na meziobvodu.
PH	Ztráta fáze.	Vstupní fáze byla odpojena.	Zkontrolujte pojistky. Zkontrolujte napájecí kabel.
th	Vysoká teplota motoru.	Špatné chlazení motoru. Nadměrná zátěž nebo poškození motoru.	Zkontrolujte chlazení motoru. Zkontrolujte ložiska, vinutí a termistor.
O.ht2	Vysoká teplota.	Vysoká teplota chladiče měniče.	Zkontrolujte hlavní ventilátor měniče ve spodní části.

2.3.5 Siemens MicroMaster 440

Tabulka 2.5: Chybové kódy pro Siemens MicroMaster 440

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
F0001	Nadproud.	Výstupní proud je příliš vysoký. Motor může mít poškozené vinutí. Vadný výstup měniče.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Odpojte motor a zapněte měnič v servisním módu.
F0003	Podpětí.	Výpadek napájecího napětí.	Zkontrolujte vstupní napětí. Zkontrolujte vstupní svorkovnici. Změřte napětí na meziobvodu.
F0004 F0024	Vysoká teplota měniče. Vysoká teplota usměrňovače.	Vysoká okolní teplota. Nefunkčnost ventilátoru měniče.	Zkontrolujte funkci ventilátoru měniče. Vyčistěte chladič měniče od prachu.
F0011	Vysoká teplota motoru.	Špatné chlazení motoru. Nadměrná zátěž nebo poškození motoru.	Zkontrolujte chlazení motoru. Zkontrolujte ložiska, vinutí a termistor.
F0020	Výpadek napájecí fáze	Některá z napájecích fází je přerušena.	Zkontrolujte pojistky.
F0022	Chyba ve výkonové části.	Zkrat IGBT tranzistoru. Zemní zkrat. Chybně zasunutá svorkovnicová deska.	Zkontrolujte výkonovou část. Zkontrolujte správné zasunutí všech svorkovnic a konektorů.
F0023	Přerušená výstupní fáze.	Propojení měniče a motoru je přerušeno.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru.

2.3.6 Siemens Simovert Masterdrives

Tabulka 2.6: Chybové kódy pro Siemens Simovert Masterdrives

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
F011	Nadproud.	Výstupní proud je příliš vysoký. Motor může mít poškozené vinutí. Vadný výstup měniče.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Odpojte motor a zapněte měnič v servisním módu.
F008	Podpětí.	Výpadek napájecího napětí.	Zkontrolujte vstupní napětí. Zkontrolujte vstupní svorkovnici.
F023	Vysoká teplota měniče.	Vysoká okolní teplota. Nefunkčnost ventilátoru měniče.	Zkontrolujte funkci ventilátoru měniče. Vyčistěte chladič měniče od prachu.
F020	Vysoká teplota motoru.	Špatné chlazení motoru. Nadměrná zátěž nebo poškození motoru.	Zkontrolujte chlazení motoru. Zkontrolujte ložiska, vinutí a termistor.
F028	Výpadek napájecí fáze.	Některá z napájecích fází je přerušena.	Zkontrolujte pojistky.
F025 F026 F027	Chyba ve výkonové části.	Zkrat IGBT tranzistoru. Zemní zkrat. Chybně zasunutá svorkovnicová deska.	Zkontrolujte výkonovou část. Zkontrolujte správné zasunutí všech svorkovnic a konektorů.
F012	Malý výstupní proud.	Propojení měniče a motoru je přerušeno.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Zkontrolujte měření proudu

2.3.7 Siemens Sinamics G120

Tabulka 2.7: Chybové kódy pro Siemens Sinamics G120

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
F07801	Nadproud.	Výstupní proud je příliš vysoký. Motor může mít poškozené vinutí. Vadný výstup měniče.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Zkontrolujte, zda se element volně otáčí. Odpojte motor a zapněte měnič v servisním módu.
F30003	Podpětí.	Výpadek napájecího napětí.	Zkontrolujte vstupní napětí. Zkontrolujte vstupní svorkovnici.
F30004	Vysoká teplota měniče.	Vysoká okolní teplota. Nefunkčnost ventilátoru měniče.	Zkontrolujte funkci ventilátoru měniče. Vyčistěte chladič měniče od prachu.
F70011	Vysoká teplota motoru.	Špatné chlazení motoru. Nadměrná zátěž nebo poškození motoru.	Zkontrolujte chlazení motoru. Zkontrolujte ložiska, vinutí a termistor.
F30011	Výpadek napájecí fáze.	Některá z napájecích fází je přerušena.	Zkontrolujte pojistky.
F30022	Chyba ve výkonové části.	Zkrat IGBT tranzistoru. Zemní zkrat. Chybně zasunutá svorkovnicová deska.	Zkontrolujte výkonovou část. Zkontrolujte správné zasunutí všech svorkovnic a konektorů.

2.3.8 Atlas Copco NEOS

Tabulka 2.8: Chybové kódy pro Atlas Copco NEOS první část

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
Dec. 8978 Hex. 2312	Nadproud.	Výstupní proud je příliš vysoký. Motor může mít poškozené vinutí. Vadný výstup měniče.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Zkontrolujte, zda se element volně otáčí. Odpojte motor a zapněte měnič v servisním módu.
Dec. 8981 8982 8983 Hex. 2315 2316 2317	Zkrat ve fázi. U; V; W.	Zkrat na výstupní fázi.	Zkontrolujte vinutí motoru a kabel motoru. Zkontrolujte funkci měniče. Zkuste resetovat chybu. Odpojte měnič od napětí.
Dec. 12835 Hex. 3223	Podpětí.	Výpadek napájecího napětí.	Zkontrolujte vstupní napětí. Mohlo dojít ke krátkodobému výpadku. Zkontrolujte meziobvod. Zkontrolujte pojistky.
Dec. 17170 Hex. 4312	Vysoká teplota měniče.	Vysoká okolní teplota. Nefunkčnost ventilátoru měniče.	Zkontrolujte funkci ventilátoru měniče. Vyčistěte chladič měniče od prachu.

Tabulka 2.9: Chybové kódy pro Atlas Copco NEOS druhá část

Kód	Porucha	Příčina	Co dělat
Dec. 28976 Hex. 7130	Vysoká teplota motoru.	Špatné chlazení motoru. Nadměrná zátěž nebo poškození motoru.	Zkontrolujte chlazení motoru. Zkontrolujte termistor motoru. Zkontrolujte řídicí jednotku měniče.
Dec. 12835 Hex. 3223	Výpadek napájecí fáze.	Některá z napájecích fází je přerušena.	Zkontrolujte pojistky. Zkontrolujte vstupní napětí. Zkontrolujte EMC filtr.
Dec. 12835 Hex. 3223	Chyba komunikace TIME-OUT.	CAN komunikace je v poruše.	Zkontrolujte komunikační kabel a oba zakončovací odpory musí být OFF. Zkontrolujte expanzní modul u MKV.
Dec. 36865 Hex. 9001	Signál run enable chybí.	Ochranný obvod run enable není uzavřen.	Zkontrolujte zapojení obvodu run enable. Zkontrolujte sepnutí kontaktu K09.

Kapitola 3

Vliv frekvenčního měniče na napájecí síť a problematika EMC

Elektromagnetická kompatibilita (slučitelnost) je definována jako schopnost zařízení, systému či přístroje vykazovat správnou činnost i v prostředí, v němž působí jiná zařízení a naopak, neovlivňovat svou vlastní činností své okolní prostředí, a tedy i zařízení v něm umístěná. Nesmíme však zapomínat na často neuváděný, avšak logický dovětek definice EMC - zařízení nesmí rušit (ovlivňovat) samo sebe (ŠEDIVÝ, V., 2009).

3.1 Úvod do problematiky EMC

V současné době se prudce zvyšuje počet aplikací, kde se využívají frekvenční měniče. Kde se z principu funkce používají výkonové tranzistory a impulsní šířková modulace s velmi vysokými spínacími frekvencemi, vysokou strmostí napětí a proudu při velkých výkonech. Tato konstrukce sebou přináší velké spektrum případných problémů a rušivých účinků, které nepříznivě ovlivňují napájecí síť, samotný frekvenční měnič, motor kompresoru a ostatní instalovaná zařízení na napájecí síti. Je nutné si uvědomit, že problémy elektromagnetické kompatibility jsou obtížně řešitelné i v laboratorních podmínkách, natož v průmyslovém prostředí. Proto je nutné dodržovat zásady správné projekce, instalace a provozu celého zařízení, aby se těmto problémům v maximální možné míře předešlo.

3.1.1 Platné normy pro EMC

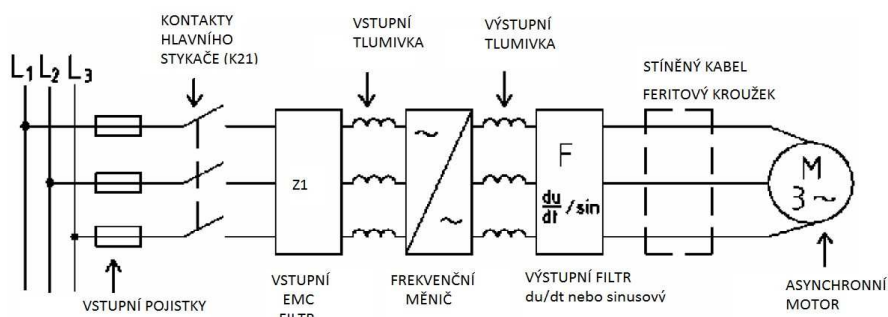
Pro frekvenční měniče mají v případě problematiky EMC největší využití tyto normy 3.1, ve kterých jsou zakotveny požadavky na omezení rušivých vlivů (ŠEDIVÝ, V., 2009).

Tabulka 3.1: Tabulka vybraných norem pro EMC

Název	Obsah
ČSN EN 61000-6-1	Elektromagnetická kompatibilita – odolnost – prostředí obytné, obchodní a lehkého průmyslu.
ČSN EN 61000-6-2	Elektromagnetická kompatibilita – odolnost průmyslové prostředí.
ČSN EN 61000-6-3	Elektromagnetická kompatibilita – emise – prostředí obytné, obchodní a lehkého průmyslu.
ČSN EN 61000-6-4	Elektromagnetická kompatibilita – emise – průmyslové prostředí.
ČSN EN 55011	Elektromagnetická kompatibilita – definice limitů emisí VF rušení pro pohony.

3.2 Doporučené zapojení frekvenčního měniče

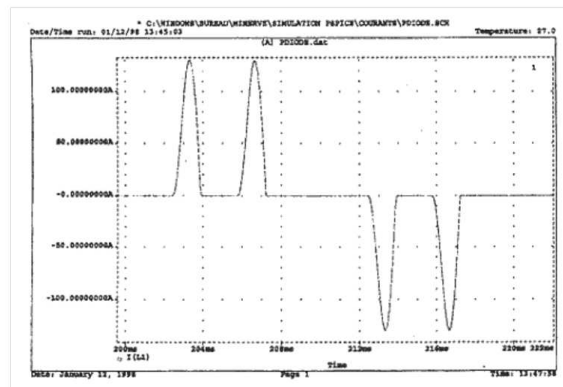
Na obrázku 3.1 je možné vidět příkladné zapojení frekvenčního měniče k napájecí síti včetně vstupního filtru, vstupní tlumivky, výstupní tlumivky, výstupního filtru a stíněného motorového kabelu s feritovým kroužkem (NOVÁK, J., 2005)



Obrázek 3.1: Vhodné zapojení frekvenčního měniče

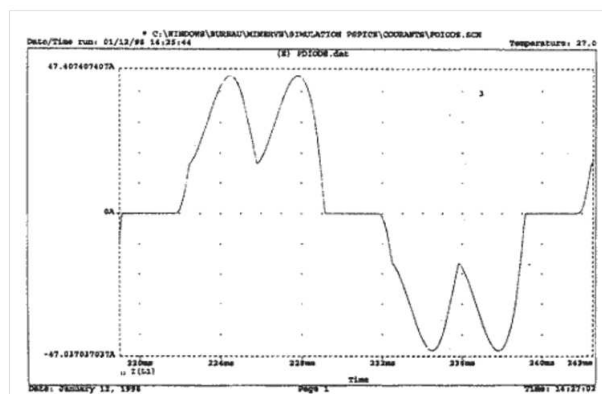
3.2.1 Zapojení na vstupu měniče

Vstup frekvenčního měniče, který je vybaven diodovým usměrňovačem je nutné opatřit vstupním odrušovacím filtrem a vstupní tlumivkou vzhledem k charakteru odebíraného proudu, který je ze sítě odebrán v podobě úzkých pulzů v případě jednofázového usměrňovače jednou v půlperiodě a v případě trojfázového usměrňovače dvakrát za půlperiodu, jak je možné vidět na obrázku 3.2, který je převzatý z (JELÍNEK, R., 2005).



Obrázek 3.2: Vstupní proud

Na převzatém obrázku 3.2 z (JELÍNEK, R., 2005) je zcela patrné, že proud je velice nesinusový a obsahuje vyšší harmonické. Celkové zkreslení proudu THD dosahuje 140% a je způsobeno zejména 5., 7., 11., 13. harmonickou. Při použití síťové tlumivky dochází k filtraci vstupního proudu 3.3, což má za výsledek snížení THD na 40%. Vstupní síťové tlumivky také zlepšují účinnost, ochranu proti krátkodobému přepětí a potlačují proudové špičky, které ovlivňují napájecí síť (JELÍNEK, R., 2005).



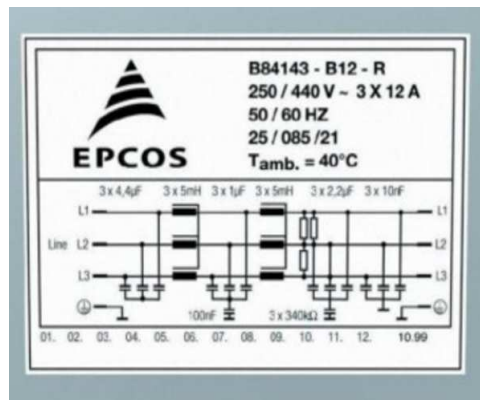
Obrázek 3.3: Vstupní proud za tlumivkou

EMC filtr 3.4 je nutné instalovat vždy. Z tohoto důvodu již někteří výrobci filtr integrují přímo do frekvenčního měniče, aby se zabránilo pronikání vysokofrekvenčního rušení v rozsahu 150 kHz až 30 MHz zpět do sítě. Vysokofrekvenční rušení vzniká vlivem spínání IGBT tranzistorů na výstupu měniče, při kterém dochází k velice rychlým poklesům a nárůstům napětí na meziobvodu. Tyto impulsy o vysoké frekvenci se mohou vlivem kapacit diod i přes otevřené diody usměrňovače dostávat zpět do sítě, kde toto rušení může ovlivňovat komunikaci, citlivá čidla a další elektroniku (JELÍNEK, R., 2005).



Obrázek 3.4: EMC filtr

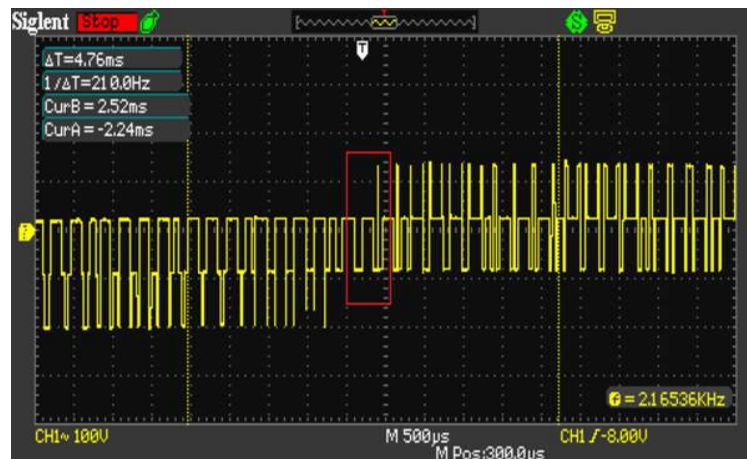
Při používání těchto filtrů se nesmí zapomínat na možné problémy, které mohou vzniknout při používání proudového chrániče v obvodu frekvenčního měniče, kde vlivem unikajícího proudu z EMC filtru může docházet k jeho odpínání. Jak je patrné na obrázku 3.5, filtrační kondenzátory jsou připojené k PE, tím pádem přes ně uniká nepatrný proud. Hlavně při zapnutí, kdy dochází k přechodovému ději, však může být proud podstatně vyšší. Doporučuje se používat čtyřvodičový filtr nebo chránič se zpožděním.



Obrázek 3.5: Vnitřní zapojení EMC filtru

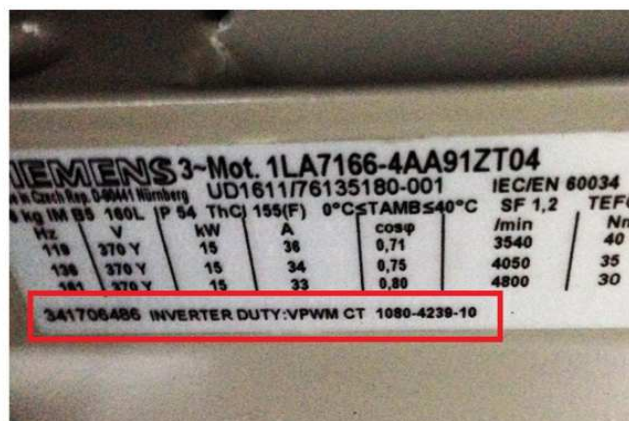
3.2.2 Zapojení na výstupu měniče

Vlivem konstrukce a impulsní šířkové modulaci se spínací doba v obvodu IGBT střídači pohybuje od 0,1 ms do 1 ms. Gradient du/dt v nejnovějších součástkách může dosahovat až hranici **deseti kilovoltů za mikrosekundu**. Na obrázku 3.6 je patrné, jak jsou změny napětí v čase rychlé a strmé.



Obrázek 3.6: Výstupní napěťové hrany

Ačkoliv by se zdálo, že velice rychlé spínání a rychlý nárůst napětí je výhodou, opak je pravdou. Strmé hrany, které při modulaci vznikají mají za následek vznik částěčných výbojů, které velice degradují izolaci motorového vinutí a tím mohou způsobit jeho zničení. Při použití frekvenčního měniče je vhodné pořídit asynchronní motor 3.7, který má zesílenou izolaci vinutí a celkově je upraven k připojení k frekvenčnímu měniči.



Obrázek 3.7: Štítek upraveného elektromotoru

Rozhodujícím parametrem pro využití opravných prostředků na výstupu frekvenčních měničů je délka kabelu mezi měničem a asynchronním motorem. Když je motor připojen k výstupním svorkám frekvenčního měniče bez opravných prostředků kabelem delším než 100 m, tak strmé hrany napětí vyvolají napěťové kmity, jejichž amplituda bude dosahovat dvoj až trojnásobku napětí na meziobvodu, a to povede k rychlému zničení izolace ve vinutí motoru. Pro frekvenční měniče instalované v kompresorech Atlas Copco se vzhledem k délce motorového kabelu využívá ochrany stíněným kabelem s vodivou průchodkou 3.8 a feritovým toroidním jádrem, kterým jsou protaženy silové vodiče jak je patrné na obrázku 3.9 což má praktický význam ve zmírnění rušení do komunikačních a měřicích sběrnic.



Obrázek 3.8: Vodivá průchodka



Obrázek 3.9: Feritový kroužek

Další opravnou možností, která se používá při delších kabelech, je instalace výstupní tlumivky, která filtruje napěťové špičky, a tím chrání izolaci motoru. Filtr du/dt má velice podobné účinky jako výstupní tlumivka, a proto se moc nepoužívá. Nejúčinnějším odrušovacím prostředkem je sinusový (harmonický) filtr, který odstraní téměř všechny nežádoucí účinky impulsní šířkové modulace, a to včetně akustického hluku motoru. I když se jedná o nejvhodnější způsob filtrace, tak se vzhledem k vysoké ceně, která dosahuje k třetině ceny měniče, moc nepoužívá.

Na následujícím obrázku 3.10, který je převzatý z (BERNAT, P., 2006) je možné vidět, jak se změnil charakter poruch motoru před a při použití frekvenčních měničů. Kdy se nejvýrazněji změnil podíl závitových zkratů, které jsou patrně zapříčiněny napěťovými špičkami a poruchy ložisek, které mohou být způsobeny ložiskovými proudy, které vznikají při splnění určitých podmínek a ložisko se stává součástí elektrického obvodu, což může vést k jeho poruše. Diagnostika takové závady je velice složitá a nejprve je nutné vyloučit jiné příčiny jako je mechanické přetížení, výrobní a materiálové vady, chybná montáž nebo špatné či nedostatečné mazání. Vzhledem k tomu, že jsou technici často tlačeni k rychlé diagnostice závady, jsou tyto závady vzhledem k obtížné prokazatelnosti diagnostikovány velice často nesprávně (BERNAT, P., 2006).

Prvotní příčina poruchy	Upřesnění	Procentní podíl v roce 1989	Procentní podíl v roce 2002
Porucha vinutí		65,0 %	41,4 %
	Závitový zkrat	13,6 %	21,0 %
	Zkrat mezi fázemi	7,9 %	6,7 %
	Tepelné znehodnocení	39,0 %	11,0 %
	Přerušené vinutí	0,6 %	0,3 %
	Nízký izolační stav	4,5 %	2,3 %
Porucha ložisek	Zadření, valcha...	9,1 %	35,3 %
Porucha hřídele	Ukroucená, zlomená...	14 %	17,9 %
Jiné příčiny	Svorkovnice, kostra...	11,7 %	5,5 %

Obrázek 3.10: Poruchy motorů v čase

Kapitola 4

Výběr vhodného přístrojového vybavení, návrh a provedení postupu diagnostiky a profylaxe měniče

V této kapitole je sepsán a proveden vhodný postup pro diagnostiku výkonové části frekvenčního měniče dle požadavků firmy Atlas Copco. První část této kapitoly je zaměřena na výběr vhodného, dostupného přístrojového vybavení, které bude možné použít v náročných podmínkách. Dále jsou zde podrobně uvedeny postupy pro výměnu hlavních ventilátorů na vybraných měničích.

4.1 Výběr vhodného přístrojového vybavení

V běžných servisních podmínkách je nejvíce potřebný kvalitní kalibrovatelný multimetr a klešťový wattmetr, tyto přístroje vystačí na 90% diagnostiky. Pro specifické poruchy je vhodné použití digitálního osciloskopu nebo termokamery. Vhodným multimetrem, kterým lze provádět náročnější měření, je velice kvalitní model KEW 1062 od Japonské firmy Kyoritsu.



Obrázek 4.1: Kyoritsu KEW 1062

Tento multimetr má mnoho vlastností, které lze využít pro měření na frekvenčních měničích, a to například tyto:

- Vysoká základní přesnost DC 0,02 %.
- Filtr dolní propusti pro měření na regulátorech řízených pohony.
- Low Power ohm pro měření odporu na citlivých elektronických obvodech pro bezpečné měření.
- Velká záznamová paměť 10000 bodů s možností propojení s PC.
- Funkce uživatelské kalibrace.

Druhým vhodným přístrojem je klešťový wattmetr UNT-T 231, který je velice robustní a odolný.



Obrázek 4.2: UNT-T 231

Mezi hlavní funkce tohoto wattmetru patří:

- Měření AC napětí v rozsahu 0 - 600 V.
- Měření AC proudu v rozsahu 0 - 1000 A.
- Měření reálného výkonu 0 - 600 kW.
- Měření zdánlivého výkonu 0 - 600 kVA.

4.2 Úvod do problematiky profylaxe a diagnostiky frekvenčního měniče

Vzhledem k tomu, že většina frekvenčních měničů si je konstrukčně velice podobná a firma Atlas Copco plánuje do budoucna většinu kompresorů osadit měniči NEOS, bude tento obecný postup směřovaný právě na ně.

Z velké části se servisní úkony na měničích provádějí v rámci servisní prohlídky kompresoru nebo při jeho generální opravě, poruchy měničů se vyskytují výjimečně a často se jedná o chybu chlazení měniče zapříčiněnou vadným interním ventilátorem, znečištěným chladičem nebo ucpaným filtrem na přívodu chladicího vzduchu.

Obecně se dá říci, že vysoké tepelné namáhání frekvenčního měniče má špatný vliv jak na celkovou životnost jednotlivých dílů, tak na spolehlivý provoz celého zařízení. Při diagnostice a profylaxi frekvenčního měniče, je vhodné postupovat systematicky a vždy s ohledem na aktuální provozní stav, když je kompresor v poruše s chybovým hlášením „porucha frekvenčního měniče“. Je důležité přečíst a opsat si hlášení včetně kódu z uživatelského panelu měniče a z Elektronikonu; pokud není měnič panelem vybaven, tak pouze z Elektronikonu. Chyba se následně vyhledá v této příručce v kapitole 2 (výpis chybových hlášení) a postupuje se dle doporučení. Pokud zde není hledaná chyba uvedena, použije se k vyhledání tovární manuál dle výrobce měniče a kontaktuje se specialista Atlas Copco. Při provádění diagnostiky frekvenčního měniče je absolutně nezbytné dodržovat doporučení stanovená výrobcem a platné České normy a vyhlášky, které se týkají problematiky práce na elektronických zařízeních, vzhledem ke skutečnosti, že při neodborné diagnostice nebo zásahu do měniče může dojít k úrazu elektrickým proudem nebo k nevratnému poškození stroje. Z důvodu, že se jedná o velice citlivé polovodičové součástky, je důležité dávat pozor na statickou elektřinu a její výboje, při měření je

vhodné použít antistatický náramek, aby se zamezilo vzniku výboje. Po ukončení servisní činnosti je vhodné vypracovat zápis do protokolu o servisní prohlídce. Protokol je umístěn na příloženém CD v elektronické podobě.

4.2.1 Základní postup diagnostiky frekvenčního měniče

- Kontrola napájecí sítě a pojistek F1, F2 a F3.
F1,F2,F3 = OK.
- Změření vstupního napětí mezi vodiči L1 a PE; L2 a PE; L3 a PE; L1 a L2; L1 a L3; L3 a L2.
[L1 a L2 = 400V; L1 a L3 = 400V; L3 a L2 = 400V] = OK.
- Kontrola funkce a zapojení ochranných obvodů (nouzového stopu, stykače K21 a teplotního spínače TSHH11).
Funkce dle příslušného schématu = OK.
- Kontrola funkce ovládacího signálu run enable (kontakt K09,K04) z jednotky Elektronikon.
Funkce dle příslušného schématu = OK.
- Měření hodnoty napětí na stejnosměrném meziobvodu.
Hodnota napětí cca 530V = OK.
- Kontrola stavové signalizace (LED nebo uživatelský panel).
LED zelená a uživatelský panel bez poruch = OK.
- Kontrola stavu chladicích ventilátoru a průchodnosti chladiče.
Volně se otáčející nehlukné ventilátory = OK.

4.2.2 Základní postup diagnostiky výkonové části frekvenčního měniče

Pokročilejším krokem celé diagnostiky je kontrola výkonové části frekvenčního měniče Neos, pro jiné modely je vhodné kontaktovat servisní zastoupení daného výrobce. Lze ji rozdělit do tří částí, první částí je diagnostika usměrňovače, druhou meziobvodu a třetí je diagnostika napěťového střídače.

Při této práci je nutné měnič odpojit od přívodních a výstupních kabelů včetně komunikačních a počkat minimálně 10 minut než dojde v samovolném vybití energie z kondenzátorů, jinak hrozí nebezpečí úrazu.

Diagnostika usměrňovače

Nejlepší metodou, jak zjistit případnou vadu některé z částí usměrňovače, kterou lze provést v našich podmínkách, je provedení testu diod za pomoci multimetru. Postup je zde uveden jako tabulka 4.1, v níž je vyznačeno jaká součástka se kontroluje, kam připojit měřicí hroty a jaký má být výsledek v bezporuchovém stavu.

Tabulka 4.1: Měření vstupních bloků: tyristory

Vstupní tyristory	Hrot +	Hrot -	Výsledek OK
První blok	L1 vstup	DC+	Nekonečno
Druhý blok	L2 vstup	DC+	cca 0,9 V
Třetí blok	L3 vstup	DC+	cca 0,9 V
První blok	DC+	L1 vstup	Nekonečno
Druhý blok	DC+	L2 vstup	Nekonečno
Třetí blok	DC+	L3 vstup	Nekonečno

Tabulka 4.2: Měření vstupních bloků: diody

Vstupní diody	Hrot +	Hrot -	Výsledek OK
První blok	DC-	L1 vstup	cca 0,4 V
Druhý blok	DC-	L2 vstup	cca 0,4 V
Třetí blok	DC-	L3 vstup	cca 0,4 V
První blok	L1 vstup	DC-	Nekonečno
Druhý blok	L2 vstup	DC-	Nekonečno
Třetí blok	L3 vstup	DC-	Nekonečno

Diagnostika meziobvodu

Měření v meziobvodu je vzhledem k jeho principu činnosti a zapojení celkem obtížné, protože se jedná o sestavu paralelně zapojených polarizovaných kondenzátorů, které jsou naletovány do dvou izolovaných desek sloužících jako vodiče i přípojná místa meziobvodu. Měření takové kapacity multimetrem přináší pouze orientační informaci o celkové

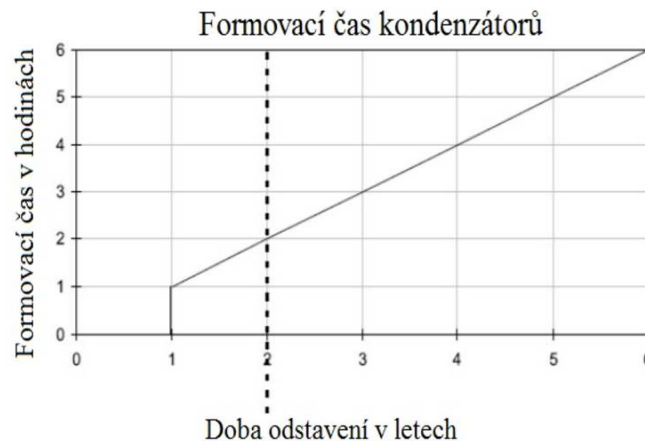
kapacitě, avšak pro naše účely je takové měření dostatečné. Hodnotu, která by se měla naměřit, můžeme snadno vypočítat, a to tak, že sečteme hodnoty všech kondenzátorů - tato hodnota je převážně uváděná v mikrofaradech.

Tabulka 4.3: Měření meziobvodu

Meziobvod	Hrot +	Hrot -	Výsledek OK
Kapacita	DC+	DC-	dle hodnoty výpočtu
Napětí	DC+	DC-	cca 530 V

Další možností je na zatíženém měniči měřit teplotu kondenzátorů, která by neměla překračovat 70°C a to z důvodu zkracování životnosti kondenzátoru, který při provozu do 50°C by měl mít životnost 150 000 provozních hodin, což je cca 17 let provozu.

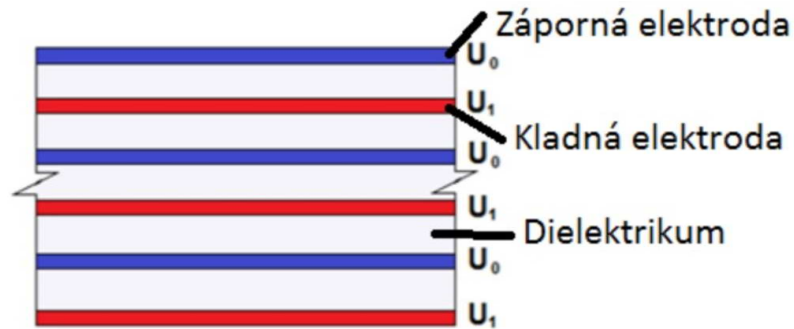
Vzhledem k tomu, že v měniči Neos nejsou klasické elektrolytické kondenzátory, ale pokročilé fóliové, tak není nutné ani při dlouhém skladování měniče mimo provoz provádět jejich formování. Formování kondenzátorů na ostatních modelech používaných frekvenčních měničů je nutné provádět po znovu připojení měniče k napájecí síti, po odpojení delším než jeden rok, a to z důvodu, že na odstaveném kondenzátoru dochází k rozkladu dielektrické vrstvy Al_2O_3 . Znovu připojený měnič by neměl být hned plně zatížen. Pro formování po velmi dlouhém odstavení je vhodné připojit měnič k síti přes autotransformátor a pomalu v intervalu několika hodin zvyšovat vstupní napětí až na jmenovité a na něm nechat měnič připojený minimálně jeden den. Informativní doba pro formování je uvedena na obrázku 4.3.



Obrázek 4.3: Čas formátování v závislosti na době odstavení

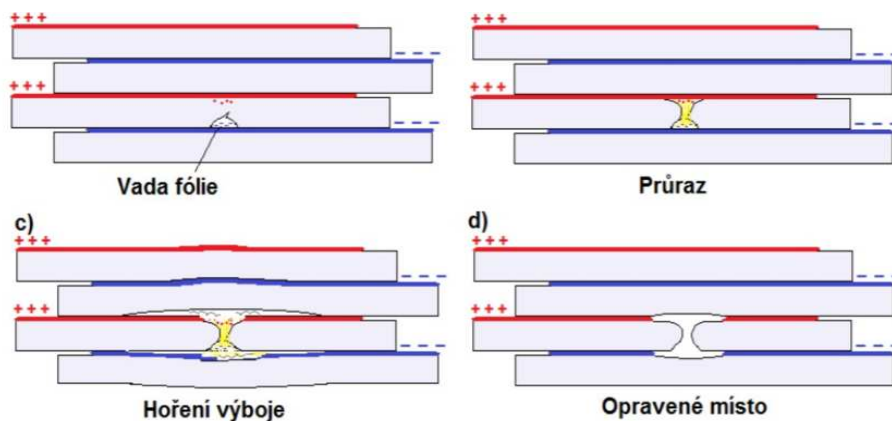
Další vynikající vlastností je to, že tyto kondenzátory mají vlastnost samoregenerace „Self-Healing“, která jim v případě průrazu opraví kondenzátor, a to řádově v čase několika mikrosekund.

Princip této vlastnosti spočívá ve vnitřní struktuře kondenzátoru, která je patrná na obrázku 4.4, kde jsou vidět vrstvy dielektrické fólie, vrstvy kladné a záporné elektrody.



Obrázek 4.4: Struktura fóliového kondenzátoru

Pokud je ve fólii vada, která způsobí průraz dielektrika, tak dojde k vytvoření vodivé cesty a elektrický oblouk začne hořet. Vlivem vysokého proudu se vypařují okraje elektrod a tím pádem se navzájem oddalují, a to až do chvíle, kdy je vzdálenost tak velká, že napětí už není dostatečné pro udržení elektrického oblouku, který následně uhasne. Kompletní průběh opravy je patrný na obrázku 4.5, který je převzatý z (KŘIVANEC, V., 2013).



Obrázek 4.5: Samoregenerace fóliového kondenzátoru

Proces samoregenerace zmenší výslednou kapacitu jen velice nepatrně, proto jich může nastat v průběhu životnosti několik, aniž by se to projevilo na celkové kapacitě meziobvodu. (KŘIVANEC, V., 2013).

Diagnostika střídače

Měření v obvodu střídače se provádí podobným způsobem jako diagnostika usměrňovače za pomoci digitálního multimetru nastaveného na test diod. Z principu zapojení je patrné, že se bude zkoušet šest IGBT tranzistorů a šest zpětných diod.

Tabulka 4.4: Měření zpětných diod IGBT+

Zpětné diody +	Hrot +	Hrot -	Výsledek OK
První blok	U výstup	DC+	cca 0,4 V
Druhý blok	V výstup	DC+	cca 0,4 V
Třetí blok	W výstup	DC+	cca 0,4 V

Tabulka 4.5: Měření zpětných diod IGBT-

Zpětné diody -	Hrot +	Hrot -	Výsledek OK
První blok	DC-	U výstup	cca 0,4 V
Druhý blok	DC-	V výstup	cca 0,4 V
Třetí blok	DC-	W výstup	cca 0,4 V

Tabulka 4.6: Měření IGBT+ tranzistorů

IGBT +	Hrot +	Hrot -	Výsledek OK
První blok	DC+	U výstup	Nekonečno
Druhý blok	DC+	V výstup	Nekonečno
Třetí blok	DC+	W výstup	Nekonečno

Tabulka 4.7: Měření IGBT- tranzistorů

IGBT -	Hrot +	Hrot -	Výsledek OK
První blok	U výstup	DC-	Nekonečno
Druhý blok	V výstup	DC-	Nekonečno
Třetí blok	W výstup	DC-	Nekonečno

Pokud jsou měření zjištěny správné hodnoty, lze usoudit, že výkonové součástky jsou v pořádku, ale pokud se případná porucha vyskytuje dál, nelze vyloučit chybu v řídicí části střídače, která se prakticky v podmínkách firmy Atlas Copco nedá změřit, a je nutné přistoupit k výměně řídicí části.

4.2.3 Postup výměny hlavních chladicích ventilátorů

Jak bylo zmíněno výše, nejčastější poruchou frekvenčních měničů je vadný interní ventilátor. Jeho výměna se provádí při každé generální opravě a jeho čištění při každém preventivním servisu kompresoru, proto jsou zde znázorněny postupy jeho výměny u vybraných modelů frekvenčních měničů.

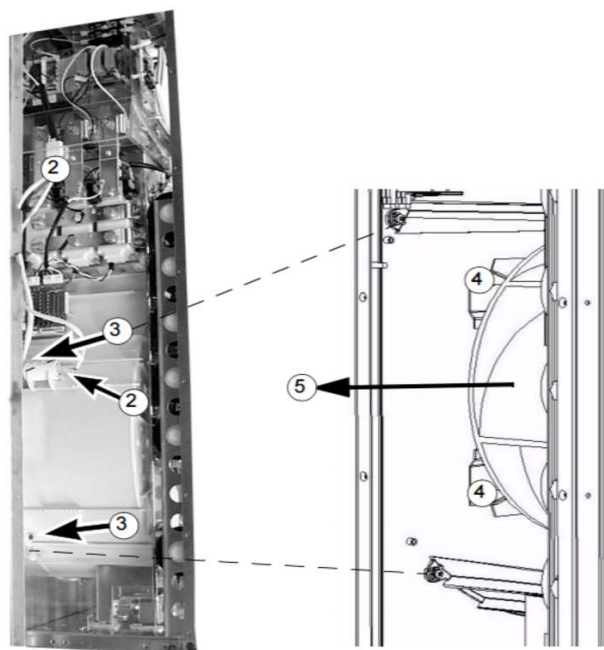
Přibližná životnost těchto ventilátorů se pohybuje od 24 000 do 50 000 provozních hodin. Celková životnost ventilátorů je ovlivněna okolní teplotou množstvím prachu, který se v průběhu používání usadí na lopatky a také na pravidelné kontrole a čištění ventilátoru.

Některé ventilátory jsou stejnosměrné a jsou napájeny 24 V DC, které je vytaženo z napájecí části frekvenčního měniče, jiné jsou zapojeny přes transformátor na 115 V nebo 230 V AC. U těchto ventilátorů je nutné občas vyměnit rozběhový kondenzátor, jehož životnost se udává od 15 000 do 25 000 provozních hodin.

ABB ACS – 800 (R8)

Chladicí ventilátor má udávanou životnost přibližně 50 000 provozních hodin. Při jeho výměně postupujeme dle následujících kroků a obrázku 4.6, který je převzatý z technické příručky (ABB, 2007).

- Na odstaveném měniči odmontujeme čelní kryt.
- Odpojíme napájecí vodiče kondenzátoru.
- Vyšroubujeme červené upevňovací šrouby plastového bočního krytu ventilátoru. Posuneme kryt doprava, aby se uvolnil pravý roh, a zvedneme kryt.
- Vyšroubujeme červené upevňovací šrouby ventilátoru.
- Vyjmeme ventilátor.
- V opačném pořadí kroků instalujeme nový ventilátor.

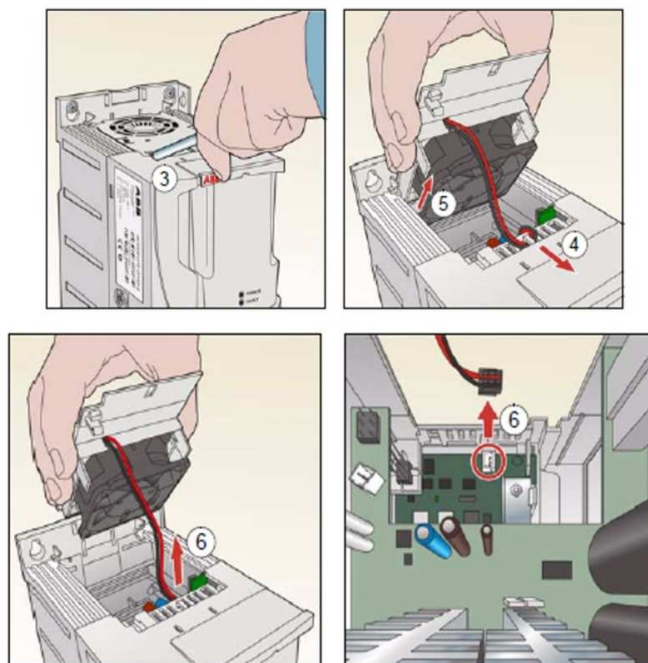


Obrázek 4.6: Výměna ventilátoru u ABB ACS-800

ABB ACS – 310

Chladicí ventilátor má udávanou životnost přibližně 25 000 provozních hodin. Při jeho výměně postupujeme dle následujících kroků a obrázku 4.7, který je převzatý z uživatelské příručky (ABB, 2009).

- Frekvenční měnič zastavíme a odpojíme od napájecí sítě.
- Počkáme 5 minut, aby se vybily kondenzátory.
- Zvedneme držák ventilátoru z rámu měniče.
- Uvolníme kabely ventilátoru ze svorky na rámu měniče.
- Vyjmeme držák ze závěsu.
- Odpojíme kabely ventilátoru z řídicí desky.
- V opačném pořadí kroků instalujeme nový ventilátor.

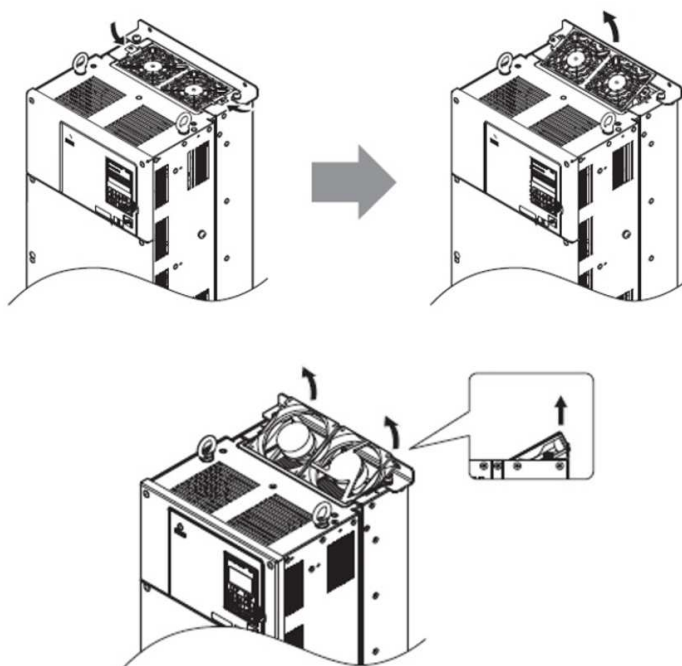


Obrázek 4.7: Výměna ventilátoru u ABB ACS-310

Yaskawa A1000

Chladicí ventilátor má udávanou životnost přibližně 10 let. Při jeho výměně postupujeme dle následujících kroků a obrázku 4.8, který je převzatý z manuálu (YASKAWA, 2009).

- Frekvenční měnič zastavíme a odpojíme od napájecí sítě.
- Počkáme 5 minut, aby se vybily kondenzátory.
- Stiskneme háčky umístěné na levé a pravé straně ventilátorů.
- Zvedneme kryt ventilátorů od zadní části rámu vzhůru.
- Rozpojíme konektory a zvedneme samotné ventilátory.
- V opačném pořadí kroků instalujeme nový ventilátor.



Obrázek 4.8: Výměna ventilátoru u Yaskawa A1000

Atlas Copco Neos, výměna hlavního ventilátoru

Chladicí ventilátory mají udávanou životnost 24 000 provozních hodin. Hlavní chladicí ventilátor je osazen dvěma ventilátory 4414 HHR 24 V DC 14 W od výrobce Ebmpapst.

- Frekvenční měnič zastavíme a odpojíme od napájecí sítě.
- Počkáme 5 minut, aby se vybily kondenzátory.
- Na výstupní straně měniče povolíme dva šrouby (Torx T25) 4.9.
- Za pomoci šroubováku vykloníme modul hlavních ventilátorů 4.10.
- Rozpojíme konektor 4.11.
- V opačném pořadí kroků instalujeme nový ventilátor.



Obrázek 4.9: Výměna ventilátoru Neos: Torx T25



Obrázek 4.10: Výměna ventilátoru Neos

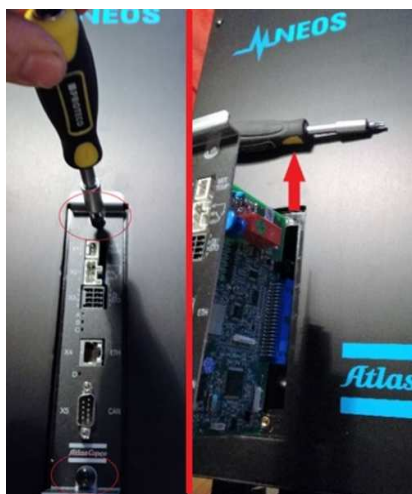


Obrázek 4.11: Výměna ventilátoru Neos: konektor

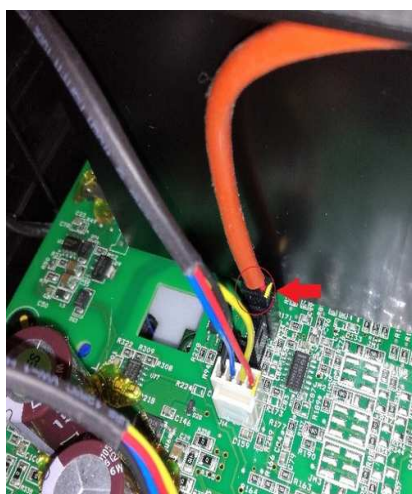
Atlas Copco Neos, výměna interního ventilátoru

- Frekvenční měnič zastavíme a odpojíme od napájecí sítě.
- Počkáme 5 minut, aby se vybily kondenzátory.

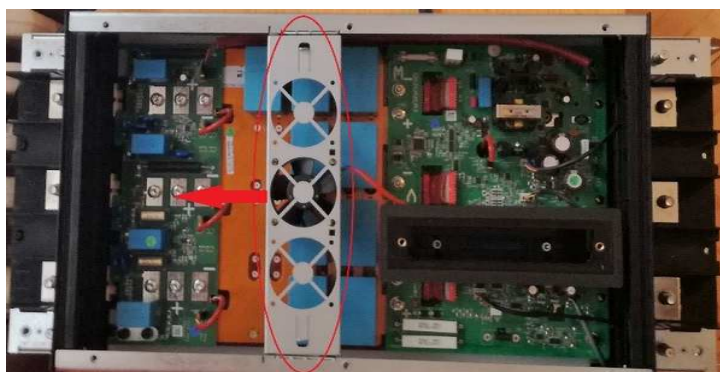
- Na čelní straně měniče demontujeme řídicí kartu, která je připevněna dvěma šrouby (Torx T25) 4.12, kartu vytáhneme směrem vzhůru a bezpečně uložíme. Pozor na elektrostatický výboj.
- Demontujeme přední kryt, který je připevněný šesti šrouby (Torx T25).
- Odpojíme konektor ventilátoru 4.13.
- V případě, že na držáku jsou instalovány dva ventilátory, odpojíme oba konektory.
- Vysuneme držák ventilátoru směrem k horní hraně měniče 4.14.
- V opačném pořadí kroků instalujeme nový ventilátor.



Obrázek 4.12: Výměna ventilátoru Neos: řídicí karta



Obrázek 4.13: Výměna ventilátoru Neos: konektor



Obrázek 4.14: Výměna ventilátoru Neos: držák

4.3 Praktické měření dle postupu na měniči Neos

Při praktickém měření je vhodné postupovat vždy dle dané situace, ať se jedná o preventivní prohlídku, nebo diagnostiku závady. V odstavcích níže je zdokumentovaný postup preventivní prohlídky frekvenčního měniče Neos, který je kompletním postupem pro diagnostiku.

4.3.1 Základní postup diagnostiky

Pokud je frekvenční měnič v provozu a připojený na napájecí síť, je vhodné postupovat základním měřením proudu 4.15 a napětí na napájecích a výstupních svorkách.



Obrázek 4.15: Měření proudu na vstupu měniče

Dále zkontrolujeme osazené pojistky v instalaci zákazníka dle tabulky 4.8 doporučených pojistek.

Tabulka 4.8: Tabulka vhodných pojistek

Typ měniče	Pojistky gL/gG	Pojistky aR
ARC-D150-S	250 A / 500 V	250 A / 690 V
ARC-D130-S	200 A / 500 V	200 A / 690 V
ARC-D100-S	160 A / 500 V	160 A / 690 V
ARC-C80-S	125 A / 500 V	125 A / 690 V

Dále je vhodné připojit měnič k softwarové diagnostice Neos.exe a načíst veškeré informace o měniči včetně vytvoření datového záznamu, a to alespoň po dobu 5 minut plného výkonu kompresoru. V softwarové diagnostice je nezbytně nutné se zaměřit na tyto parametry, protože se jedná o hodnoty, které se vyplňují do protokolu o kontrole měniče:

101	0x2001	Drive size	[Hex]	ARC-D100-S	Reboot	MB
-----	--------	------------	-------	------------	--------	----

Obrázek 4.16: Parametr 100: Označení modelu měniče

174	0x204A	Vbus	[V]	533.1	Immed.	Vol.
-----	--------	------	-----	-------	--------	------

Obrázek 4.17: Parametr 174: Napětí na meziobvodu

263	0x20A3	Heat sink temp.	[Deg]	32.4	Immed.	Vol.
-----	--------	-----------------	-------	------	--------	------

Obrázek 4.18: Parametr 263: Teplota bloku chladiče

264	0x20A4	Motor temp.	[Deg]	61.2	Immed.	Vol.
-----	--------	-------------	-------	------	--------	------

Obrázek 4.19: Parametr 264: Teplota motoru

411	0x704E	Igbt UH chip temperature	[deg]	48.6	Immed.	Vol.
412	0x704F	Igbt UL chip temperature	[deg]	52.2	Immed.	Vol.
413	0x7050	Igbt VH chip temperature	[deg]	50.2	Immed.	Vol.
414	0x7051	Igbt VL chip temperature	[deg]	54.1	Immed.	Vol.
415	0x7052	Igbt WH chip temperature	[deg]	53.3	Immed.	Vol.
416	0x7053	Igbt WL chip temperature	[deg]	55.2	Immed.	Vol.

Obrázek 4.20: Parametr 411-416: Teplota IGBT

Po zaznamenání těchto hodnot je kompresor nutné vypnout a odpojit od napájecí sítě. Po deseti minutách, kdy dojde k úplnému vybití meziobvodu, se odpojí motorové kabely, vysune se řídicí deska měniče a bezpečně se uloží. Následně se sejme krycí deska měniče, pod kterou je uložena výkonová a řídicí část.



Obrázek 4.21: Sejmutí krytu

4.3.2 Měření na usměrňovači

Na připraveném měniči dle předchozího kroku je možné začít měřit první výkonovou část, a to usměrňovač.



Obrázek 4.22: Usměrňovací část měniče

Pro měření vstupních tyristorů se připojí multimetr dle postupu, který je popsán v předchozí části a naměřené hodnoty se vyhodnotí s předepsanou hodnotou. Na následujících

fotografiích 5.23 jsou vidět připojené sondy k obvodu vstupních tyristorů v propustném směru a správná referenční hodnota.



(a) První blok: Tyristor v propustném směru



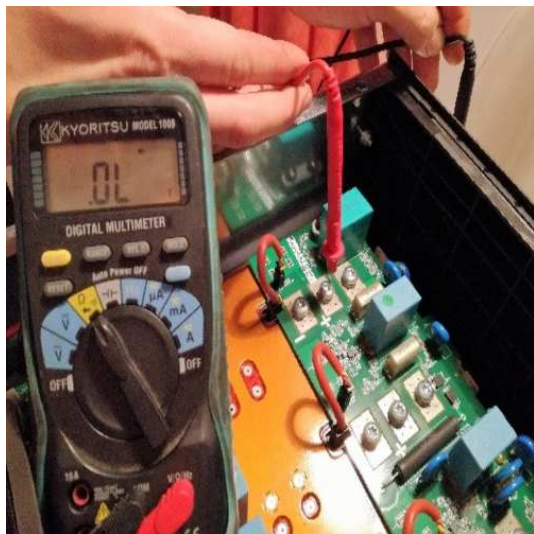
(b) Druhý blok: Tyristor v propustném směru



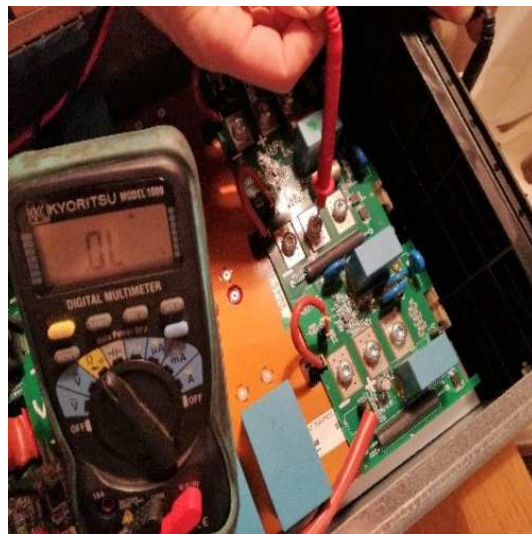
(c) Třetí blok: Tyristor v propustném směru

Obrázek 4.23: Měření vstupních tyristorů

Na těchto fotografiích 4.24 jsou zobrazené výsledky z měření vstupních tyristorů v závěrném směru.



(a) První blok: Tyristor v závěrném směru



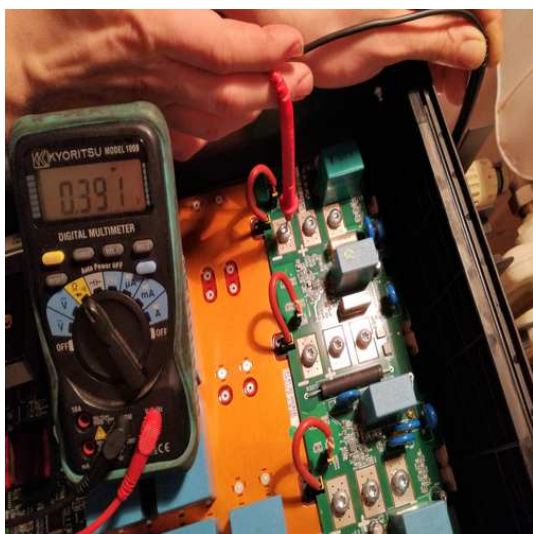
(b) Druhý blok: Tyristor v závěrném směru



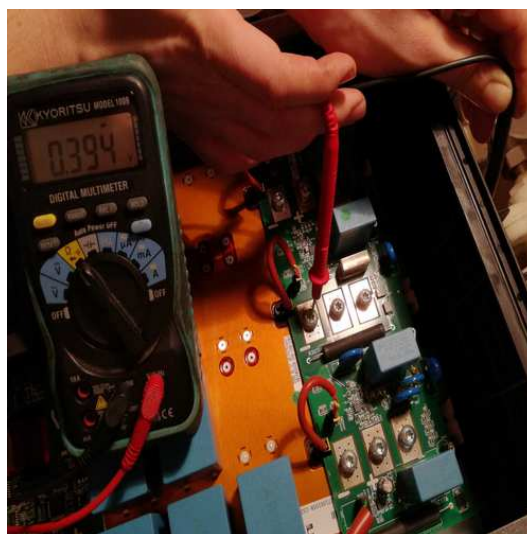
(c) Třetí blok: Tyristor v závěrném směru

Obrázek 4.24: Měření vstupních tyristorů v závěrném směru

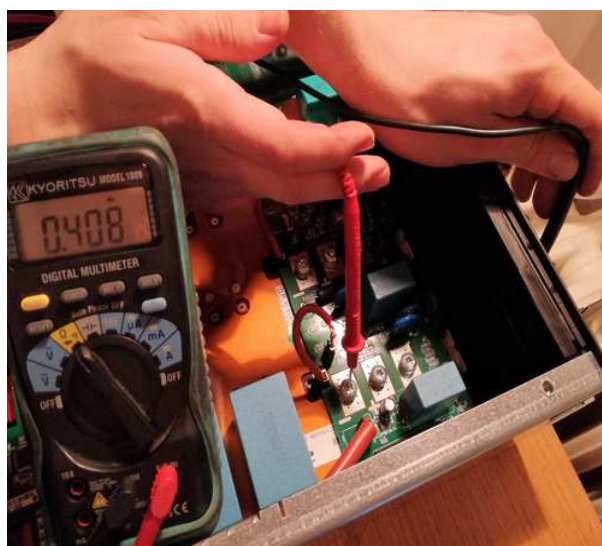
Další částí je měření usměrňovacích diod v propustném směru.



(a) První blok: Dioda v propustném směru



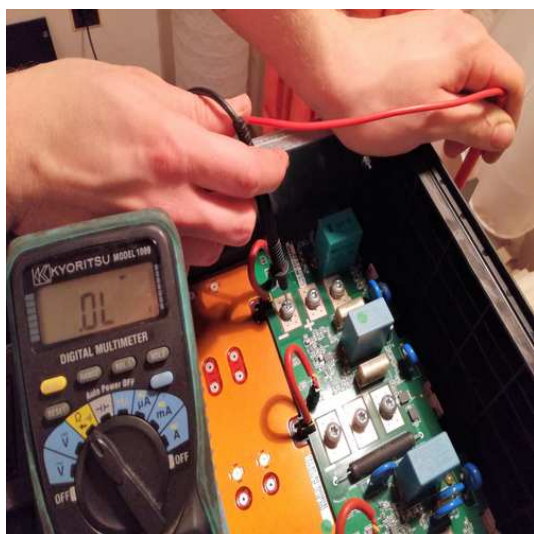
(b) Druhý blok: Dioda v propustném směru



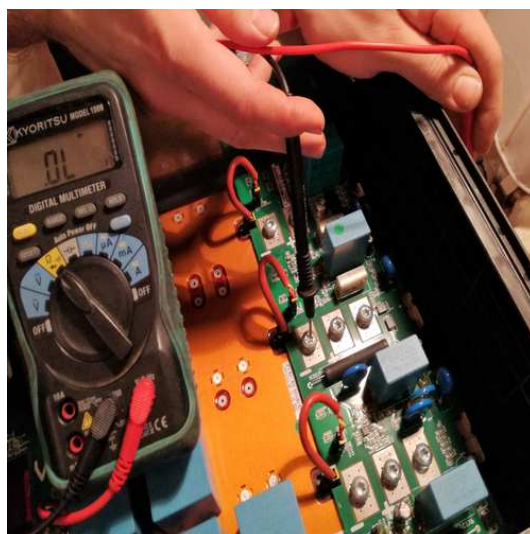
(c) Třetí blok: Dioda v propustném směru

Obrázek 4.25: Měření vstupních diod v propustném směru

Poslední částí je měření usměrňovacích diod v závěrném směru.



(a) První blok: Dioda v závěrném směru



(b) Druhý blok: Dioda v závěrném směru



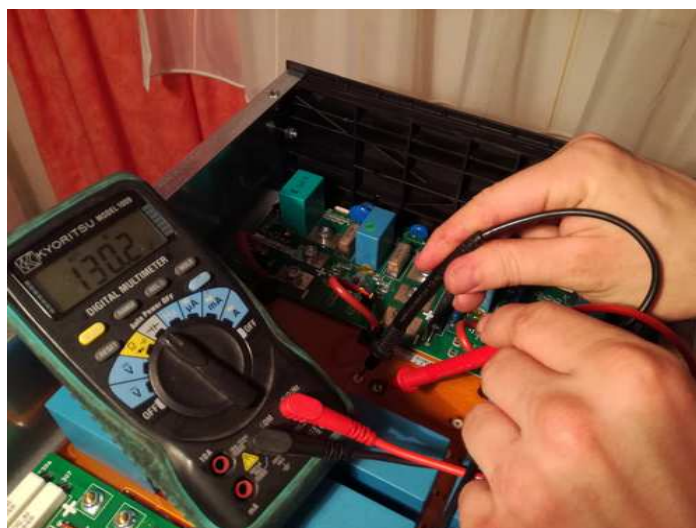
(c) Třetí blok: Dioda v závěrném směru

Obrázek 4.26: Měření vstupních diod v závěrném směru

Pokud některá naměřená hodnota neodpovídá referenčním hodnotám, je nutné kontaktovat specialistu Atlas Copco a nahlásit mu závadu, protože výrobním závodem není zatím dovolen zásah do části usměrňovače. Doporučeným postupem je výměna celého měniče za jiný kus a odeslání měniče do výrobního závodu.

4.3.3 Měření meziobvodu

Nejlépeším ukazatelem stavu meziobvodu je informace o DC - napětí na meziobvodu, které lze vyčíst z diagnostického programu Neos.exe v parametru 174 4.17. Měření kapacity na desce meziobvodu je pouze informativní, po sečtení hodnot jednotlivých kapacit získáme hodnotu, kterou je nutné naměřit multimetrem, který se přepne na měření kapacity.



Obrázek 4.27: Měření kapacity meziobvodu

Na diagnostikovaném měniči je instalováno devět kondenzátorů a každý z nich má kapacitu 15 mikrofaradů, tím pádem jejich součet je 135 mikrofaradů, ale naměřená hodnota je 130,2 mikrofaradů 4.27. Vzhledem k tomu, že se jedná o přibližné měření, je tento výsledek velice dobrý.

V případě, že je naměřená hodnota 50% z vypočtené hodnoty a nastávají výpadky v důsledku nízkého napětí v meziobvodu nebo jsou kondenzátory viditelně poškozené, je nutné opět kontaktovat specialistu Atlas Copco a celý měnič nahradit novým kusem.

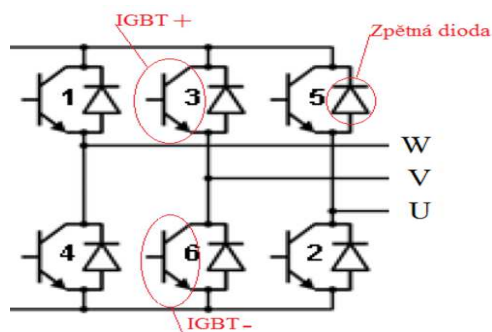
4.3.4 Měření střídače

Tato část diagnostiky je rozdělena do čtyř částí. První a druhá část se týká zpětných diod a třetí a čtvrtá samotných IGBT tranzistorů. Měření se provádí stejným způsobem jako diagnostika usměrňovače, a to multimetrem přepnutým na test diod.

Při tomto měření je opět nutné dávat pozor na elektrostatickou energii a na samotné

provedení, protože je nebezpečí poškození řídicí desky střídače.

Pro upřesnění zapojení před měřením je střídač zapojen tímto způsobem 4.28.



Obrázek 4.28: Zapojení střídače

Měření IGBT + tranzistorů



Obrázek 4.29: Měření IGBT + U

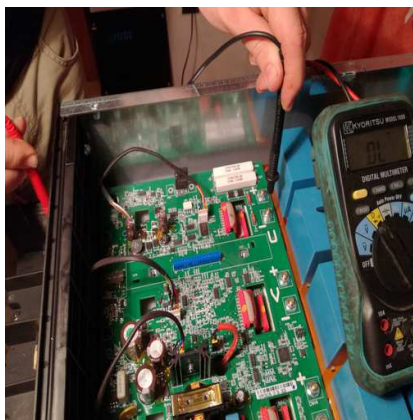


Obrázek 4.30: Měření IGBT + V

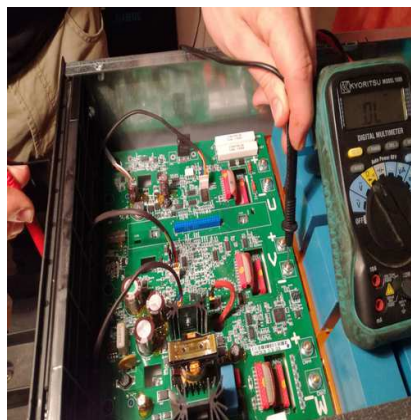


Obrázek 4.31: Měření IGBT + W

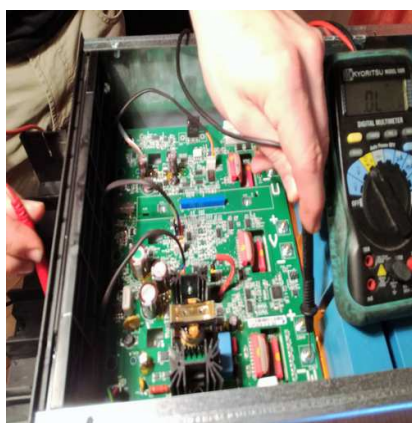
Měření IGBT - tranzistorů



(a) Měření IGBT - U



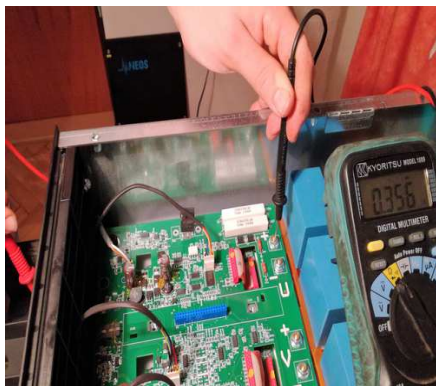
(b) Měření IGBT - V



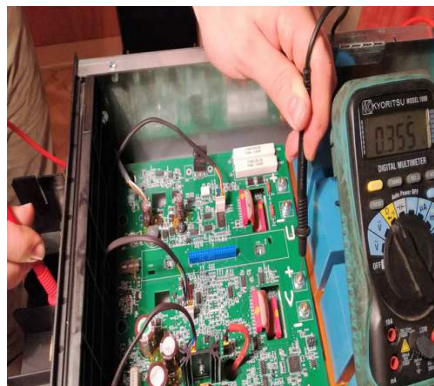
(c) Měření IGBT - W

Obrázek 4.32: Měření IGBT - tranzistorů

Měření zpětných diod v obvodu IGBT +



(a) První blok: Zpětná dioda



(b) Druhý blok: Zpětná dioda



(c) Třetí blok: Zpětná dioda

Obrázek 4.33: Měření zpětných diod v obvodu IGBT +

Měření zpětných diod v obvodu IGBT -



Obrázek 4.34: První blok: Zpětná dioda



Obrázek 4.35: Druhý blok: Zpětná dioda



Obrázek 4.36: Třetí blok: Zpětná dioda

Pokud některá naměřená hodnota neodpovídá referenčním hodnotám, je nutné kontaktovat specialistu Atlas Copco a nahlásit mu závadu, protože výrobním závodem není zatím dovolen zásah do části střídače. Doporučeným postupem je výměna celého měniče za jiný kus a odeslání měniče do výrobního závodu.

4.3.5 Dostupné náhradní díly

Tyto díly je prozatím možné v případě poruchy objednat a vyměnit.

Tabulka 4.9: Tabulka náhradních dílů

Typ měniče	Hlavní ventilátor	Interní ventilátor	Řídicí deska
ARC-D150-S	1900 5350 69	1900 5350 70	1900 5350 56
ARC-D130-S	1900 5350 69	1900 5350 70	1900 5350 56
ARC-D100-S	1900 5350 69	1900 5350 71	1900 5350 56
ARC-C80-S	1900 5350 78	1900 5350 71	1900 5350 56

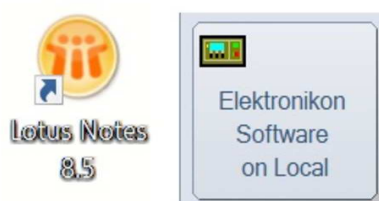
Kapitola 5

Softwarová diagnostika Neos.exe

Softwarová diagnostika je pro používání složitých frekvenčních měničů už neodmyslitelnou součástí. Díky možnostem těchto softwarů je možné pohodlně provádět uvádění do provozu, ladění PI regulátorů, diagnostikování poruch a mnoho dalších kroků, které by jinak byly velice obtížné a těžko představitelné bez grafického zobrazení. Frekvenční měnič NEOS od firmy Atlas Copco je navržen tak, že veškeré výše zmíněné činnosti je možné provádět za pomoci softwaru Neos.exe, jehož hlavní body jsou vysvětleny níže.

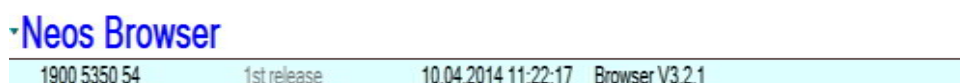
5.1 Instalace a nastavení software Neos.exe

- V programu Lotus Notes se otevře databáze Elektronikon Software.



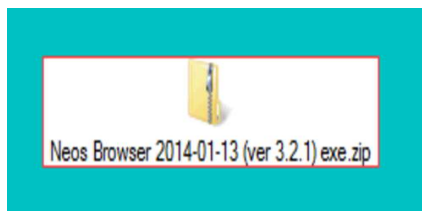
Obrázek 5.1: Lotus Notes

- V záložce Programs se zvolí Neos Browser a soubor se otevře.



Obrázek 5.2: Záložka programs

- Z této záložky se dále uloží .zip soubor na pevný disk PC a následně se rozbalí do stejnojmenné složky.



Obrázek 5.3: Složka souboru Neos.exe

- Dále se spustí program ikonou Neos.exe.



Obrázek 5.4: Ikona souboru Neos.exe

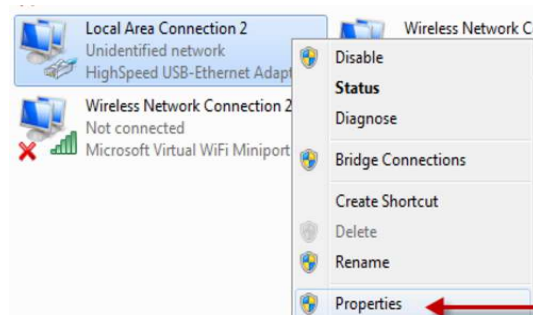
5.1.1 Připojení a nastavení komunikace

- Frekvenční měnič Neos připojíme k počítači pomocí přímého nebo kříženého datového kabelu pro ethernet. Na straně měniče se konektor RJ-45 připojí do zásuvky datového konektoru X4 na čelní straně měniče a na straně počítače do vstupu externí síťové karty USB-to-Ethernet adapter.



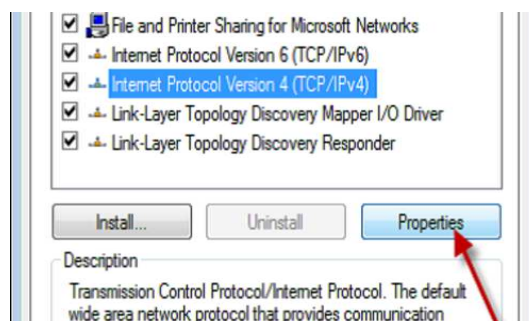
Obrázek 5.5: Externí síťová karta

- Po propojení je nutné provést konfiguraci síťového připojení.
- V ovládacích panelech na **Síť a internet** pak **Centrum síťových připojení a sdílení** pak zvolit **Změnit nastavení adaptéru** následně pak kliknutím pravého tlačítka myši na ikonu a kliknutím levého tlačítka myši na nastavení dle obrázku 5.6.



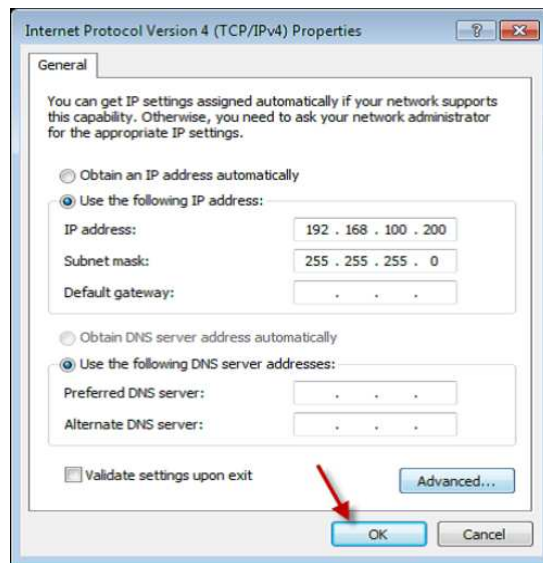
Obrázek 5.6: Změna nastavení adaptéru

- Ve vlastnostech se vybere možnost: **Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4)** a stiskne se tlačítko Vlastnosti.



Obrázek 5.7: Vlastnosti pro nastavení IP

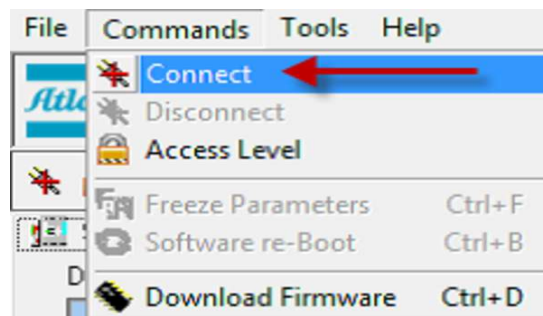
- Dále se provede nastavení dle obrázku 5.9 a nastavení se potvrdí stiskem tlačítka OK.
- IP adresa: 192.168.100.200.
- Maska podsítě: 255.255.255.0.
- Nastavení se potvrdí stiskem tlačítka OK.



Obrázek 5.8: Nastavení IP

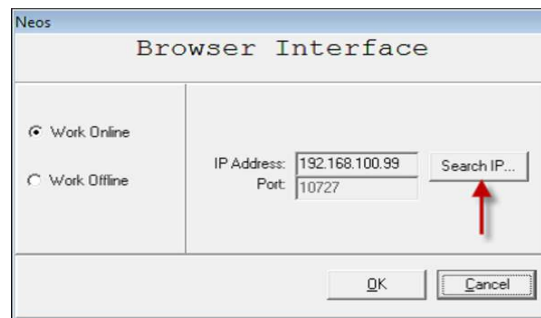
5.1.2 Online komunikace s frekvenčním měničem

- Kliknutím na ikonu Neos.exe se spustí Neos.exe
- Pro připojení měniče k softwaru je nutné otevřít záložku Commands a zvolit možnost Connect.

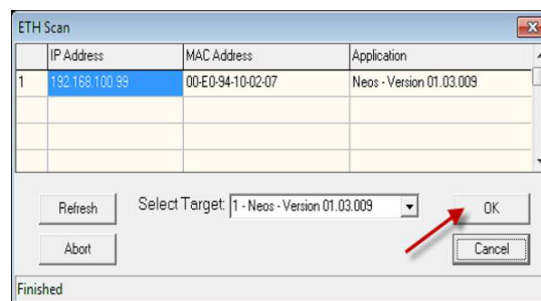


Obrázek 5.9: Volba připojení

- Po otevření okna Browser Interface se může kliknout na Search IP - tato funkce nalezne všechny připojené měniče v místní síti.

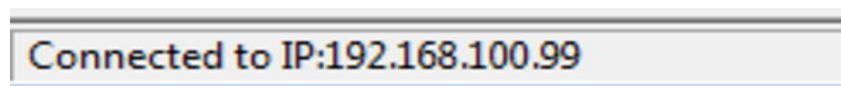


Obrázek 5.10: Vyhledání měniče pro připojení



Obrázek 5.11: Nalezené měniče v síti

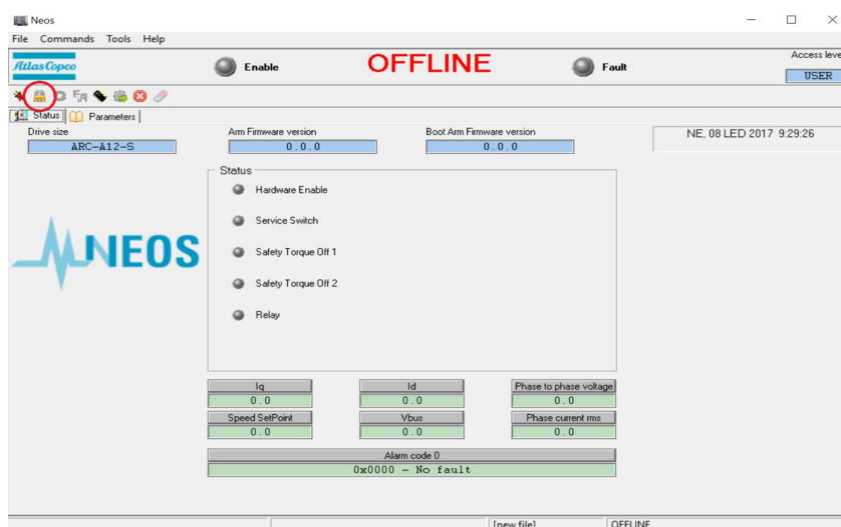
- Lze ovšem předpokládat, že ve většině případů budete připojeni jen k jednomu měniči, který má implicitní IP adresu 192.168.100.99, tento měnič se označí a klikne se OK pro jeho načtení. Po načtení se znovu klikne na tlačítko OK, měnič se připojí a ve spodní části prohlížeče se zobrazí Connected to IP:192.168.100.99 5.13.



Obrázek 5.12: Stavový řádek

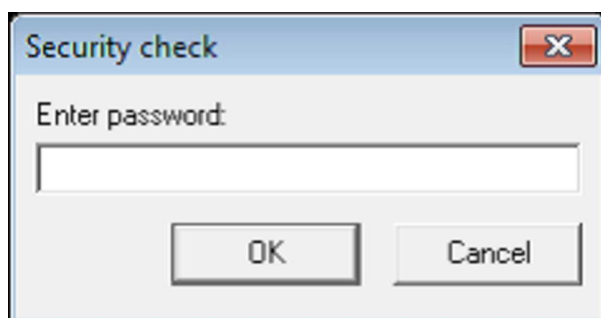
5.2 Základní využití software Neos.exe

Po úspěšném propojení měniče s Neos.exe se zobrazí úvodní obrazovka (záložka status), která podá základní a nejdůležitější informace o stavu měniče. Program umožňuje dvě úrovně přístupu, a to standardní uživatelskou s označením USER a pokročilou s označením OEM. Po spuštění programu je úroveň přístupu USER, pro její změnu je nutné kliknout na ikonu zámku.



Obrázek 5.13: Úvodní obrazovka Neos.exe

Po zobrazení okna Security check je nutné vyplnit heslo, které je stejné jako pro plný přístup k Elektronikonu MKV. Když je zadáno správné heslo, změní se přístup z USER na OEM, ve kterém je možné upravovat všechny parametry a mít přístup k pokročilým funkcím. Je ovšem nutné mít na paměti, že každá chybná změna může vést k poškození motoru nebo frekvenčního měniče.



Obrázek 5.14: Okno pro zadání hesla

Pro ovládání programu slouží horní panelová lišta s několika tlačítky.



Obrázek 5.15: Ovládací panel



Obrázek 5.16: Tlačítko pro změnu přístupu



Obrázek 5.17: Tlačítko pro znovunačtení dat



Obrázek 5.18: Tlačítko pro zmražení parametrů



Obrázek 5.19: Tlačítko pro vymazání poruch



Obrázek 5.20: Tlačítko pro spuštění a vypnutí manuálního řízení

V záložce Parameters se nachází výpis všech parametrů, které jsou zařazené do jednotlivých kategorií dle jejich funkce.

ID	CAN	Name	Unit	Value	Effect	Save
101	0x2001	Drive size	[Hex]	ARC0100\$	Reboot	MB
102	0x2002	Arm Firmware version	[Hex]	1.3.10	Immed	Vol
103	0x2003	Dsp Firmware version	[Hex]	1.3.10	Immed	Vol
204	0x2068	Boot Arm Firmware version	[Hex]	1.2.1	Immed	CB
241	0x2080	Parameter version	[Hex]	2.0.0	Immed	Vol
478	0x7091	Pic Firmware version	[Hex]	0.3.4	Immed	MB

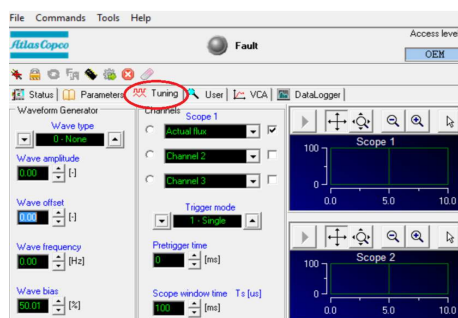
Obrázek 5.21: Parametry v Neos.exe

Každý parametr má svoje ID, které je zároveň i číslem parametru, to znamená, že například parametr P121 Acceleration má ID 121.

Údaj CAN je označení parametru pro přenos dat komunikací CAN. Value je hodnota parametru, barevně je rozdělena do dvou skupin. Okrová barva označuje parametry, které lze editovat a po stisku tlačítka zmrazení dojde k tomu, že nastavená hodnota po odpojení napájecího napětí nebude přepsána na původní hodnotu. Fialová barva znamená, že parametry jsou načítány a nelze je editovat, jedná se o měřená data nebo o systémové informace. Sloupec effect a save znamenají, kdy se projeví nastavená změna:

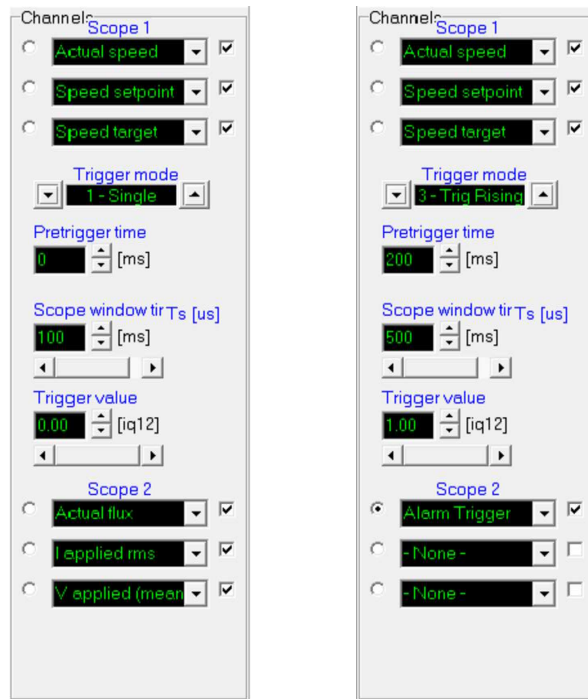
- Immediate - změna se projeví okamžitě.
- Reboot - změna se projeví po restartu zařízení.
- CB - parametr je uložen v řídicí kartě.
- MB - parametr je uložen v hlavní kartě.

Po přepnutí do úrovně OEM dojde k odemčení dalších vlastností této diagnostiky. V záložce **Tuning**, se zobrazí dvě oscilografické obrazovky a panel Waveform Generator, který slouží pro simulaci průběhů, aby bylo možné provádět ověření reakcí na určitý funkční stav. Panel Channels slouží pro zvolení požadovaných funkcí, které se mají provádět.



Obrázek 5.22: Záložka Tuning v Neos.exe

První příklad nastavení zobrazí na obou obrazovkách zvolené hodnoty v čase 100 ms. Druhý příklad zobrazí v prvním okně zvolené hodnoty a v druhém okně chybový stav, který nastane v čase 200 ms a dosáhne hodnoty 1.

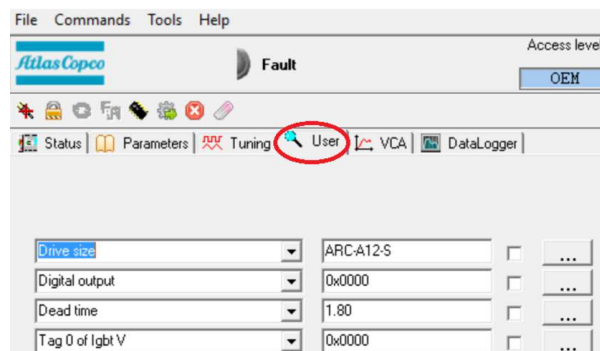


(a) První příklad nastavení channels

(b) Druhý příklad nastavení channels

Obrázek 5.23: Příklady využití záložky tuning

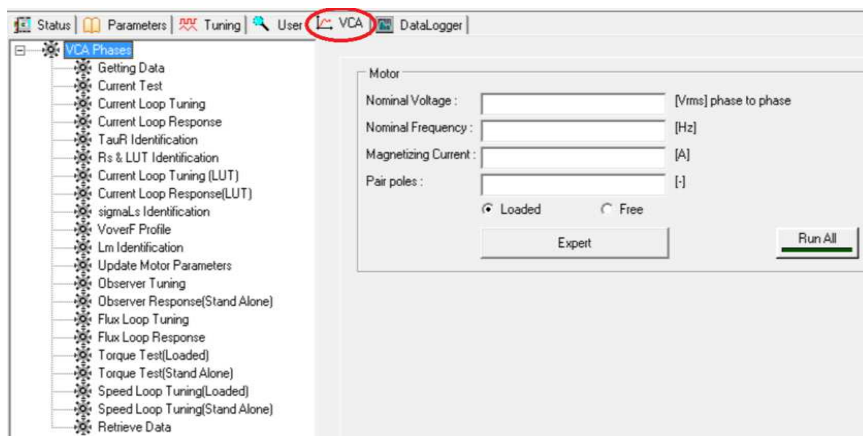
Záložka **User** slouží k rychlejší úpravě a monitorování vybraných parametrů, tyto parametry jsou načítány rychleji, a to buď manuálně, nebo automaticky.



Obrázek 5.24: Záložka User v Neos.exe

Záložka **VCA** soužij jako automatické ladění frekvenčního měniče k určitému motoru.

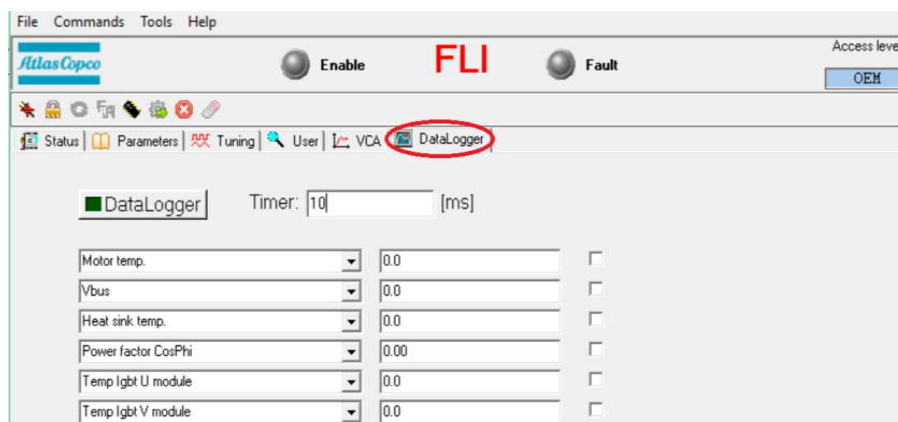
Pro použití je nutné znát hodnoty ze štítku motoru a vyplnit je do textových polí a vybrat možnost, jestli je motor bez zátěže „Free“ nebo s kompresorovým elementem „Loaded“. Následně se stiskne tlačítko Run All viz obrázek 5.25. Po proběhnutí procesu dojde k optimalizaci parametrů, jejichž detaily jsou vypsané v jednotlivých záložkách vlevo.



Obrázek 5.25: Záložka VCA v Neos.exe

Poslední záložkou je **DataLogger**, která slouží ukládání naměřených hodnot u vybraných dějů, které probíhají na měniči. Rychlost vzorkování si zvolíme v poli Timer. Po nastavení času se stiskne tlačítko DataLogger, které spustí záznam.

Výsledná data jsou uložena v adresáři, ze kterého je spouštěn Neos.exe a soubor má příponu **.csv**. Tento soubor je možno otevřít například v software Excel, který je součástí MS-Office, eventuálně v aplikaci poznámkový blok, která je součástí operačního systému Windows.



Obrázek 5.26: Záložka DataLogger v Neos.exe

Kapitola 6

Závěr

V této absolventské práci byli splněny všechny požadavky firmy Atlas Copco s.r.o. a veškeré zadané cíle, které jsou uvedené v zadání práce. Autor práce vytvořil ucelenou příručku pro diagnostiku frekvenčních měničů, která bude pro firmu Atlas Copco s.r.o. a servisní techniky velkým přínosem, protože zrychlí a standardizuje běžné servisní úkony a diagnostiku případných závad na frekvenčních měničích. V práci jsou vysvětleny všechny důležité informace o funkci, připojení a provozu frekvenčních měničů. Větší pozornost je věnovaná modelu Neos, který bude v průběhu několika let ve firmě Atlas Copco nejpoužívanější. V této příručce se podařilo stanovit bezpečný postup pro základní diagnostiku výkonové části, která je v praxi nejvíce používána, a to včetně podrobného vysvětlení softwarové diagnostiky Neos.exe.

Zvolené téma práce je velice složité, rozsáhlé a neustále se obměňující, proto bude nutné ji dále aktualizovat a upravovat její rozsah, aby byla stále aktuální a v praxi použitelná.

Literatura

- ABB (2007), *Frekvenční měniče ACS800-07 45 až 560 kW Technická příručka*, Praha: ABB s.r.o.
- ABB (2009), *Uživatelská příručka Frekvenční měniče ACS310*, Praha: ABB s.r.o.
- ALLEN-BRADLEY (2009), Powerflex-7000[online]. [cit. 2016-10-9], [⟨http://http://ab.rockwellautomation.com/drives/medium-voltage/powerflex-7000⟩](http://http://ab.rockwellautomation.com/drives/medium-voltage/powerflex-7000).
- BARGMEYER, J. A BURGHARDT, M. (2014), *Facts worth knowing about frequency converters*, Dánsko: Danfoss.
- BERNAT, P. (2006), Negativní vlivy měničů frekvence na asynchronní motor, (Diplomová práce), VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava.
- ŠEDIVÝ, V. (2009), *Elektromagnetická kompatibilita*, Sezimovo Ústí: VOŠ,SS, COP.
- JELÍNEK, R. (2005), Frekvenční měniče - EMC a použití příslušenství[online]. [cit. 2017-02-19], [⟨http://elektro.tzb-info.cz/elektromotory-pohony-a-stroje/2953-frekvencni-menice-emc-a-pouziti-prislusenstvi⟩](http://elektro.tzb-info.cz/elektromotory-pohony-a-stroje/2953-frekvencni-menice-emc-a-pouziti-prislusenstvi).
- KŘIVANEC, V. (2013), Detekce samoregenerace foliového kondenzátoru, (Diplomová práce), Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň.
- NOVÁK, J. (2005), Frekvenčně řízené elektrické pohony a jejich elektromagnetická kompatibilita[online]. [cit. 2017-02-11], [⟨http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/frekvencne-rizene-elektricke-pohony-a-jejich-elektromagneticka-kompatibilita-13558⟩](http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/frekvencne-rizene-elektricke-pohony-a-jejich-elektromagneticka-kompatibilita-13558).
- VONDRÁŠEK, F. (2003), *Měniče s vlastní komutací a bez komutace*, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 80-7082-980-X.

YASKAWA (2009), *YASKAWA AC Drive A1000*, Japan: YASKAWA ELECTRIC CORPORATION.

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

K této práci je přiloženo CD/DVD s následující adresářovou strukturou.

- Absolventská práce v \LaTeX 2 ϵ
- Fotodokumentace
- Protokol o kontrole měniče NEOS.pdf – Protokol o servisní prohlídce ve formátu PDF, který je určený pro servisní techniky firmy Atlas Copco.
- Kosik_AP_2016_2017.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

L^AT_EX 2_ε [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

TeXstudio [⟨http://www.texstudio.org/⟩](http://www.texstudio.org/)

Image Converter Plus [⟨https://www.imageconverterplus.com/⟩](https://www.imageconverterplus.com/)

Microsoft Office: Word [⟨http://www.microsoft.com⟩](http://www.microsoft.com)

Neos Browser [⟨http://www.atlascopco.com⟩](http://www.atlascopco.com)

Greenshot [⟨https://sourceforge.net/projects/greenshot/⟩](https://sourceforge.net/projects/greenshot/)

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, nebo jeho licenci toho času vlastní Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor téhož času studoval a vytvořil tuto absolventskou práci.

Příloha C

Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
Vytvoření zadání absolventské práce	2 týdny	30.06.2016	5.06.2016
Výběr vhodného frekvenčního měniče pro diagnostiku	3 měsíce	30.09.2016	20.09.2016
Příprava odborných textů	3 měsíce	31.12.2016	31.12.2016
Popsání vlivu F.M. na okolní prostředí	1 měsíc	31.01.2017	15.2.2017
Návrh postupů pro diagnostiku	1 měsíc	28.2.2017	24.2.2017
Provedení názorné a zdokumentované diagnostiky	2 týdny	15.3.2017	12.3.2017
Popis funkce SW Neos.exe	2 týdny	22.03.2017	22.3.2017
AP: kompletní text včetně vazby	7 týdnů	10.05.2017	5.5.2017