

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Řízení elektrického servopohonu

FESTO EMMS – AS

Sezimovo Ústí, 2015

Autor: Ondřej Koldcsiter



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Ondřej Koldcsiter**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Řízení elektrického servopohonu Festo EMMS-AS**
Anglický název práce: **The control of Electric Servo Motor Drive Festo EMMS-AS**

Zásady pro vypracování:

1. Zdokumentujte servopohon Festo EMMS, včetně ovladače Festo CMMS-AS a komunikačního software Festo Configuration Tool.
2. Zprovozněte sestavu servopohonu.
3. Navrhněte využití servopohonu ve výuce. Vytvořte základní výukový text.
4. Na základě poskytnutých podkladů zpracujte 6 úloh pro servopohon.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

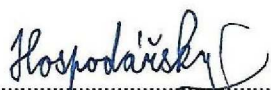
Doporučená literatura:

- [1] EBEL, F.; PANY, M. Fundamentals of servo motor drive technology: Workbook TP 1421. Denkendorf, Festo Didactic GmbH & Co. KG, 2010, č. ev. 571853 EN.
- [2] ROUBAL, J., HUŠEK, P. A KOL. *Regulační technika v příkladech*. Praha: BEN – technická literatura, 2010, ISBN 978-80-7300-260-2.

Vedoucí práce: Bc. et Bc. Miroslav V. Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Ing. Tomáš Vančura, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce: Ing. Václav Šedivý, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **1. 9. 2014**

Datum odevzdání absolventské práce: **7. 5. 2015**


Bc. et Bc. M. V. Hospodářský
(vedoucí práce)



V Sezimově Ústí dne 1. 9. 2014

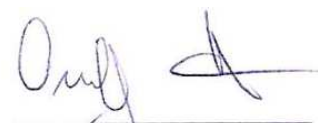

Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

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

V Sezimově Ústí dne

6.5.2015



podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce panu Bc. et Bc. Miroslavu V. Hospodářskému za jeho odborné konzultace a rady při vypracování této absolventské práce a dále zaměstnanci tréninkového centra v Praze společnosti FESTO panu Ing. Filipu Škeříkovi za jeho užitečné podnětné rady, trpělivost a ochotu s řešením AP.

Anotace

K výuce programování a řízení servopohonu používá COP Sezimovo Ústí elektrický asynchronní servopohon Festo CMMS – AS řízený ovladačem Festo EMMS – AS, který je programován pomocí software Festo Configuration Tool (FCT) vyvinutého firmou Festo přímo pro řízení servopohonů řady EMMS.

Hlavním tématem absolventské práce je vytvoření dokumentace zapojení servopohonu FESTO CMMS – AS, ovladače FESTO EMMS – AS a řídicího softwaru včetně úloh pro výuku.

Autorem byl vytvořen návod pro realizaci úloh společně s bezpečnostními pokyny pro řídicí software FCT.

Klíčová slova: FCT, Festo Configuration Tool, Festo EMMS – AS, Festo CMMS – AS, servopohon.

Annotation

To teach programming and control servodrive The COP Sezimovo Ústí uses an electric asynchronous servodrive FESTO CMMS – AS controled by driver FESTO EMMS – AS, which is programated by software FESTO Configuration Tool (FCT) developed by FESTO company for control EMMS servo motors.

The main topic of this graduate work is creating documentation of involvement servo motor FESTO CMMS – AS, driver FESTO EMMS – AS and the control software including exercises for teaching, where was created the instruction for their realization togehter with security instructions for control software FCT.

Key words: FCT, Festo Configuration Tool, Festo EMMS - AS, Festo CMMS - AS, Servo Motor Drive.

Obsah

Seznam obrázků	ix
Seznam tabulek	xiii
1 Úvod	1
2 Regulační obvod se servopohonem	3
2.1 Servopohon Festo EMMS-AS-55-S-TM	4
2.2 Rotační jednotka	7
2.3 Snímač polohy(senzor) SIEN-M8 B-PO-S-L	8
2.4 Ovladač FESTO CMMS-AS	9
2.5 Napájecí zdroj	11
2.6 Propojovací kabely	12
2.7 Programovací prostředí Festo Configuration Tool (FCT)	14
3 Cvičební úlohy a jejich řešení	17
3.1 Úloha č. 1: Sestavení systému servopohonu	17
3.2 Úloha č. 2: Nastavení systému servopohonu	24
3.3 Úloha č. 3: Řízení otáček systému servopohonu	33
3.4 Úloha č. 4: Nastavení referenčního bodua polohování	44
3.5 Úloha č. 5: Režim polohování a sekvenční řízení	50
3.6 Úloha č. 6:Polohový program s navazujícím záznamem	54
4 Závěr	59
Literatura	61
A Obsah příloženého CD/DVD	I

B Použitý software	III
C Časový plán absolventské práce	V

Seznam obrázků

2.1	Mechatronický systém	3
2.2	Vnější provedení servomotoru typu EMMS-AS	4
2.3	Popis kodového označení EMMS-AS-55-S-TM	5
2.4	Rotační jednotka – pohled zepředu	7
2.5	Rotační jednotka – pohled seshora	7
2.6	Snímač polohy SIEN-M8 B-S-L	8
2.7	Význam kodového označení senzoru SIEN-M8 B-S-L	9
2.8	Servoovladač Festo CMMS-AS – pohled zezadu	10
2.9	Servoovladač Festo CMMS-AS – pohled zepředu	10
2.10	Servoovladač Festo CMMS-AS – pohled seshora	11
2.11	Stejnoseměrný napájecí zdroj Festo 24 V	11
2.12	Propojovací komunikační kabel RS-232	12
2.13	Festo KMTR-AC-10	13
2.14	Kabel IEC 320 C19	13
2.15	Kabel senzoru	14
2.16	Bezpečnostní laboratorní kabely	14
2.17	Vzhled úvodní obrazovky programu Festo Configuration Tool	15
3.1	Rotační jednotka	18
3.2	Připojení rotační jednotky k servopohonu	18
3.3	Přípevnění servopohonu na drážkovanou desku	19
3.4	Utahovací kolečko	19
3.5	Zapojení Sub-D konektoru	20
3.6	Zapojení napájecího kabelu	20
3.7	Zapojení snímačů	21
3.8	Připojení kabelu RS-232 k servoovladači CMMS-AS	22
3.9	Propojení zdroje a řídicí jednotky	23

3.10	Založení nového projektu	25
3.11	Definice názvu a verze servomotoru pomocí záložky Componentselection	26
3.12	Spuštění konfigurace řídicí jednotky	27
3.13	Konfigurace řídicí jednotky (servoovladače)	27
3.14	Konfigurace servomotoru	28
3.15	Výběr typu osy	28
3.16	Konfigurace rotační osy servomotoru	29
3.17	Shrnutí konfiguračních parametrů servoovladače a servopohonu	29
3.18	Aktivace komunikace	30
3.19	Zavedení programu do řídicí jednotky	31
3.20	Kontrola činnosti servoovladače v záložce Operate	31
3.21	Nastavení snímaných veličin a parametrů časové základny měřených dat .	33
3.22	Parametrizace analogových vstupů a výstupů	34
3.23	Parametrizace náběžných a seběžných ramp otáček servomotoru	35
3.24	Nastavení záložky Application Data	35
3.25	Graf záznamníku dat pro konfiguraci 1	37
3.26	Úprava zesílení PI regulátoru servoovladače v záložce Optimize	38
3.27	Odezva systému servopohonu při zesílení 0,11	38
3.28	Odezva systému servopohonu při zesílení 1,0	39
3.29	Odezva systému servopohonu při zesílení 2,0	39
3.30	Záložka Profile Velocity/Torque Mode	40
3.31	Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 3.1	41
3.32	Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 3.2	41
3.33	Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 3.3	42
3.34	Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 4.1	43
3.35	Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 4.2	43
3.36	Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 4.3	44
3.37	Nastavení referenčního bodu servomotoru (homing)	45
3.38	Spuštění operace Homing pomocí tlačítka Run to position	46
3.39	Vzhled polohového listu - záložka Position List	47
3.40	Definice polohy v polohovém listu pomocí okna Position Set	47
3.41	Ikona FCT	48
3.42	Vytvořený polohový záznamový list	50
3.43	Vytvořené polohové záznamové profily - záložka Position Profiles	51
3.44	Nastavení záznamníku měřených dat	51

3.45	Odezva systému servopohonu na testovací cyklus při řízení FCT	52
3.46	Přepnutí na režim MEM	53
3.47	Odezva systému servopohonu na testovací cyklus při řízení MEM	54
3.48	Polohový záznamový list vytvořený v záložce Position Set Table	55
3.49	Definice polohových profilů v záložce Position Profiles	56
3.50	Nastavení digitálních vstupů a výstupů v záložce Digital I/O	56
3.51	Nastavení snímaných veličin a časové základny záznamníku dat	57
3.52	Záložka s parametry ručního polohování - Manual Move	58
3.53	Graf testovacího režimu	58

Seznam tabulek

3.1	Tabulka konfigurace pro jednotlivá měření	34
3.2	Konfigurace 2	37
3.3	Konfigurace 3	40
3.4	Konfigurace 4	42
3.5	Position List	46
3.6	Position Profiles	47
3.7	Position List	55
3.8	Position Profiles	56

Kapitola 1

Úvod

V své absolventské práci jsem se zaměřil na zdokumentování servopohonu Festo EMMS včetně jeho ovladače Festo CMMS-AS, komunikačního SW Festo Configuration Tool. Dalším úkolem mé práce je navrhnout a řešit úlohy pro tento servopohon.

Zdokumentování servopohonu a ostatních částí jsem se rozhodl zpracovat jako přehledný návod, který by pak mohl být využit k výuce.

Zpracovaný návod obsahuje seznam použitých komponent včetně jejich doporučených parametrů.

Nedílnou součástí návodu je také soubor fotografií a schémat, které slouží k zpřehlednění postupu sestavení, nebo zapojení. Důležitou kapitolou jsou bezpečnostní pokyny, které se musí bezpodmínečně dodržovat.

Laboratorní model servopohonu Festo EMMS-AS a ovladače CMMS-AS, na kterém je práce vytvořena, se nachází v učebně praktické výuky COP Sezimovo Ústí.

Na obrázku pod úvodem je vidět celá sestava servopohonu, rotační jednotky se snímači, připojovací kabely a ovladač sestavy.

Úvodem několik informací o servopohonech. Náš servopohon je střídavý asynchronní motor, u kterého lze nastavit přesnou polohu osy, a to pomocí zpětné vazby nebo koncového spínače. Může pracovat při vysokých i nízkých otáčkách. Je napájen ze zdroje, který je umístěn vedle sestavy. K určení polohy v jaké se servopohon nachází jsou použity indukční snímače polohy.

Tyto snímače zaznamenávají polohu rotoru rotační jednotky a jsou instalovány v tělese rotační jednotky.

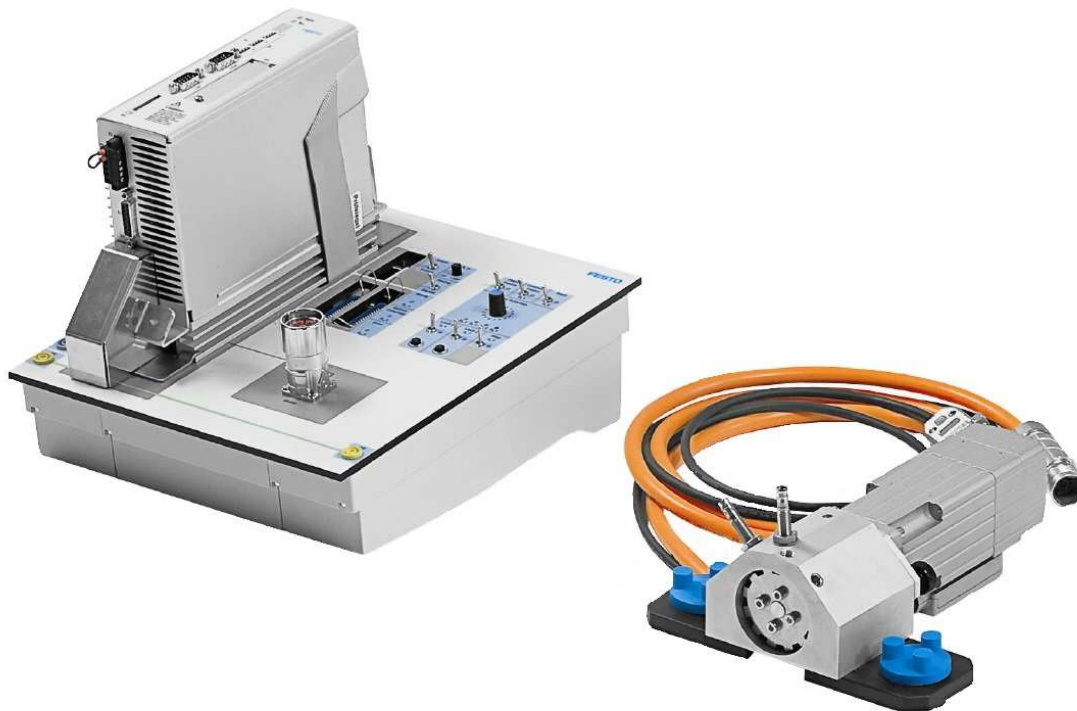
V dnešní době můžeme najít tyto servomotory jak v různých odvětvích průmyslu a automatizace, tak i v běžném životě. Typickým příkladem stroje, který je ovládán servomotory, je číslicově řízený stroj CNC (Computer Numeric Control).

U strojů CNC jsou servopohony používány například pro posuv nástroje ve vertikální a horizontální ose stroje.

Dále můžeme pohon najít i ve výpočetní technice, konkrétně v jedné z částí PC (Personal Computer). Touto částí je HDD (Hard Disk Drive), kde slouží servopohon pro nastavení čtecí hlavičky.

Posledním příkladem, kde v dnešní době můžeme najít servomotor, jsou takzvané RC modely (Radio Control). U těchto modelů se servomotory používají typicky pro jejich pohon. Jedná se například o radiově řízené modely letadel.

Cílem této práce je zdokumentovat a uvést do provozu elektrický servopohon FESTO EMMS-AS včetně ovladače CMMS-AS a komunikační software Festo Configuration Tool (FCT), které jsou popsány v 2. kapitole. Na základě této dokumentace je vytvořen výukový text, který je uveden v 2. kapitole, 3. kapitole společně s návrhem využití servopohonu ve výuce. Dále dle poskytnutých podkladů je vypracováno 6 úloh pro servopohonovou soustavu, které jsou řešeny v 3. kapitole.



Kapitola 2

Regulační obvod se servopohonem

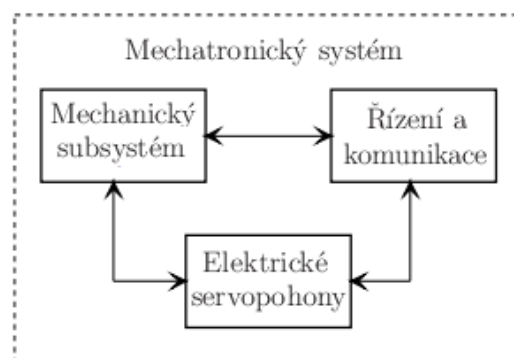
V této kapitole je popsáno stručné seznámení s jednotlivými komponentami soustavy servopohonu společně s vysvětlivkami, grafickým znázorněním a technickými údaji každé použité komponenty.

Elektrický servopohon jako systém:

Elektrický servopohon v mechatronice představuje subsystém mechatronického systému, v němž se zajišťuje řízení pohybu při současné přeměně elektrické energie v mechanickou práci. Dalšími subsystémy mechatronického systému jsou subsystém řízení a komunikace a subsystém mechaniky, t.j. kinematika a dynamika přenosu pohybu, jak je naznačeno na obr. 2.1. (SKALICKÝ, J., 1999)

Elektrický servopohon je regulační pohon skládající se z jednoho nebo více elektrických motorů, které napájejí výkonových měničů a řídicích a regulačních obvodů. Zatímco běžný elektrický pohon může pracovat i v otevřené regulační smyčce, a to bez zpětné vazby. Servopohon je zapojen vždy v uzavřené regulační smyčce, se zpětnou vazbou rychlostní a většinou i polohovou. Požadavky na servopohony jsou přesnost, rychlost regulace a dále i jejich spolehlivost, bývají součástí rozsáhlých automatizovaných soustav.

Návrh servopohonů se skládá z volby typu pohonu, jeho dimenzování, návrhu koncepce



Obrázek 2.1: Mechatronický systém

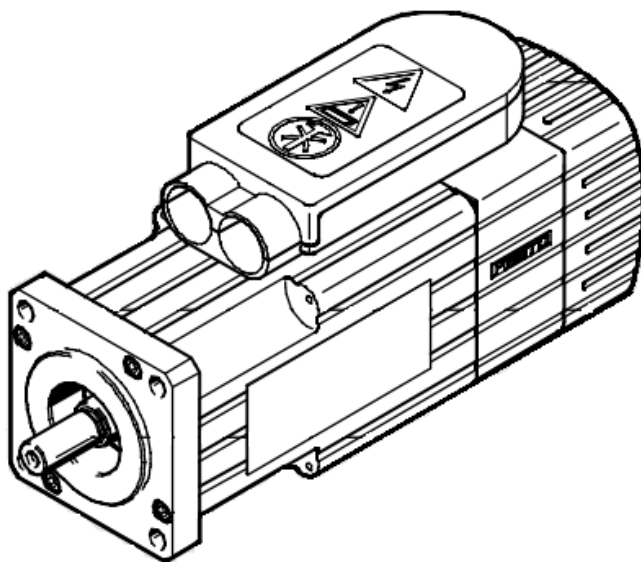
a struktury regulačních obvodů a z volby jistění a ochran.

Elektrický servopohon je regulační pohon, skládající se z elektromotoru, výkonového polovodičového měniče pro napájení a řízení motoru a z regulátoru otáček, resp. polohy. Součástí motoru bývají snímače rychlosti a polohy. Pohon musí umožňovat provoz v obou směrech otáčení a v obou směrech momentu. Servopohon pracuje v uzavřené regulační smyčce.

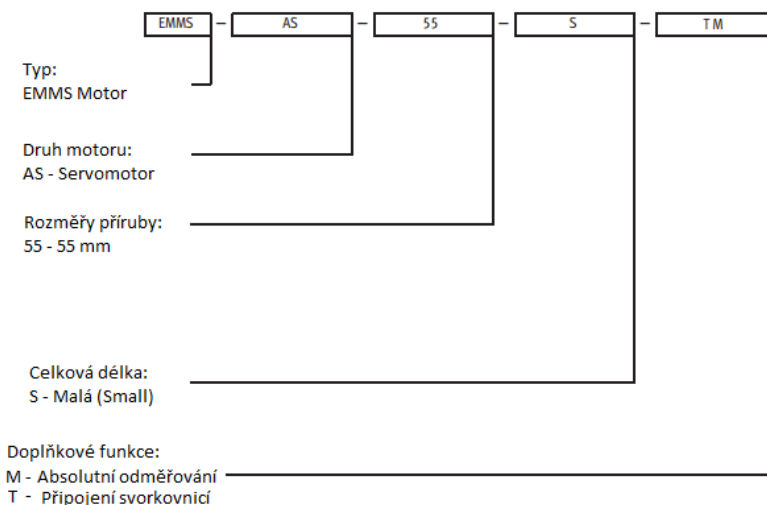
K odměřování skutečné polohy slouží snímače polohy.

2.1 Servopohon Festo EMMS–AS–55–S–TM

Tento střídavý asynchronní motor je srdcem celé soustavy servopohonu. Pohonnou jednotkou servopohonu je elektromotor napájený z elektrické sítě. Pomocí této jednotky budou uskutečněny zadané úlohy.



Obrázek 2.2: Vnější provedení servomotoru typu EMMS–AS



Obrázek 2.3: Popis kodového označení EMMS-AS-55-S-TM

Princip asynchronních motorů:

Asynchronní motory jsou nejrozšířenějším typem motorů používaným pro pohony pracovních strojů. S nástupem výkonové elektroniky v posledních desetiletích byla překonána obtížnost regulace otáček, která byla nevýhodou těchto motorů.

Princip asynchronního motoru spočívá ve vytvoření točivého magnetického pole ve vzduchové mezeře stroje. Točivé magnetické pole vzniká prostorovým rozložením třífázových vinutí ve statorových drážkách stroje a jejich napájením třífázovým harmonickým napětím, v němž jednotlivá fázová napětí jsou časově posunuta o jednu třetinu periody.

Konstrukční provedení asynchronních motorů:

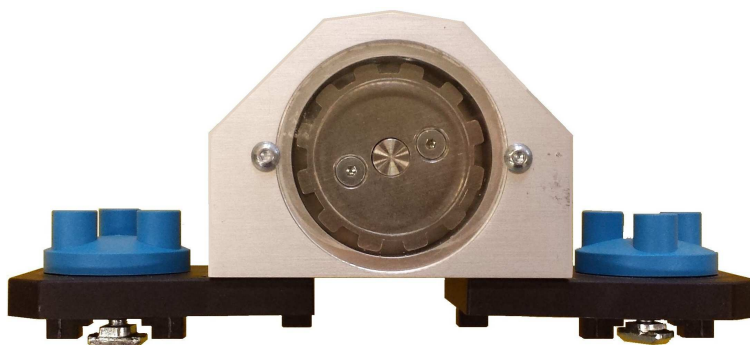
Asynchronní motor je sestaven ze statoru s listěným statorovým svazkem, v jehož drážkách je umístěno statorové vinutí, které je vloženo do konstrukce statoru. Na konstrukci je umístěna svorkovnice, na jejíž svorky jsou vyvedeny konce statorových vinutí. Rotor je rozdělen do dvou typů. První klecový, s vinutím tvořeným hliníkovými nebo měděnými tyčemi spojenými na obou koncích kruhovými čely nakrátko, druhý kroužkový, s vinutím izolovanými vodiči uloženými v rotorových drážkách, jejichž konce jsou vyvedeny na rotorové sběrací kroužky. Asynchronní motory pro servopohony bývají vybaveny snímači otáček i polohy. Rotorové vinutí je uloženo v drážkách rotorových plechů, vytvářejících magnetický obvod rotoru.

Funkce a parametry servopohonu Festo EMMS-AS:

- Konfigurace a nastavování parametrů pomocí FCT.
- Sledování teploty motoru.
- Samočinná brzda motoru.
- Vstup pro zastavení.
- Zachytávání hodnot vstupů.
- Plynulé a nekonečné polohování.
- Přizpůsobivé softwarové koncové spínače.
- Řetězení záznamů polohování (příkazů).
- Možnost provozu s robotickým řízením se souvislým řízením polohy.
- Pulzy/směr a ve směru/proti směru hodinových ručiček.
- Nastavení rychlosti.
- Řízení polohy.
- Regulace proudu.
- Vstupy/výstupy: volba záznamu, režim krokování/učení, přímý synchronní provoz.
- Analogová jmenovitá hodnota (± 10 V DC), točivý moment/otáčky.
- Regulace točivého momentu (FESTO, 2015).

2.2 Rotační jednotka

Rotační jednotka je připojena k servopohonu FESTO EMMS-AS dvěma šrouby metrického typu a následně připevněna na drážkovanou desku společně se servomotorem. Rotační jednotka slouží k přenosu rotačního pohybu hřídele servomotoru. Jednotka se skládá z krytu a ozubeného kola, na které je přenášén rotační pohyb hřídele servomotoru. Rychlost otáček a maximální omezení jsou dána příslušným SW Festo Configuration Tool.



Obrázek 2.4: Rotační jednotka – pohled zepředu



Obrázek 2.5: Rotační jednotka – pohled seshora

2.3 Snímač polohy(senzor) SIEN–M8 B–PO–S–L



Obrázek 2.6: Snímač polohy SIEN–M8 B–S–L

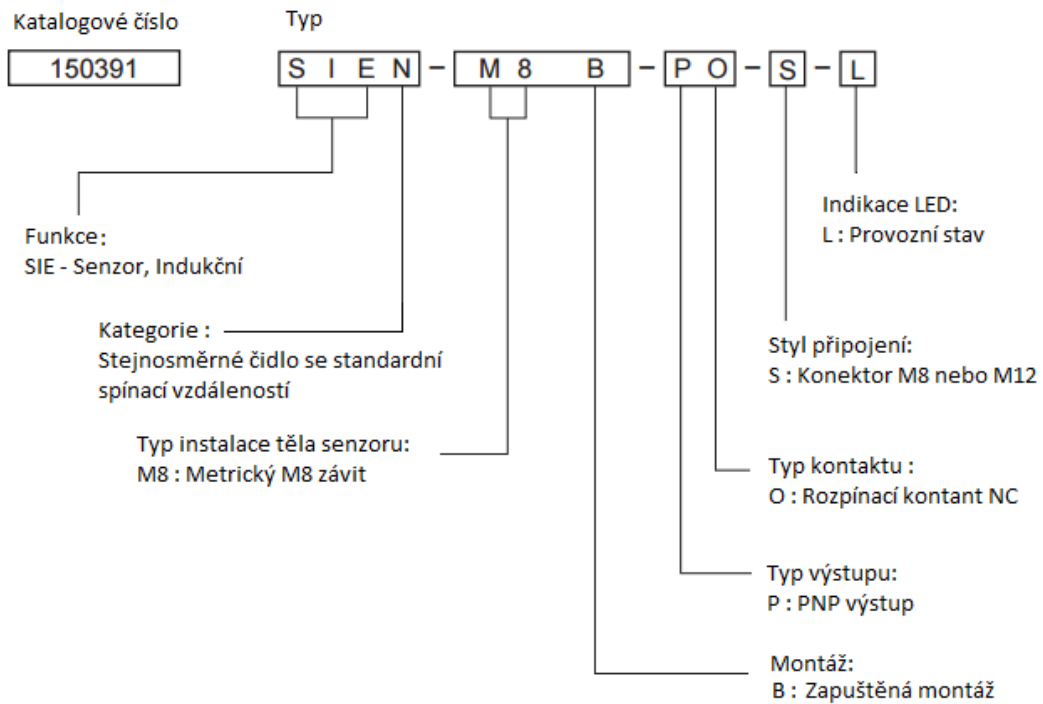
Jedná se o senzor s induktivním typem snímání.

Princip induktivních snímačů:

Induktivní snímač slouží pro vyhodnocování přítomnosti kovového materiálu. Snímač lze použít jako bezdotykový koncový spínač. Snímač je určen pro zapojení do stejnosměrných obvodů s rozsahem napájecího napětí, nebo do obvodů střídavých.

V soustavě se servopohonem FESTO EMMS–AS jsou zapojeny tyto snímače dva, a to přímo na rotační jednotce servomotoru. Tyto snímače jsou nazývány jako Limit switch positive a Limit switch negative. To znamená, že tyto dva snímače určují dosažení koncové polohy ve dvou hodnotách, pozitivní–kladné nebo negativní–záporné.

Technické parametry jsou uvedeny na obr. 2.7

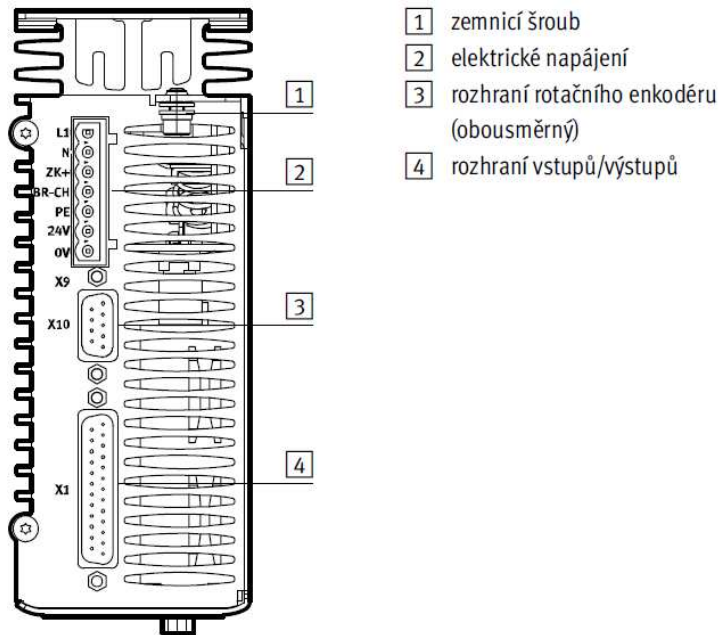


Obrázek 2.7: Význam kodového označení senzoru SIEN-M8 B-S-L

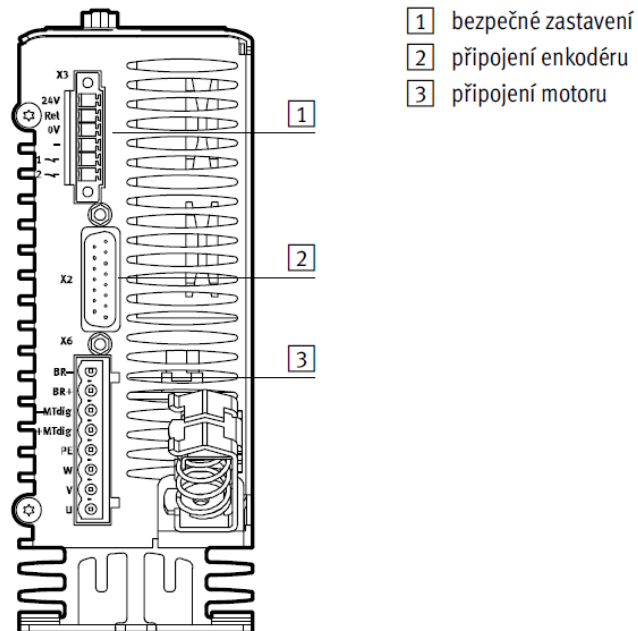
2.4 Ovladač FESTO CMMS-AS

Ovladač FESTO CMMS-AS slouží jako komunikační rozhraní mezi PC (Personal Computer) a servopohonem FESTO EMMS-AS. Tento typ ovladačů je vyvinut speciálně pro řízení servopohonů FESTO řady EMMS. Pomocí ovladače Festo CMMS - AS budeme řídit servopohon Festo EMMS-AS.

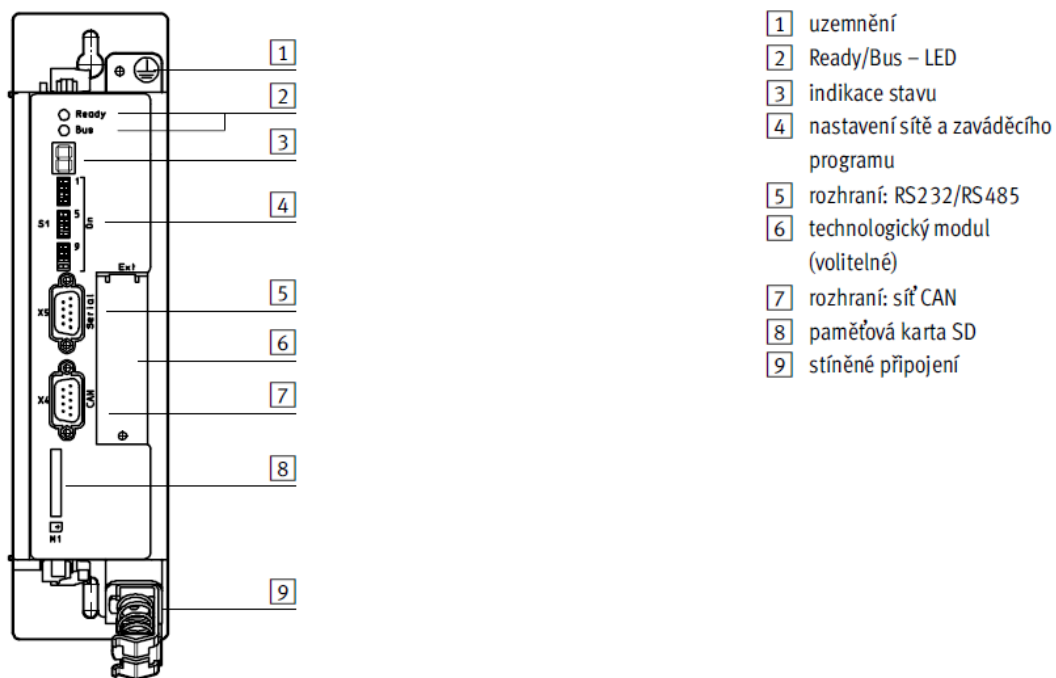
Na obr. 2.8, obr. 2.9 a obr. 2.10 je uveden popis ovladače.



Obrázek 2.8: Servoovladač Festo CMMS-AS – pohled zezadu



Obrázek 2.9: Servoovladač Festo CMMS-AS – pohled zepředu



Obrázek 2.10: Servoovladač Festo CMMS-AS – pohled shora

2.5 Napájecí zdroj

Vstupní napětí napájecího zdroje je v rozmezí 85 – 265 V střídavého proudu a výstupní napětí tohoto zdroje je 24V stejnosměrného proudu. Výstupní maximální proud je 4,5A.



Obrázek 2.11: Stejnoseměrný napájecí zdroj Festo 24 V

2.6 Propojovací kabely

Komunikační kabel RS-232:

Tento typ kabelu slouží pro propojení PC a ovladače FESTO CMMS-AS. Kabel umožňuje uživateli ovládat servopon EMMS-AS počítačem skrze ovladač CMMS-AS.

Definice RS-232:

RS-232 označován také jako sériová linka nebo sériový port, je předchůdcem rozhraní typu USB. Toto rozhraní umožňuje komunikaci mezi dvěma elektronickými zařízeními prostřednictvím Sub-D konektů typu DE-9M(samec) a DE-9F(samice).

Standard RS-232 definuje, jak přenést určitou sekvenci bitů, nezabývá se vyššími vrstvami komunikace.



Obrázek 2.12: Propojovací komunikační kabel RS-232

Festo KMTR-AC-10: Napájecí kabel Servo Motoru Festo EMMS-AS

Jedná se o kabel, který umožňuje dodávání elektrického proudu skrze ovladač FESTO CMMS-AS do servomotoru EMMS-AS. Kabel je k servopohonu připevněn nerozebíratelným spojem. Propojení s dalším elektronickým zařízením zajišťuje konektor.



Obrázek 2.13: Festo KMTR-AC-10

Festo KMTR-AC-10: Napájecí kabel pro zdroj:

Slouží pro přivedení elektrického proudu do zdroje. Tento kabel je vybaven dvěma konektory. První konektor CEE 7/7 rovná vidlice 230V slouží pro zapojení do zásuvky elektrické sítě a druhý konektor IEC 320 C19 slouží pro zapojení do zásuvky na zdroji.



Obrázek 2.14: Kabel IEC 320 C19

Kabel pro připojení senzoru M8/M8:

Tento 3pinový kabel slouží pro připojení senzorů SIEN-M8 B-PO-S-L k ovladači FESTO CMMS-AS. Kabel je opatřen dvěma maticemi pro řádné zajištění senzoru ke kabelu a kabelu k ovladači. Soustava servopohonu obsahuje dva tyto kabely, protože jsou

zde obsaženy dva senzory SIEN–M8 B–PO–S–L.



Obrázek 2.15: Kabel senzoru

Bezpečnostní laboratorní kabely:

Kabely se 4mm bezpečnostními zástrčkami a ochranným pouzdem s axiální zásuvkou slouží k bezpečnému přenosu elektrického jmenovitého proudu ze zdroje na ovladač FESTO CMMS–AS.

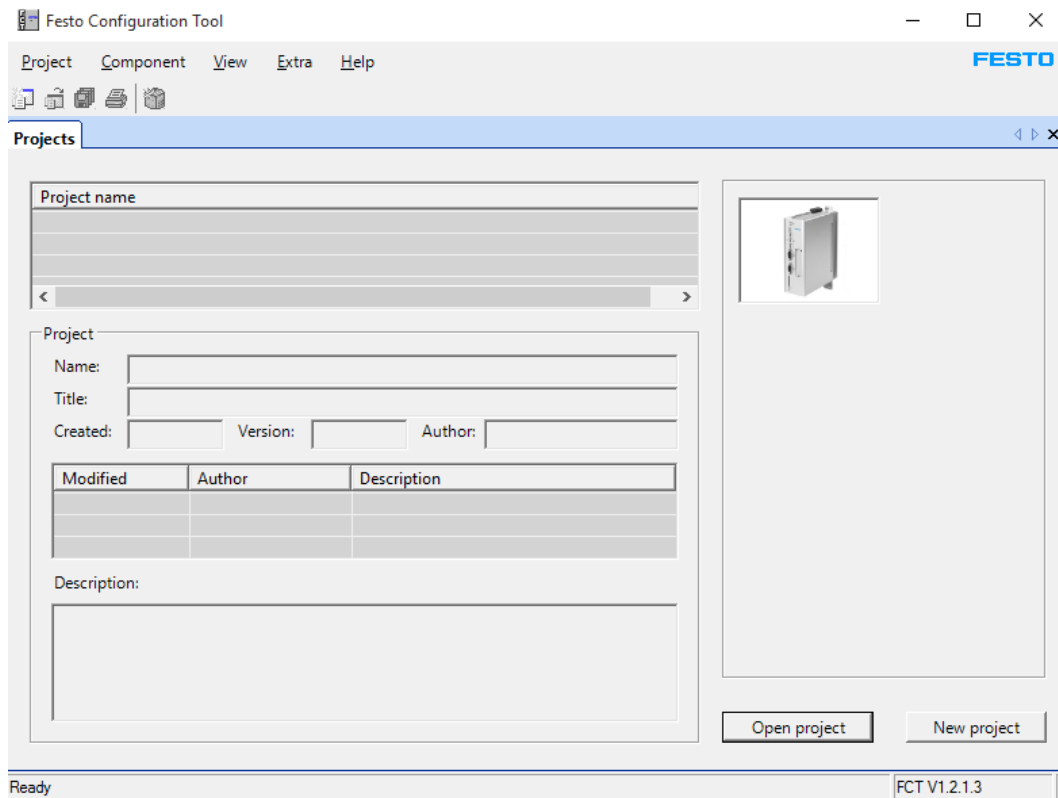


Obrázek 2.16: Bezpečnostní laboratorní kabely

2.7 Programovací prostředí Festo Configuration Tool (FCT)

Program Festo Configuration Tool je vyvinut speciálně pro řízení servopohonů od firmy FESTO. Pomocí toho softwaru můžeme ovládat jak rychlost otáček, tak směr otáčení.

Slouží pro správu projektů a dat. Je možné práce off-line u pracovního stolu nebo on-line na stroji. Díky tomuto sw bude vytvořen jeden z úkolů zadání absolventské práce.



Obrázek 2.17: Vzhled úvodní obrazovky programu Festo Configuration Tool

Ovladač servopohonu disponuje níže uvedenými funkcemi, které je možné definovat.

- Configuration – Tato funkce zobrazuje rekapitulaci technických údajů a nastavení pro servopohon a ovladač.
- Application Data – Funkce umožňuje nastavení provozního režimu, prostředí, technické zprávy.
- Motor – Základní nastavení parametrů a úhlu snímačů motoru.
- Axis – Tato funkce umožňuje nastavení osy.
- Controller – Nastavení uzavřené smyčky na ovladači.
- Control Interface – Umožňuje nastavení analogového a digitálního rozhraní.

- Jog Mode – Nastavení krokového režimu.
- Position Set Table – Slouží pro vytváření seznamu pozic a polohových profilů.
- Error Management – Řízení chyb.
- Trace Configuration – Určeno pro nastavení záznamu měřených dat a grafů.

Kapitola 3

Cvičnébní úlohy a jejich řešení

V této kapitole jsou sepsány základní úlohy pro řízení elektrického servopohonu FESTO EMMS-AS ovládaného řídicí jednotkou FESTO CMMS-AS.

Servopohon byl programován pomocí softwaru Festo Configuration Tool (FCT), ve kterém byly vytvořeny výše zmíněné úlohy. V každé z těchto úloh jsou vysvětleny postupy společně se zásadami bezpečného provozu a s bezpečnostními podmínkami pro zapojení jednotlivých komponent.

3.1 Úloha č. 1: Sestavení systému servopohonu

Úkoly k vyřešení:

Sestavení soustavy servopohonu pomocí jednotlivých částí popsaných v 2 kapitole.

Popis úlohy:

Systém servopohonu je tvořen s využitím jednotlivých součástí, které jsou popsány v 2 kapitole.

Řídicí jednotka servomotoru, servomotor, rotační jednotka, vstup signálu a indukční senzory. Indukční senzory musí být správně připojeny, aby se docílilo spolehlivé funkce celého systému.

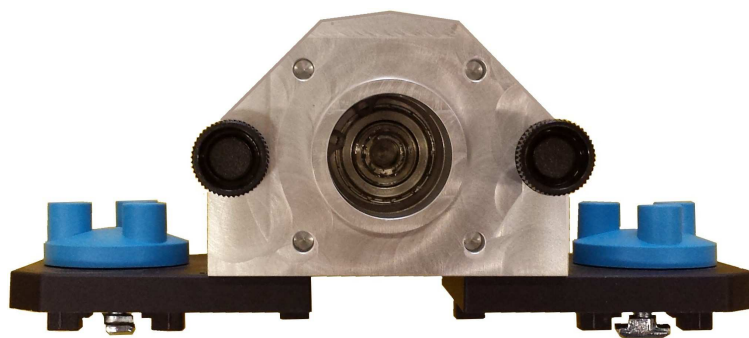
Bezpečnostní pokyny:

Elektrický napájecí zdroj nesmí být zapnut, dokud nejsou propojeny všechny spoje a zapojení není ověřeno.

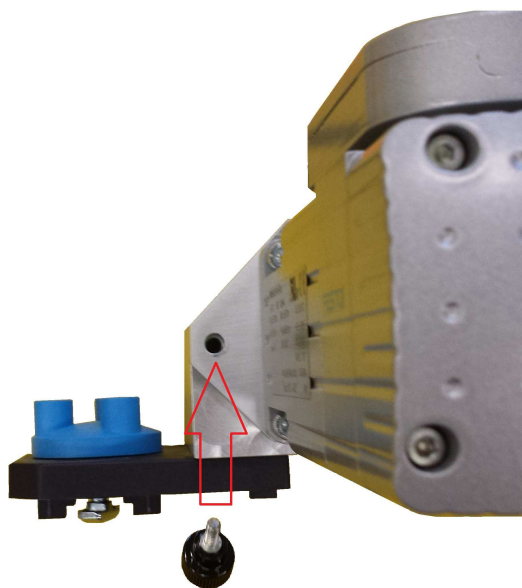
Napájení lze vypnout jen tehdy, jakmile je úloha doměřena a soustava je odpojena od řídicího sw FCT.

Postup sestavení soustavy se servopohonem:

Přípevněte motor k rotační jednotce obr. 3.1 pomocí zajišťovacích šroubů obr. 3.2 a namontujte modul na drážkovanou profilovou desku viz obr. 3.3.



Obrázek 3.1: Rotační jednotka



Obrázek 3.2: Připojení rotační jednotky k servopohonu



Obrázek 3.3: Připevnění servopohonu na drážkovanou desku

Na obr. 3.2 je zobrazen zajišťovací šroub, který je určen pro připevnění rotační jednotky k servomotoru a bezpečnému provozu. Dále je nezbytné šrouby dotáhnout! Poté rotační jednotku se servopohonem usadíme na drážkovanou profilovou desku a zabezpečíme pomocí dvou modrých utahovacích koleček obr. 3.4.

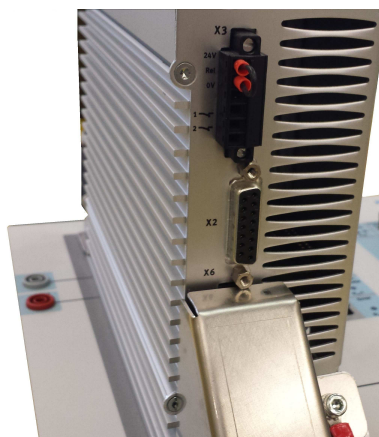


Obrázek 3.4: Utahovací kolečko

Nyní připojíme Sub-D konektor obr. 3.5(a) do připojovací zásuvky (samice) X2 řídicí jednotky obr. 3.5(b) a dotáhneme upevňovací šrouby tak, aby nedošlo k nechtěnému odpojení konektoru.



(a) Sub-D konektor



(b) Slot X2 pro připojení Sub-D konektoru

Obrázek 3.5: Zapojení Sub-D konektoru

Následujícím krokem je propojení servomotoru s řídicí jednotkou napájecím kabelem. Napájecí kabel obr. 3.6(a) servopohonu zasuneme do zásuvky konektoru (Motor) na řídicí jednotce obr. 3.6(b). Napájecí kabel je opatřen pojistnou maticí, která musí být při montáži dotažena z důvodu nechtěného odpojení ze zásuvky a případnému přerušení funkce servomotoru.



(a) Napájecí kabel servomotoru



(b) Slot pro připojení napájecího kabelu

Obrázek 3.6: Zapojení napájecího kabelu

Montáž senzorů na rotační jednotku:

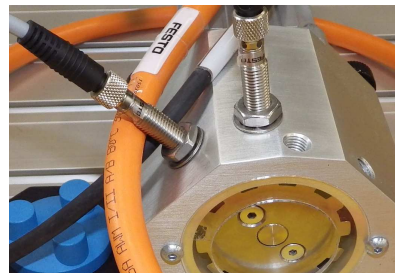
Na rotační jednotce jsou zhotoveny 4 díry s vnitřním metrickým závitem M8, které slouží pro montáž snímačů polohy otáčení. Jelikož sestava servopohonu je vybavena pouze dvěma snímači typu SIEN-M8 B-S-L, přijdou tyto snímače zašroubovat shora

rotační jednotky obr. 3.7(b). Sensory musí být zašroubovány do takové hloubky, aby nemohlo dojít k jejich destrukci při spuštění rotační jednotky. Před spuštěním se doporučuje zkontrolovat správné umístění snímačů, a to tak, že provedeme ruční kontrolu pootáčením ozubeného kola rotační jednotky. Po připojení k elektrické síti se doporučuje ruční kontrola zopakovat. Snímače typu SIEN-M8 B-S-L jsou vybaveny LED diodami, které problikávají při sepnutí. Snímač se nesmí dotýkat hřídele a musí být ve vzdálenosti maximálně 1mm od hřídele.

Dalším krokem je propojení snímačů s řídicí jednotkou. Propojení senzorů a řídicí jednotky je zajištěno pomocí 3pinových kabelů, které na řídicí jednotce přijdou zapojit do zásuvek konektorů Din6 a Din7 obr. 3.7(c). Levý sensor obr. 3.7(b) je propojen 3pinovým kabelem do zásuvky konektoru Din6 a pravý sensor obr. 3.7(b) je propojen do zásuvky konektoru Din7.



(a) Snímač polohy otáčení



(b) Montáž snímačů polohy otáčení na rotační jednotkou



(c) Sloty pro připojení snímačů polohy Din6 a Din7

Obrázek 3.7: Zapojení snímačů

Propojení mezi PC a ovladačem CMMS-AS zajišťuje komunikační kabel typu RS-232. Tento kabel je zapojen do zásuvky konektoru na základní desce PC a na ovladači je zapojen do zásuvky konektoru Serial obr. 3.8.



Obrázek 3.8: Připojení kabelu RS-232 k servoovladači CMMS-AS

Posledním závěrečným krokem sestavy je propojení řídicí jednotky servopohonu společně s hlavním napájecím zdrojem.

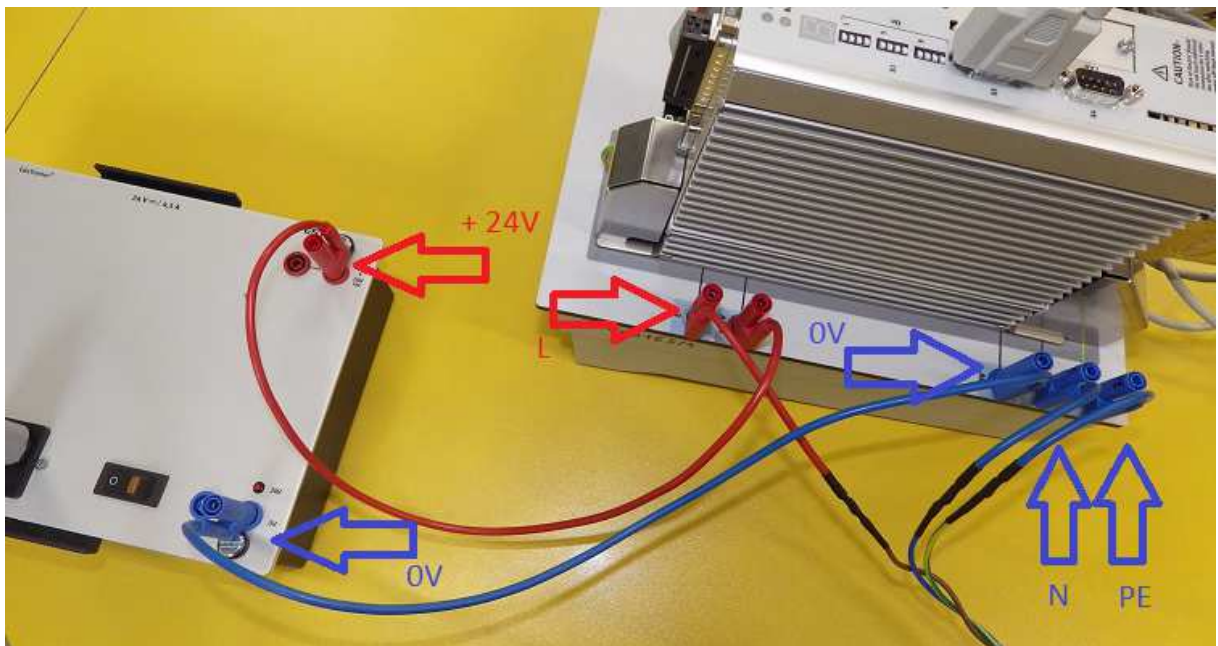
Zdroj je propojen s řídicí jednotkou 4mm bezpečnostními laboratorními kabely.

Propojení zdroje a řídicí jednotky je zajištěno dvěma kabely. Z důvodu rozlišení jsou kabely opatřeny odlišnými barvami – červenou a modrou.

Červený bezpečnostní laboratorní kabel propojuje zdířku na zdroji + 24V a na řídicí jednotce taktéž + 24V.

Modrý kabel na zdroji propojuje 0V a na řídicí jednotce taktéž 0V obr. 3.9.

Zdroj je dále zapojen od zásuvky elektrické sítě pomocí kabelu IEC 320 C19 obr. 2.14.



Obrázek 3.9: Propojení zdroje a řídicí jednotky

Řídicí jednotka je zapojena do elektrické sítě pomocí upraveného IEC 320 C19 kabelu s bezpečnostními koncovkami laboratorních kabelů. Červená koncovka upraveného kabelu je zapojena do zdířky L na řídicí jednotce a koncovka s označením PE je zapojena do konektoru PE, koncovka N je zapojena do konektoru N. Z důvodu rozlišení kabelů jsou označeny patričnými znaky pro připojení.

3.2 Úloha č. 2: Nastavení systému servopohonu a uvedení do provozu

V této úloze zapojíme do elektrické sítě servopohon a zdroj, vytvoříme základní nastavení řídicí jednotky CMMS-AS a komunikaci v softwaru Festo Configuration Tool (FCT) tak, aby bylo možno komunikovat se servopohonem EMMS-AS a ovládat ho.

Jak vytvořit program ve FCT:

Na ploše počítače dvojitým kliknutím levého tlačítka myši spustíme program Festo Configuration Tool.

Po spuštění příslušného softwaru FCT v levém horním rohu okna se objeví tlačítko s názvem **Project**. Stisknutím tohoto tlačítka se zobrazí nabídka.

Pro založení nového projektu je nutné zvolit z nabídky položku **New** nebo položku zvolíme stiskem kombinace kláves **Ctrl+N** a objeví se okno **New project**

Vyplnění nového projektu:

obr. 3.10

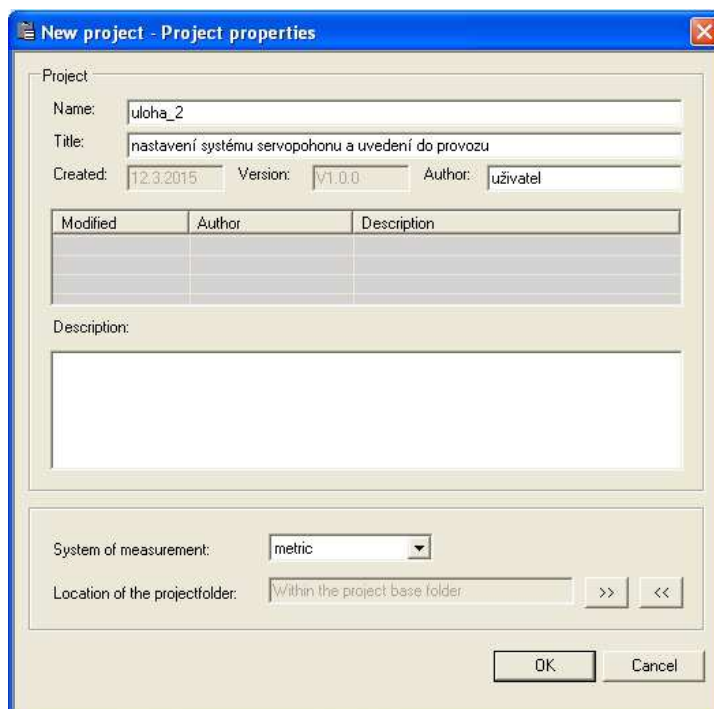
Každá úloha je opatřena originálním názvem. Tento název si zvolí uživatel, který jej zadá do textového pole položky **Name**. Dále má uživatel možnost vyplnit textové pole **Title** libovolným textem. Toto pole slouží jako nadpis úlohy.

Autor úlohy je vyplněn automaticky dle názvu profilu operačního systému na kterém je instalován FCT, autor samozřejmě může být přepsán.

Dále má uživatel možnost přidat detailní popis úlohy nebo jiného projektu do textového pole **Description**.

V neposlední řadě má uživatel možnost vybrat systém měření, kde lze vybírat ze dvou typů soustav jednotek a to buď metrické (SI) nebo imperiální (US).

Po vyplnění uživatel potvrdí nový projekt stiskem tlačítka **OK**.



Obrázek 3.10: Založení nového projektu

Po potvrzení přechodího kroku (vyplnění nového projektu) se zobrazí tabulka **Componentselection** obr. 3.11.



Obrázek 3.11: Definice názvu a verze servomotoru pomocí záložky Componentselection

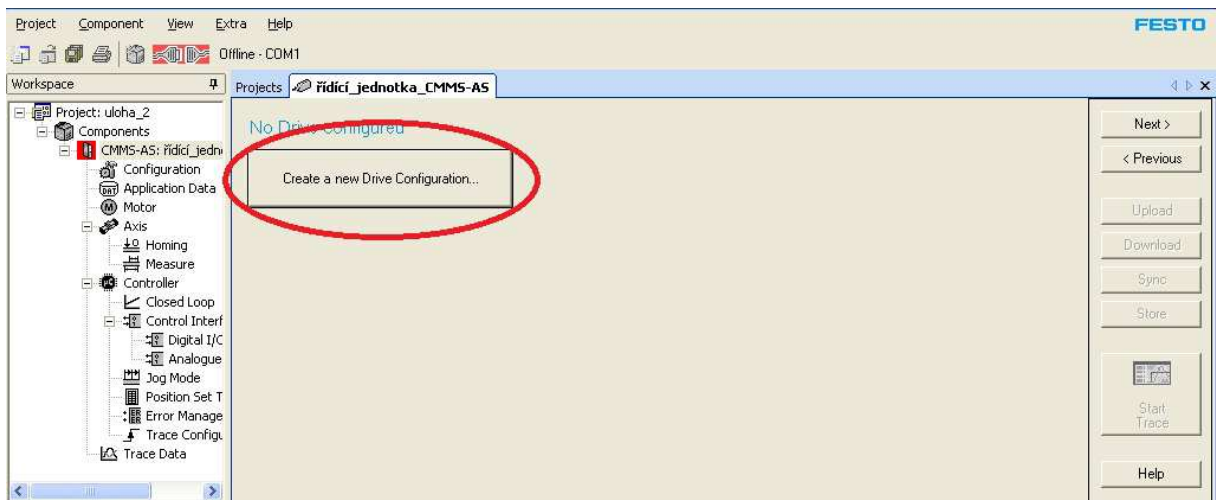
V nově otevřeném okně má uživatel možnost si vytvořit vlastní název ovladače CMMS-AS vyplněním textového pole **Componentname**.

Jeho délka je omezena na 24 znaků.

Nakonec potvrdíme stiskem tlačítka **OK**. Po potvrzení se objeví okno, kde je uveden zvolený název obr. 3.12.

Nastavení řídicí jednotky

V dalším kroku se zobrazí konfigurace pro řídicí jednotku. Zde uživatel nastaví typ řídicí jednotky, velikost a variantu motoru, pracovní zdvih a typ osy. Klikneme na tlačítko **Create a New Drive Configuration** a zde zobrazení aktivujeme obr. 3.12.

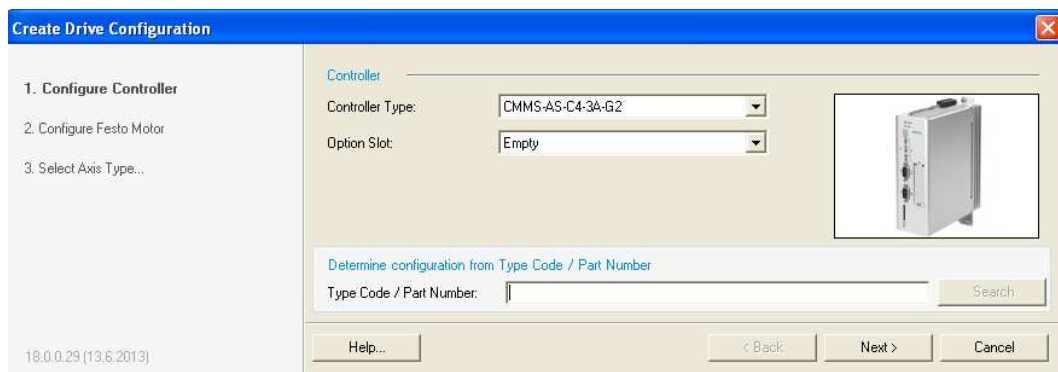


Obrázek 3.12: Spuštění konfigurace řídicí jednotky

Zobrazí se okno **Configure Controller** obr. 3.13, kde uživatel nastaví typ řídicí jednotky tak, že vybere v obr. 3.13 jednu z možností.

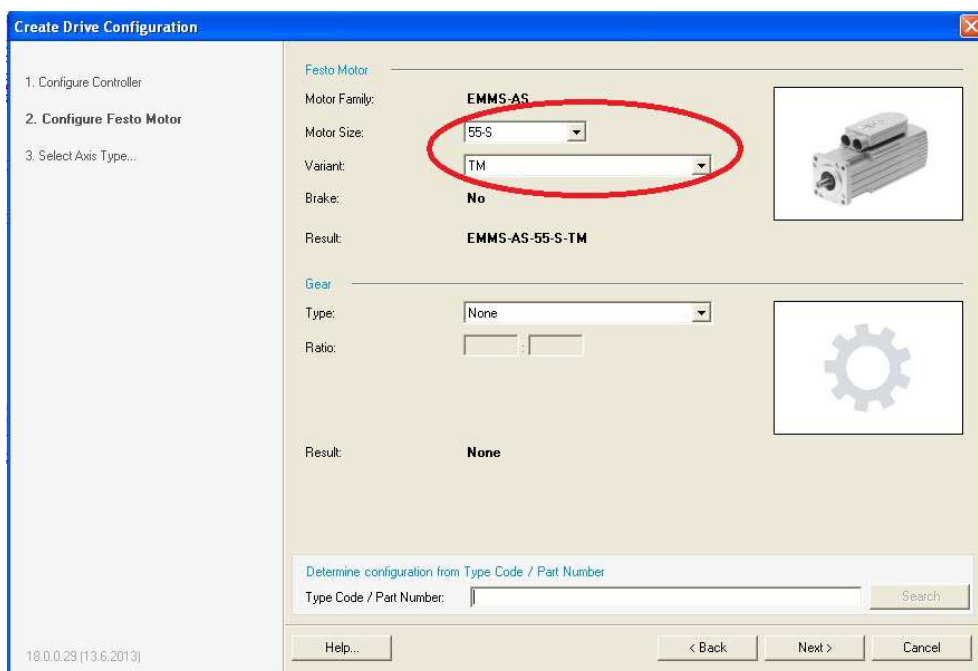
Jelikož tyto úlohy byly zpracovány na řídicí jednotce CMM5-AS-C4-3A-G2 je zde zvolena tato jednotka.

Pro přikročení k nastavení servomotoru uživatel stiskne tlačítko **Next**.



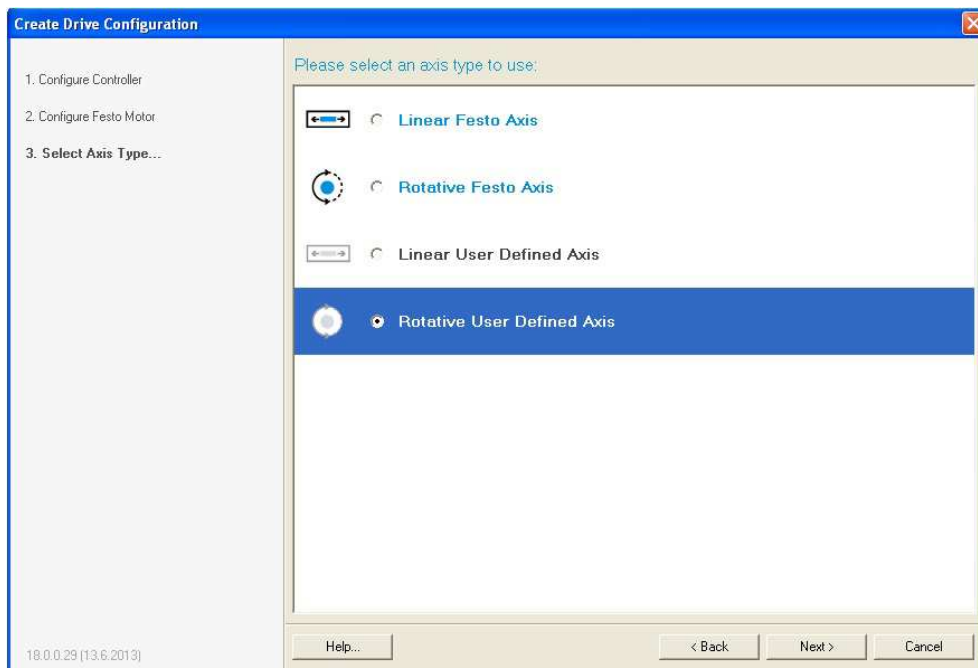
Obrázek 3.13: Konfigurace řídicí jednotky (servoovladače)

Uživatel má opět možnost nastavit libovolný typ a velikost servomotoru. Jelikož servomotor, na kterém jsou tvořeny úlohy v této práci je typu EMMS-AS-55-S-TM, je tu zvolen právě tento typ. V poli **Motor size** vybereme **55-S** dále v položce **Variant** zvolíme **TM** a potvrdíme stiskem tlačítka **Next**. obr. 3.14.



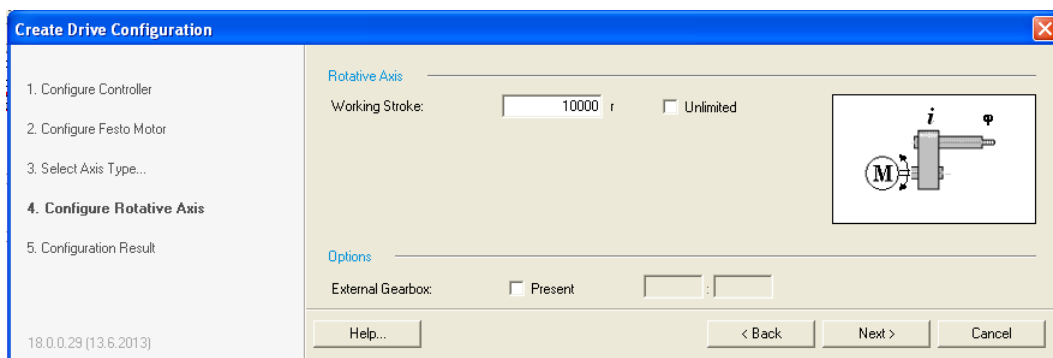
Obrázek 3.14: Konfigurace servomotoru

Dalším nezbytným krokem je nastavení typu osy otáčení obr. 3.15. Uživatel zvolí **Rotative User Defined Axis** a potvrdí tlačítkem **Next**.



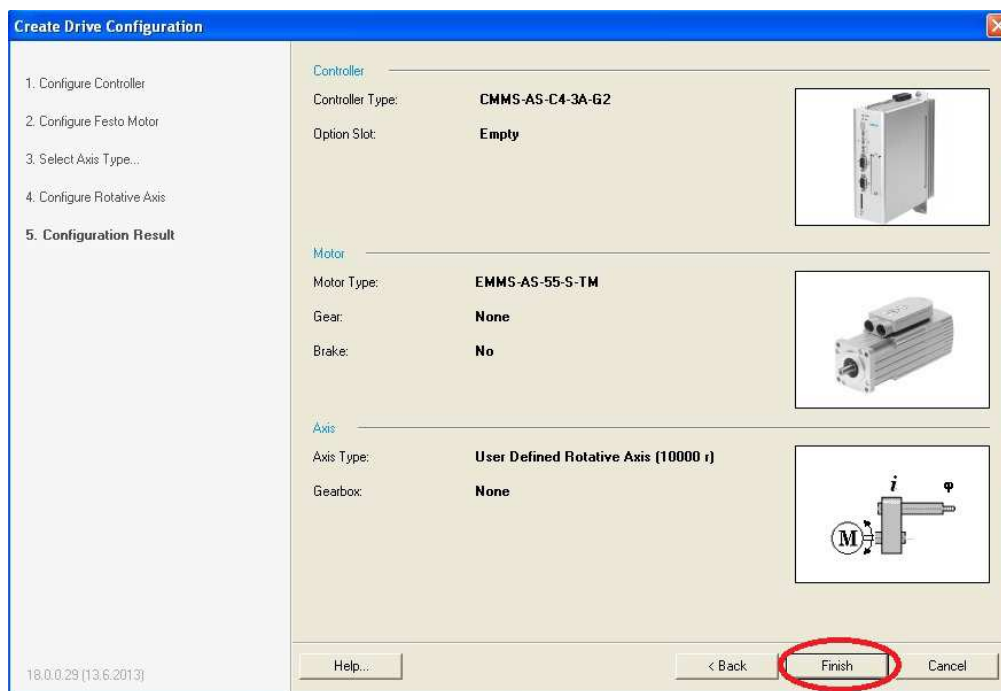
Obrázek 3.15: Výběr typu osy

V předposledním kroku uživatel nastavuje rotační osu a rozsah otáček. Je zde možnost definovat omezení pomocí zadání hodnoty do textového pole **Working stroke** nebo vybrat položku **Unlimited** pro otáčky neomezeného rozsahu. V našem případě pracujeme s omezenými otáčkami, jak je vidět na obr. 3.16, máme nastaveno na hodnotu 10000. A potvrdíme stiskem tlačítka **Next**.



Obrázek 3.16: Konfigurace rotační osy servomotoru

Rekapitulace nastavených parametrů. V tomto kroku uživatel zkontroluje hodnoty, které nastavil. Pokud je vše v pořádku potvrdí stiskem **Finish** obr. 3.17.



Obrázek 3.17: Shrnutí konfiguračních parametrů servoovladače a servopohonu

Závěrečným krokem je :

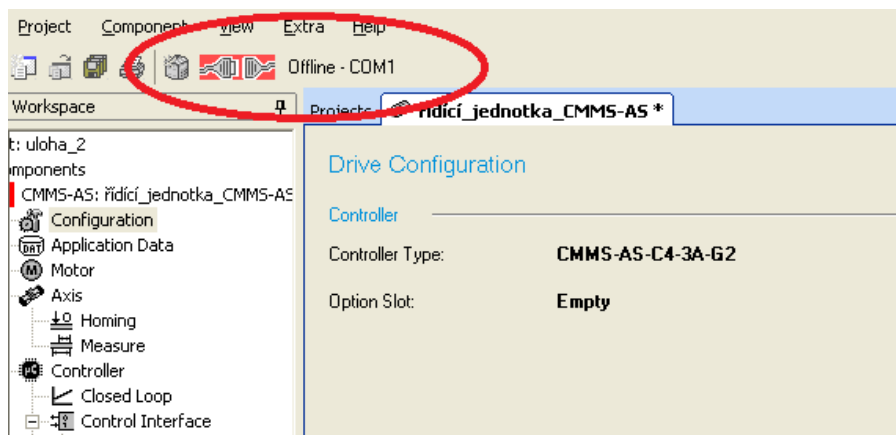
Uložení projektu:

Nastavili jsme softwarovou konfiguraci a nyní provedeme zapnutí napájení zdroje dle následujících doporučení :

- Klikneme na položku **Project** a poté zvolíme **Save** k uložení projektu.
- Sepněte hlavní spínač napájení 230 V st do polohy ON.
- Zapněte napájecí zdroj 24 V ss.
- Vyčkejte, dokud systém nedokončí samokontrolu a na čelním panelu řídicí jednotky se nerozsvítí dioda READY LED.

Nahrání projektu do řídicí jednotky:

Zaktivujeme ovladač kliknutím na červenou ikonu **Off-line** viz obr. 3.18.



Obrázek 3.18: Aktivace komunikace

Po aktivaci ikona změní barvu na zelenou a vypíše hodnotu **On-line**.

Nyní můžeme zavést program do řídicí jednotky stiskem tlačítka **Download** viz obr. 3.19.



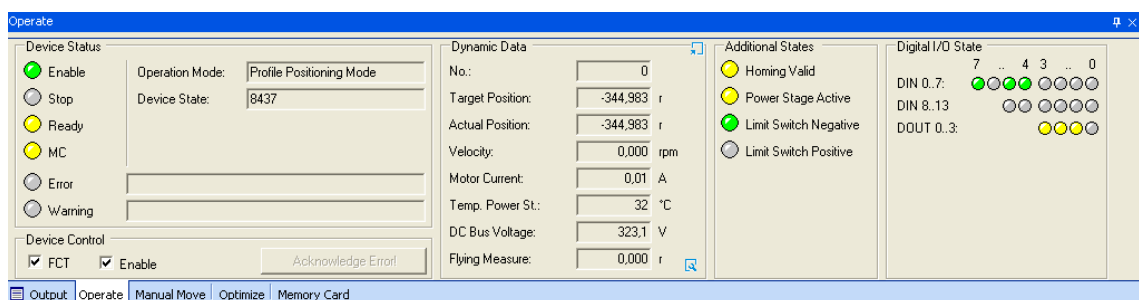
Obrázek 3.19: Zavedení programu do řídicí jednotky

Dalším úkolem této úlohy je nastavení přepínačů na řídicí jednotce.

Aktivace systému pomocí signálových vstupů a FCT:

Aktivujeme signálové vstupy a řídicí jednotku motoru.

- Spínač Power Enable, Controller Enable do polohy ON.
- Aktivujte ovladač pomocí FCT.
- V okně **Operate** se nachází rámeček **Device Control**, kde zkontrolujte zaškrtnutí položky **FCT** a **Enable** viz obr. 3.20.



Obrázek 3.20: Kontrola činnosti servoovladače v záložce Operate

Po těchto krocích jsme zkontrolovali správnost nastavení a komunikace mezi PC a servopohonem.

Tímto krokem jsme splnili zadání této úlohy a provedeme bezpečné vypnutí sestavy, dle níže uvedených bodů.

Vypnutí sestavy:

- Spínač Power Enable, Controller Enable do polohy OFF.
- Zkontrolujte, zda spínače signálových vstupů jsou v poloze OFF.
- Stop, start jsou v poloze OFF.
- Signálové spínače Limit0 a Limit1 jsou v poloze OFF.
- Potenciometr spínače Ain0 je v pozici 0.
- Přepínač Record selection je v pozici 0.
- Přepínač internal/external je interní poloze.
- Vypněte napájecí zdroj 24 V ss a hlavní napájení 230 V st.

Závěr:

V této úloze jsme provedli základní nastavení řídicí jednotky a komunikace v sw FCT.

3.3 Úloha č. 3: Řízení otáček systému servopohonu

Popis úlohy:

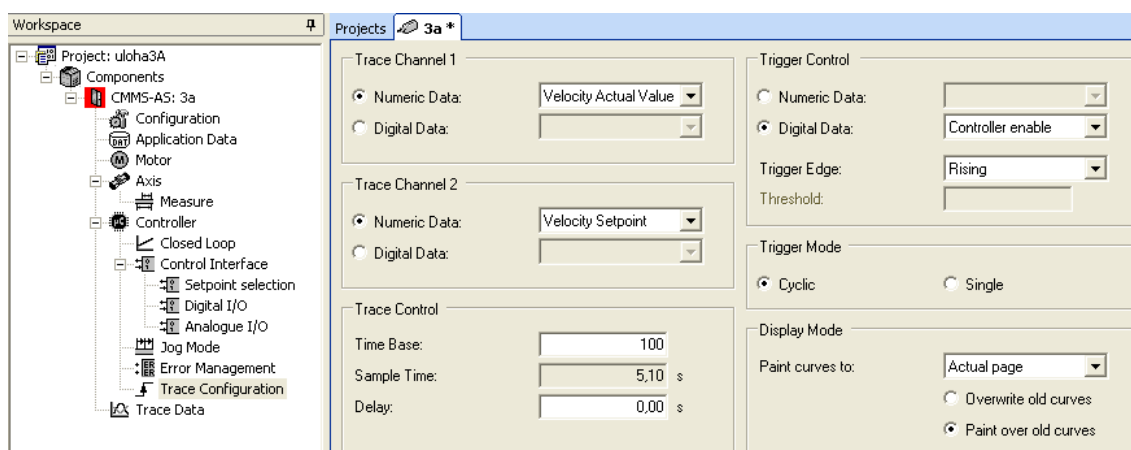
Nastavení otáček motoru je základní aplikací, která je požadována nejen z hlediska provozní spolehlivosti. Při používání servopohonu je vhodné nastavit jeho rychlostní a regulační charakteristiky podle dráhové dynamiky motoru a připojené zátěže (břemena) nastavením odpovídajících zrychlení a brzdných zpomalení otáček. Náběžná a sestupná rampa požadované hodnoty je měřena a zaznamenána do grafu. K tomuto účelu je třeba vhodně upravit základní nastavení ve FCT.

Řešení:

Tato úloha navazuje na úlohu č.1 a úlohu č.2. V předešlé úloze jsme se dozvěděli, jak správně sestavit soustavu servopohonu a jak vytvořit základní komunikaci mezi servopohonom, řídicí jednotkou a sw FCT.

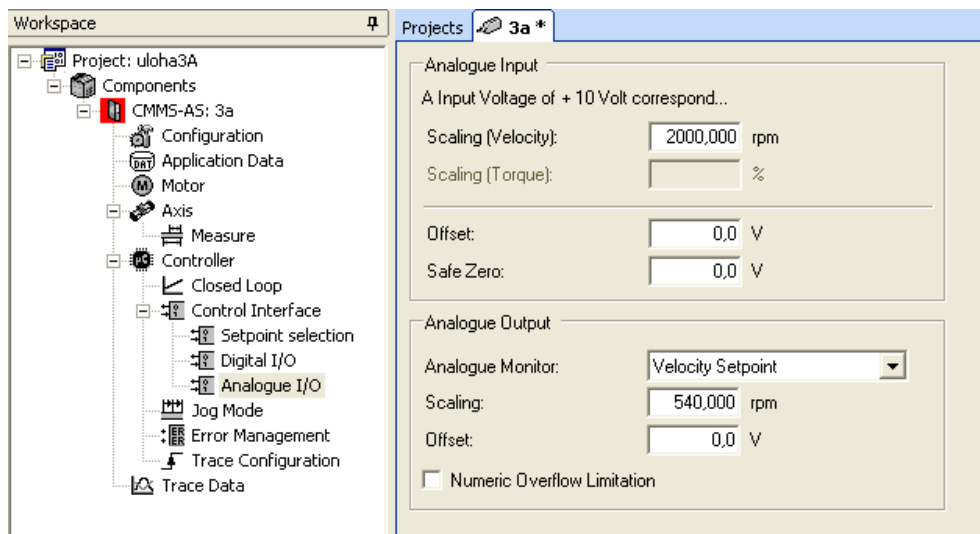
Provedeme základní nastavení dle úlohy č.2 s tím rozdílem, že nebudeme vypínat sestavu.

Ve sloupečku **Workspace** otevřeme záložku **Trace Configuration** a nastavíme hodnoty dle obr. 3.21. Tyto hodnoty jsou určeny k nastavení doby záznamu jednotlivých měření. Uživatel může tyto hodnoty libovolně upravovat.



Obrázek 3.21: Nastavení snímaných veličin a parametrů časové základny měřených dat

Nyní otevřeme záložku **Analogue I/O** a zkontrolujeme nastavení dle obr. 3.22, které jsou přednastaveny softwarem. Hodnoty můžeme upravovat.



Obrázek 3.22: Parametrizace analogových vstupů a výstupů

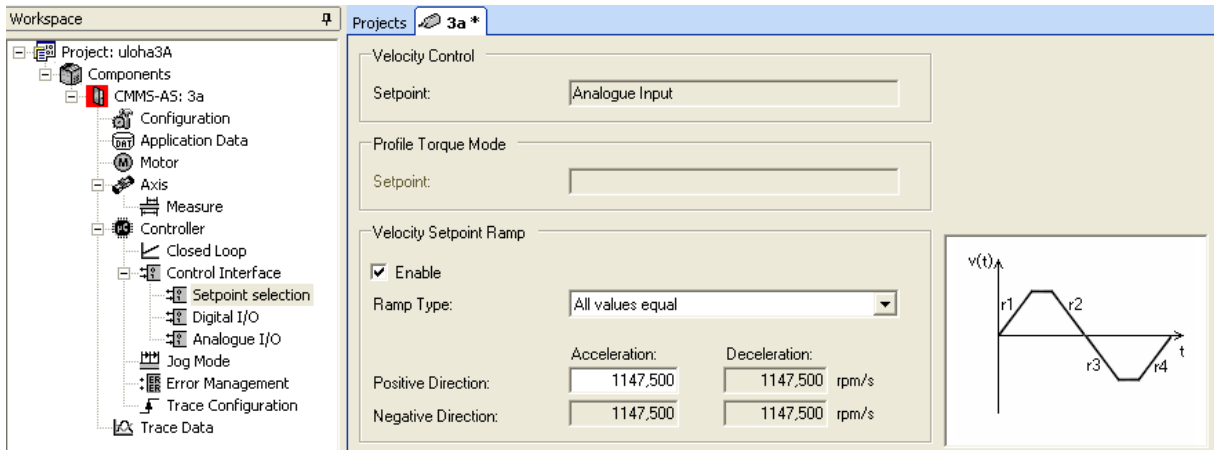
Dalším krokem je nastavení **Setpoint selection** a to tak, že ve **Workspace** otevřeme již zmíněnou záložku a opět nastavíme dle následující tab. 3.1 pro jednotlivá měření. Tyto hodnoty jsou doporučeny manuálem pro základní měření.

Výsledným grafem měření je obr. 3.25.

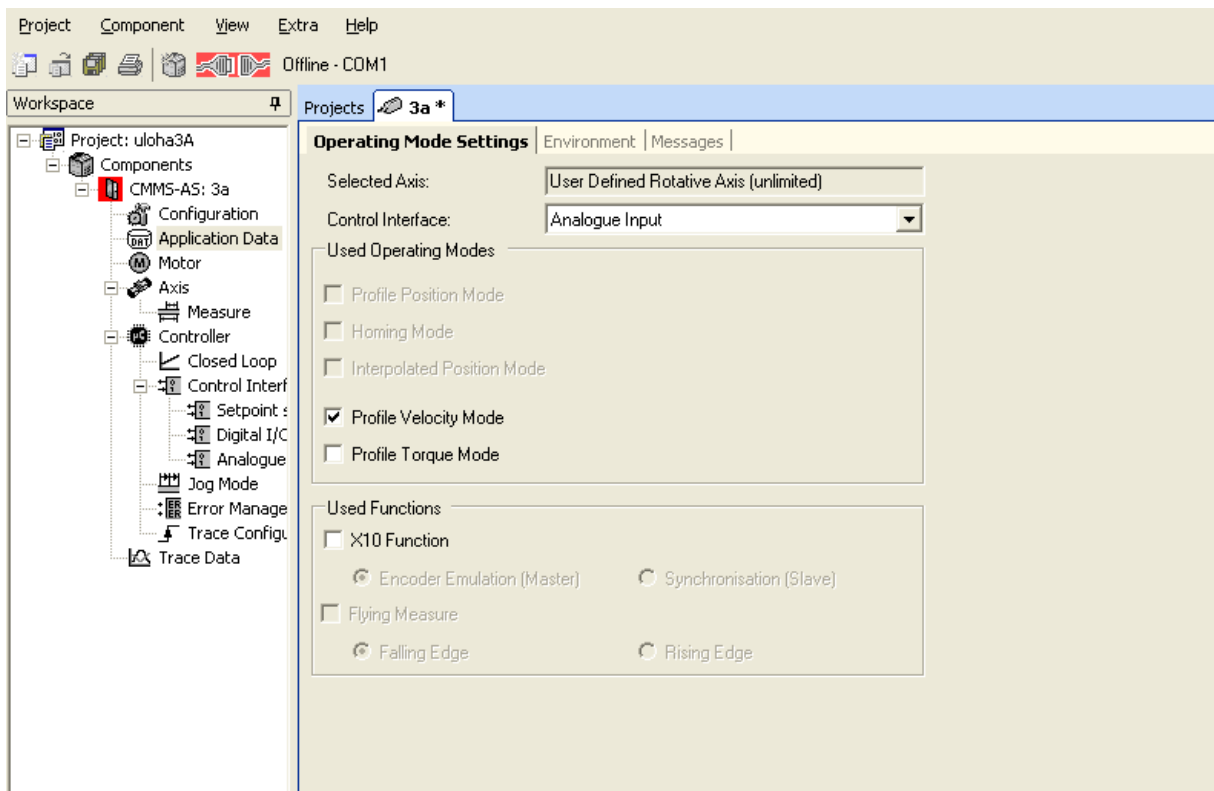
Konfigurace 1

Tabulka 3.1: Tabulka konfigurace pro jednotlivá měření

Pro měření:	1	2	3
Acceleration	...	1147.5	500
Deceleration	...	1147.5	500



Obrázek 3.23: Parametrizace náběžných a seběžných ramp otáček servomotoru



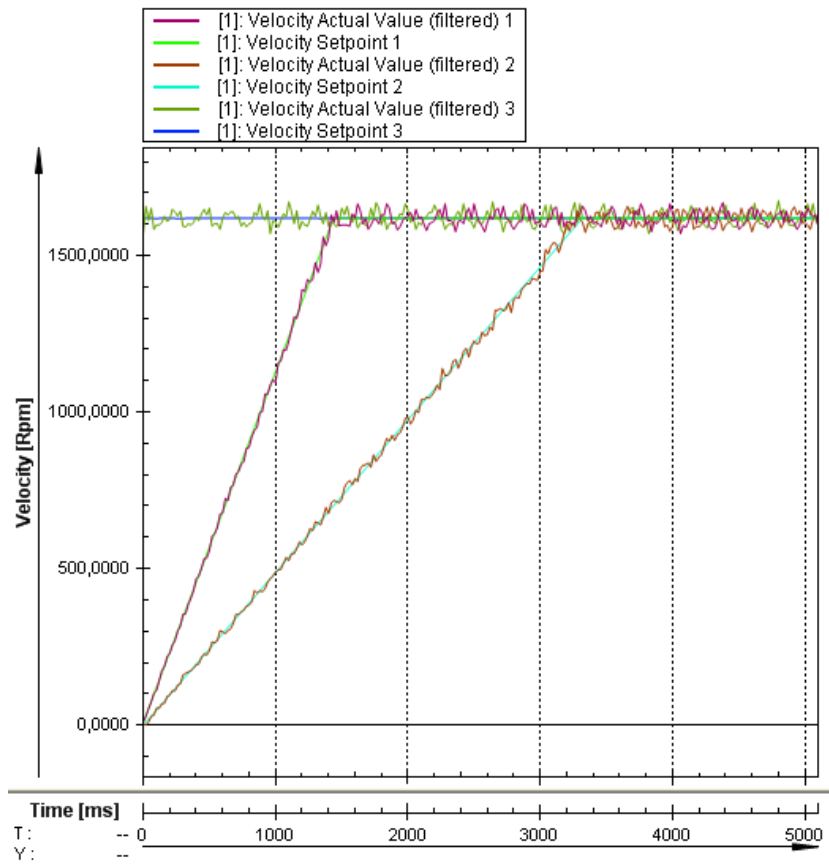
Obrázek 3.24: Nastavení záložky Application Data

Abychom mohli provést jednotlivá měření, je nezbytné aktivovat přepínače na řídicí jednotce.

Manuální nastavení ovladače:

- Přepínač Internal/External je v interní poloze
- přepínač analogue/digital je v analogové poloze
- spínač Power enable, controller enable je v poloze ON
- přesuňte potenciometr spínače Ain0 do pozice +10 V

Po tomto kroku uložíme projekt a nahrajeme ho do zařízení. Jestliže je tato operace u konce, otevřeme okno **Operate** a povrdíme zatržením **FCT** k aktivaci ovládání přes řídicí software. Nyní se vrátíme zpět na sloupec **Workspace** a vybereme záložku **Trace Data** a stiskneme tlačítko **Start Trace** pro nahrávání dat ze servopohonu. Vrátime se opět na okno **Operate**, kde zatržením potvrdíme vybrání položky **Enable**. Jakmile uběhne přednastavený čas pro zaznamenávání dat, zrušíme zatržení položek **FCT** a **Enable** k ukončení softwarové komunikace mezi ovladačem a počítačem. Zobrazí se graf měření viz obr. 3.25.



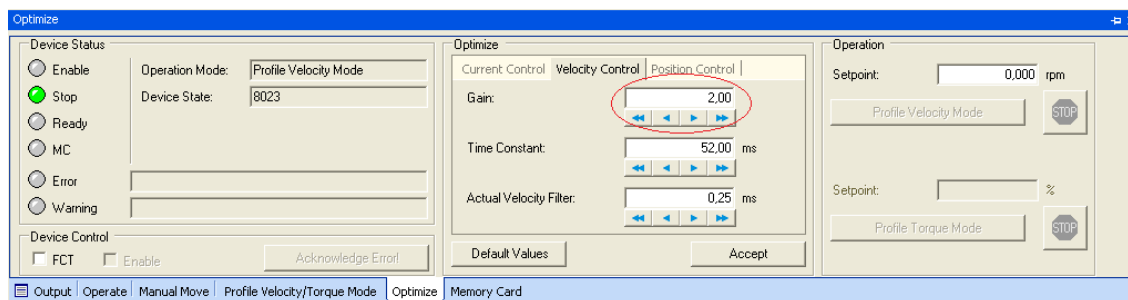
Obrázek 3.25: Graf záznamníku dat pro konfiguraci 1

Konfigurace 2

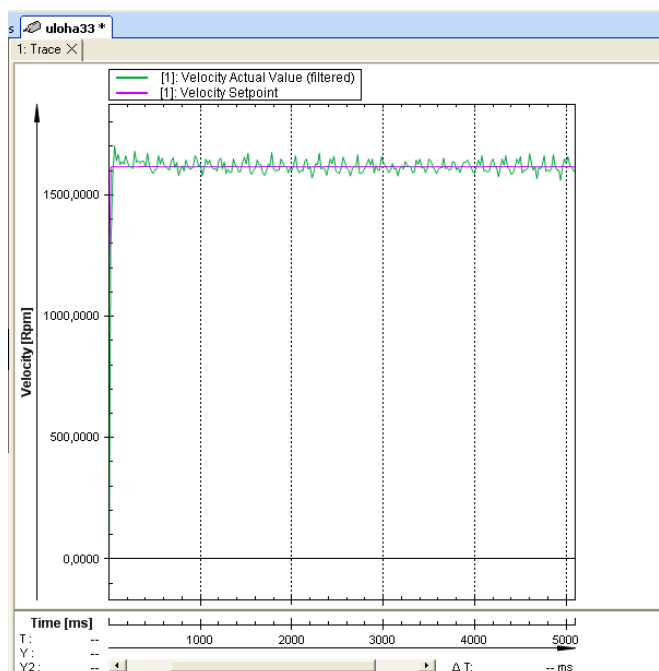
Tabulka 3.2: Konfigurace 2

Měření	1	2	3
Parametry Control Speed	0.1	1.0	2.0

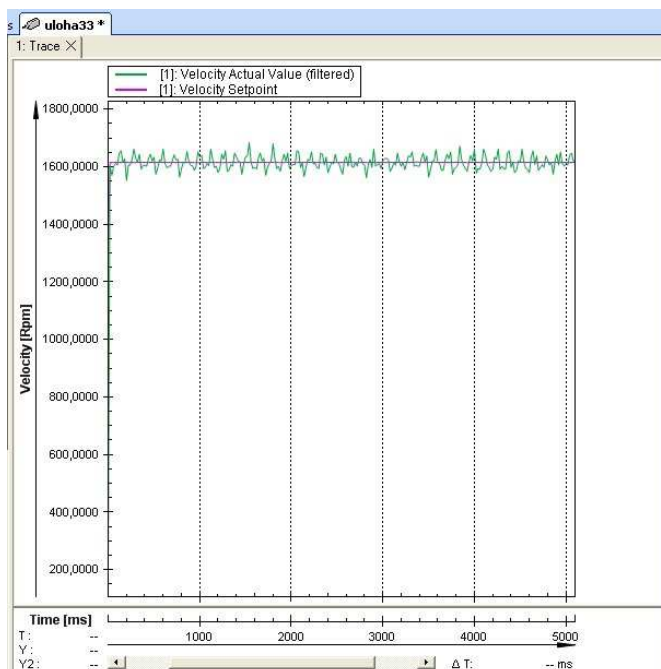
Pro zadávání hodnot viz tab. 3.2 musíme otevřít v okně **Operate** záložku **Optimize**, ve které přepneme na záložku **Velocity Control** a zde nastavíme hodnoty do textového pole **Gain** obr. 3.26. Spustíme nahrávání kliknutím na **Start Trace Data**, povrdíme zatržením **FCT** a **Enable**.



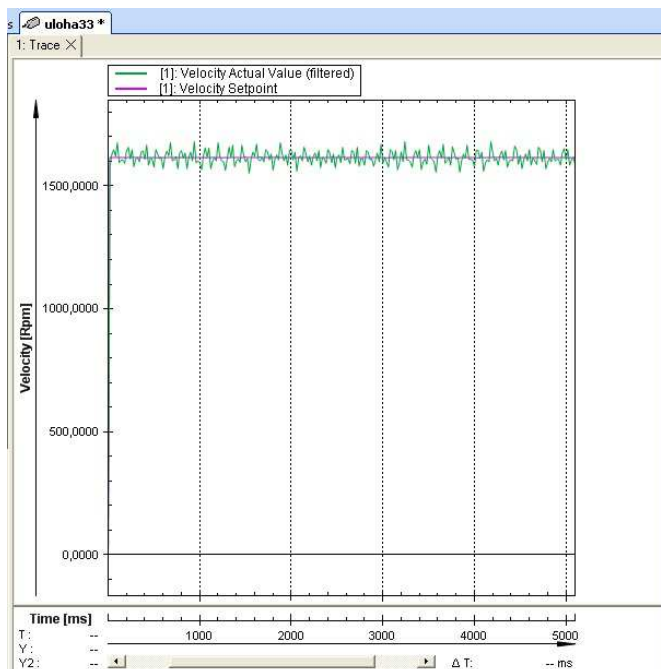
Obrázek 3.26: Úprava zesílení PI regulátoru servoovladače v záložce Optimize



Obrázek 3.27: Odezva systému servopohonu při zesílení 0,11



Obrázek 3.28: Odezva systému servopohonu při zeslení 1,0



Obrázek 3.29: Odezva systému servopohonu při zeslení 2,0

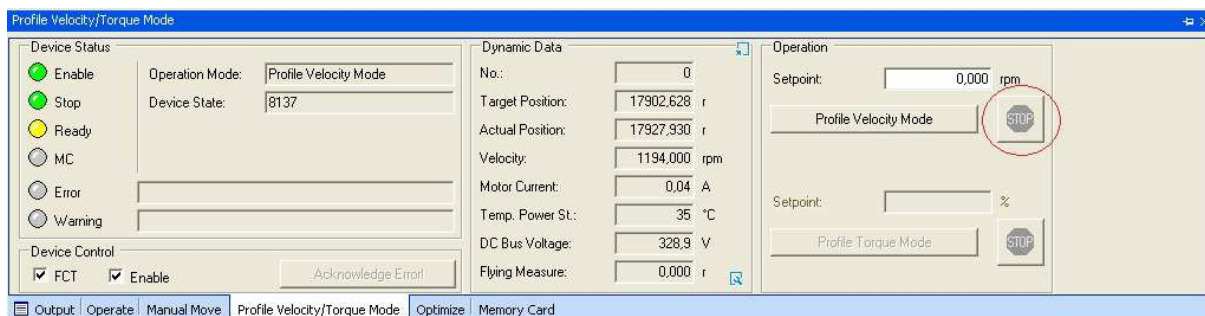
Konfigurace 3

Konfigurace 3 nenavazuje na Konfiguraci 2. Pro tuto konfiguraci je nutno ve sloupci **Workspace** otevřít záložku **Trace Configuration**, ve které změníme **Time Base** na hodnotu viz tab. 3.3, následně přepneme na záložku **Setpoint Selection** a nastavíme hodnoty **Acceleration** a **Deceleration** viz tab. 3.3. Dále v okně **Output** otevřeme záložku **Profile Velocity/Torque Mode** a **Setpoint** nastavíme na 0 rpm obr. 3.30. V průběhu měření jednotlivých hodnot je nutné stisk tlačítka STOP pro přerušování měření.

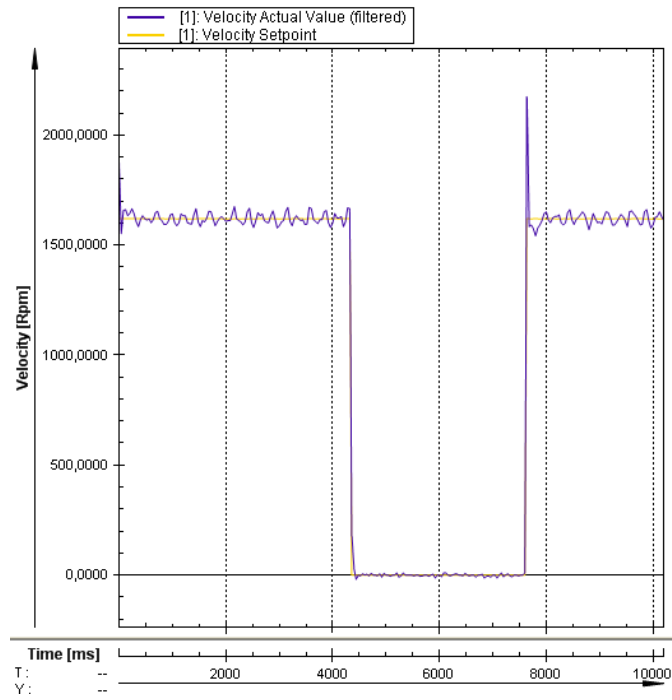
Tabulka 3.3: Konfigurace 3

Měření	1	2	3
Time Base	200	200	200
Acceleration	...	1147.5	1147.5
Deceleration	...	1147.5	500

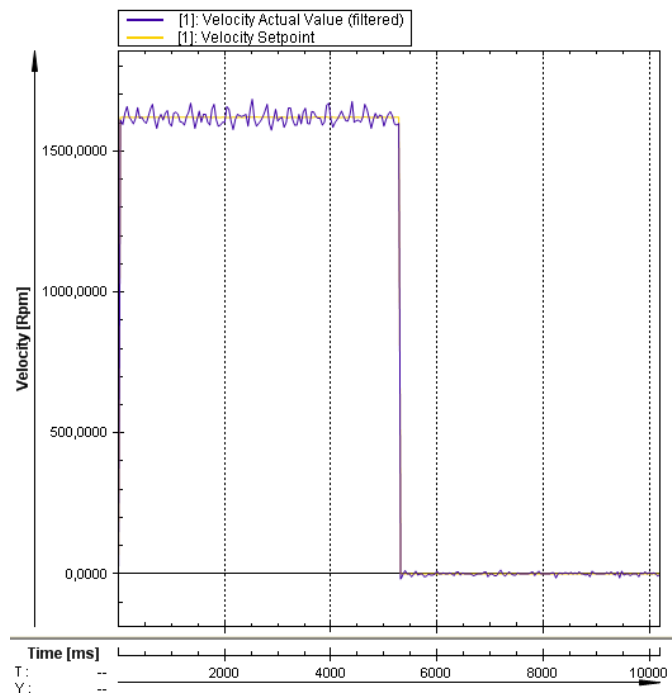
Výslednými grafy této konfigurace je obr. 3.31, obr. 3.32, obr. 3.33.



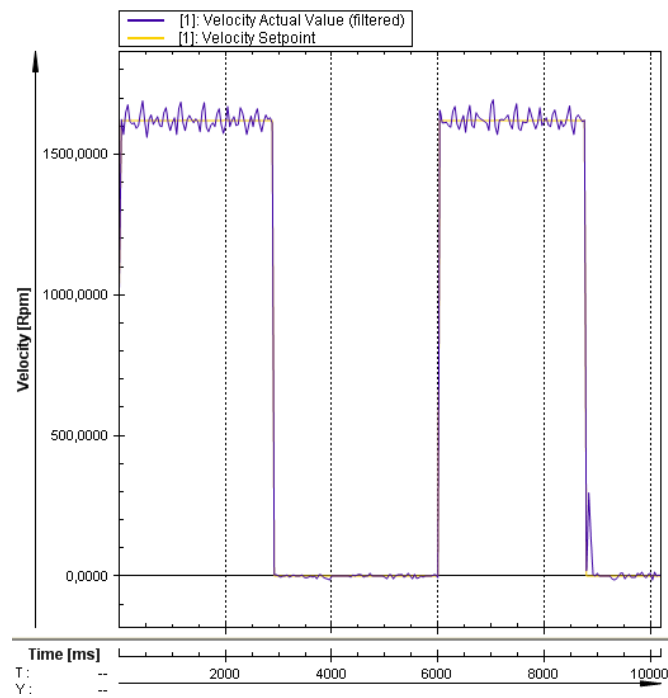
Obrázek 3.30: Záložka Profile Velocity/Torque Mode



Obrázek 3.31: Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 3.1



Obrázek 3.32: Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 3.2



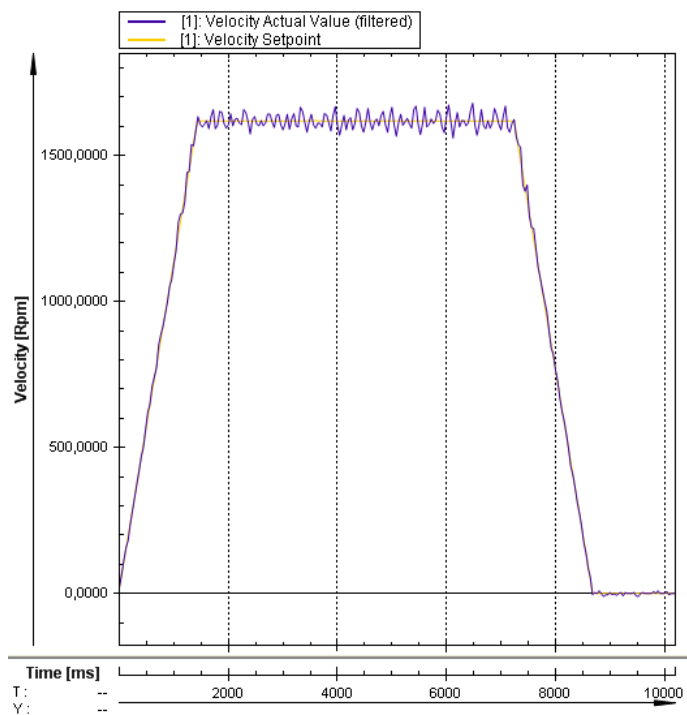
Obrázek 3.33: Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 3.3

Konfigurace 4

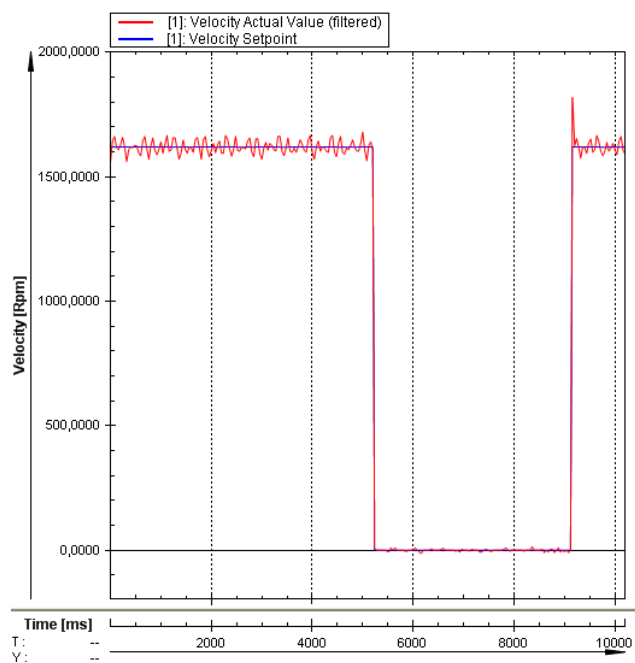
Nyní navážeme na Konfiguraci 3, ale s tím rozdílem, že ještě nastavíme hodnoty **Control Speed** viz tab. 3.4. Výslednými grafy jsou obr. 3.34, obr. 3.35, obr. 3.36.

Tabulka 3.4: Konfigurace 4

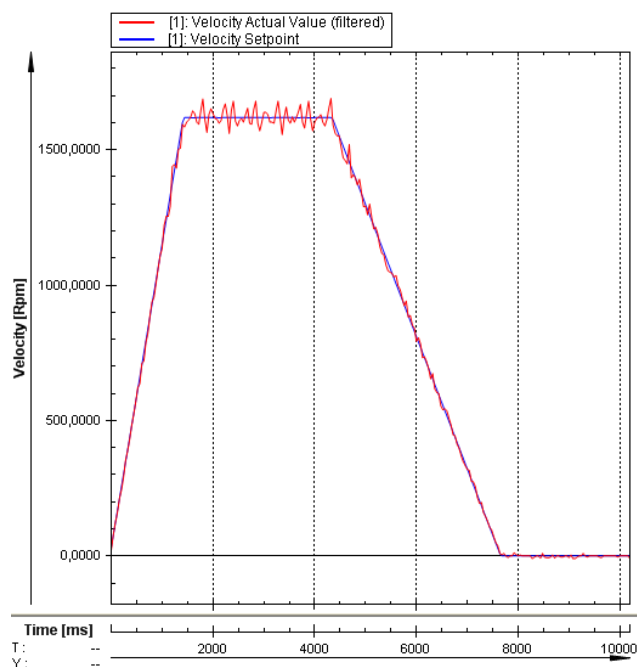
Měření	1	2	3
Parametry Control Speed	0.1	1.0	2.0



Obrázek 3.34: Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 4.1



Obrázek 3.35: Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 4.2



Obrázek 3.36: Odezva systému servopohonu pro konfiguraci 4.3

Když máme odměřeno můžeme ukončit komunikaci mezi PC a servopohonem a podle bezpečnostních pokynů vypneme řídicí jednotku.

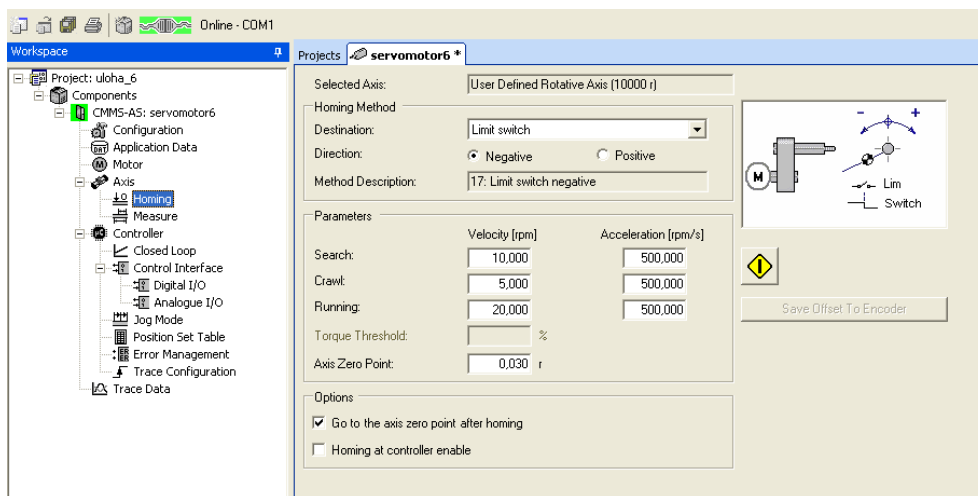
3.4 Úloha č. 4: Nastavení referenčního bodu a polohování

Tato úloha je založena na principu úlohy č.2. Budeme tedy postupovat úplně stejně. Vytvoříme nový program se základním nastavením a jeho komunikací.

Konfigurace nastavení referenčního bodu (homing):

Ve Workstation otevřeme stránku Homing pro konfiguraci metody nastavení referenčního bodu (homing metody) a dalších parametrů.

Nastavení programu pro referenční bod provedeme viz, obr. 3.37.



Obrázek 3.37: Nastavení referenčního bodu servomotoru (homing)

Uložíme projekt a nastavíme komunikaci mezi počítačem a zařízením.

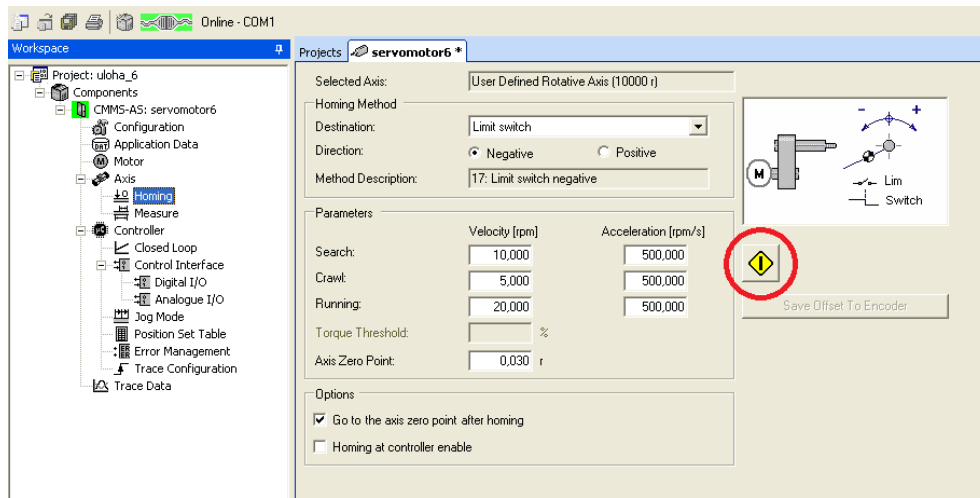
Provedeme ruční kontrolu přepínačů řídicí jednotky:

Nezbytné pro provedení operace homing.

- Stop, Start jsou v poloze OFF
- Signálové spínače Limit 0 a Limit 1 jsou v poloze OFF
- Potenciometr Ain0 je v poloze 0
- Přepínač Record Selection je v poloze 0
- přepínač Analogue/Digital je v digitální poloze
- Přepínač Internal/External je interní poloze
- Spínač Power Enable, Controller Enable je v poloze ON
- Zkontrolujeme zatržení FCT a Enable

Nastavíme referenční bod (Homing):

Homing provedeme tak, že přepneme spínač Stop do polohy ON a v tabulce menu klikneme na tlačítko **Run To Position** viz, obr. 3.38 pro spuštění operace homing.



Obrázek 3.38: Spuštění operace Homing pomocí tlačítka Run to position

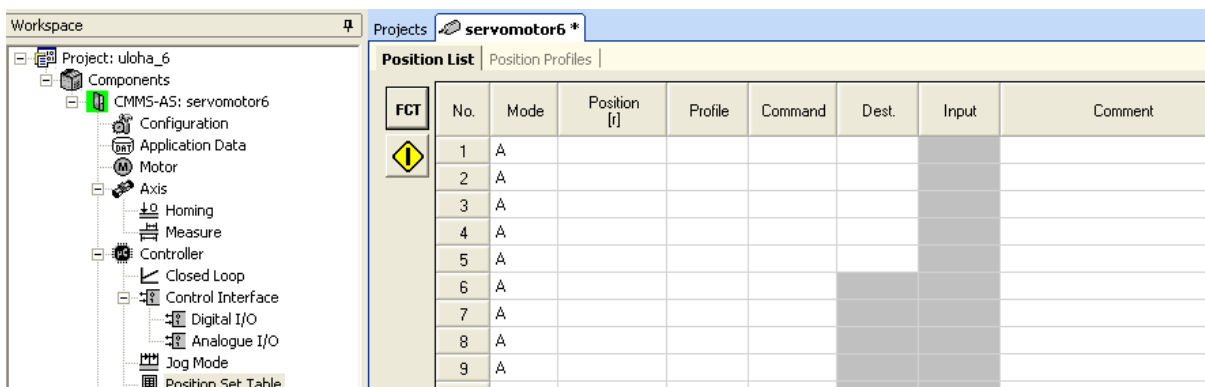
Jakmile je operace u konce, zobrazí se hlášení **Homing successful**, které potvrdíme stisknutím tlačítka **OK**.

Dalším krokem je záznam a testování poloh:

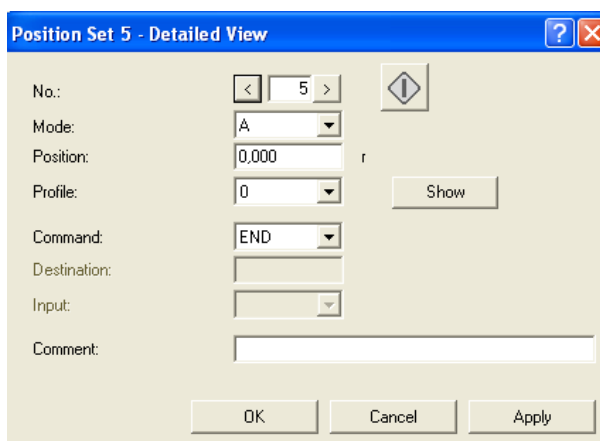
Ve **Workstation** otevřeme záložku **Position Set Table** a klikneme na záložku **Position List** viz obr. 3.39, ve které se po dvojitém kliknutí na jednotlivé řádky objeví okno Position Set Table viz obr. 3.40 a nastavíme hodnoty viz tab. 3.5.

Tabulka 3.5: Position List

Position	Profile	Command	Destination
10.000	0	MC	2
20.000	0	MC	3
40.000	1	MC	4
60.000	1	MC	5



Obrázek 3.39: Vzhled polohového listu - záložka Position List



Obrázek 3.40: Definice polohy v polohovém listu pomocí okna Position Set

Pokud máme nastaveno, otevřeme záložku **Position Profiles** obr. 3.39 a dvojitým kliknutím na řádky nastavíme hodnoty viz tab. 3.6.

Tabulka 3.6: Position Profiles

Vel.	Accel.	Decel.]	Smooth	Time	Start D.	Fin. Vel.	Startcond.
500.000	1147.5	1147.5	0	0	0	0	Ignore
1000.000	1147.5	1147.5	0	0	0	0	Ignore

- Uložíme projekt a sestavíme komunikaci mezi PC a ovladačem.
- Ujistíme se, že všechna základní nastavení jsou v pořádku a zavedeme projekt do ovladače.

- Aktivujeme přístrojové rozhraní FCT a Enable k tomu, aby mohl řídit ovladač.
- Přepneme přepínače Limit0, Limit1 a Stop do polohy ON.
- V tabulce menu vybereme tlačítko FCT viz obr. 3.41 a vybereme požadovaný záznam polohy.
- Klikneme na tlačítko Run To Position pro spuštění polohovací procedury.



Obrázek 3.41: Ikona FCT

Polohování s využitím signálového vstupu:

Manuálním pootáčením přepínače Set Selection na servoovladači do poloh, které jsou nastaveny v řídicím software **FCT** v záložce **Position Set Table**, lze uvést servomotor do těchto poloh.

- V rámečku Device Control zrušíme zatržení položek FCT a Enable.
- Přepneme přepínače Limit0, Limit1, Controller Enable a Stop z polohy OFF do polohy ON.
- Pomocí přepínače Record Selection vybereme požadovanou polohu.
- Přepneme přepínač Start do polohy ON pro spuštění polohovací procedury.

Konečným krokem úlohy je uložení projektu a bezpečné vypnutí:

- Uložíme projektová data a deaktivujeme signálový vstup.
- V rámečku Device Control zatrhneme položku FCT.
- Na pracovní ploše vybereme Save k trvalému uložení dat nahraných v ovladači.
- V hlavním menu vybereme položku Project a Save pro uložení projektu.

- Přepneme přepínače Limit0, Limit1, Stop, Start, do polohy OFF (přepnuté nahoru).
- Vypneme systém a napájení:
- Spínač Power Enable, Controller Enable do polohy OFF.
- Potenciometr spínače Ain0 přesuneme do pozice 0.
- Přepneme přepínač Analogue/Digital do digitální polohy.
- Zkontrolujeme spínače signálového vstupu.
- Stop, Start jsou v poloze OFF.
- Signálové spínače Limit0 a Limit1 jsou v poloze OFF.
- Přepínač Record Selection je v pozici 0.
- Přepínač Internal/External je v interní poloze.
- Vypneme napájecí zdroj 24 V ss a hlavní napájení 230 V st.

3.5 Úloha č. 5: Režim polohování a sekvenční řízení

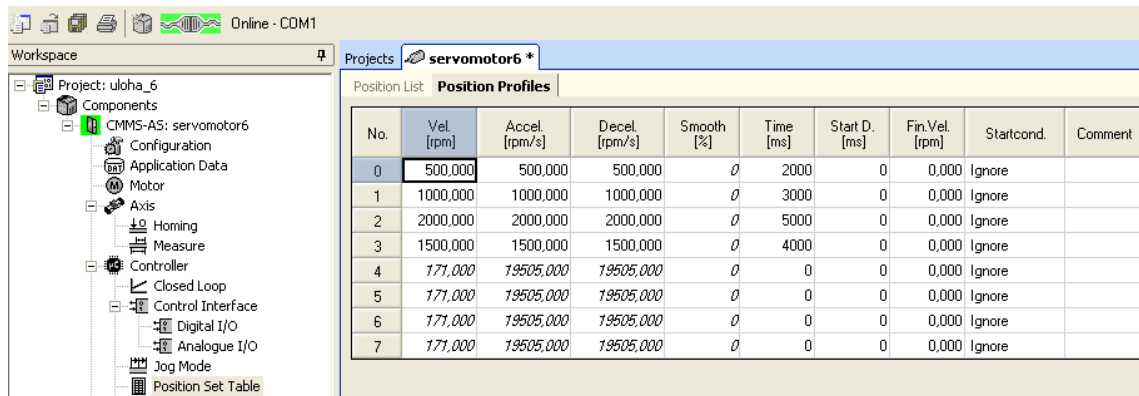
Úkolem této úlohy je odzkoušení různých režimů polohování a sekvenčního řízení.

- Zkontrolujeme podmínky spouštění viz úloha č.2
- Zapneme napájecí zdroj viz úloha č.2
- Spustíme FCT a otevřeme úlohu č.2
- Zkontrolujeme projektová, konfigurační, aplikační data.
- Vytvoříme polohový záznamový list viz obr. 3.42.

FCT	No.	Mode	Position [r]	Profile	Command	Dest.	Input	Comment
	1	A	50,000	0	TIM	2		
	2	A	150,000	1	TIM	3		
	3	A	250,000	2	TIM	4		
	4	A	300,000	1	TIM	5		
	5	A	150,000	3	TIM	6		
	6	A	0,000	2	END			
	7	A						
	8	A						
	9	A						
	10	A						

Obrázek 3.42: Vytvořený polohový záznamový list

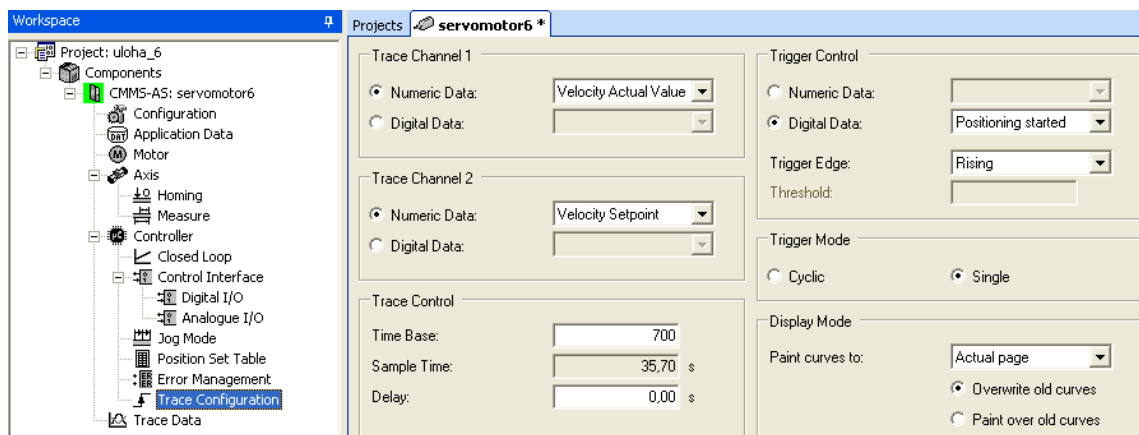
Nakonfigurujeme polohové záznamové profily tak, že ve **Workstation** otevřeme záložku **Position Set Table** a klikneme na záložku **Position Profiles**. Zde vytvoříme profily viz obr. 3.43.



No.	Vel. [rpm]	Accel. [rpm/s]	Decel. [rpm/s]	Smooth [%]	Time [ms]	Start D. [ms]	Fin. Vel. [rpm]	Startcond.	Comment
0	500,000	500,000	500,000	0	2000	0	0,000	Ignore	
1	1000,000	1000,000	1000,000	0	3000	0	0,000	Ignore	
2	2000,000	2000,000	2000,000	0	5000	0	0,000	Ignore	
3	1500,000	1500,000	1500,000	0	4000	0	0,000	Ignore	
4	177,000	19505,000	19505,000	0	0	0	0,000	Ignore	
5	177,000	19505,000	19505,000	0	0	0	0,000	Ignore	
6	177,000	19505,000	19505,000	0	0	0	0,000	Ignore	
7	177,000	19505,000	19505,000	0	0	0	0,000	Ignore	

Obrázek 3.43: Vytvořené polohové záznamové profily - záložka Position Profiles

Výsledkem těchto nastavených hodnot je graf průběhu testovacího cyklu obr. 3.45. Ve **Workstation** otevřeme záložku **Trace Configuration** a nastavíme dle obr. 3.44.



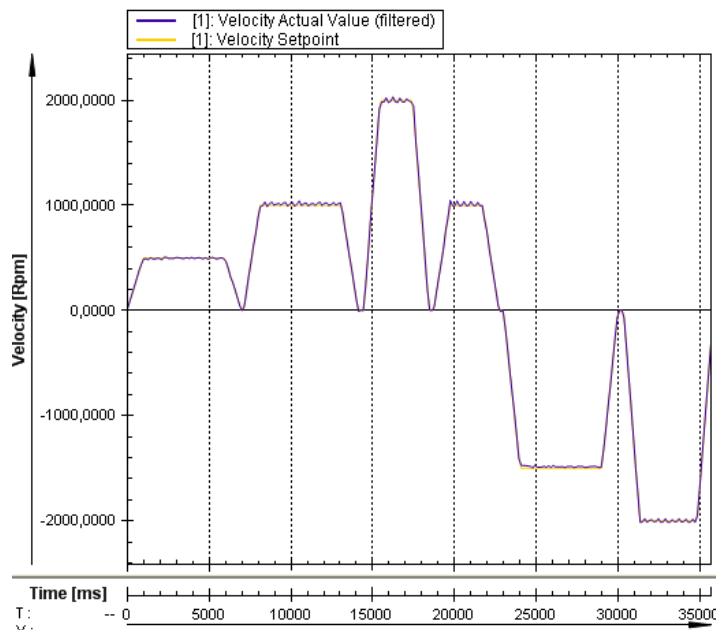
Obrázek 3.44: Nastavení záznamníku měřených dat

- Uložte projekt a nastavte komunikaci mezi PC a ovladačem.
- Ujistěte se, že všechna základní nastavení jsou správná a nahrajte projekt do ovladače.
- Aktivujte kontrolu zařízení FCT k tomu, aby řídila ovladač užitím FCT.
- Zkontrolujte ručně hardware viz úloha č.2
- Stop a Start jsou v poloze OFF.

- Signálové přepínače Limit0 a Limit1 jsou v poloze OFF.
- Potenciometr Ain0 je v poloze 0.
- Record Selection je v poloze 0.
- Analogue/Digital je v poloze Digital.
- Internal/External je v poloze Internal.
- Power Enable a Controller Enable je v poloze ON.
- V rámečku Operate zkontrolujte zatržení položek FCT a Enable.
- Proveďte nastavení referenčního bodu Homing viz úloha č.4

Nakonfigurujte testovací cyklus a proveďte měření:

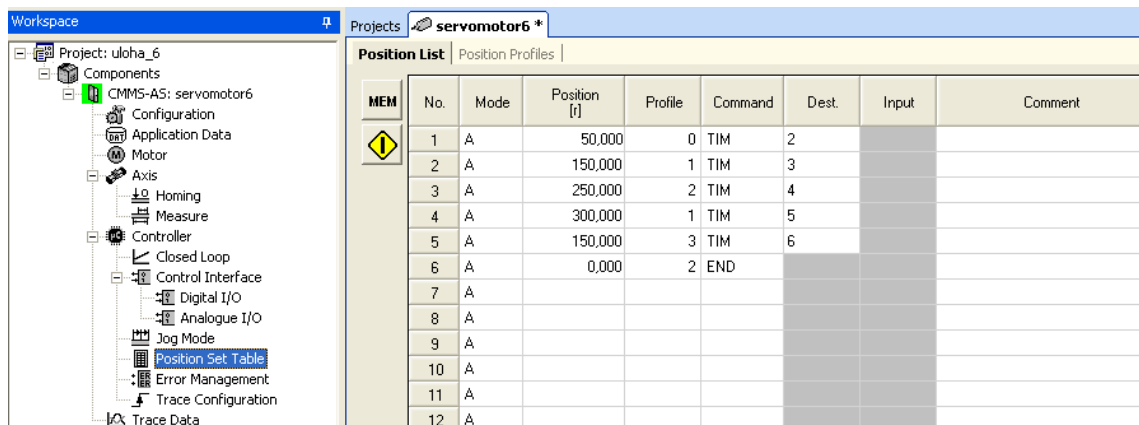
- Přepněte spínače Limit0, Limit1 a Stop do polohy ON.
- V okně **Operate** otevřete záložku **Manual Move** a okénku **Test Cycle** vyberte první polohu a stiskněte **Run Sequence**. Nezapomeňte spustit záznam polohy **Start Trace**.



Obrázek 3.45: Odezva systému servopohonu na testovací cyklus při řízení FCT

Kontrola pořadí (sekvenční řízení) a měření

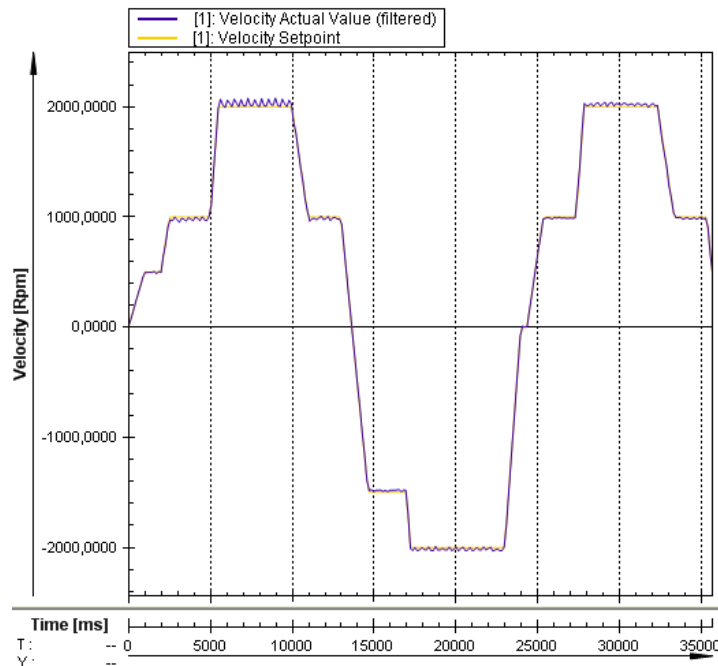
- Přepínač Limit0, Limit1 a Stop je v poloze ON.
- Přepněte na režim **MEM** kliknutím na tlačítko **FCT** viz obr. 3.46.
- Klikněte na **Start Trace** pro spuštění záznamu poloh.
- Vyberte polohový záznam č. 1 viz obr. 3.46 a klikněte na **Run To Position** pro spuštění polohovací procedury a měření
- Jakmile proběhne měření klikněte na **Stop Trace** pro ukončení záznamu dat.



The screenshot shows the 'Position List' window in MEM mode. The table below represents the data shown in the interface:

MEM	No.	Mode	Position [t]	Profile	Command	Dest.	Input	Comment
	1	A	50,000	0	TIM	2		
	2	A	150,000	1	TIM	3		
	3	A	250,000	2	TIM	4		
	4	A	300,000	1	TIM	5		
	5	A	150,000	3	TIM	6		
	6	A	0,000	2	END			
	7	A						
	8	A						
	9	A						
	10	A						
	11	A						
	12	A						

Obrázek 3.46: Přepnutí na režim MEM



Obrázek 3.47: Odezva systému servopohonu na testovací cyklus při řízení MEM

- Provedeme ukončení komunikace a bezpečné vypnutí přístroje viz úloha č.2.

3.6 Úloha č. 6: Polohový program s navazujícím záznamem

Popis úlohy :

Oblast měření by měla být řízena pomocí polohového programu s navazujícím polohovým záznamem. Pracovní režim Linked position records je nutný pro řízení profilů otáček motoru s různými otáčkami. Režim pomalého najíždění Jog Mode dovoluje polohovat pohon ručně.

Zadání úlohy :

Metodou manuálního zaučování (Teach – in) uložte do ovladače více poloh. Následně vytvořte polohový program s navazujícím pozičním záznamem.

Změňte na: V první části zadání týkající se teach-in programování servoovladače je

nezbytné použití vstupně-výstupního simulačního boxu a jeho následné propojení se ser-voovladačem pomocí kabelu SysLink (zásuvka XMG1). V současnosti škola COP nedisponuje vhodným propojovacím kabelem SysLink, a proto byla řešena pouze druhá část zadání s polohovým programem a navazujícím pozičním záznamem.

Prvním krokem v řešení druhé části úkolu je vytvoření polohového záznamového listu. Polohový záznamový list již byl řešen v předešlých úlohách, takže se předpokládá, že uživatel je s tímto listem seznámen.

Ve sloupci **Workspace** kliknutím myši otevřeme záložku **Position Set Table**, která je vyznačena na obr. 3.48 modrým obdélníkem. Zde otevřeme záložku **Position List** a vyplníme jednotlivé polohy viz tab. 3.7.

FCT	No.	Mode	Position [mm]	Profile	Command	Dest.	Input
	1	A	150.000	0	NRS	2	NEXT1
	2	A	200.000	0	NRS	3	NEXT2
	3	A	300.000	0	MC	4	-
	4	A	0.000	0	END	-	-
	5	A					
	6	A					
	7	A					
	8	A					
	9	A					
	10	A					
	11	A					
	12	A					
	13	A					
	14	A					
	15	A					
	16	A					

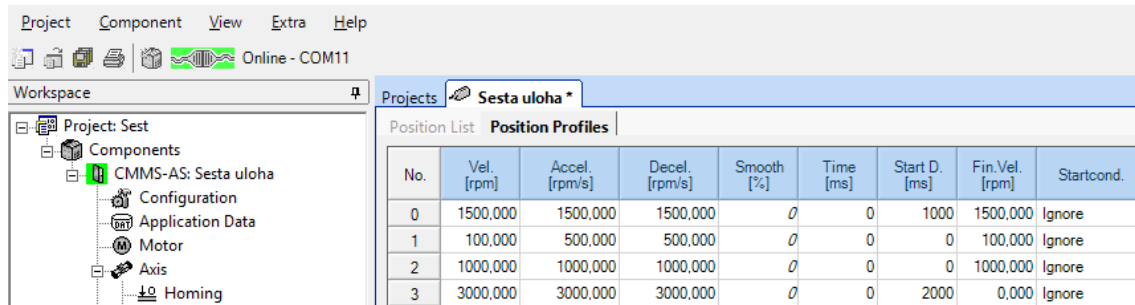
Obrázek 3.48: Polohový záznamový list vytvořený v záložce Position Set Table

Tabulka 3.7: Position List

Position	Profile	Command	Destination	Input
150.000	0	NRS	2	NEXT1
200.000	0	NRS	3	NEXT2
300.000	0	MC	4	-
0.000	0	END	-	-

Pokud byl tento krok splněn překlikneme na záložku **Position profiles** viz obr. 3.49

a vyplníme dle tab. 3.8.

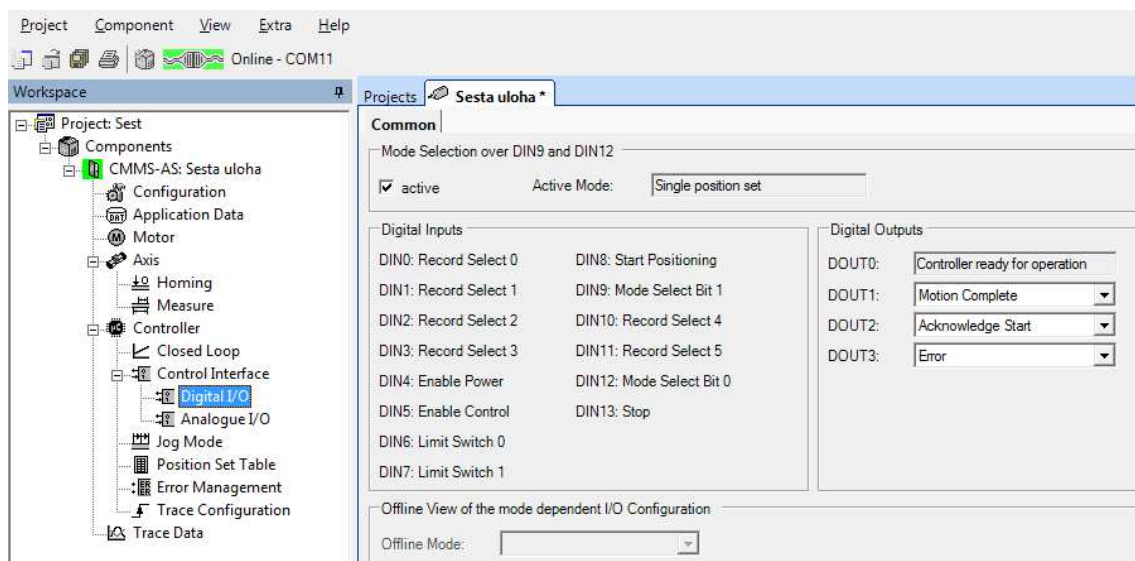


Obrázek 3.49: Definice polohových profilů v záložce Position Profiles

Tabulka 3.8: Position Profiles

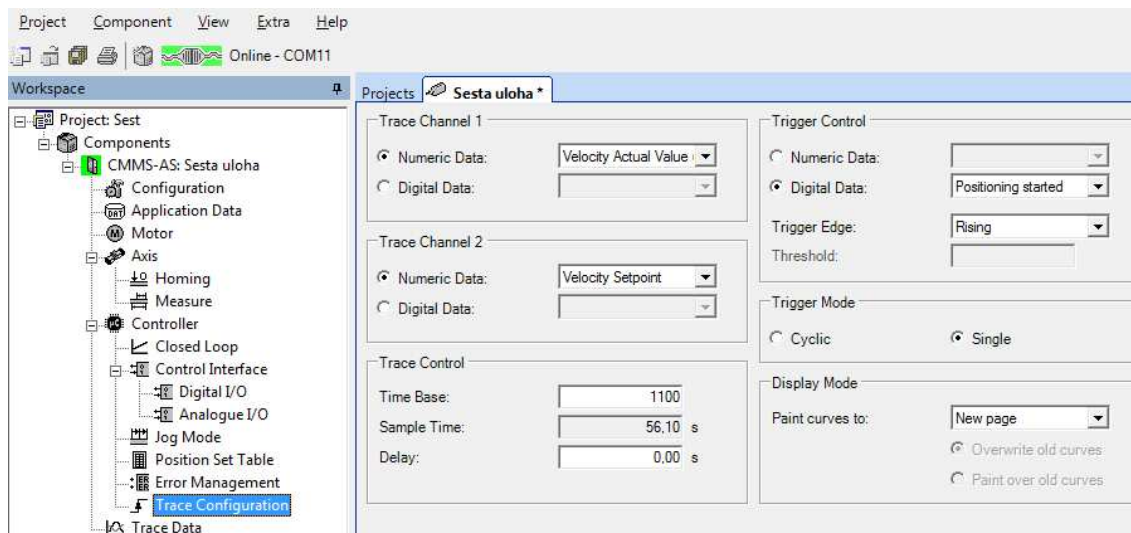
Vel.	Accel.	Decel.]	Smooth	Time	Start D.	Fin. Vel.	Startcond.
1500.000	1500.000	1500.000	0	0	1000	1500.000	Ignore
100.000	100.000	100.000	0	0	0	100.000	Ignore
1000.000	1000.000	1000.000	0	0	0	1000.000	Ignore
3000.000	3000.000	3000.000	0	0	2000	0	Ignore

Nastavíme digitální vstupy a výstupy dle obr. 3.50.



Obrázek 3.50: Nastavení digitálních vstupů a výstupů v záložce Digital I/O

Pokud jsou nastaveny digitální vstupy a výstupy provedeme nastavení pro záznam polohových průběhů viz obr. 3.51.



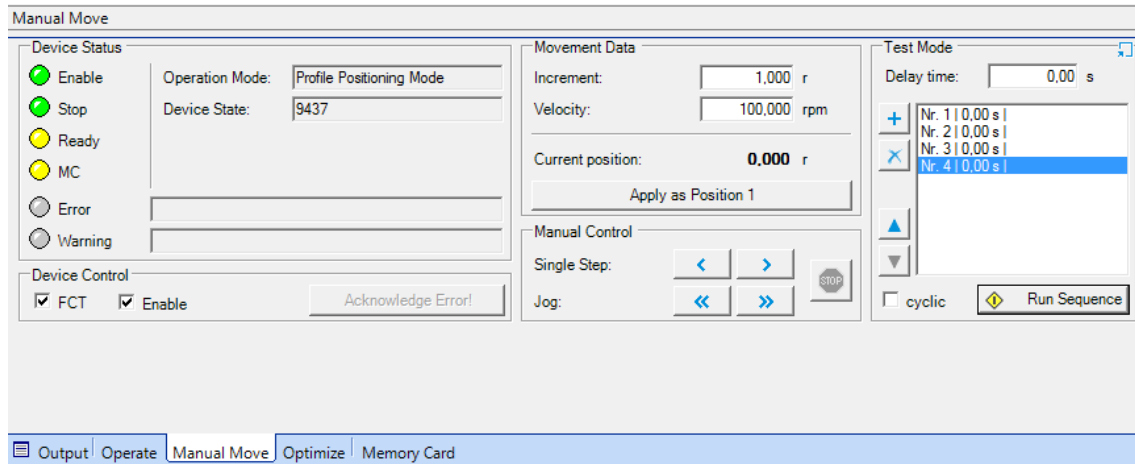
Obrázek 3.51: Nastavení snímaných veličin a časové základny záznamníku dat

Závěrečným krokem této úlohy je spuštění testovacího režimu. Pro spuštění testovacího režimu je nezbytné přidat jednotlivé položky z **Position List** do **Test Mode**.

Provedeme nastavení přepínačů řídicí jednotky :

- Uložte projekt a nastavte komunikaci mezi PC a ovladačem.
- Zkontrolujte ručně hardware viz úloha č.2
- Signálové přepínače Limit0 a Limit1, Stop jsou v poloze ON.
- Potenciometr Ain0 je v poloze 0.
- Record Selection je v poloze 0.
- Analogue/Digital je v poloze Digital.
- Internal/External je v poloze Internal.
- Power Enable a Controller Enable je v poloze ON.

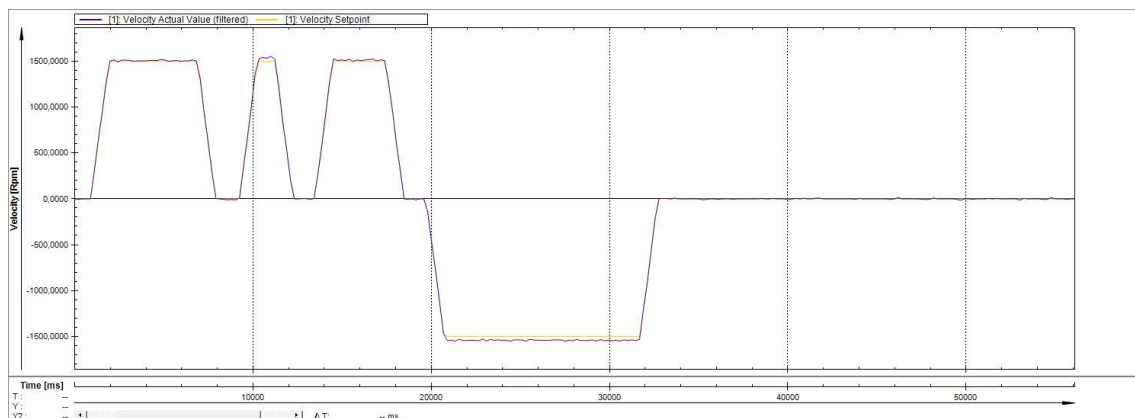
Nyní otevřeme záložku Manual Move v rámečku Test Mode a stiskem tlačítka + přidáme jednotlivé polohy z Position Listu obr. 3.52.



Obrázek 3.52: Záložka s parametry ručního polohování - Manual Move

- Ujistěte se, že všechna základní nastavení jsou správná a nahrajte projekt do ovladače.
- Aktivujte kontrolu zařízení FCT k tomu, aby řídila ovladač užitím FCT.
- V rámečku Operate zkontrolujte zatržení položek FCT a Enable.
- Stiskem tlačítka Run Sequence spustíme testovací režim.

Výsledkem měření je graf obr. 3.53



Obrázek 3.53: Graf testovacího režimu

- Provedeme ukončení komunikace a bezpečné vypnutí přístroje viz úloha č.2.

Kapitola 4

Závěr

V práci byly vyřešeny všechny zadané úkoly. Při tvorbě této práce bylo čerpáno z doporučené literatury. Prvním úkolem práce byla dokumentace servopohonu FESTO CMMS – AS včetně ovladače FESTO EMMS – AS a řídicího softwaru FESTO Configuration Tool.

Servopohon FESTO CMMS – AS a ovladač FESTO EMMS – AS byly zdokumentovány fotograficky. Ke každé komponentě servopohonové soustavy je přiřazena fotka pro lepší orientaci na reálném modelu společně s bezpečnostními pokyny pro zapojení. Řídicí software byl rovněž zdokumentován pomocí fotografií. Na základě tohoto kroku byl vytvořen stručný návod pro učební účely.

Hlavním tématem práce je zpracování šesti základních úloh. Jsou zde vysvětleny jednotlivé kroky společně s technickými parametry použitých komponent. Ve zpracovaných úlohách je popsáno, jak propojit celou soustavu se snímači polohy, servomotorem, rotační jednotkou, ovladačem a zdrojem. Nezávislou osobou byl proveden kompletní test celého učebního materiálu, kterým se tato práce zabývá. Test byl vyhodnocen s kladným výsledkem.

Práce se dále zabývá řízením otáček systému, nastavením referenčního bodu a jeho polohováním, režimem polohování, sekvenčním řízením. Postup pro řešení těchto nastavení je uveden ve výše zmíněných úlohách.

Dalším postupem jak navázat na tuto práci je využití lineární osy na místo rotační jednotky. Postupem této práce by bylo připojení lineární osy s montáží snímačů polohy a uvedení do provozu. Dále by bylo nezbytné rekonfigurovat nastavení referenčního bodu a polohování, řízení rychlosti posuvu, režim polohování a sekvenční řízení.

Literatura

FESTO (2015), FESTO EMMS – AS [online]. [cit. 2015-04-23],
⟨<http://www.festo.com/>⟩.

SKALICKÝ, J. (1999), Elektrické servopohony [online]. [cit. 2015-04-20],
⟨<http://www.vutbr.cz/>⟩.

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

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

- Absolventská práce v \LaTeX 2e
- Fotodokumentace
- Manuály: FESTO CMMS - AS, FESTO EMMS - AS
- Učební úlohy:
 - Sestavení systému servopohonu
 - Nastavení systému servopohonu a uvedení do provozu
 - Řízení otáček systému servopohonu
 - Nastavení referenčního bodu a polohování systému servopohonu
 - Režim polohování a sekvenční řízení
 - Polohový program s navazujícím záznamem
- Koldcsiter.AP_2015.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

WinEdt 8.1 Shareware [⟨http://www.winedt.com/⟩](http://www.winedt.com/)

QCAD [⟨http://www.stahuj.centrum.cz/⟩](http://www.stahuj.centrum.cz/)

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

Festo Configuration Tool [⟨http://www.festo.com/⟩](http://www.festo.com/)

MiKTeX [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

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

Příloha C

Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
Tvorba úloh	2 měsíce	19.01.2015	03.02.2015
Fotodokumentace	1 týdný	08.02.2015	07.02.2015
AP: kapitola Úvod	3 týdný	01.03.2015	20.04.2015
AP: kompletní text		15.04.2015	01.05.2015

