České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra řídicí techniky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Průmyslové modely a měření

Vypracoval: Jiří Kos

Vedoucí práce: Ing. Jindřich Fuka

České vysoké učení technické v Praze - Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky *Školní rok:* 2005/2006

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Jiří Kos

Obor: Technická kybernetika

Název tématu: Průmyslové modely a měření

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s programovatelnými automaty ControlLogix firmy Rockwell Automation a jejich komunikačními linkami.
2. Podílejte se na přepracování modelu „Polohovacího zařízení" se zaměřením na programové vybavení, vizualizaci zařízení a internetovou prezentaci modelu. Navrhněte a realizujte vhodný přenosný zdroj pro PAC ControlLogix s možností vestavěného napájení 12V a 24V pro externí zařízení. Realizujte nové připojení výše zmíněných modelů.
3. Seznamte se s měřícím modulem Entek XM-120 a s principy měření vibrací. Vytvořte model s použitím měřícího modulu, realizující měření vibrací s možností vzdáleného sledování měřených dat pomocí průmyslové sítě DeviceNet. Demonstrujte možnosti detekce poruch zařízení.
4. Připravte typické úlohy s dokumentací pro výuku programovatelných automatů. Základní zadání zpracujte též angličtině.

Seznam odborné literatury: firemní manuály Rockwell Automation

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jindřich Fuka

Termín zadání diplomové práce: zimní semestr 2005/2006 (změna zadání: 8.12.2006)

Termín odevzdání diplomové práce: leden 2007

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry

L.S.

v zast.

prof. Ing. Zbyněk Škvor, CSc.
děkan

V Praze dne 11.12.2006

Prohlášení

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

V Praze dne: 19.1.2007 Podpis: Jiří Kos

Poděkování

Velmi rád bych na tomto místě poděkoval pánům ing. Jindřichu Fukovi a ing. Františku Vaňkovi, bez jejichž cenné pomoci, rad a nápadů by má diplomová práce nemohla vzniknout, a panu Ladislavu Čmelíkovi za pomoc při konstrukci modelu.

Dále bych rád poděkoval všem, kteří mě celou dobu studia a vytváření diplomové práce podporovali, jmenovitě mým rodičům, přítelkyni Kristýně Neprašové a kolegovi Michalu Rohovi.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá modely vhodnými pro výuku programovatelných automatů se zaměřením na dodržení otázek bezpečnosti celého systému včetně modelů - řeší především otázky napájení. Pro výuku základů programování logických automatů se jako nejvhodnější ukázal jednoduchý model polohovacího zařízení, který umožňuje jak logické, tak i analogové řízení. V diplomové práci je popsána jeho konstrukce a byly vytvořeny materiály pro podporu studia. Dále je věnována pozornost inteligentnímu senzoru a jsou rozebrány způsoby měření vibrací. K tomuto účelu byl vytvořen přípravek umožňující měření vibraci při použití počítačového pevného disku jako akčního členu. Oba modely jsou řízené pomocí programovatelného automatu ControlLogix. První je připojen lokálně, druhý pak spravuje data vzdáleně pomocí sítě DeviceNet.

Abstract

This diploma thesis is engaged in industrial models suitable for studying programmable controllers. It focuses in a meeting a question of safety of all the system including models – in preference it solves the power supply. For studying the basic principles of programming of logical controllers it has shown the simple model of position device to be the best choice which enables the logical and analog controlling. Its building with prepared studying materials is also described in the thesis. Then the attention is dedicated to intelligent sensor and we also describe ways of the vibration measurement. Due to this purpose there was built the model which we can measure the vibrations on. As an actuating device, there is the PCs hard disk used. Both models are controlled by a programmable controller ControlLogix. The former is connected directly to the PLC and the latter uses the DeviceNet connectivity.

Obsah

Část první – Programovatelné automaty 1

1.1 Úvod 1

1.2 ControlLogix 2

1.2.1 Moduly systému ControlLogix 3

1.2.2 ControlBus 6

1.3 DeviceNet 6

1.3.1 Fyzická vrstva 7

1.3.2 Linková vrstva 8

1.3.3 Síťová a transportní vrstva 8

1.3.4 Vyšší vrstvy OSI a Aplikační vrstva 9

1.4 ControlNet 9

1.5 EtherNet/IP 10

1.6 RSLogix 5000 11

1.6 RSView32 11

Část druhá – Polohovací zařízení 13

2.1 Úvod 13

2.2 Popis stavu přebíraného modelu 13

2.3 Design navrhovaného zařízení 14

2.4 Pohyblivá část 15

2.5 Uložení motoru 16

2.6 Polohové snímače 16

2.7 Obvod řízení motorku 18

2.8 Obvod spínání motorku 19

2.9 Systém přepínačů, tlačítek a LED diod 21

2.10 Segmentový LED displej 21

2.11 Napájení modelu 22

2.12 Konstrukce napájení modelu a PLC 23

2.13 Návrh stojanu PLC 24

2.14 Výstupní konektor 25

2.15 Realizace zařízení 26

2.16 Funkce polohovacího zařízení 26

2.17 Základní programovací funkce 27

2.18 Pokročilé programovací funkce *27*
2.19 Velmi pokročilé funkce *28*
2.20 Vizualizace 28
2.21 Nastavení OPC Serveru 29
2.22 Vizualizace v RSView 32 30
2.23 Prezentace na webových stránkách 32
Část třetí – Entek XM 120 33
3.1 Úvod 33
3.2 Co to vibrace jsou 33
3.3 Vyhodnocování vibrací 33
3.3.1 „Envelope Method“ pro detekci *34*
3.4 Základní seznámení s modulem 34
3.4.1 Čelní panel modulu 35
3.4.2 Zapojení napájení 35
3.5 Konfigurace modulu 36
3.5.1 Konfigurace sériovým kabelem *36*
3.6 Připojení k síti DeviceNet 37
3.7 Komunikace po síti DeviceNet 38
3.7.1 Poll message formát *38*
3.7.2 Change of State formát *38*
3.7.3 Bit-Strope formát *38*
3.8 Návrh modelu 39
3.9 Konstrukce modelu 39
3.10 Osazení modelu elektronikou 40
3.11 Napájení modelu 40
3.12 Akcelerometrický senzor 41
3.13 Měření na modelu 42
3.13.1 Měření na modelu v klidu *42*
3.13.2 Vliv okolního rušení *43*
3.13.3 Měřená data *45*
3.13.4 Měření bez zatížení *45*
3.13.5 Měření se zatížením *47*
3.14 Využití druhého snímače 49
3.15 Vizualizace 50

Část čtvrtá -Závěr **52**
4.1 Polohovací zařízení 52
4.2 Vibrační modul 53
Literatura : **54**
Seznam softwaru : **57**
A Příloha – Polohovací zařízení **58**
A 1. Polohovací zařízení fotografie 58
A 2. Připojení pinů konektoru k PLC 59
A 3. Zadání úlohy polohovacího zařízení CZ 60
A 4. Zadání úlohy polohovacího zařízení EN 62
B Příloha – Stojan PLC s napájecím zdrojem **64**
B1 Stojan se zdrojem - fotografie 64
C Příloha – Komunikace po síti DeviceNet **66**
C.1 Rozdělení bitů pro Data Formát 101 66
C.2 Rozdělení bitů pro Data Formát 102 67
C.3 Rozdělení bitů pro Data Formát 103 68
C.4 Rozdělení bitů pro Data Formát 104 69
C.5 Rozdělení bitů pro Data Formát 105 70
C.6 Rozdělení bitů pro Data Formát 106 71
C.7 – Rozdělení bitů komunikace Change of State 72
D Příloha **72**
D.1- Přiložené CD 72
E Příloha **73**
E.1- Nejčastěji používané termíny a zkratky 73

Seznam obrázků

Obrázek 1. PLC ControlLogix 2
Obrázek 2. Rozdělení jednotlivých komunikačních sítí 3
Obrázek 3. Příklady konektorů definovaných pro DeviceNet 8
Obrázek 4. Implementace CIP protokolu v síti Ethernet/IP 10
Obrázek 5. Původní model 14
Obrázek 6. Servomotor Hitec HS-311 16
Obrázek 7. Detail uložení pohyblivé části 16

Obrázek 8. Schéma zapojení polohového snímače 17
Obrázek 9. Rotační plíšek 17
Obrázek 10. Princip řízení motorku 18
Obrázek 11. Schéma zapojení řízení motorku 19
Obrázek 12. Schéma zapojení spínání motorku 19
Obrázek 13. Schéma celkového zapojení řídicí elektroniky 20
Obrázek 14. Segmentový LED display 22
Obrázek 15. Princip zapojení zdrojů napájení 22
Obrázek 16. Napájecí zdroj AED36 12V 2,5A 23
Obrázek 17. Stojan PLC se zdrojem 24
Obrázek 18. 37-PINový konektor 25
Obrázek 19. Aktivace OPC serveru 29
Obrázek 20. Vizualizace polohovacího zařízení 31
Obrázek 21. Měřící modul Entek XM-120 34
Obrázek 22. Popis čelního panelu Entek XM-120 35
Obrázek 23. Zapojení přívodů napájení 36
Obrázek 24. Úvodní okno XM Serial Configuration Utility 37
Obrázek 25. Kostra modelu 39
Obrázek 26. Osazený model 40
Obrázek 27. Teplotní závislost senzoru 41
Obrázek 28. Průběh spektra a trendu „v klidu“ 43
Obrázek 29. Vliv závaží na měřený signál 44
Obrázek 30. Vliv okolních počítačů na měřený signál 44
Obrázek 31. Měření disku č. 1 bez zatížení 46
Obrázek 32. Měření disku č. 3 bez zatížení 47
Obrázek 33. Zátěžové měření na disku č. 1 48
Obrázek 34. Zátěžové měření na disku č. 3 48
Obrázek 35. Vizualizace vibračního senzoru 51
Obrázek 36. Polohovací zařízení 52

Seznam tabulek

Tabulka 1. OSI-Model průmyslové sběrnice DeviceNet 7
Tabulka 2. Seznam tlačítek a přepínačů 21
Tabulka 3. Zapojení PINů výstupního konektoru 25
Tabulka 4. Připojení modulu k síti DeviceNet 37
Tabulka 5. Připojení akcelerometru 42
Tabulka 6. Seznam použitých harddisků a jejich vlastností 45

Část první

Programovatelné automaty

1.1 Úvod

Programovatelné automaty byly vyvinuty a poprvé aplikovány koncem šedesátých let v USA. Zde také vzniklo jejich obecně rozšířené označení PLC (Programmable Logical Controller) [3].

Původní využití bylo k programovému řešení jednoduchých logických úkolů, dnes je jejich použití mnohem širší. PLC umožňují provádět kromě základních logických funkcí i matematické operace, přesuny bloků dat, zpracovávat spojité signály, signály ze speciálních zařízení (např. CCD kamera, impulsní snímače polohy, selsyny, atd.). Často jsou součástí většího řídicího celku, tzv. distribuovaného řídicího systému, jehož jednotlivé součásti jsou propojeny soustavou sítí.

Použití PLC je velmi široké, od jednoduchých zařízení realizujících logické funkce např. při řízení kotelen a klimatizačních jednotek, přes aplikace ve sklářském a potravinářském průmyslu, až po PLC zabudované jako subsystém v CNC systémech pro řízení obráběcích strojů.

V dnešní době, kdy je na řízení kladen stále větší důraz a roste i složitost řízených algoritmů, se již vývoj programovatelných automatů přesunul z klasických PLC a novou řadu automatů již označovaných PAC (Programmable Automation Controller).

Hlavním předpokladem, který je na PLC i PAC kladen, je spolehlivost.

1.2 ControlLogix

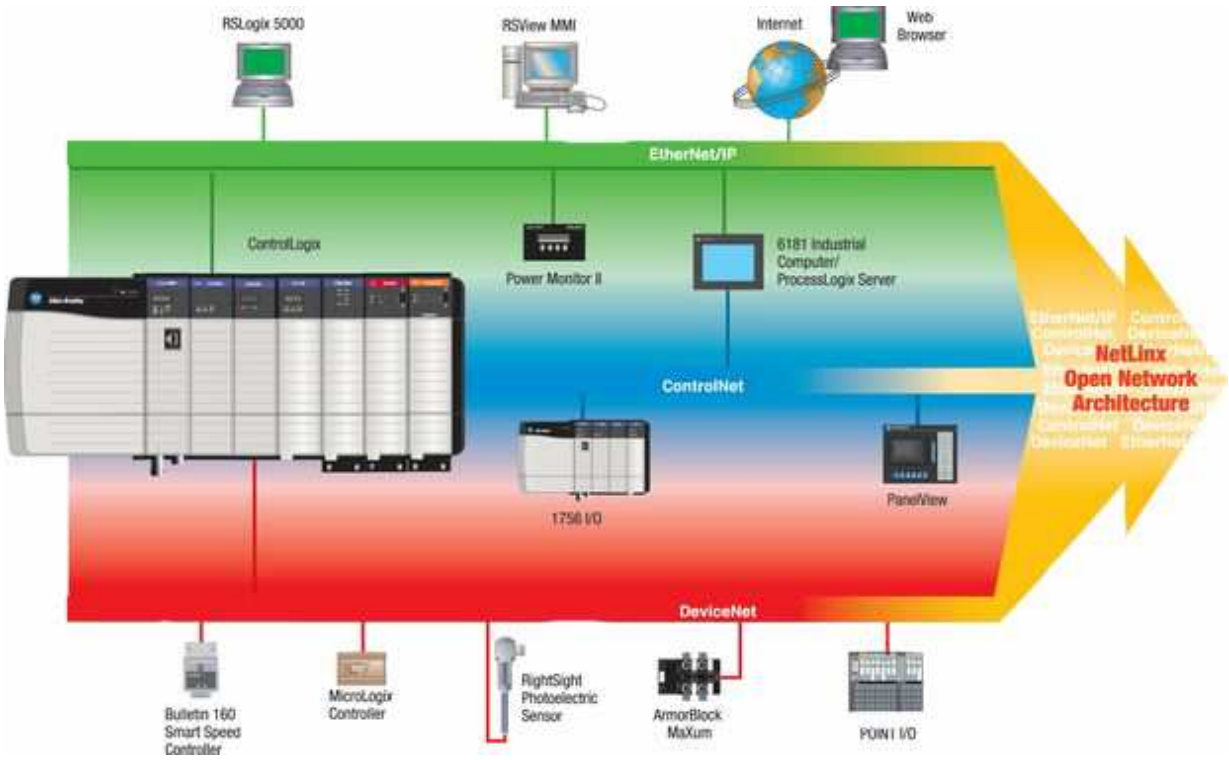
ControlLogix je modulární řídicí systém, který pro vnitřní komunikaci nevyužívá obvyklou architekturu typu Master-Slave, ale zavádí nový typ architektury sběrnice nazývaný ControlBus neboli „producent/konzument“ [2]. Podrobnější informace o sběrnici ControlBus lze najít v kapitole 1.2.1.

Obrázek 1. PLC ControlLogix

Výčet hlavních atributů systému ControlLogix:

- efektivní a rychlá výměna dat mezi moduly po vnitřní sběrnici ControlBus,
- počet modulů-procesorů v jednom šasi je neomezen (resp. omezen pouze výkonem napájecího zdroje),
- libovolná pozice všech modulů v šasi,
- možnost moduly vkládat do šasi i vyjímat je z něj pod napětím za provozu,
- realizace diagnostiky vnějších I/O obvodů (v „technologii“) speciálními moduly,
- možnost modulů vybavit svá data časovou značkou (systémové hodiny),
- funkce sekvenčního řízení, polohování a řízení pohonů integrované v jednom procesoru.

Velikost samotného šasi automatu se volí dle potřeby. Standardně je osazeno čtyřmi až sedmnácti volnými pozicemi pro připojení vstupních a výstupních komunikačních modulů. Jediným limitujícím faktorem je tak vlastní napájecí zdroj. Automat může být napájen jak střídavým (120-230 V), tak stejnosměrným (16–32 V) napětím. Pro další rozšiřování automatu o I/O jednotky lze využít vzdálené připojení prostřednictvím sítí DeviceNet, ControlNet, nebo jiných [2] [11].



Obrázek 2. Rozdělení jednotlivých komunikačních sítí

1.2.1 Moduly systému ControlLogix

Periferní jednotky jsou softwarově konfigurovatelné a jejich konfiguraci provádí procesor. Bezprostředně po nahrání programu do procesoru začne procesor vyhledávat „své“ moduly. V tomto okamžiku provádí „poll“, tj. periodické obvolávání periferií známé z architektury master/slave. Jakmile procesor jednotku nalezne, nahraje do ní konfigurační data určující chování I/O jednotky (způsob komunikace/perioda, časové značky, diagnostika atd.) a současně se stává jejím

vlastníkem. Od toho okamžiku také začne jednotka sama vysílat data a procesor - vlastník k ní přistupuje dle jejího charakteru a nastavení.

Přestože je jednotka například producentem dat a sama komunikuje, procesor - vlastník spojení neustále kontroluje a jeho případný výpadek signalizuje nastavením příslušné proměnné i stavem LED diody „I/O“ na svém čelním panelu.

Počet modulů, se kterými může procesor - vlastník komunikovat, je omezen počtem dostupných “připojení“, které definují komunikační cestu. Procesory řady ControlLogix mohou obsloužit až 250 takových připojení. Potřeba připojení též závisí na jeho typu, tedy při individuálním spojení (řídící lokální moduly) je potřeba nejméně jedno připojení pro každý modul. Pro jednotlivé vzdálené I/O je možné volit též blokově optimalizovanou komunikací, kde pro jeden blok I/O stačí pouze jedno spojení, jehož podmínkou je shodné RPI pro všechny moduly v bloku.

Sdílení I/O jednotek je možné dvěma způsoby. V konfiguraci je nastaven některý z „listen only“ módů, který umožňuje dalším procesorům odečítat data určená procesoru - vlastníkovi. Toho se využívá u výstupních jednotek k zachytávání tzv.“echa“. Protože je vysílání dat přerušeno v okamžiku ztráty spojení s procesorem - vlastníkem (vypnutí, chyba,...), používá se pro sdílení vstupních jednotek režimu vícenásobného sdílení. To spočívá v tom, že více procesorů jako vlastník vstupní jednotky. Podmínka je, že všechny procesy definují shodné nastavení modulu.

Vstupní jednotky zasílají data na ControlBus v pravidelných intervalech, definovaných v RPI, tj. při změně stavu (COS), nebo v obou případech najednou. Je možné též použít tzv. časové značky. V tom případě je modul konfigurován tak, aby měl přístup k systémovým hodinám, a potom může data označit relativní časovou značkou, kdy došlo ke změně konkrétního vstupu.

Výstupní moduly umožňují také využití časových značek. Ty se v tomto případě používají k „plánování výstupů“ a způsobují vystavení informace na fyzický výstup v přesně definovaný okamžik.

Diagnostické I/O jednotky umožňují průběžně testovat vnější obvody, v případě výstupů i své silové prvky. Detekované signály o poruchách jsou schopny „zachytit“ a umožnit jejich odeslání do procesoru - vlastníka bez ohledu na dobu jejich trvání. Chybová hlášení také mohou být opatřena časovou značkou o vzniku, případně zmizení chyby.

Diagnostické vstupní moduly disponují funkcí „detekce otevřené smyčky“, kdy jednotka kontroluje průchod zbytkového proudu smyčkou (ve stavu logická 0), případně funkcí „detekce ztráty napájení“, kdy jednotka na některém vstupu registruje pokles napětí pod definovanou mez.

Diagnostické výstupní moduly jsou vybaveny několika diagnostickými funkcemi. Kontrolou zbytkového proudu výstupu detekují „ztrátu zátěže“. „Kontrola výstupu“ spočívá v kontrole proudu výstupu ve stavu logické 1. „Ztráta napájení“ detekuje pokles ovládacího napětí a „pulzní test“ kontroluje stav výstupních obvodů aniž by došlo k sepnutí zátěže.

Analogové I/O jednotky disponují následujícími vlastnostmi:

- relativní nebo systémová časová značka např. pro označení okamžiku načtení kanálu
- formátem:
  - plovoucí řádová čárka (IEEE 32 bitů)
  - nebo celočíselný (16 bitů)
- rozlišení:
  - vstupy 16 bitů
  - výstupy 13 (14) bitů
- vestavěné funkce:
  - škálování veličiny na fyzikální jednotky
  - alarming
  - detekce přetečení / podtečení
- kalibrace (kanál po kanále, nebo celého modulu, provádí se z RSLogix5000)

Analogové vstupy stejně jako logické komunikují v závislosti na umístění modulu (lokální rám/vzdálený rám). Číslicový filtr se nastavuje individuálně pro každý kanál, naměřené veličiny lze škálovat na fyzikální jednotky. Jednotka detekuje alarmy, přerušení smyčky i detekci skokové změny měřené veličiny.

Analogové výstupy komunikují stejně jako logické, navíc ale disponují funkcemi pro ošetření výstupů jednotlivých kanálů: rampy (omezují rychlost, s jakou se může výstup měnit při nastavení předvoleb při změně režimu procesoru, nebo jeho chybě), držení hodnoty, limity (výstup se pohybuje v předdefinovaných mezích) [1] [11].

1.2.2 ControlBus

Základní myšlenka sběrnice ControlBus vychází z architektury sítě ControlNet. Stejně jako zmíněná průmyslová síť uskutečňuje požadavky na komunikaci koordinací periodického přístupu jednotlivých zařízení k lince metodou CTDMA (*Concurrent Time Domain Multiple Access*). Jde ale o paralelní sběrnici, na niž jsou místo stanic (*nodů*) sítě připojeny moduly systému zasunuté do šasi. V praxi to znamená, že se moduly nerozlišují podle toho, zda jsou master nebo slave, ale podle toho, zda data produkují, nebo naopak spotřebovávají. Moduly mají ke sběrnici naprosto rovnocenný přístup bez ohledu na to, zda jde o procesor, komunikační jednotku nebo I/O modul.

1.3 DeviceNet

DeviceNet je standardizovaný otevřený síťový protokol pro přenos dat v průmyslových systémech, spravovaný organizací ODVA, jejímž zakládajícím členem je firma Rockwell Automation (dříve Allen-Bradley) . V současné době je podporován téměř stovkou firem vyrábějícími akční členy a snímače. Umožňuje spojení až 64 zařízení, která mohou být připojována a odpojována za chodu. Na sběrnici jsou sdruženy vodiče datové a napájecí, jeho přenosová rychlost může být

volitelná v rozsahu 124/250/500kBd. K základním vlastnostem patří také vysoká odolnost proti rušení.

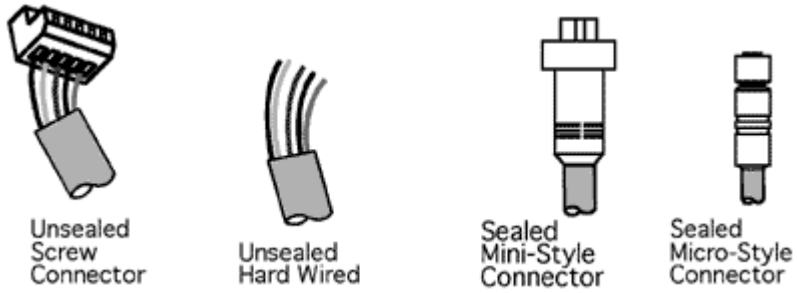
Celá myšlenka standardu DeviceNet je založena na komunikačním protokolu CAN (Cotroller Area Network), jenž byl původně vyvinut pro automobilový průmysl. DeviceNet využívá protokol CAN na úrovni druhé, tedy linkové vrstvě OSI komunikačního modelu, a standard CIP (Common Industrial Protocol) pro pátou a vyšší vrstvu OSI modelu [5] [6].

Vrstva OSI modelu	Funkce	Standard
5. Relační, 6.Prezentační a 7. Aplikační vrstva	Tvoří rozhraní k aplikačním programům, definuje profily a objekty zařízení , umožňuje přístup k proměnným definovaných ve struktuře apod.	CIP
3.a 4. Transportní a Síťová vrstva	Řídí komunikaci, určuje prioritu přístupu na sběrnici, určuje přístup uzlů k datům.	DeviceNet
2. Linková	Řídí přístup na sběrnici, vytváří a rozpoznává rámce, řídí a kontroluje chybovost přenosu.	DeviceNet / CAN
1. Fyzická	Definuje elektrické rozhraní, přenosovou rychlost, typ kabelů, typ konektorů, fyzickou topologii sítě apod.	DeviceNet

Tabulka 1. OSI-Model průmyslové sběrnice DeviceNet

1.3.1 Fyzická vrstva

DeviceNet používá pro komunikaci sběrnicovou topologii, což spočívá v centrálním vedení, ze kterého jsou vyvedeny odbočky k jednotlivým prvkům sítě. Jako vodič se nejčastěji používá „kroucená dvojlinka“ využívaná také pro napájení připojených jednotek. Tento způsob zapojení vyžaduje na obou koncích vedení zakončení rezistory (121 Ω) [5] [6].



Obrázek 3. Příklady konektorů definovaných pro DeviceNet

1.3.2 Linková vrstva

Definice této vrstvy je převážně převzata ze standardu CAN, čímž jsou specifikovány i logické úrovně signálu. Dominantní úroveň představuje logickou nulu a recesivní (trvalá neaktivní úroveň) reprezentuje logickou jedničku. Každý vysílač budí sběrnici do dominantního stavu a sběrnice se trvale nachází v neaktivní úrovni, když žádný vysílač resp. jednotka nevysílá. Vzhledem ke spjatosti se standardem CAN je i zde používána pro přístup ke sběrnici metoda CSA (Carrier Sense Access). Vyznačuje se tím, že libovolná jednotka může kdykoliv zahájit vysílání za předpokladu, že je sběrnice volná. Každé vysílající zařízení zároveň přijímá a kontroluje si tak shodu dat na sběrnici s daty, které vysílá. To zamezuje současnému vysílání více zařízení najednou. Pokud nastane současné vysílání více zdrojů, nastává tzv. prioritní rozhodování na základě 11bitového identifikátoru v Arbitration Field (rozhodovací pole). Čím má zařízení nižší číslo, tím má vyšší prioritu při přístupu na sběrnici [5] [6].

1.3.3 Síťová a transportní vrstva

V prvním kroku dojde k navázání spojení se zařízením, se kterým bude komunikace probíhat. Jako identifikátor zprávy se využívá jedenácti bitový identifikátor - propojovací číslo (Connection ID), jež unikátně definuje spojení. Rozhodující zde není adresa cíle, ale zdroje. Identifikátor je rozdělen na čtyři skupiny, definující skupiny zpráv. Zprávy skupiny jedna a tři jsou určeny k distribuci mezi více zařízeními v síti, a proto první v pořadí je číslo skupiny zprávy. Při současném

přístupu více zpráv jedna a tři na sběrnici pak rozhoduje adresa vysílajícího zařízení (MAC ID). Zprávy skupiny dva mají vyšší prioritu než zprávy tři a čtyři a jsou určeny ke komunikaci a přenosu dat peer-to-peer (uzel-uzel). Zařízení, které komunikuje, může být „Klient“, „Server“ nebo obsahovat obě tyto části. Klient komunikuje prostřednictvím žádostí poskytovatele a odpovědi příjemce, kdežto server komunikuje naopak [5] [6].

1.3.4 Vyšší vrstvy OSI a Aplikační vrstva

Na této vrstvě OSI modelu je využívám Common Industrial Protocol neboli CIP. Jedná se o objektově orientovaný protokol, kde se každý objekt skládá z atributů (data), služeb (příkazy) a chování (reakce na události). Definují se zde dva obecné typy objektů a to komunikační a aplikačně-specifikované. Výrobcům se zde nabízí definovat vlastní objekt (application-specific objects) umožňující implementovat nestandardní situace, které nejsou součástí obecné specifikace [5] [6].

1.4 ControlNet

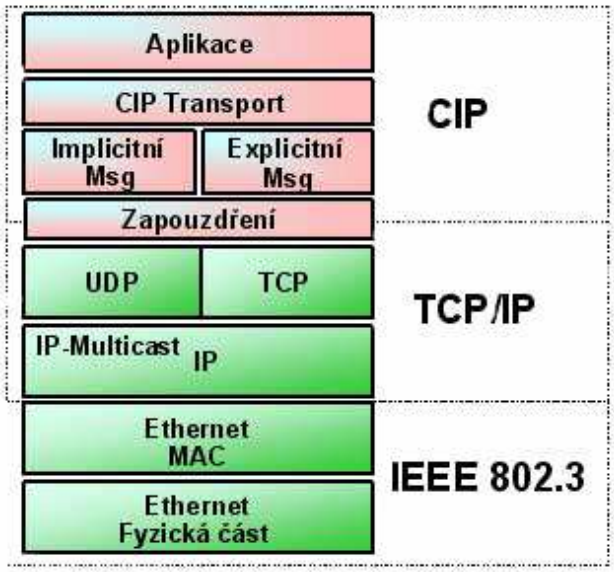
ControlNet je „síť nové generace“ definovaná firmou Rockwell Automation pro automatizaci a řízení. Síť pracuje na rychlosti až 5 Mbit/s umožňující zasílat časově kritická data deterministicky a opakovatelně. Na její chod nemá vliv počet připojených zařízení. Je zde možno určit časový okamžik odesílání dat, jenž se vlivem připojování či odpojování zařízení v síti nemění. Využívá patentované metody přístupu ke sběrnici podporujícího přenos časově kritických vstupních a výstupních dat. Ostatní přenášená data mají nižší prioritu, nemůžou tedy narušit přenos těchto časově kritických dat.

ControlNet používá pokrokový síťový model zvaný producent/konzument. Každý uzel může mít funkci odesílatele (producenta), příjemce (konzumenta) nebo obě funkce současně. Časově kritická data jsou deterministicky přenášena vysokorychlostním spojením, zatímco ostatní data jsou přenášena přes klientské serverové spojení. Silnou stránkou této sítě je, že v jednom okamžiku lze realizovat

více přístupů. Data vysílaná jedním uzlem může například přijímat více uzlů současně. Tato metoda je mnohem efektivnější než starší modely token-pass nebo master-slave [7] [8].

1.5 EtherNet/IP

Zakladatelem protokolu Ethernet/IP je opět sdružení ODVA (Open DeviceNet Vendor Association) spolu s firmou Rockwell Automation. Místo známějšího protokolu (Internet Protocol) zde zkratka IP znamená Industrial Protocol. To může způsobovat nedorozumění. Jádrem systému Ethernet/IP je protokol CIP (Common Industrial Protocol), který je základem technologie průmyslových sběrnic DeviceNet a ControlNet. Již nyní se používá v aplikacích, které nejsou kritické na čas. Pro průnik do oblasti aplikací v dynamických systémech pohonů byla vyvinuta varianta protokolu CIPsync, která zajišťuje synchronní provoz všech stanic v síti a předávání dat v reálném čase podle potřeby. Tuto synchronizaci zajišťují distribuované hodiny v každém zařízení a synchronizační protokol IEEE 1588. Extrémně přesné časování potřebné například pro pohony vyžaduje speciální hardwarové hodiny. Hodiny v zařízení označí všechny kritické zprávy časovým razítkem. Tak lze přesně specifikovat okamžik, kdy byly přečteny vstupy a kdy mají být provedeny příkazy.



Obrázek 4. Implementace CIP protokolu v síti Ethernet/IP

Tento postup vycházející z protokolu IEEE 1588 však nezaručuje přenos dat v pravý čas. Kritické zprávy jsou označeny vyšší prioritou a síť je zpracovává jako první. Všechny ostatní zprávy mají příslušnou nižší prioritu. Sítě Ethernet/IP využívají známé standardy IEEE, vysoká přesnost však v tomto případě vyžaduje, aby všechna zařízení a součásti byly vybaveny hardwarovými hodinami úzce integrovanými s obvody sítě Ethernet. Celkový výkon sítě Ethernet/IP také velmi závisí na celkovém objemu provozu v síti [10] [9] [18].

1.6 RSLogix 5000

Pro programování a vytváření projektů je určeno speciální softwarové prostředí RSLogix 5000. To slouží jak k tvorbě uživatelských programů, tak ke konfiguraci I/O jednotek (konfigurační data jsou součástí uživatelského projektu).

Procesor lze programovat:

- v reléovém diagramu (LAD)
- ve funkčních blocích (FBD)
- v sekvenčních diagramech (SFC)
- v „structured“ textu (ST)

Procesor v sobě integruje prostředky jak pro sekvenční řízení, tak pro řízení pohonů. Instrukční soubor mu umožňuje provádět hrubé řízení smyčky s výpočtem dráhy, synchronizací více os, interpolaci dráhy atd.

1.6 RSView32

RSView32 je průmyslový automatizační softwarový balík využívající architekturu otevřené platformy. Systém podporuje propojení mezi průmyslovými technologiemi a standardními programy. RSView32 je možno provozovat pod 32bitovými operačními systémy firmy Microsoft a nabízí vše potřebné pro tvorbu operátorského interface a řešení všech úloh sběru dat a řízení. Zahrnuje v sobě jak

standardní nástroje pro vytváření obrazovek, tak rozsáhlou knihovnu objektů, které lze vkládat do aplikací. Umožňuje také import grafiky z jiných aplikací, nebo přímo vložení obrázku ve formátu BMP případně WMF. Pomocí RSView32 lze také provádět animaci vytvořených objektů, a to posuvem ve vertikálním nebo horizontálním směru, rotaci, translaci a kombinace těchto posuvů. Dalšími možnostmi jsou změna velikosti a možnosti grafických úprav.

Další velmi často využívaná funkce je prostředek pro záznam dat. Ten umožňuje ukládat data v databázovém formátu DBF, což umožňuje zobrazení i zpracování dat v jiných programech (např. MS Excel).. RSView32 v sobě obsahuje velmi výkonný výstražný systém, který umožňuje nejen zobrazovat alarmy, ale i provést akci na základě tohoto alarmu (např. spustit zvuk - pomocí WAV souborů). Formulář pro zobrazení alarmů je volně programovatelný, alarmy lze filtrovat podle různých hledisek, a tím zobrazit jen nejdůležitější informace pro získání rychlého přehledu nad technologií.

RSView32 komunikuje pomocí AdvancedDDE s komunikačním software RSLinx (popř. WinLinx pro Windows). Tento software umožňuje rychlou a spolehlivou komunikaci s řídicími systémy Allen-Bradley popř. i s řídicími systémy jiných výrobců. Komunikace pomocí DDE umožňuje nejen výměnu dat mezi RSView32, ale i výměnu dat se všemi programy podporující DDE (např. Excel). Tento komunikační software také dokáže distribuovat data přes síť ethernet pomocí NetDDE, což umožňuje, že každý na podnikové síti může "vidět" popř. zasahovat do řídicího systému a tím i do technologie [11].

Část druhá

Polohovací zařízení

2.1 Úvod

Úkolem této části diplomové práce bylo spolupracovat na přepracování stávajícího modelu polohovacího zařízení. Cílem bylo zaměřit se především na zlepšení funkce celého zařízení, na vylepšení jeho designu a přepracování uložení motorku. Celý přípravek bude spojen s PLC pomocí vstupně výstupních digitálních a analogových jednotek. Následně připravit úlohu „Polohovací zařízení“ obsahující program pro PLC ControlLogix včetně vizualizace modelu a zajistit prezentaci na webových stránkách laboratoře Allen-Bradley. Zařízení bude využíváno pro základy výuky programovatelných logických automatů, pro kterou má odpovídající složitost..

Model je koncipován jako multifunkční zařízení, jenž bude sloužit k osvojení základních návyků nutných pro programování logických automatů. Obsahuje stejnosměrný motorek sloužící k pohonu rotační části, sedmi segmentový displej a soustavu tlačítek a signalizačních diod sloužících jako vstupy nebo výstupy PLC. Otáčky motoru lze řídit jak analogově tak i digitálně.

2.2 Popis stavu přebíraného modelu

Model, který jsme přebrali, byl sice ve funkčním stavu, ale jeho nedostatky byly patrné takřka na první pohled. Především celé polohovací zařízení bylo umístěno ve velmi malé plastové krabičce, která nejenže velmi znesnadňovala jeho ovládání, ale prakticky neumožňovala jakýkoliv servisní zásah do samotného zařízení nebo výměnu jednotlivých opotřebených dílů. Při jakékoliv demontáži zařízení došlo k destrukci některé jeho mechanické nebo elektrické části. Z této zkušenosti vyplynul

první požadavek na nové zařízení, a to instalace polohovacího zařízení do rozměrnější krabičky.

Při otevření stávajícího zařízení jsme zjistili také nedostatky v uložení motoru pohánějícího samotné polohovací zařízení. Celý komplet, tedy motorek, otočný kotouček a polohové snímače byl nerozebíratelně spojen. Jakákoliv oprava by opět byla prakticky nemožná. Zde vznikl další požadavek na nové zařízení tedy kompletní přepracování uložení motorku, otočného kotoučku a polohových snímačů.

Co se týče elektrického osazení starého zařízení, toto bylo vyřešeno umístěním několika menších plošných spojů osazených elektrosoučástkami. Tyto plošné spoje nebyly v přípravku nijak upevněny, ale pouze „podloženy“ výztuhami. Elektrické přívody k jednotlivým součástkám měly univerzální červenou barvu bez ohledu na určení „drátku“, což znemožňovalo jakoukoliv orientaci. Zde tedy vznikl poslední požadavek na novou verzi přípravku zlepšit vizuální elektrotechnickou kvalitu přípravku.

Obrázek 5. Původní model

2.3 Design navrhovaného zařízení

Vzhledem k požadavkům, které jsme si stanovili při podrobném zkoumání stávajícího modelu, tedy především zlepšit přehlednost a uspořádání jednotlivých

prvků, musel být přizpůsoben i výběr samotné krabičky, do které mělo být samotné zařízení umístěno. V návrhu bylo několik variant.

První byla dostatečně velká plastová krabička, do které by bylo možná umístit celé zařízení včetně plošných spojů, uložení motorku, konektoru a dalších nezbytných součástí. Ovšem tato možnost byla ve finále zavrhnuta díky nepřiměřené tloušťce budoucího zařízení, která kazila jeho vzhled.

Přišla tedy na řadu druhá varianta. Ta zněla takto: výsledný celek se bude skládat ze dvou samostatných plastových krabiček, jedné větší tvořící základnu přípravku, a jedné menší, sloužící jako kryt pohyblivé části, obě budou rozebíratelným způsobem spojeny, čímž se zajistí možný servis. Takto koncipovaný předpoklad se ukázal jako nejlepším možným řešením. Zároveň řeší i problém nevhodného uložení motorku, který bude přidělán na horní díl spodní krabičky. Horní menší krabička bude sloužit jako jeho kryt, ve kterém budou také umístěny polohové snímače a signalizační LED diody.

V horní krabičce o rozměrech 29x65x90 mm byl vysoustružen otvor o rozměru 40 mm pro možnost pozorování pohyblivé části modelu. Pro lepší přehlednost jsme jednotlivé polohy vybavili signalizačními diodami umístěnými po obvodu celého otvoru v úhlu 60 stupňů.

Ve spodní části o rozměrech 49x90x200 mm je možné nalézt zabudovaná ovládací tlačítka a spínače, programovatelné signalizační diody a v neposlední řadě je zde zabudována celá elektronika přípravku.

2.4 Pohyblivá část

Pro pohon pohyblivé části jsme zvolili malý modelářský servomotor s označením Hitec HS-311 (viz Obrázek 6) umožňující po drobných úpravách pohyb na obě strany. Úpravy spočívaly v demontáži řídící elektroniky a předělání potenciometru, který informuje o aktuální poloze motorku, jenž v původní úpravě umožňoval pohyb pouze o 270 stupňů.

Obrázek 6. Servomotor Hitec HS-311

Na tento servomotor by namontován železný disk o průměru 50 mm a tloušťce 0,5 mm s výřezem sloužícím k pohybu mezi jednotlivými optickými senzory polohy.

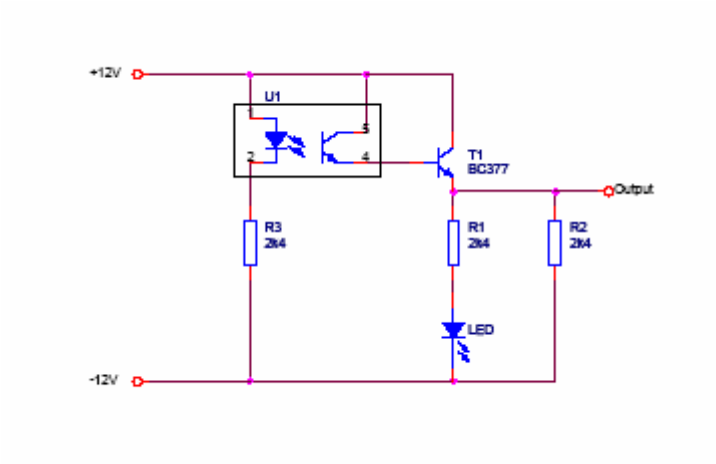
2.5 Uložení motoru

Samotný modelářský motor je uložen v otvoru vyříznutém ve spodní větší plastové krabičce (viz Obrázek 7). Takto umístěný motorek je možno prakticky kdykoliv v případě poruchy demontovat a je výrazným vylepšením původního modelu.

Obrázek 7. Detail uložení pohyblivé části

2.6 Polohové snímače

Na snímání aktuální polohy pohyblivého železného disku byly použity snímače založené na optickém principu. Snímač funguje jako optická závora, která má na jedné straně infračervenou LED diodu a na druhé straně snímače je fototranzistor.



Obrázek 8. Schéma zapojení polohového snímače

V případě, kdy je štěrbina na rotačním plíšku (viz Obrázek 9) natočena přesně v místě senzoru, dojde k osvětlení fototranzistoru, a tím k jeho otevření a průtoku proudu. To způsobí také otevření tranzistoru T1, což již zapříčiní, že na výstupu se objeví napětí 24 V použitých ke sepnutí vstupu PLC a zároveň dojde k rozsvícení signalizační LED diody.

Obrázek 9. Rotační plíšek

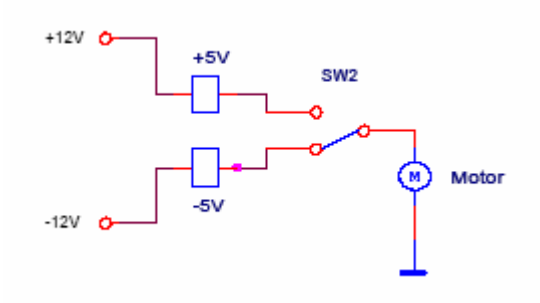
Celá elektronika snímačů je napájena na samostatném universálním plošném spoji. Jelikož jsou zde napájeny i samotné optické snímače, slouží tento plošný spoj také k vymezení distanční vzdálenosti mezi snímačem a otočným plíškem. Vzhledem k nutnosti umožnit případný servisní zásah, byl plošný spoj s pevně napájenou elektronikou rozdělen na dvě části, čímž je umožněno pozdější rozebrání bez nutnosti jakýmkoliv způsobem zasahovat do elektroniky motorku nebo do samotného motorového uložení.

Důležitým upozorněním zde může být, že díky zbytkovému světlu, které může dopadat na otočný plíšek, je nutné aby optické senzory byly umístěny svítící diodou dolů. Omezí se tím možnost nechtěného sepnutí senzoru.

2.7 Obvod řízení motorku

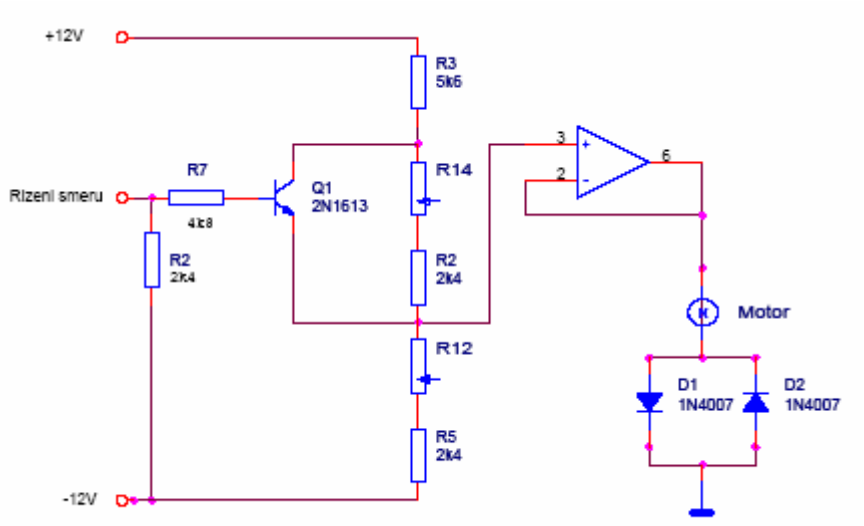
Celý návrh řízení byl koncipován tak, aby bylo umožněno manuální řízení stiskem definovaného tlačítka i digitální řízení pohybu včetně řízení směrů pohybů signály z PLC.

Celý model polohovacího zařízení je napájen pomocí ±12 V, ovšem napájecí napětí motorku je ±5 V. Proto bylo nutné vytvořit obvod, který toto napětí upravuje na požadovanou hodnotu. Přepínáním polarity napětí je umožněn pohyb na obě strany.



Obrázek 10. Princip řízení motorku

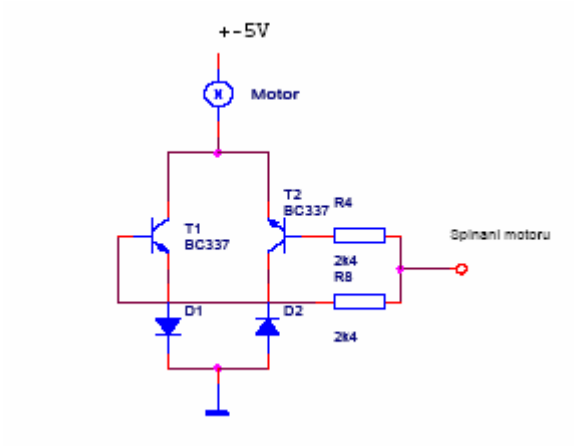
Pro řízení motorku byl tedy navržen elektronický obvod umožňující pohyb oběma směry.



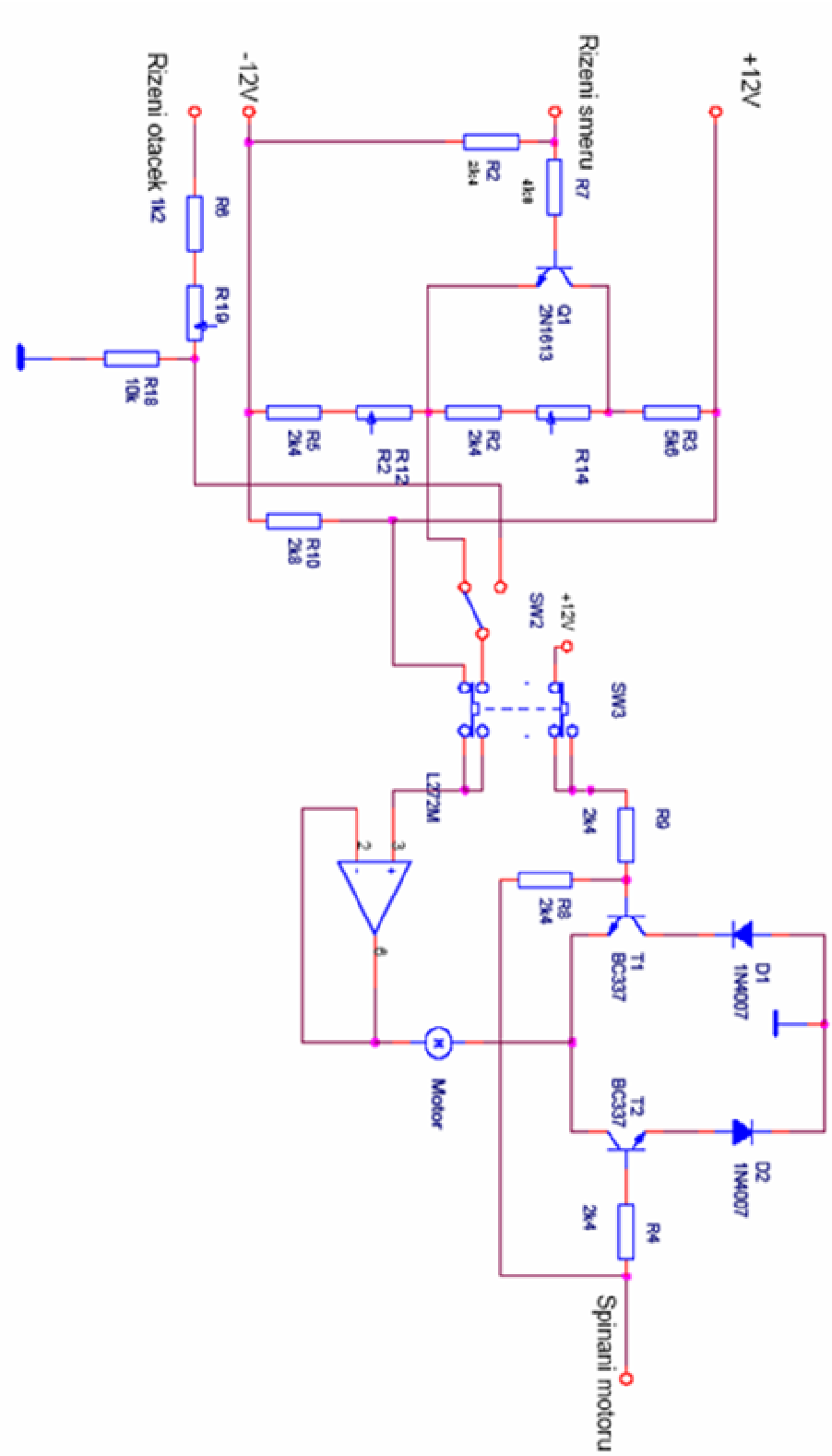
Obrázek 11. Schéma zapojení řízení motorku

2.8 Obvod spínání motorku

Spínání motorku bylo vyřešeno navrhnutím spínacího obvodu za pomoci dvou tranzistorů. Tento obvod opět umožňuje pohyb celého zařízení oběma směry.



Obrázek 12. Schéma zapojení spínání motorku



Obrázek 13. Schéma celkového zapojení řídicí elektroniky

2.9 Systém přepínačů, tlačítek a LED diod

Při návrhu celého zařízení jsme již dopředu počítali s tím, že celé zařízení bude koncipováno jako víceúčelové. Tím se snažíme dosáhnout možnosti použití celého zařízení i na jiné účely, než je pouze model polohovacího zařízení.

Z toho důvodu je model vybaven celkem šesti tlačítky a pěti přepínači. Tlačítko10 slouží k manuálnímu ovládání motorku. Tlačítko 0 a 1 je „Start“ a „Stop“, zbylá tlačítka slouží k přepínání mezi módy „Programový“, „Manuální“ a „Servisní “. Přepínač 9 je určen pro volbu analogového a digitálního módu, ostatní jsou pro volné použití. Názvy a funkce tlačítek v modelu polohovacího zařízení jsou shrnuty v následující tabulce. Přesné rozložení a pojmenování jednotlivých tlačítek a spínačů je patrné z obrázku v příloze A1.

Jméno	Označení	Funkce
Tlačítko 0	S1 START	Start
Tlačítko 1	R0 STOP	Stop
Tlačítko 2	T2/O2	Servis. režim
Tlačítko 3	T3/O3	Manuál
Tlačítko 4	R4/O4	Program
Přepínač 5	S5	Volný
Přepínač 6	S6	Volný
Přepínač 7	S7	Volný
Přepínač 8	S8	Volný
Přepínač 9	A/D	A/D Přepínač
Tlačítko 10	MAN	Manuální ovládání

Tabulka 2. Seznam tlačítek a přepínačů

2.10 Segmentový LED displej

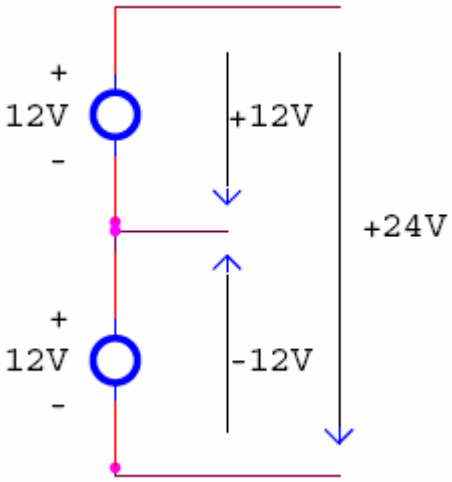
Přípravek jsme navíc vybavili ještě sedmi segmentovým LED displejem využitelným v širokém spektru případů. V základním programu bude signalizovat pozici, na které se nachází nebo se na ní má nastavit polohovací zařízení.

Obrázek 14. Segmentový LED display

2.11 Napájení modelu

Vzhledem k tomu, že vstupní jednotka PLC ControlLogix potřebuje pro detekci logické jedničky napěťovou úroveň typicky 24 V, bylo nutno tomuto požadavku přizpůsobit celý model.

Další požadavek, tentokráte od motoru byl, ovšem trochu jiný a to mít obě polarity napětí pro možnost pohybu motorku na obě strany. Z těchto požadavků vyplynulo logické řešení: použít dva 12 V zdroje zapojené do série. Tím získáme jak napětí ±12 V, které potom ještě upravíme na požadovaných ±5 V pro motorek, tak 24 V potřebných pro vstupní jednotky PLC.



Obrázek 15. Princip zapojení zdrojů napájení

2.12 Konstrukce napájení modelu a PLC

S ohledem na požadavky napájení uvedených v předchozí kapitole bylo jako vhodné řešení zvoleno sloučení všech požadavků do jednoho přípravku přímo spojeného s použitým PLC. Zároveň bude daný přípravek osazen svorkami umožňujícími přímé připojení na obě polarity 12 V. Napětí bude použito jak pro přímé napájení polohovacího zařízení tak je možné jeho využití k libovolnému dalšímu účelu. Zařízení bude také obsahovat svorkovnici, čímž je dosaženo nutnosti pouze jednoho přívodního vodiče 230 V.

Obrázek 16. Napájecí zdroj AED36 12V 2,5A

Základním stavebním prvkem napájení jsou dva dvanácti voltové zdroje AED 36 (viz Obrázek 16) s jmenovitým výkonem 36 W spojené v sérii, jak je uvedeno na Obrázek 15. Použití kompaktního zdroje bylo zvoleno hlavně s ohledem na to, že takto vytvořený napájecí zdroj není již potřeba nechávat dále testovat dle platných elektrotechnických norem. S ohledem na zajištění odolnosti jsou všechny výstupy osazeny pojistkou. Výstupní svorky jsou vyvedeny jak na šasi pro napájecí účely jednotek PLC tak na svorkovnici pro libovolné využití. PLC a napájecí zdroje jsou zapínány „start/stop“ vypínačem umístěným na šasi automatu.

2.13 Návrh stojanu PLC

Součástí návrhu napájecího zdroje pro PLC, byl také návrh a konstrukce odpovídajícího stojanu na PLC tak, aby mohl samostatně stát. Stojan bude obsahovat také již zmíněnou svorkovnici pro připojení 12-24 V a také místo pro umístění univerzálních konektorů na připojení libovolných externích zařízení. S ohledem na hmotnost PLC byly pro konstrukci stojanu zvoleny železné jekly o rozměrech 20x40 mm, ze kterých byly svařený jednotlivé nosníky stojanu.

Obrázek 17. Stojan PLC se zdrojem

Stojan je ve spodní části vybaven lištou, která bude sloužit k připevnění konektorů, jenž budou použity pro rychlé připojení potřebných zařízení. Další obrázky stojanu a zdroje je možno vidět v příloze.

2.14 Výstupní konektor

Pro zlepšení univerzálnosti celého zařízení jsme zajistili pomocí 37pinového CAN konektoru.

Obrázek 18. 37-PINový konektor

Rozpis zapojení jednotlivých PINů naleznete v následující tabulce.

Číslo pinu	Funkce		Číslo pinu	Funkce
1	+12V		20	Pozice 5
2	GND		21	Pozice 6
3	-12V		22	LED 3
4	Segment 7		23	LED 1
5	Segment 4		24	LED 2
6	Segment 1		25	LED 5
7	Segment 3		26	Tlačítko 2
8	Segment 8		27	Tlačítko 3
9	Segment 5		28	Tlačítko 4
10	Segment 2		29	Tlačítko 5
11	Segment 6		30	Tlačítko 6
12	Motor ON		31	Přepínač 5
13	Analog. řízení		32	Přepínač 4
14	Směr		33	Přepínač 3
15	LED 4		34	Přepínač 2
16	Pozice 1		35	Analog. pozice
17	Pozice 2		36	Volný
18	Pozice 3		37	LED6
19	Pozice 4			

Tabulka 3. Zapojení PINů výstupního konektoru

2.15 Realizace zařízení

Prvním krokem umožňujícím zahájit samotnou realizaci přípravku bylo vybrání vhodné krabičky. Jak již bylo zmíněno, výše nejvhodnější variantou se nakonec ukázala kombinace dvou plastových krabiček různých rozměrů. Po splnění prvního kroku byla zahájena příprava krabiček k použití. Do ní spadá návrh budoucího designu krabičky, vyřezání a vypilování otvorů pro tlačítka, spínače a „sedmisegmentovku“. Po ukončení těchto manuálních prací následovalo vysoustružení otvoru pro pohyblivou část přípravku.

Jelikož jedním z našich cílu, stanovených na začátku prací, bylo dosáhnou co možná nejlepší servisovatelnosti, stanovili jsme si hned na počátku, že nebudeme navrhovat žádné speciální plošné spoje použitelné pouze v tomto modelu. To vedlo k použití univerzálních plošných spojů, na nichž je umístěna veškerá elektronika modelu. Byla tím dosažena možnost jak rychlé výměny celé elektroniky tak možnost drobných oprav v zapojení, jelikož na zvoleném plošném spoji zbývalo i po umístění všech elektronických prvků dostatek místa.

Posledním krokem při vývoji samotného zařízení byla konstrukce propojení s PLC. K tomu byl vybrán 37-PINový konektor napájený na propojovací kabel. Ten je složen z dvou kabelů, jednoho 24-žilového a druhého 16-žilového. Důvodem byl fakt, že vhodný 37-žílový kabel nebyl k dispozici.

2.16 Funkce polohovacího zařízení

I přesto, že zařízení bylo koncipováno jako „polohovací zařízeni“, je jeho použitelnost mnohem širší a bude tak sloužit jako výukový prvek pro studenty, kteří s programovatelnými automaty začínají, neboť je potřeba, aby si osvojili základní návyky programování průmyslových aplikací, které jsou rozdílné od „normálního“ programování počítačových aplikací. Jednotlivé kroky výuky budou řazený od jednodušších, jejichž účelem bude pouze ilustrace, jak spínat výstupy po sepnutí vstupu, až po složitější, kde se již bude využívat celá škála programových funkcí programovatelného automatu včetně zásobníků a podobně. U složitějších programů

bude připraven „koncept programu“, což bude nekompletní program a student bude mít za úkol vhodně dokončit chybějící části.

2.17 Základní programovací funkce

Úkolem této nejjednodušší části seznamování s programovatelnými automaty bude úkolem studentů vytvořit pouze jednoduchý program, který bude obsluhovat sedmi segmentový LED display. Důvodem, proč byl tento, na první pohled velmi jednoduchý, program zařazen do „plánu výuky“, je osvojení způsobu, jak spínat více výstupů v závislosti na stisku jednoho vstupního tlačítka. Tento poznatek bude hojně využíván i v dalších částech programového postupu vybavením PLC. Celé zadání této úlohy by v tomto případě znělo takto:

„ Vytvořte program, který umožní ovládání sedmi segmentového LED displeje s využitím programovatelného automatu. Stiskem jednotlivých tlačítek na ovládacím modulu bude signalizováno pořadové číslo tlačítka od jedné do šesti.“

2.18 Pokročilé programovací funkce

V této části seznamování s programovatelnými automaty bude úkolem seznámit studenty s rozsáhlejším programem, vytváření „subrutin“ a jejich obsluhování a základní seznámení s časovači. Zde je koncipováno zadání tímto způsobem:

„Naprogramujte základní funkce polohovacího zařízení. Jednotlivá tlačítka budou sloužit jako vstupní klávesnice pro zadávání požadované polohy motorku v dvojkové soustavě. Po zadání požadované polohy bude na LED display zobrazeno číslo požadované pozice a motorek na ni dojede. Zde se zastaví a bude čekat na zadání dalšího výchozího bodu. “

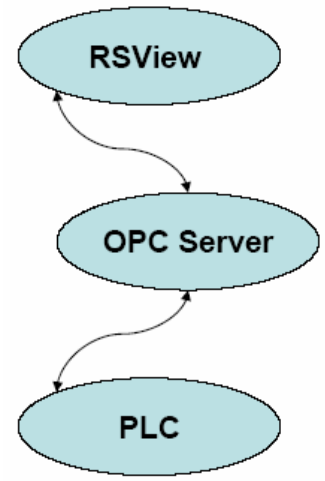
2.19 Velmi pokročilé funkce

Zde již studenty seznámíme s programováním logických automatů obdobným způsobem, kterým probíhá v technické praxi. Bude se zde využívat všech předešle získaných zkušeností a také bude využito obou předchozích částí programu. Studenty uvedeme do programování logiky automatů, vytváření fronty následných požadavků, jenž se budou provádět sekvenčně, budeme využívat jak čítačů a časovačů, tak dalších dostupných funkcí použitého automatu. S ohledem na požadavky této části budeme koncipovat zadání takto:

„Využitím dříve získaných znalostí naprogramujte kompletní obsluhu polohovacího zařízení. Implementujte do programu dříve naprogramované funkce. Vytvořte frontu požadavků, do které se budou ukládat požadavky na jednotlivé polohy. Fronta bude mít délku 10 instrukcí prováděných sekvenčně. V případě zaplnění bude skutečnost signalizována jednou z diod. Po zapnutí přípravku bude nastavena startovací poloha, čekací doba na jednotlivých polohách bude 5 s. Po uplynutí této doby dojede do následující polohy. “

2.20 Vizualizace

Vizualizace polohovacího zařízení se bude provádět v programu RSView32.

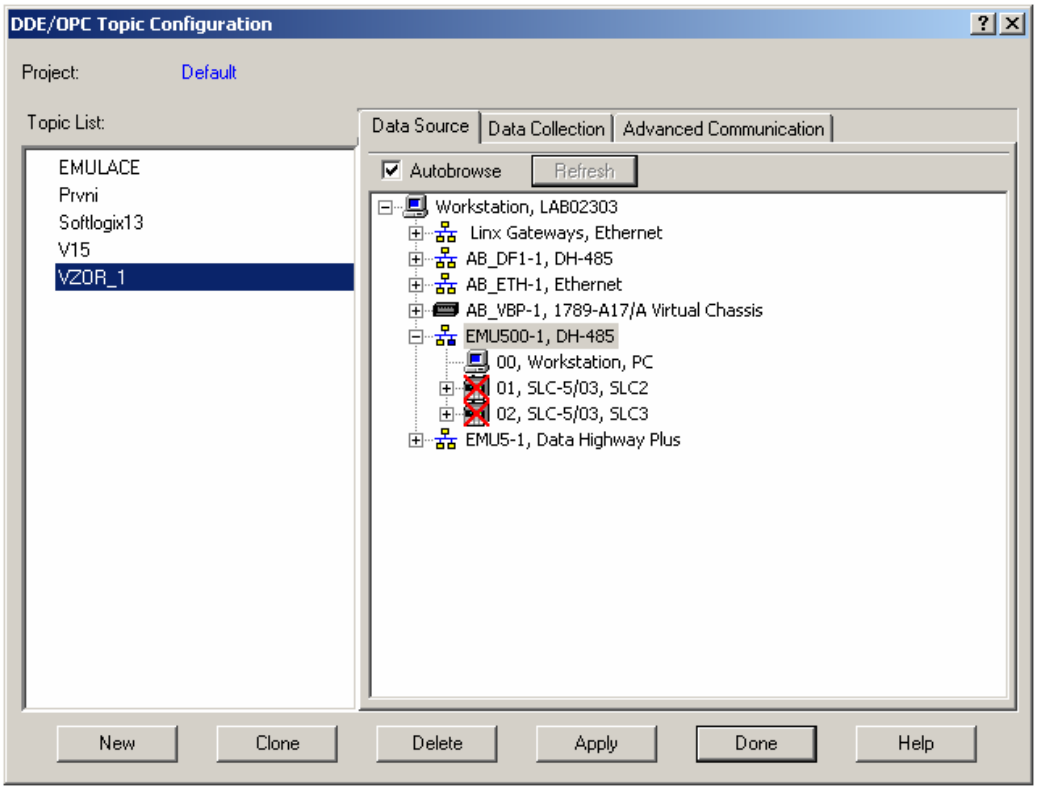


Jedná se o standardně dodávaný program společnosti Allen-Bradley v softwarovém „balíku“ spolu s programy RSLinx a ostatními. Program RSView32 umožňuje komunikovat s PLC pomocí DDE, OPC serveru nebo přímého spojení s PLC. Spojení pomocí DDE je pomalejší, a proto v našem případě budeme sdílet proměnné za pomoci OPC serveru [11] [12].

2.21 Nastavení OPC Serveru

Prvním krokem vizualizace je nastavení OPC Serveru v programu RSLinx. Nastavení se provádí v následujících krocích:

1. Spustíme program ***RSLinx.***
2. Otevřeme položku ***Configure Drivers***, vybereme ***Available Driver Types*** a klikneme na Add new.
3. Zadáme libovolné jméno v Add New RSLinx Driver a stiskneme OK.
4. Pro nakonfigurování zařízení klikneme na Auto-Configure, případně doplníme ručně.
5. Nyní by již mělo být zařízení vidět v konfiguračním stromu.
6. Najdeme požadované zařízení a po pravém kliknutí vybereme Configure New DDE/OPC Topic.
7. Nyní zadáme jméno našeho OPC serveru a ten po stisknutí Done bude vytvořen.



Obrázek 19. Aktivace OPC serveru

Pokud je zařízení již dopředu v programu RSLinx nakonfigurováno, stačí pro aktivaci OPC serveru postupovat dle kroku 7 [13].

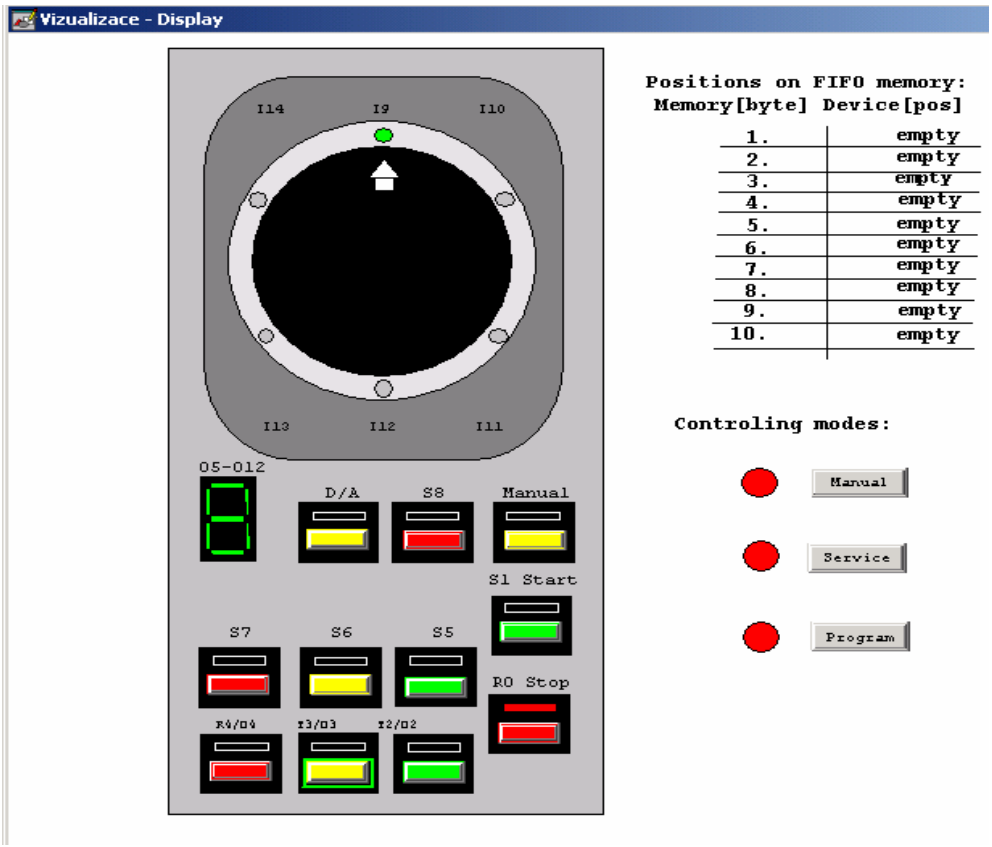
2.22 Vizualizace v RSView 32

Jelikož vizualizace neslouží pouze k monitorování zařízení, ale také simuluje samotné zařízení a lze její pomocí i ovládat PLC místo přípravku, je nutné zajistit pravidla umožňující ovládání PLC ze dvou různých míst. Cíle je dosaženo vytvořením identické kopie vstupních proměnných přípravku určených pro ovládání pouze z vizualizace. Následně je nutné také upravit program vytvořený pro ovládání polohovacího zařízení paralelním umístěním spínačů logických vstupů vizualizace a reálného modelu.

Při vytváření samotné vizualizace jsme se snažili dosáhnout co nejpřesnější podoby mezi reálným modelem a vizualizací. Z toho důvodu byl vytvořen nový realistický design tlačítek a sedmi segmentový display. Navíc byla do vizualizace přidána, oproti reálnému modelu, tři tlačítka:

- Manuál
- Service
- Program

Tlačítka slouží k přepínání jednotlivých módů. Pro ukončení programových modů je nutné stisknout po dobu 3 s tlačítko STOP.



Obrázek 20. Vizualizace polohovacího zařízení

V Manuálním režimu se pomocí spínačů S7-S5 zadá v dvojkové soustavě požadovaná poloha, na kterou se polohovací zařízení po stisku tlačítka START nastaví.

Servisní režim slouží pouze k vyzkoušení funkčnosti. Po stisku START se kotouček otáčí až do doby, než je zastaven tlačítkem STOP.

V programovém režimu je vytvořena „fronta“ požadovaných poloh na které se má kotouček nastavit. Vytvořená fronta je typu FIFO a po natočení do správné polohy se před vykonáním další instrukce vyčká po dobu 5 s. Paměť je uzpůsobena na požadavek deseti požadovaných poloh a po zadání požadavku dojde k provedení stisknutím tlačítka START.

Samotnou vizualizaci lze prohlédnout na přiloženém CD nebo lze nalézt podobu hlavní obrazovky na Obrázek 20.

2.23 Prezentace na webových stránkách

Pro model polohovacího zařízení byla vytvořena prezentace na internetových stránkách. Na těchto stránkách je jednoduchý popis modelu, jsou zde popsány jeho funkce a další potřebné informace. Nalezneme zde také popis jednotlivých vstupů a výstupů a hlavně číslo vstupu nebo výstupu, na které jsou k programovatelnému automatu připojeny.

Webové stránky budou dočasně umístěny na externí adrese, ovšem po oficiálním spuštění nového portálu laboratoře Allen-Bradley se budou nacházet na adrese http://dce.felk.cvut.cz/ab/ .

Část třetí

Entek XM 120 a jeho aplikace

3.1 Úvod

V této části práce se budeme zabývat aplikací modulu pro dynamická měření ENTEK XM -120, který se používá v průmyslu především jako detektor otřesů nebo jiných dynamických veličin a na základě získaných informací přispívá k přecházení poruch. Jedná se o vyhodnocovací jednotku, na kterou je možné připojit akcelerometrická čidla sloužící jako základ pro vyhodnocování otřesů. Základem pro tuto část diplomové práce byla jednoduchá otázka: „Lze predikovat hardwarovou chybu pevného disku PC měřením otřesů, které se vyvolávají při pohybu hlaviček nad feromagnetickým diskem? “

3.2 Co to vibrace jsou

Obvykle si pod pojmem vibrace představujeme libovolný mechanický pohyb nebo oscilaci. Veškeré vibrace jsou důsledkem výrobních nepřesností a mohou být zesilovány postupným opotřebováním zařízení. Mají za následek dlouhou řadu nežádoucích vlivů ať již ve formě nechtěné změny výstupu oproti požadované, nebo poškození celého zařízení jako takového [17].

3.3 Vyhodnocování vibrací

V současné době se v průmyslu pro analýzu informací měřících čidel používají především tři základní metody. První a také nejpoužívanější je metoda nejmenších čtverců (RMS - Root Means Square) standardizovaná dle ISO 2372. Druhou metodou je detekce špičkové hodnoty amplitudy naměřené veličiny. Tato metoda většinou slouží pouze k detekci překročení stanovených limitů povolených vibrací. Poslední a

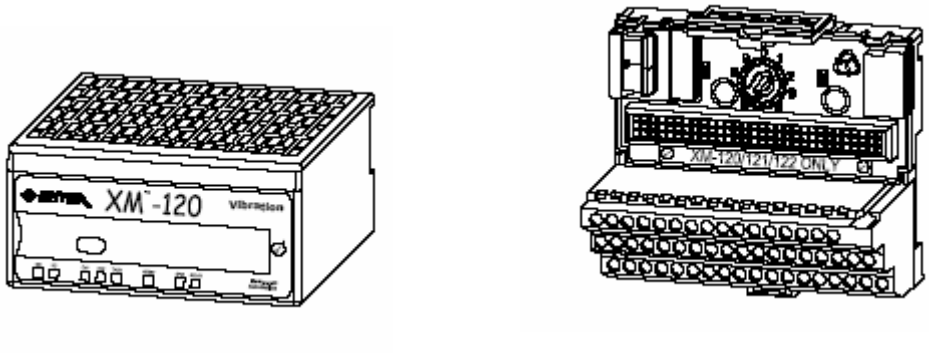
zároveň nejnovější metodou analýzy vibrací je takzvaná „obálková“ metoda (Envelope Method for detection) [13] [15].

3.3.1 „Envelope Method“ pro detekci

Staršími metodami je velmi obtížné analyzovat frekvenční spektrum naměřených vibrací a správně oddělit rušivé frekvence od ostatních zařízení. Proto se na měřený signál aplikuje filtr typu horní a dolní propust čímž dojde k vytvořený tzv. obálky. Tím je zaručeno, že uvažujeme vibrace pouze na frekvencích, které nás „zajímají“. Jistou nevýhodou je, že musíme znát nebo odhadnout rozpětí frekvencí na kterých naše zařízení „vibruje“. Po aplikování filtrů dojde k aplikování FFT (**F**ast **F**ourier **T**ransform) pro dopočítání spektra měřeného signálu [13] [15].

3.4 Základní seznámení s modulem

Dynamický modul ENTEK XM-120 se skládá ze dvou základních částí. Základové terminálové jednotky a měřícího modulu samotného. Terminálová jednotka slouží jako svorkovnice pro připojení napájecích přívodů, snímacích čidel a dalších obvodů umožňujících obsluhovat terminálové jednotky [20].



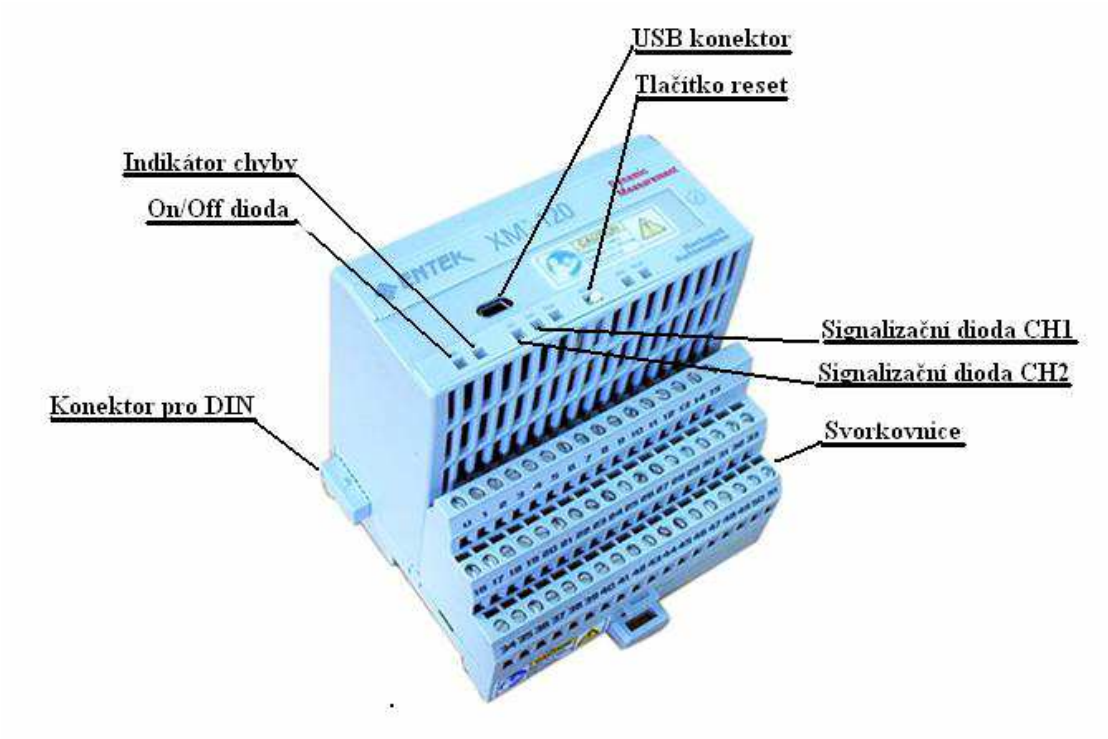
a) Základná jednotka b) **b) Svorkovnice modulu**

Obrázek 21. Měřící modul Entek XM-120

Měřící modul může být využit jako samostatná měřící jednotka, nebo může být spravován pomocí sítě DeviceNet [21].

3.4.1 Čelní panel modulu

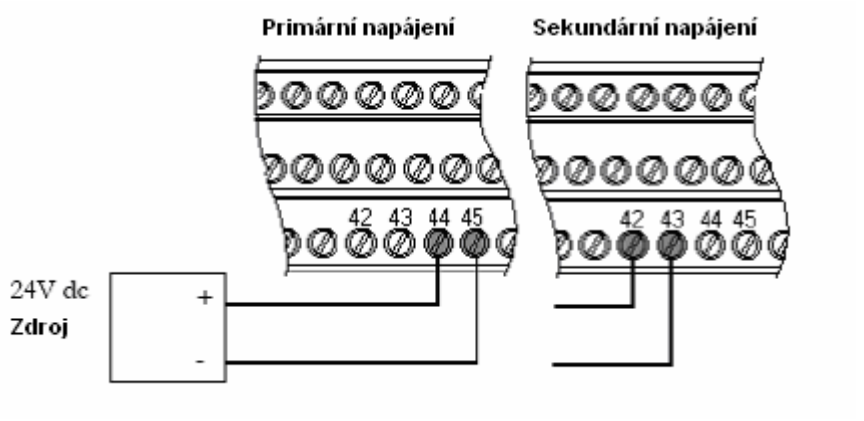
Na čelním panelu modulu se nacházejí indikační diody, které indikují správnou funkčnost jednotlivých měřených veličin. Nachází se zde také konektor pro připojení sériového kabelu, který je nutný pro spolupráci s PC. Pod tímto konektorem je tlačítko „reset“, jehož stisknutím po dobu delší než 3 s se provede restartování modulu a zároveň dojde k „rozpojení“ všech relé. Přesné umístění diod, konektoru a tlačítka reset je patrné z následujícího obrázku.



Obrázek 22. Popis čelního panelu Entek XM-120

3.4.2 Zapojení napájení

Napájení měřicího modulu o nominální hodnotě 24 V DC je přivedeno na svorkovnici základní terminálové jednotky. Pro zvýšení spolehlivosti umožňuje modul připojení primárního a sekundárního napájení. Obě napájení jsou elektricky oddělena, čímž je zajištěna substituce napájení v případě poruchy jednoho z napájecích zdrojů. Zapojení jednotlivých svorek ilustruje následující obrázek [21].



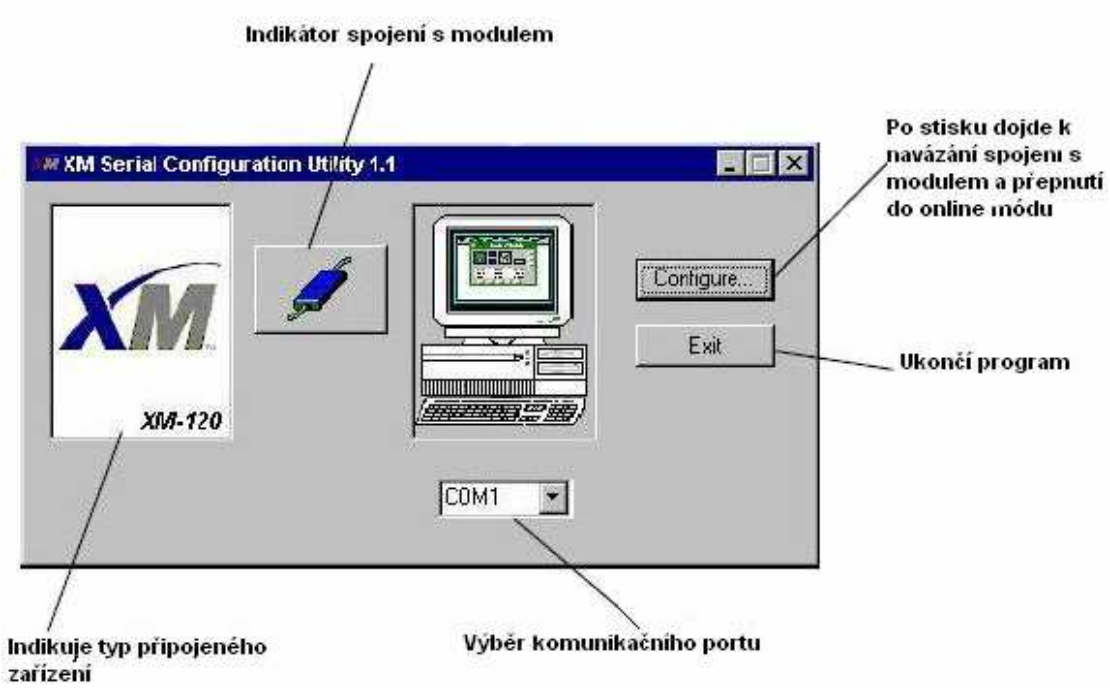
Obrázek 23. Zapojení přívodů napájení

3.5 Konfigurace modulu

Modul je možno konfigurovat pomocí sítě DeviceNet nebo lokálně za použití sériového kabelu [4].

3.5.1 Konfigurace sériovým kabelem

Aby bylo možné měřící modul nakonfigurovat pomocí sériového kabelu, je nutné nejdříve nainstalovat dodaný program XM Cofiguration Utility. Po spuštění utility se zobrazí úvodní okno (viz Obrázek 24). Zde je nutné vybrat správný port, na který je kabel připojen, a stisknout tlačítko „Configure“. Nyní jsme již připojeni do samotného konfiguračního prostředí s možností nastavení všech vlastností modulu [4].



Obrázek 24. Úvodní okno XM Serial Configuration Utility

3.6 Připojení k síti DeviceNet

Modul je možné spravovat pomocí sítě DeviceNet, čímž je dosažena možnost přímého zapojení do logické sítě a výměna dat mezi PLC a měřícím modulem. Způsob připojení sítě DeviceNet ke svorkovnici modulu shrnuje z následující tabulka [21].

Connect	To	Terminal
Red Wire	DNet V+	26
White Wire	CAN High	23
Bare Wire	Shield (Chassis)	10
Blue Wire	CAN Low	24
Black Wire	DNet V-	27

Tabulka 4. Připojení modulu k síti DeviceNet

3.7 Komunikace po síti DeviceNet

Modul Entek umožňuje několik druhů komunikace. Poll response, která se používá pro přenos měřených dat, Change of State pro alarmy a relé a Bit-Strope zprávy pro komunikaci zařízení typu master s ostatními zařízeními typu slave v případné síti XM modulů [21].

3.7.1 Poll message formát

Při formátu „Poll message“ posílá zařízení měřená data jako odpověď tázajícímu se zařízení (masteru). XM-120 nabízí šest různých datových formátů definovaných výrobcem, označených hodnotou 101-106. Základnímu nastavení 101 odpovídá 124 bitová zpráva. Nastavení zpráv je možno měnit v konfiguračním programu. V našem případě jsme pro komunikaci použili sériové nastavení tedy „101“ [21] [22]. Rozpis jednotlivých bitů zprávy je uveden v příloze C.

3.7.2 Change of State formát

Jedná se o komunikační metodu, kdy zařízení posílá zprávu s daty pouze v případě, kdy detekuje nějakou změnu ve vstupních datech. V tomto případě pokud je iniciován jeden z alarmů, nebo je sepnuto relé. Zpráva se skládá z osmi bajtů dat [21] [22]. V tomto případě se nejedná o cyklickou výměnu dat, ta je zajištěna u modulu jiným způsobem komunikace. Definice jednotlivých bajtů je patrná v příloze C.

3.7.3 Bit-Strope formát

Jde o zprávu vyslanou hlavním zařízením (masterem) všem podřízeným (slavům) v síti. Zpráva obsahuje řetězec 64 bitů výstupních dat. Každý bit je určen pro pouze jednu síťovou adresu a každé zařízení použije přijatý bit jako povel pro zahájení komunikace [21].

3.8 Návrh modelu

Pro účely měření musel být navrhnut a zrealizován model, který bude sloužit pro zkoumání vlastností měřícího modulu a pomůže nám získat odpověď na otázku kterou jsme si stanovili na počátku. Jednou ze základních vlastností, které musí model zabezpečit, je izolace otřesů a zamezení jejich přenosu na model od okolí. Zajištění těchto předpokladů je dosaženo především dvěmi vlastnostmi modelu. První je vyšší hmotnost modelu a jeho odizolování od plochy použitými gumovými podložkami. Tím je dosaženo omezení přenosu vibrací z okolí. Druhou vlastností je zavěšení harddisku na speciálních úchytech vyrobených z pružné gumy, čímž dosáhneme izolace kmitů pro přesnější měření.

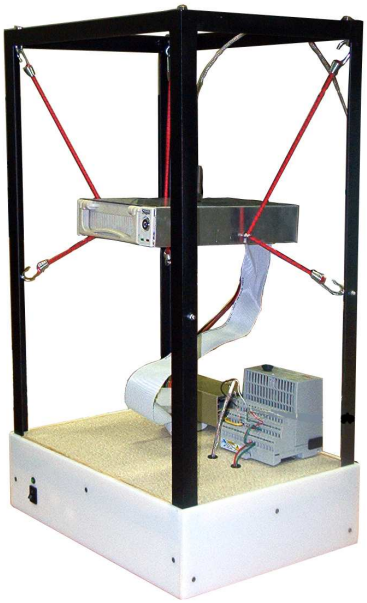
3.9 Konstrukce modelu

Základní kostra modelu svařena ze železných L-profilů rozměru 20x20x60 cm. Ve spodní části modelu je vytvořen pracovní prostor, který je osazen potřebnou elektronikou a zároveň nám pod touto plochou vznikl volný prostor pro uložení elektroinstalace. Vzhledem k tomu, že v zamýšleném modelu jsme chtěli otestovat větší počet disků pro získání alespoň základní znalostní databáze, jevil se jako vhodný způsob řešení možnost měnit pevné disky i za chodu, což vedlo k rozhodnutí připojit disk k PC, na kterém poběží zátěžový test, přes USB rozhraní. Na pracovní desce modelu bude tedy umístěno napájení a elektronika pro USB připojení a zároveň DIN-lišta s měřícím modulem Entek.

Obrázek 25. Kostra modelu

3.10 Osazení modelu elektronikou

Na model bylo potřeba nainstalovat potřebnou elektroniku pro možnost samostatného používání. Jako první byla na pracovní dřevenou desku namontována DIN lišta, která slouží k montáži měřícího modulu Entek XM - 120. Vedle modulu se nachází převodník z USB na IDE připojení harddisku. Samotný disk je zavěšen na vymezujících gumách zavěšených v úchytech v horní a boční části modelu, čímž je zajištěna stabilita disku a jeho částečné odizolování od okolních nežádoucích vlivů. Obě základní součásti umístěné na pracovní desce potřebují mít zajištěn přívod napájení 12 V pro převodník a 24 V pro modul. Napájení se přivádí skrz průchodky v dřevěné desce ze spodní části modelu, kde je umístěna všechna napájecí elektroinstace.



Obrázek 26. Osazený model

3.11 Napájení modelu

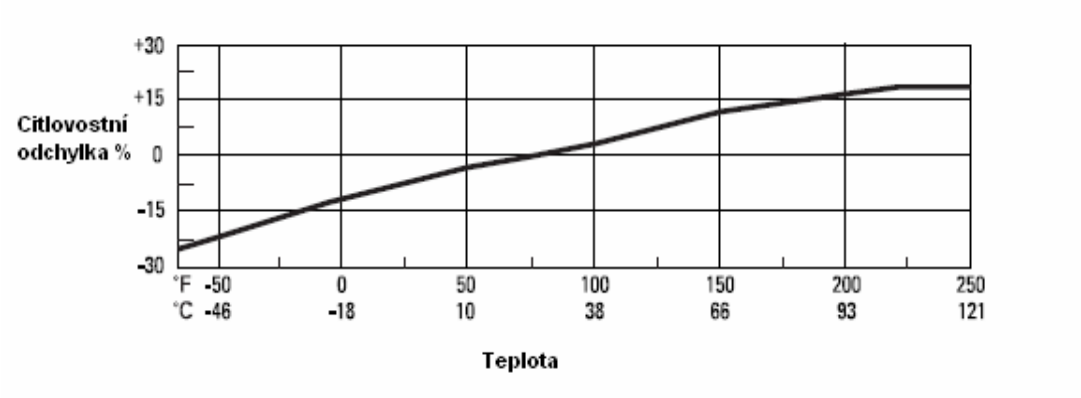
Vzhledem k nutnosti napájení USB rozhranní napětím o velikosti 12 V a obdobnému požadavku rozhranní DeviceNet ovšem tentokráte ve výši 24 V, rozhodli jsme se použít obdobný model napájení jako u polohovacího zařízení tedy dva 12voltové zdroje zapojené do série (viz Obrázek 15). Model bude obsahovat signalizační LED diodu indikující stav napájení a v zadní části modelu jsou umístěna dvě pojistková pouzdra pro jištění obou polarit použitých zdrojů.

3.12 Akcelerometrický senzor

Pro naše potřeby bude k měřícímu modulu připojen akcelerometr Rockwell s typovým označením EI/1186CQ-20. Jedná se o senzor s těmito základními vlastnostmi:

- Teplotní rozsah -25 – 90 stupňů
- Frekvenční rozsah 0 – 20 mm/s
- Citlivost 500mV/g
- Nelinearita amplitudy: 1%
- Materiál pouzdra: ocel
- Dodáván s 5m kabelem
- Vertikální aktivní osa

Přesný průběh teplotní závislosti použitého senzoru je patrný z následujícího grafu [14].



Obrázek 27. Teplotní závislost senzoru

Připojení jednotlivých PINů konektoru k terminálové jednotce měřícího modulu je patrné z následující tabulky.

To	Terminal
Stínění	21
Černý	0
Bílý	6
Stínění	16

Tabulka 5. Připojení akcelerometru

3.13 Měření na modelu

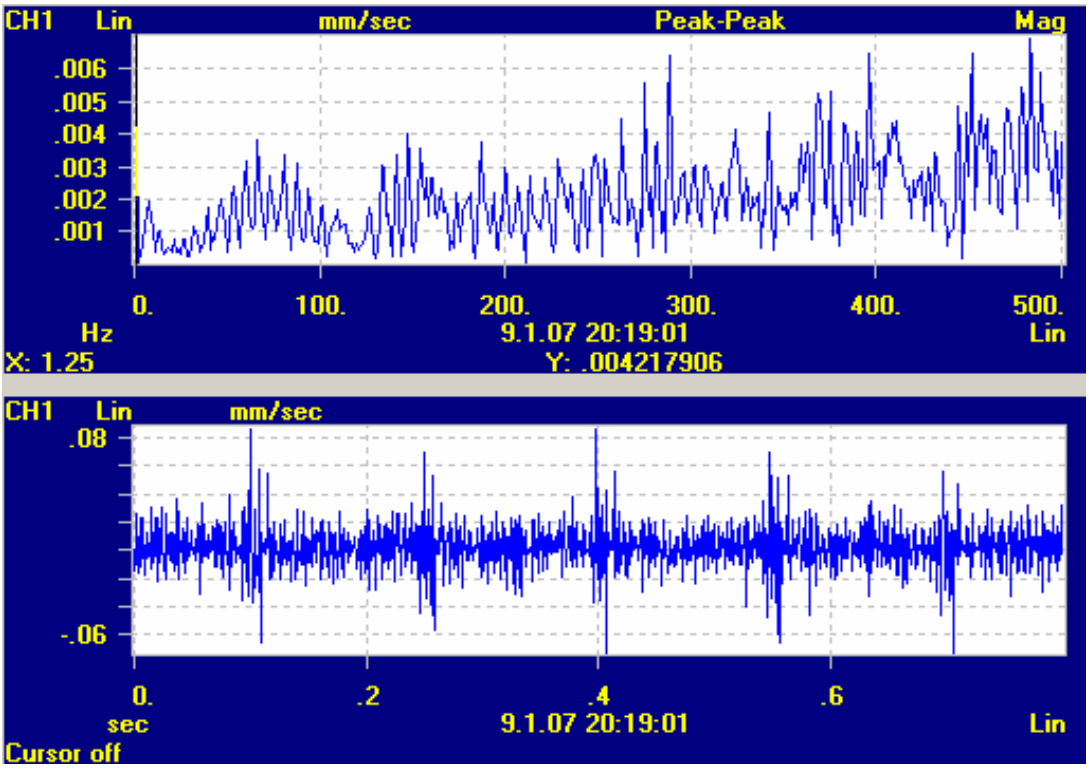
Na modelu jsme provedli sérii měření za účelem získání základní databáze znalostí. K měření jsme použili několik harddisků různého stáří a výrobců. Veškerá měření jsme se snažili provádět v době, kdy v laboratoři neprobíhala výuka a bylo tím eliminováno rušení od nejbližšího okolí.

Nejdůležitější informaci o daném disku nebo o jakémkoliv objektu, který se měří s důvodem získání informací o otřesech, jenž na něm vznikají, je takzvané frekvenční spektrum a „Trend“.

- Spektrum je graf závislosti amplitudy měřené veličiny na frekvenci.
- Trend je graf závislosti amplitudy měřené veličiny na čase.

3.13.1 Měření na modelu v klidu

Jelikož jsme od začátku věděli, že použitý akcelerometr je poměrně velmi citlivý, rozhodli jsme se před samotným začátkem měření provést několik pokusných měření, abychom zjistili vliv okolí na model. První měření bylo provedeno při vypnutém „akčním členu“ tedy v případě kdy není zapnut žádný zdroj vibrací. Zároveň jsme v laboratoři také vypnuli veškeré ostatní počítače, jenž by mohly také generovat rušivé vibrace. Očekávali jsme naměření poměrně vyhlazeného průběhu spektra nebo vibrací s malou amplitudou.

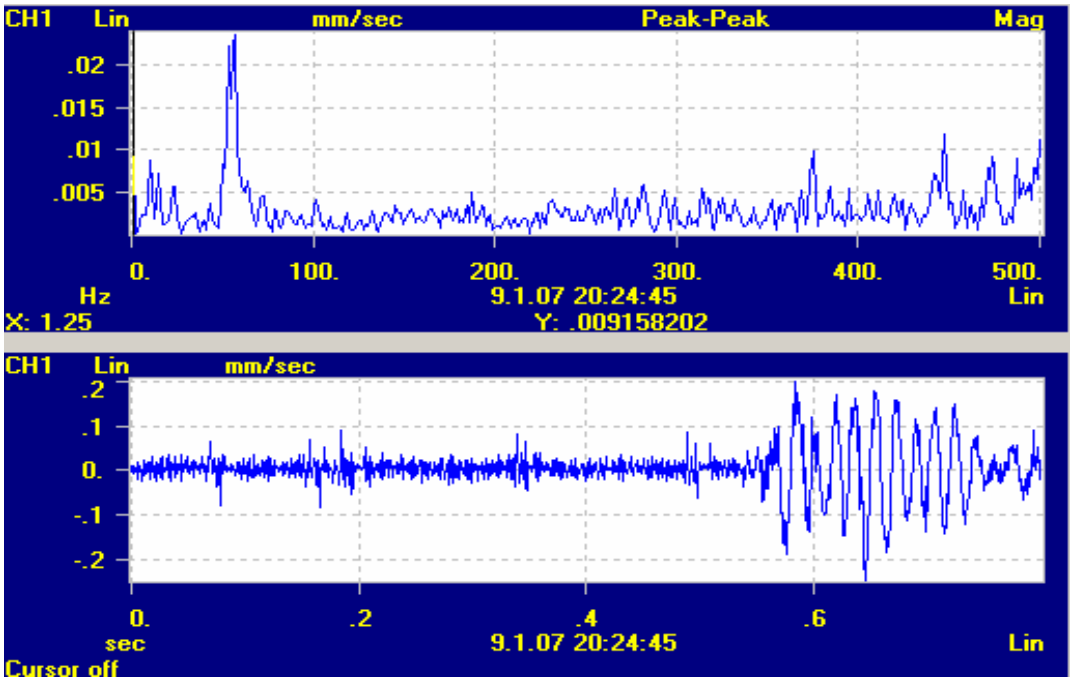


Obrázek 28. Průběh spektra a trendu „v klidu“

Z naměřeného průběhu je vidět, že se předpoklady v podstatě potvrdily. Amplituda nejvyšší naměřené špičky je přibližně 0,07 mm/s, což se dá přisoudit nežádoucím vibracím okolních vlivů. Abychom přesně zjistili, jaký vliv má okolní rušení, provedli jsme pokusné měření těchto vlivů.

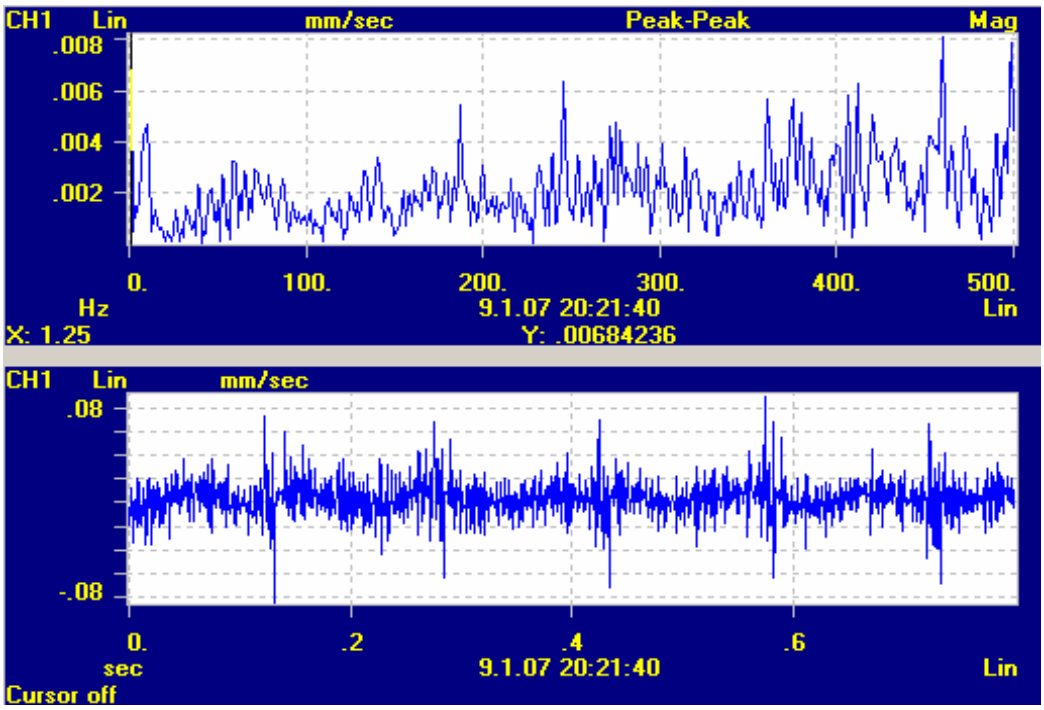
3.13.2 Vliv okolního rušení

Vzhledem k tomu, že naměřený „klidový“ stav úplně klidový nebyl, rozhodli jsme se vyzkoušet, jaký vliv bude mít na měřená data šum od okolních zařízení. V tom to případě chápeme pod pojmem „okolní šum“ vibrace, které v okolí vznikají ze zjištěných či nezjištěných příčin. Při tomto pokusném měření jsme vyzkoušeli, jakým způsobem se projeví upuštění závaží o váze 1,5 kg z výšky 1 m ve vzdálenosti 3 m od modelu.



Obrázek 29. Vliv závaží na měřený signál

Na grafu je zřetelně vidět, že se i malý a poměrně vzdálený vzruch v měřeném signálu výrazně projeví. Rozhodli jsme se proto ještě ověřit, jaký mají vliv na naměřený signál vibrace, které v laboratoři vyvolávají okolní počítače. Provedli jsme tedy další pokusné měření, při němž byly zapnuty i okolní počítače.



Obrázek 30. Vliv okolních počítačů na měřený signál

Z porovnání Obrázek 30 a Obrázek 28 je patrné, že zapnuté okolní počítače se v měřeném spektru signálu projevily zvětšením amplitudy o 0,001 mm/s a proto můžeme tyto vlivy zanedbat.

3.13.3 Měřená data

Pro měření jsme vybrali vzorek několika disků různých výrobců a parametrů viz následující tabulka.

Number	Device	Size[MB]	Cylinders	Heads	Sectors
1.	Maxtor	540	1046	16	63
2.	Seagate	428	899	16	62
3.	HP	540	1049	16	63

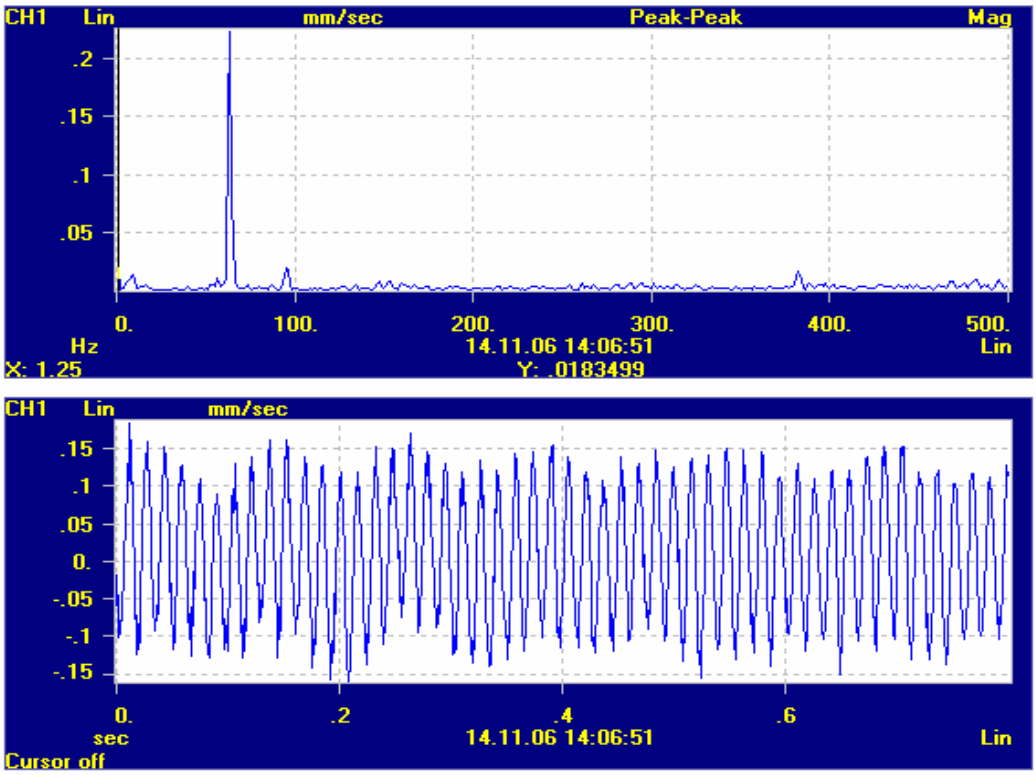
Tabulka 6. Seznam použitých harddisků a jejich vlastností

U každého z disků jsme provedli tato dvě základní měření :

- Měření bez zatížení.
- Zátěžová měření.

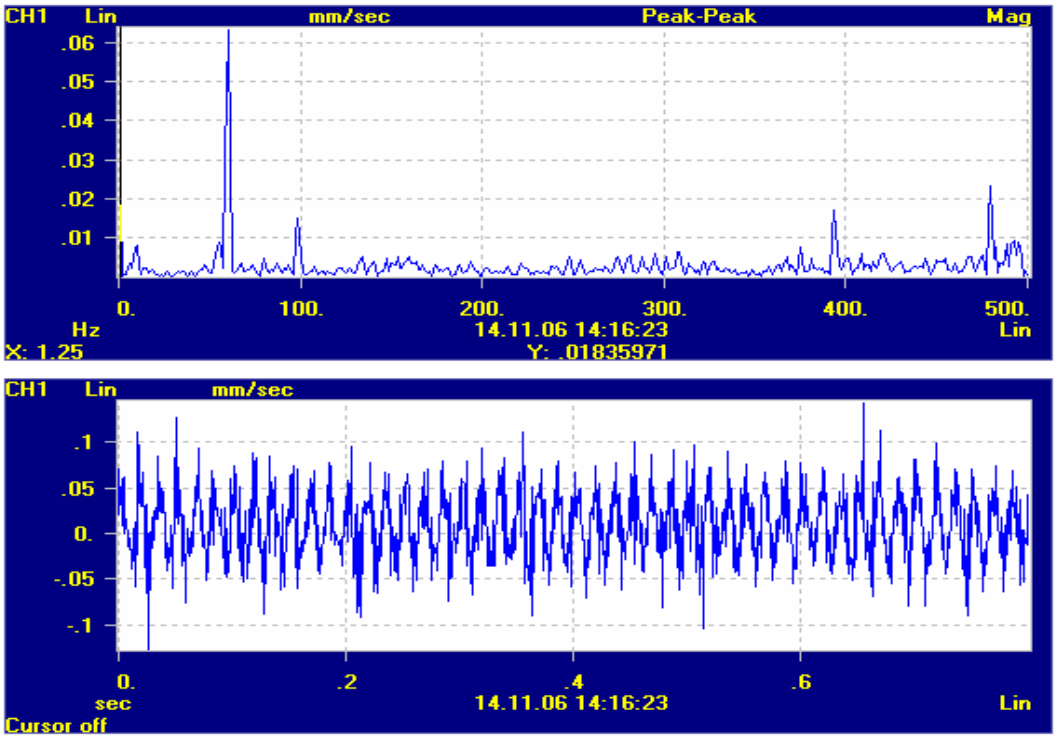
3.13.4 Měření bez zatížení

První z měření probíhalo při zapnutém disku, ale po dobu měření se na měřeném objektu neprováděli žádné operace zápisu či čtení dat. Za předpokladů které jsme učinili ještě před měřením samotným, jsme očekávali, že ve změřeném spektru se objeví nejvyšší amplitudová špička na frekvenci, která odpovídá rychlosti otáčení daného disku. Jelikož se na medium nekladly žádné další požadavky, předpokládali jsme, že zbytek spektra bude vyhlazený nebo se špičkami malé amplitudy, a to bude vypovídat o dobré kondici měřeného disku.



Obrázek 31. Měření disku č. 1 bez zatížení

Na průběhu uvedeném na Obrázek 31 je vidět, že se předpoklady potvrdily. Disk, který jsme měřili, byl opravdu v pořádku a plně funkční, což jsme ověřili jak pomocí softwarového testu, tak praktickou zkouškou spočívající v běžném používání disku. Během testů se na disku neprojevila žádná chyba. Dále ukážeme, jak vypadá naměřený průběh za stejných podmínek, ale na jiném disku.



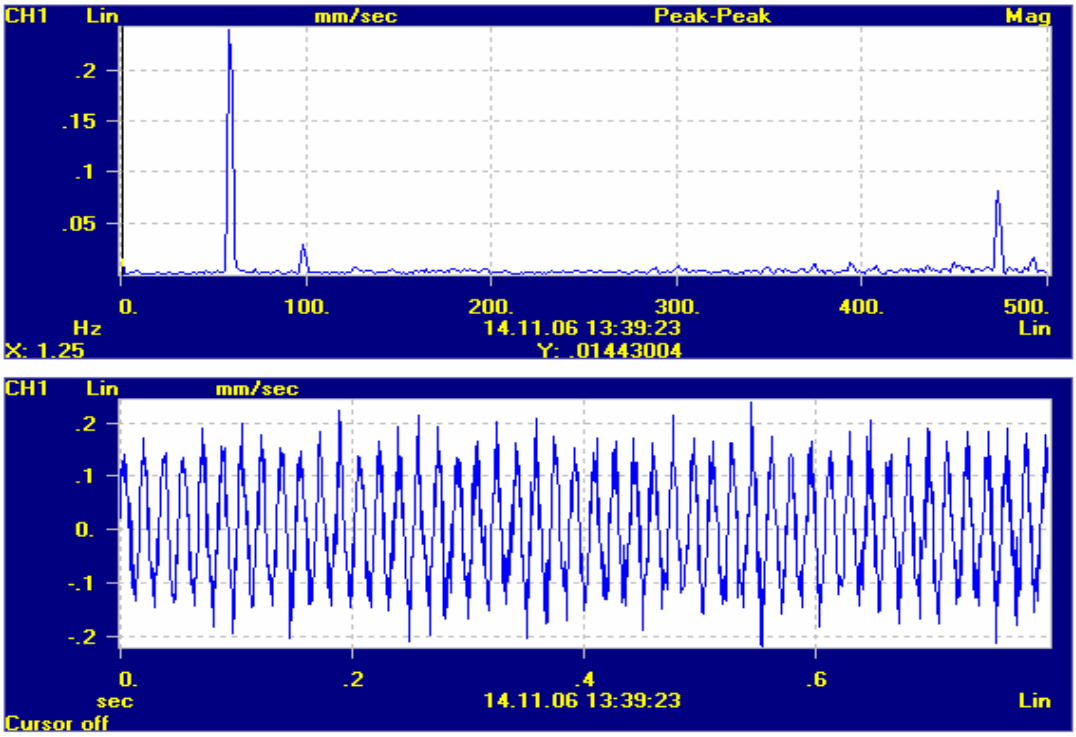
Obrázek 32. Měření disku č. 3 bez zatížení

Již při prvním podrobnějším zkoumání tohoto průběhu nás napadne, že není „něco“ úplně v pořádku. Na rozdíl od průběhu na Obrázek 31 zde vidíme značné nerovnosti. Pro potvrzení naší domněnky, že se jedná o vadný disk, provedeme další měření.

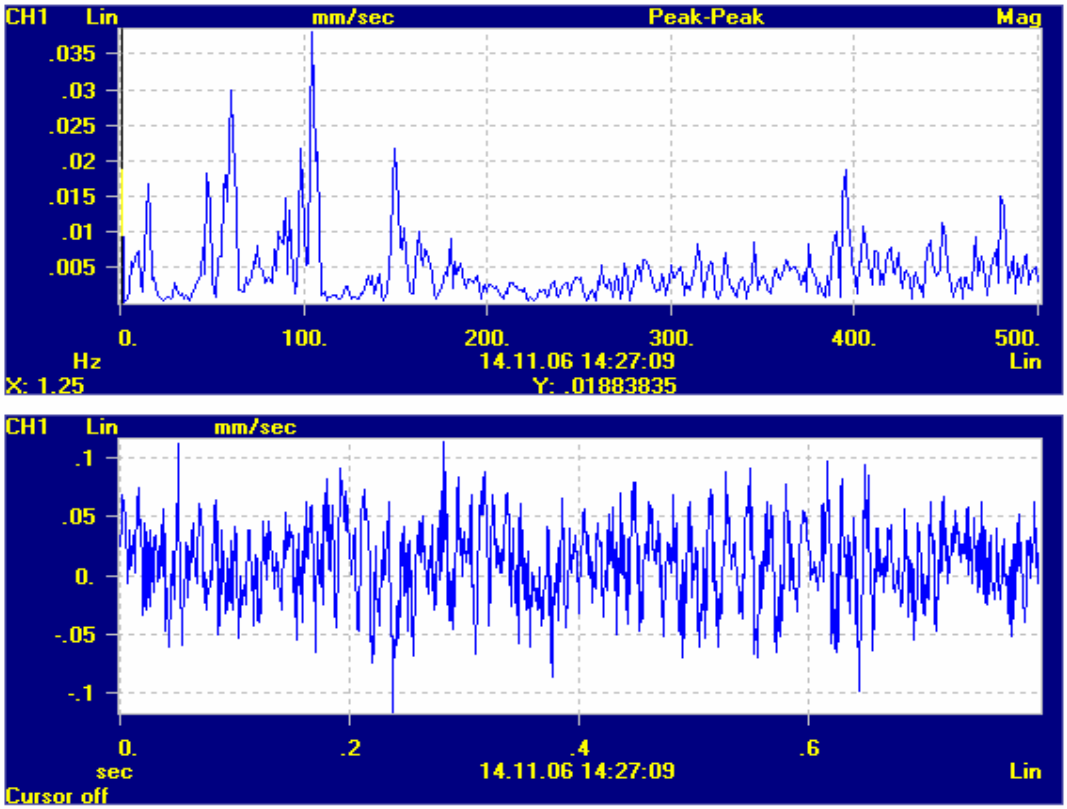
Stejné testy jsme aplikovali i na disk číslo dvě a výsledky byly obdobné disku jedna proto jsme se rozhodli, že průběhy na disku dva zde přikládat nebudeme.

3.13.5 Měření se zatížením

Nyní se budeme snažit zkoumat vlastnosti disků při zátěžových testech. Pro měření jsme zvolili zatěžování pomocí defragmentace a kopírování velkého množství menších souborů. Ukázalo se totiž, že z hlediska vibrací, které vznikají, je pro hard disk mnohem více zatěžující kopírování většího počtu malých souborů než kopírování velkého souboru.



Obrázek 33. Zátěžové měření na disku č. 1



Obrázek 34. Zátěžové měření na disku č. 3

Z naměřených průběhů vyplývá potvrzení našich předpokladů z nezátěžového měření disků a to, že disk 3. je opravdu mechanicky poškozený a lze předpokládat, že v dohledné době doslouží nadobro. Tyto závěry jsou patrné při porovnání naměřených průběhů na Obrázek 33 a Obrázek 34. Na Obrázek 33 je naměřený zátěžový na disku o kterém jsme předpokládali, že je v pořádku. Pro porovnání jsou na dalším průběhu (Obrázek 34) data naměřená při stejném testu, tentokráte již na disku, u něhož jsme již při základním měření očekávali „komplikace“.

Jelikož jsme si chtěli být v závěrech opravdu jisti, provedli jsme na disku tři také sérii softwarových testů. Hned při prvním testu, který spočíval v ukládání souborů na disk, se potvrdil náš předpoklad a na disk nebylo možné zapsat žádný větší soubor a byla vždy ohlášena chyba zápisu dat.

Rozhodli jsme se proto objasnit závadu na pevném disku. Následně jsme rozebrali disk a podrobně prozkoumali plotny, na které se data zapisují. Při důkladném studování pod lupou jsme objevili drobné nepravidelné rýhy rozložené po obvodu disku. Jejich výskyt si vysvětlujeme nepřesným vyvážením ploten, což s největší pravděpodobností způsobilo oděrky o zapisovací hlavičky. Důsledkem tohoto jevu je nemožnost zápisu dat na disk.

3.14 Využití druhého snímače

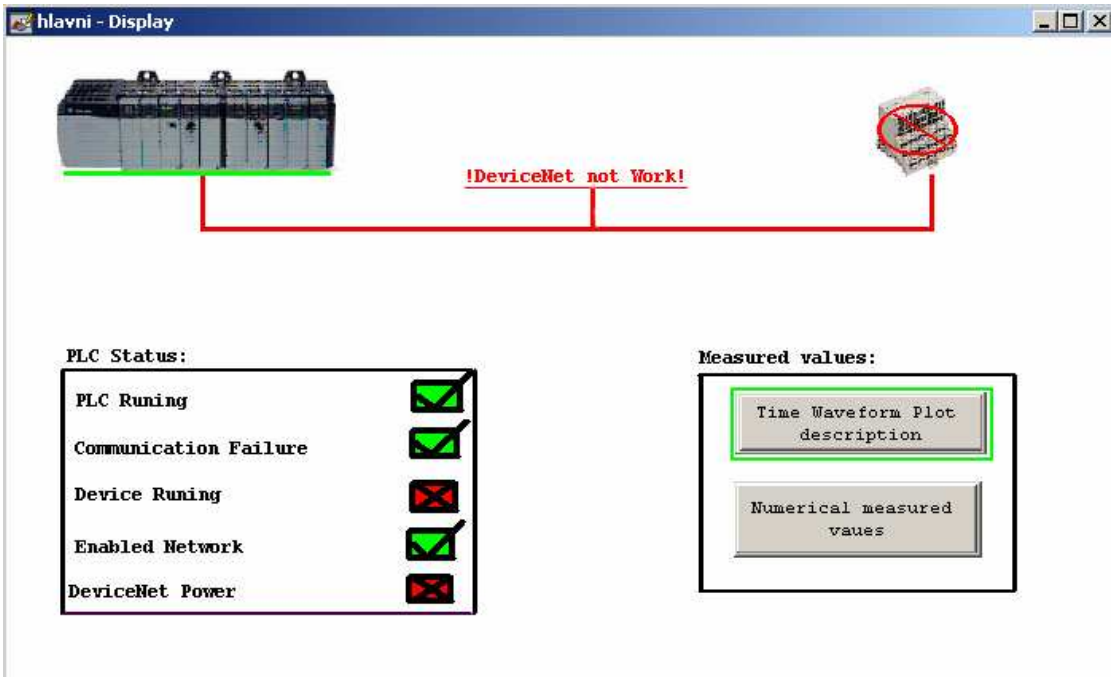
Jelikož již na začátku této kapitoly bylo uvedeno, že měřící modul Entek XM-120 umožňuje měření otřesů dvou nezávislých kanálů a náš otřesový senzor je pouze jedno kanálový, měří pouze ve vertikální ose, nabízí se přímo možnost rozšířit model v budoucnu využitím druhého senzoru. Druhý senzor by byl vhodně připojen ke kostře modelu sloužil by k měření referenčních hodnot. Hlavním přínosem dvou senzorů by byla možnost korelace naměřeného signálu na disku a tím získání jednak „čisté“ hodnoty vibrací měřeného média odrušené od veškerého okolí a druhou informaci, kterou nám by nám tato změna přinesla je zjištění velikosti rušení přenášeného na model.

3.15 Vizualizace

Jelikož jsme při bližším zkoumání způsobů měření vibrací a jejich vyhodnocování přišli na skutečnost, že v současné době není dostupný software pro jednoduché vyhodnocování naměřených otřesů pro moduly připojené přímo k PLC, ale v širší míře se dodává pouze software na bázi „Serial Configuration Utility“ jako u našeho modulu, zaměřili jsme se především na možnost umožnit co nejširší použití v průmyslu. V průmyslu se předpokládá, že všechna zařízení budou spojena s PLC po standardizovaných, sítích což je výhodnější z hlediska obsluhy a zjišťování dat z jednotlivých modulů. V našem případě je modul připojen pomocí sítě DeviceNet, a právě přes tu se bude s modulem komunikovat.

Samotná vizualizace přípravku bude realizována v programu RS View32 a pro sdílení dat s automatem bude i v tomto případě použit OPC server. Konfigurace OPC Serveru probíhala stejně, jak je popsána v bodě 2.21.

V hlavní obrazovce vizualizace jsme zobrazili celou diagnostiku automatu včetně detekce vypadnutí sítě DeviceNet a nefunkčnosti programovatelného automatu nebo modulu Entek. Z hlavní obrazovky se lze přepnout do jednotlivých módů, které slouží již k samotné identifikaci vibrací. Nabízí se zobrazení číselných, po DeviceNetu přenášených, hodnot vibrací nebo zobrazení jednotlivých průběhů. Jelikož modul umožňuje zpracování naměřených dat také od dvouosých akcelerometrů, předpřipravili jsme vizualizaci i na tuto skutečnost. V našem konkrétním případě používáme čidlo pouze s jednou aktivní osou a proto budou veškerá data od kanálu dva neměnná.



Obrázek 35. Vizualizace vibračního senzoru

Celou vizualizaci jsme se snažili koncipovat tak, aby mohla nahradit nebo alespoň zastoupit standardně dodávaný software v co největším počtu aplikací a nemuseli jsme se pro zjištění jednotlivých průběhů připojovat pomocí sériového kabelu přímo k modulu. Samozřejmě má vizualizace „za úkol“ pouze identifikaci naměřených dat, ale pro počáteční konfiguraci je nutné využít standardně dodávaný software – Serial Configuration Utility.

Samotnou vizualizaci lze prohlédnout na přiloženém CD nebo lze nalézt podobu hlavní obrazovky na Obrázek 35.

Část čtvrtá

Závěr

4.1 Polohovací zařízení

Model polohovacího zařízení (viz. Obrázek 36) se povedlo vyrobit ve třech exemplářích, které byly všechny důkladně otestovány a podrobeny dokonce i prvním „zatěžkávacím“ zkouškám studenty nižších ročníků.

Přes veškerou snahu navrhnout zařízení s cílem odstranit veškeré nedostatky, jsme ve finále objevili prostor pro možné zlepšení. První z věcí, která by si zasloužila další pozornost, je přívodní kabel. Zde by bylo vhodné jeho nahrazení užším vodičem, nebo implementovat jednoduchý převodník na obě strany kabelu a omezit tloušťku vodiče na sériovou dvojlinku. Druhé možné vylepšení by spočívalo v dokonalejším zatemnění optických snímačů polohy. V současné podobě docházelo při ostře dopadajícím slunci k nežádoucímu sepnutí některého ze snímačů.

Poslední z úprav, které se v průběhu testování polohovacího zařízení objevily, je výměna tlačítka pro manuální spínaní motorku. U použitého tlačítka totiž dochází při velmi pomalém stisknutí k dosažení polohy, kdy není tlačítko ani sepnuto ani rozepnuto a na motorku se tak objeví vyšší než požadované napětí a rychlost otáčení motorku se tak neúměrně zrychlí.

Obrázek 36. Polohovací zařízení

4.2 Vibrační modul

Povedlo se nám vytvořit plně funkční model, na kterém lze simulovat vibrace a následně provádět jejich měření i jejich analýzu. Měřící modul ENTEK se ukázal jako mimořádně citlivý a s jeho pomocí lze změřit i velmi malé vibrace. Pro pohodlnější měření jsme vytvořili vizualizaci, která za pomoci PLC komunikuje s modulem prostřednictvím sítě DeviceNet a v širokém spektru aplikací je schopna nahradit standardně dodávaný software.

Během samotného měření se nám povedlo nalézt odpověď na otázku, kterou jsme si položili v úvodu: „Lze predikovat hardwarovou chybu disku měřením vibrací?“. Odpověď je ano, v naměřeném spektru je přímo patrné, že čím spektrum obsahuje méně špiček nežádoucích vibrací, v tím lepší je pevný disk „kondici“.

I když jsme se na modelu snažili odstranit přenos nežádoucích vibrací z okolních zařízení, lze v tomto směru model ještě vylepšit a to jak mechanickými úpravami, tak identifikací modelu a navrhnutím optimálního filtru, který by dokázal odstranit nežádoucí rušení od okolí.

Vzhledem k dobrým zkušenostem s tímto měřícím modulem, je jeho další využití velmi široké. V současné době se připravuje montáž čidla na model s rychlými servomotory, kde bude sloužit k měření vibrací na použitém diferenciálu, a v případě překročení stanovených limitů bude celé zařízení vypnuto. Jeho hlavní účel bude tedy zvýšení ochrany zařízení, mimo jiné i pro připravované webové řízení.

Literatura :

[1] AUTOMA, *Časopis pro automatizační techniku* [online], cit [17.8.2006]. <http://www.automa.cz/automa/2000/au060006.htm>

[2] CONTROLTEC Inc. *ControlLogix* [online]. 2005, cit. [7.9.2006] < http://www.controltech.cz/products/controllogix.php?pid=2 >

[3] Ing. Luděk KOHOUT, *Učebnice PLC Tecomat* [online] 2001, cit. [20.8.2006]. < http://edumat.hyperlink.cz/ucebnice/index_u.htm >

[4] ENTEK Inc. *XM Serial Configuration Utility Getting Results Guide* 2003 <www.entek.com>

[5] Antonín VOJÁČEK, *Průmyslová sběrnice DeviceNet* [online], cit [22.9.2006]. <http://automatizace.hw.cz/view.php?cisloclanku=2005082001>

[6] ODVA, *DeviceNet standard* [online], cit [23.9.2006]. < http://www.odva.org/ >

[7] Olga BÍLÁ, *Síťová architektura Netlinx* [online] 6.6.2005, cit [1.10.2006] < http://www.automatizace.cz/article.php?a=731 >

[8] Jiří CMEL, ControlTech spol s r.o., *ControlNet Network* [online] 3.3.2001, cit [4.8.2006]. < http://www.softyon.cz/ab/controlnet.htm >

[9] KOŽNAR J., *EtherNet/IP a ControlNet*. Praha, 2003. Diplomová práce na Elektrotechnické fakultě ČVUT na Katedře řídicí techniky. Vedoucí diplomové práce Ing. Jindřich Fuka

[10] Andreas PFEIFFER, *Průmyslová síť Ethernet* [online] 2.2.2006, cit [8.8.2006]. < http://www.automatizace.cz/article.php?a=1076 >

[11] Rockwell Automation, *Knowledgebase* [online], cit [17.8.2006] <http://www.rockwellautomation.com/knowledgebase/>

[12] Lenka LANDRYOVÁ, *Vizualizace v RSVieW 32* [online], cit [9.9.2006]. < http://homen.vsb.cz/~got75/vizualizace/prog1/dedek/HTML/index.html >

[13] National Instruments Corporation, *Using RSLinx OPC Server* [online], cit [2.10.2006]. < http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/4c4ad8a ea73ed2e58 6256a32007292fd?OpenDocument >

[14] EGV Inc., *Akcelerometry pro malé frekvence* [online], cit [23.10.2006]. < http://www.egv.cz/WEB/entekird.nsf/produkty?OpenView&ExpandView >

[15] Vibration Measurement Technology, *Article on the method of detection by vibration* [online], cit [2.12.2006]. < http://www.vmt.fi/Articlesversion4%20(1)english.pdf >

[16] SERANO Javier Acosta , *Polohovací zařízení*. Praha, 2006. Diplomová práce na Elektrotechnické fakultě ČVUT na Katedře řídicí techniky. Vedoucí diplomové práce Ing. Jindřich Fuka

[17] Stanislav ĎAĎO, Marcel KREIDL, *Senzory a měřící obvody*, 1.vyd. CVUT, 1996. 315s.

[18] Rockwell Automation Inc. *EtherNet/IP Network.* [online]. 22.3.1999, [cit. 14.10.2006]. <http://www.ab.com/catalogs/b113/comm/ethernet.html>.

[19] KARÁSEK M., *Příprava projektově orientované výuky řídících systémů*. Praha, 2002. Diplomová práce na Elektrotechnické fakultě ČVUT na Katedře řídicí techniky. Vedoucí diplomové práce Ing. Jindřich Fuka

[20] Rockwell Automation Inc. *XM-122 gSE Vibration Module* 2004 EN 61131-2

[21] Rockwell Automation Inc. *XM-120/121 Dynamic Measurement Module – User's Guige* 2004

[22] Rockwell Automation Inc. *XM-120 Eccentricity Module* 2004

Seznam softwaru :

Adobe Acrobat [počítačový program]. Ver. 5.0 CE. Adobe systems, Inc., 2001.

Microsoft Office XP [počítačový program]. Ver. 9.0.3821. Microsoft Corporation, 2005.

Orcad Family [počítačový program]. Ver. 9.2. Cadence Design Systems, Inc., 2000.

RSLinx [počítačový program]. Ver. 2.41.00. Rockwell Software Inc., 2003.

RSLogix 5000 [počítačový program]. Ver. 6.00.00. Rockwell Software Inc., 2003.

RSView 32 [počítačový program]. Ver. 6.00.00. Rockwell Software Inc., 2003.

Adobe Photoshop [počítačový program] 7.0 CE Adobe Software Inc. , 2004

XM Serial Configuration Utility 4.0 Rockwell Software Inc., 2004.

Dreamweaver MX Version 6.0 Macromedia Inc. 2004

A Příloha – Polohovací zařízení

A 1. Polohovací zařízení fotografie

Obr A1. Polohovací zařízení – čelní pohled

A 2. Připojení pinů konektoru k PLC

Číslo pinu	Funkce	PLC
1	+12V	
2	GND	
3	-12V	
4	Segment 7	Out11
5	Segment 4	Out8
6	Segment 1	Out5
7	Segment 3	Out7
8	Segment 8	Out12
9	Segment 5	Out9
10	Segment 2	Out6
11	Segment 6	Out10
12	Motor ON	Out0
13	Analog. Řízení	
14	Směr	Out1
15	LED4	Out13
16	Pozice 1	In9
17	Pozice 2	In10
18	Pozice 3	In11
19	Pozice 4	In12
20	Pozice 5	In13
21	Pozice 6	In14
22	LED 3	Out4
23	LED 1	Out2
24	LED 2	Out3
25	LED 5	Out14
26	Tlačítko 2	In2
27	Tlačítko 3	In3
28	Tlačítko 4	In4
29	Tlačítko 0	In0
30	Tlačítko 1	In1
31	Přepínač 5	In5
32	Přepínač 6	In6
33	Přepínač 7	In7
34	Přepínač 8	In8
35	Analog. Pozice	
36	Volný	
37	LED6	Out15

Tab5. Připojení konektoru k PLC

A 3. Zadání úlohy polohovacího zařízení CZ

(Zadání bude studentům k dispozici jako pokyny pro samostatnou práci)

POLOHOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Model polohovacího zařízení je tvořen servomotorem, na který je upevněn rotační plíšek. Rotační část modelu je osazena šesti snímači polohy pracujícími na optickém principu. Detekce polohy je signalizována také signalizační LED diodou. Dále je model osazen sedmi segmentovým displejem, tlačítkem pro přepínání analogového a digitálního řízení a tlačítkem manuálního ovládání motorku. Všechna ostatní tlačítka, spínače a signalizační diody jsou volně použitelné pro programové účely.

Zapojení:
Zapojení jednotlivých prvků k PLC je patrné z obrázku. Veškerá tlačítka jsou přivedena do PLC jako vstupy a diody vyvedeny jako výstupy. Číslo za označením značí bit, na který je prvek přiveden.

Legenda:
S.....přepínací tlačítko
T.....spínací tlačítko
R.....rozpínací tlačítko
O.....výstup (dioda, „segmentovka“)
MAN.....manuální ovládání motorku
D/A.....přepínání režimů řízení
I.....vstup od čidla polohy
*číslo značí bit vstupu nebo výstupu

Ostatní výstupy:

Name	Output
GO	Out0
Direction	Out1
LED-MAN Button „yellow“	Out14
LED-START Button „green“	Out15
LED-STOP Button „red“	Out13

Přípravek představuje model podavače, který podává výrobky na různá místa uspořádaná do kruhu. Podavač má k dispozici vždy dost výrobků. Po zapnutí jsou vymazány všechny předchozí požadavky a podavač se nastaví do výchozí polohy (I9).

Požadavky:

1) Podavač dojíždí nejkratším směrem na polohu, která se volí zapnutím vypínače (náběžná hrana). V poloze setrvá 8 sekund. Přípravek přijímá předvolení až deseti poloh (realizujte pomocí zásobníku FIFO). Signalizujte naplnění fronty požadavků. Při navolení dvou stejných poloh za sebou podavač mezi podáním opíše celý kruh. Signalizujte vhodně jízdu na pozici.
2) Při současném (tj. v rozmezí 1 s) sepnutí krajních vypínačů (R4, T2) se po dobu jejich zapnutí podavač přepne do ručního režimu, který je signalizován rychlým blikáním všech diod žlutě. Po dobu sepnutí kontaktu svítí příslušná dioda červeně. V tomto režimu lze přípravek manuálně řídit tlačítky Star/Stop. Stav je zrušen stisknutím tlačítka Stop po dobu 5s.
3) Signalizujte zvolené pozice pomocí sedmi segmentového displeje.
4) Zajistěte jednoduchou vizualizaci pomocí programu RSView32.

A 4. Zadání úlohy polohovacího zařízení EN

(Zadání bude studentům k dispozici jako pokyny pro samostatnou práci)

POSITION DEVICE

The model of position device consists of a rotation part placed on the servomotor. There are six optical sensors on the rotation part which are used for position detection. The position is also signed by LED diode. On the model there is also placed the seven segment display, analog/digital controlling switcher and manual motor controlling button. All the others buttons, switchers and LED diodes are prepared for free using.

Connection:
The connection of the parts to the PLC could be seen on the picture. All the buttons and switchers are connected to the PLC as inputs and diodes are connected as outputs. The number means the I/O bit.

Legend:
S.....switcher
T.....closing button
R.....expanding button
O.....output
MAN…….....“GO“ of servomotor
D/A.....D/A switcher
I.....input of position sensors
* Number means the I/O bit

Other outputs:

Name	Output
GO	Out0
Direction	Out1
LED-MAN Button „yellow“	Out14
LED-START Button „green“	Out15
LED-STOP Button „red“	Out13

The equipment simulates the model of feed arrangement, which bears the products to the different places ordered in to the cycle. The feed arrangement has enough products. Set startup there are all positions deleted and the feeder is set up to the start position (I9).

Requirements:

1) The feeder goes to the position by the shortest way, which is polled by switching on the button. The feeder stays for 8s at the position. There is possible to opt for 10 positions (realized by FIFO memory). Sign when the FIFO is full. If the same positions are opted, the feeder will go over all positions. Sign when the feeder works.

2) In case of coincident pressing of the R4 and T2 button, the feeder is switched in to the manual mode, signed by yellow diode. In this mode, the feeder is controlled by Start/Stop button. The manual mode is over when the stop button is pressed for 5s.

3) Sign the opted positions on the seven segment display.

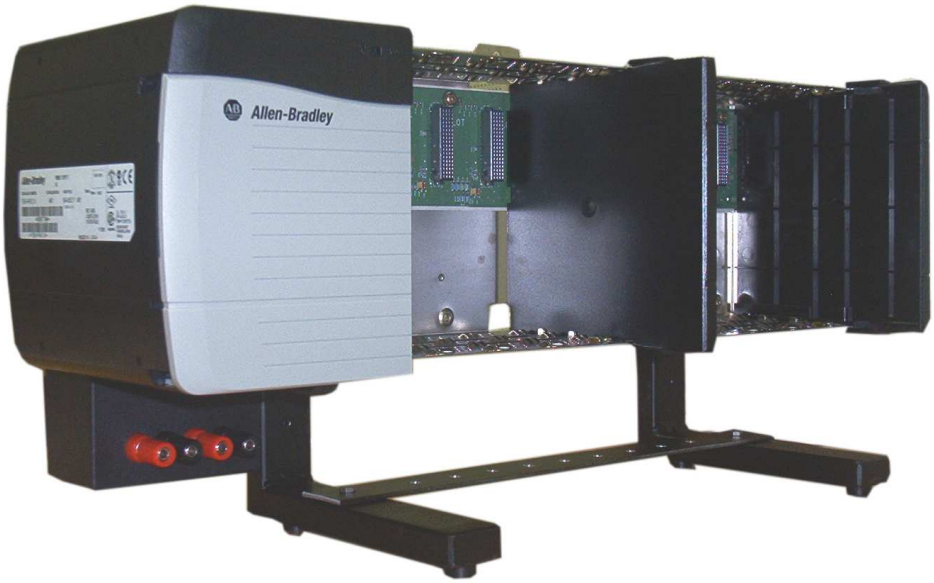
4) Set up the easy visualization in the RSView32 software.

B Příloha – Stojan PLC s napájecím zdrojem

B1 Stojan se zdrojem - fotografie

Obr B1. Horní pohled

Obr B2. Boční pohled



Obr B3. Celkový pohled

C Příloha – Komunikace po síti DeviceNet

C.1 Rozdělení bitů pro Data Formát 101

XM-120/121 Assembly Instance 101 Data Format

Byte	Definition
0–3	Channel 1 Overall measurement value
4–7	Channel 2 Overall measurement value
8–11	Channel 1 Gap measurement value
12–15	Channel 2 Gap measurement value
16–19	Current Speed measurement value
20–23	Peak Speed measurement value
24–27	Channel 1 Band 1 measurement value
28–31	Channel 2 Band 1 measurement value
32–35	Channel 1 Band 2 measurement value
36–39	Channel 2 Band 2 measurement value
40–43	Channel 1 Band 3 measurement value
44–47	Channel 2 Band 3 measurement value
48–51	Channel 1 Band 4 measurement value
52–55	Channel 2 Band 4 measurement value
56–59	Channel 1 1X Vector Magnitude measurement value
60–63	Channel 1 1X Vector Phase measurement value
64–67	Channel 2 1X Vector Magnitude measurement value
68–71	Channel 2 1X Vector Phase measurement value
72–75	Channel 1 2X Vector Magnitude measurement value
76–79	Channel 1 2X Vector Phase measurement value
80–83	Channel 2 2X Vector Magnitude measurement value
84–87	Channel 2 2X Vector Phase measurement value
88–91	Channel 1 3X Vector Magnitude measurement value
92–95	Channel 2 3X Vector Magnitude measurement value
96–99	Channel 1 Not 1X measurement value
100–103	Channel 2 Not 1X measurement value
104–107	SMAX Magnitude measurement value
108–111	SMAX Phase measurement value
112–115	Channel 1 Sum Harmonics measurement value
116–119	Channel 2 Sum Harmonics measurement value
120–123	Acceleration measurement value

Tab C1 - Rozdělení bitů pro Data Formát 101

C.2 Rozdělení bitů pro Data Formát 102

XM-120/121 Assembly Instance 102 Data Format

Byte	Definition
0–3	Current Speed measurement value
4–7	Channel 1 Overall measurement value
8–11	SMAX Magnitude measurement value
12–15	Channel 1 Band 1 measurement value
16–19	Channel 1 Band 2 measurement value
20–23	Channel 1 1X Vector Magnitude measurement value
24–27	Channel 1 2X Vector Magnitude measurement value
28–31	Channel 1 3X Vector Magnitude measurement value
32–35	Channel 1 Band 3 measurement value
36–39	Channel 1 Band 4 measurement value
40–43	Channel 1 1X Vector Phase measurement value
44–47	Channel 1 2X Vector Phase measurement value
48–51	Channel 1 Gap measurement value
52–55	Channel 1 Not 1X measurement value
56–59	Channel 1 Sum Harmonics measurement value
60–63	Acceleration measurement value
64–67	Channel 2 Overall measurement value
68–71	SMAX Phase measurement value
72–75	Channel 2 Band 1 measurement value
76–79	Channel 2 Band 2 measurement value
80–83	Channel 2 1X Vector Magnitude measurement value
84–87	Channel 2 2X Vector Magnitude measurement value
88–91	Channel 2 3X Vector Magnitude measurement value
92–95	Channel 2 Band 3 measurement value
96–99	Channel 2 Band 4 measurement value
100–103	Channel 2 1X Vector Phase measurement value
104–107	Channel 2 2X Vector Phase measurement value
108–111	Channel 2 Gap measurement value
112–115	Channel 2 Not 1X measurement value
116–119	Channel 2 Sum Harmonics measurement value
120–123	Peak Speed measurement value

Tab C2 - Rozdělení bitů pro Data Formát 102

C.3 Rozdělení bitů pro Data Formát 103

XM-120/121 Assembly Instance 103 Data Format

Byte	Definition
0–3	Channel 1 Band 1 measurement value
4–7	Channel 2 Band 1 measurement value
8–11	Channel 1 Band 2 measurement value
12–15	Channel 2 Band 2 measurement value
16–19	Channel 1 Overall measurement value
20–23	Channel 2 Overall measurement value
24–27	Channel 1 Band 3 measurement value
28–31	Channel 2 Band 3 measurement value
32–35	Channel 1 Band 4 measurement value
36–39	Channel 2 Band 4 measurement value
40–43	Channel 1 Gap measurement value
44–47	Channel 2 Gap measurement value
48–51	SMAX Magnitude measurement value
52–55	SMAX Phase measurement value
56–59	Channel 1 Sum Harmonics measurement value
60–63	Channel 2 Sum Harmonics measurement value
64–67	Channel 1 Not 1X measurement value
68–71	Channel 2 Not 1X measurement value
72–75	Channel 1 1X Vector Phase measurement value
76–79	Channel 2 1X Vector Phase measurement value
80–83	Channel 1 2X Vector Phase measurement value
84–87	Channel 2 2X Vector Phase measurement value
88–91	Channel 1 1X Vector Magnitude measurement value
92–95	Channel 2 1X Vector Magnitude measurement value
96–99	Channel 1 2X Vector Magnitude measurement value
100–103	Channel 2 2X Vector Magnitude measurement value
104–107	Channel 1 3X Vector Magnitude measurement value
108–111	Channel 2 3X Vector Magnitude measurement value
112–115	Current Speed measurement value
116–119	Peak Speed measurement value
120–123	Acceleration measurement value

Tab C3 - Rozdělení bitů pro Data Formát 103

C.4 Rozdělení bitů pro Data Formát 104

XM-120/121 Assembly Instance 104 Data Format

Byte	Definition
0–3	Acceleration measurement value
4–7	Current Speed measurement value
8–11	Channel 1 Overall measurement value
12–15	Channel 2 Overall measurement value
16–19	Channel 1 1X Vector Magnitude measurement value
20–23	Channel 2 1X Vector Magnitude measurement value
24–27	Channel 1 Gap measurement value
28–31	Channel 2 Gap measurement value
32–35	Channel 1 2X Vector Magnitude measurement value
36–39	Channel 2 2X Vector Magnitude measurement value
40–43	Channel 1 1X Vector Phase measurement value
44–47	Channel 2 1X Vector Phase measurement value
48–51	Channel 1 Band 1 measurement value
52–55	Channel 2 Band 1 measurement value
56–59	Channel 1 Band 2 measurement value
60–63	Channel 2 Band 2 measurement value
64–67	Channel 1 Not 1X measurement value
68–71	Channel 2 Not 1X measurement value
72–75	Channel 1 Band 3 measurement value
76–79	Channel 2 Band 3 measurement value
80–83	Channel 1 Band 4 measurement value
84–87	Channel 2 Band 4 measurement value
88–91	SMAX Magnitude measurement value
92–95	SMAX Phase measurement value
96–99	Channel 1 3X Vector Magnitude measurement value
100–103	Channel 2 3X Vector Magnitude measurement value
104–107	Channel 1 2X Vector Phase measurement value
108–111	Channel 2 2X Vector Phase measurement value
112–115	Channel 1 Sum Harmonics measurement value
116–119	Channel 2 Sum Harmonics measurement value
120–123	Peak Speed measurement value

Tab C4 - Rozdělení bitů pro Data Formát 104

C.5 Rozdělení bitů pro Data Formát 105

XM-120/121 Assembly Instance 105 Data Format

Byte	Definition
0–3	SMAX Magnitude measurement value
4–7	SMAX Phase measurement value
8–11	Channel 1 Overall measurement value
12–15	Channel 2 Overall measurement value
16–19	Current Speed measurement value
20–23	Acceleration measurement value
24–27	Channel 1 1X Vector Magnitude measurement value
28–31	Channel 2 1X Vector Magnitude measurement value
32–35	Channel 1 2X Vector Magnitude measurement value
36–39	Channel 2 2X Vector Magnitude measurement value
40–43	Channel 1 Band 1 measurement value
44–47	Channel 2 Band 1 measurement value
48–51	Channel 1 Band 2 measurement value
52–55	Channel 2 Band 2 measurement value
56–59	Channel 1 Band 3 measurement value
60–63	Channel 2 Band 3 measurement value
64–67	Channel 1 Band 4 measurement value
68–71	Channel 2 Band 4 measurement value
72–75	Channel 1 3X Vector Magnitude measurement value
76–79	Channel 2 3X Vector Magnitude measurement value
80–83	Channel 1 1X Vector Phase measurement value
84–87	Channel 2 1X Vector Phase measurement value
88–91	Channel 1 Not 1X measurement value
92–95	Channel 2 Not 1X measurement value
96–99	Channel 1 Sum Harmonics measurement value
100–103	Channel 2 Sum Harmonics measurement value
104–107	Channel 1 2X Vector Phase measurement value
108–111	Channel 2 2X Vector Phase measurement value
112–115	Peak Speed measurement value
116–119	Channel 1 Gap measurement value
120–123	Channel 2 Gap measurement value

Tab C5 - Rozdělení bitů pro Data Formát 105

C.6 Rozdělení bitů pro Data Formát 106

XM-120/121 Assembly Instance 106 Data Format

Byte	Definition
0–3	Channel 1 1X Vector Magnitude measurement value
4–7	Channel 2 1X Vector Magnitude measurement value
8–11	Channel 1 2X Vector Magnitude measurement value
12–15	Channel 2 2X Vector Magnitude measurement value
16–19	Current Speed measurement value
20–23	Channel 1 Overall measurement value
24–27	Channel 2 Overall measurement value
28–31	Channel 1 Band 1 measurement value
32–35	Channel 2 Band 1 measurement value
36–39	Channel 1 Band 2 measurement value
40–43	Channel 2 Band 2 measurement value
44–47	Channel 1 Band 3 measurement value
48–51	Channel 2 Band 3 measurement value
52–55	Channel 1 Band 4 measurement value
56–59	Channel 2 Band 4 measurement value
60–63	Channel 1 Sum Harmonics measurement value
64–67	Channel 2 Sum Harmonics measurement value
68–71	Channel 1 Not 1X measurement value
72–75	Channel 2 Not 1X measurement value
76–79	Channel 1 1X Vector Phase measurement value
80–83	Channel 2 1X Vector Phase measurement value
84–87	Channel 1 2X Vector Phase measurement value
88–91	Channel 2 2X Vector Phase measurement value
92–95	Channel 1 3X Vector Magnitude measurement value
96–99	Channel 2 3X Vector Magnitude measurement value
100–103	Channel 1 Gap measurement value
104–107	Channel 2 Gap measurement value
108–111	Peak Speed measurement value
112–115	SMAX Magnitude measurement value
116–119	SMAX Phase measurement value
120–123	Acceleration measurement value

Tab C6 - Rozdělení bitů pro Data Formát 106

C.7 – Rozdělení bitů komunikace Change of State

XM-120/121 COS Message Format

Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0	Relay 1 Status	Setpoint Multiplier Status	Alarm 2 Status			Alarm 1 Status		
1	Relay 2 Status	Reserved	Alarm 4 Status			Alarm 3 Status		
2	Relay 3 Status	Reserved	Alarm 6 Status			Alarm 5 Status		
3	Relay 4 Status	Reserved	Alarm 8 Status			Alarm 7 Status		
4	Relay 5 Status	Reserved	Alarm 10 Status			Alarm 9 Status		
5	Reserved	Reserved	Alarm 12 Status			Alarm 11 Status		
6	Reserved	Reserved	Alarm 14 Status			Alarm 13 Status		
7	Reserved	Reserved	Alarm 16 Status			Alarm 15 Status		

Tab C.7 - Rozdělení bitů komunikace Change of State

D Příloha

D.1- Přiložené CD

Obsah:

- Diplomová práce v elektronické podobě
- Použité grafické materiály
- Elektrická schémata v programu ORCAD
- Programy pro logický automat
- Vizualizace Polohovacího zařízení
- Vizualizace modelu měření vibrací
- Serial Configuration Utility – ovládací program pro ENTEK
- Použité manuály
- Zadání úlohy polohovací zařízení CZ
- Zadání úlohy polohovací zařízení EN

E Příloha

E.1- Nejčastěji používané termíny a zkratky

COS
Change of State , změna stavu např. z Log. 1 do Log. 0

CTDMA
Concurrent Time Domain Multiple Access, způsob přístupu na sběrnici.

CIP
Common Industrial Protocol, protokol definující vyšší komunikační vrstvy standardu DeviceNet.

DC
Direct current, stejnosměrný proud

DDE
Dynamic Data Exchange, starší metoda sdílení proměnných mezi aplikacemi

Ethernet / IP
Ethernet / Industrial Protocol, průmyslový protokol pro časově plánovaný přenos dat

FIFO
First In, First Out, fronta v programování je abstraktní datový typ - první dovnitř, první ven

GND
Ground, společný zemní vodič

LED
Light-Emitting Diode, elektronická polovodičová součástka obsahující přechod P-N.

MAC
Media access control, jedinečný identifikátor síťového zařízení

ODVA
Open DeviceNet Vendor Association, organizace spravující standard DeviceNet

OPC
OLE for Process Control, vkládání a propojování objektů pro průmyslové řízení

PLC
Programmable Logic Controler, programovatelný logický automat.

RSLinx
Program od firmy Rockwell Automation Inc. zajišťující veškerou komunikaci mezi průmyslovými sítěmi, měřicími a komunikačními kartami a programy této firmy

RSLogix
Program od firmy Rockwell Automation Inc. pro konfigurování, programování a monitorování programovatelného logického automatu Allen – Bradley

RSView32
Program od firmy Rockwell Automation Inc. zajišťující vytváření a provozování vizualizace pro programovatelné logické automaty Allen – Bradley

RPI
Request Packed Interval, perioda opakování dat

USB
Universal Serial Bus, univerzální sériová sběrnice