



## **Středoškolská technika 2018**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

### **Prezentační (demo) panel s programovatelným frekvenčním měničem**

Filip Pospíšil

VOŠ, SPŠ a JŠ Kutná Hora  
Masarykova 197



VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA  
A JAZYKOVÁ ŠKOLA S PRÁVEM STÁTNÍ JAZYKOVÉ ZKOUŠKY

# **PRAKTICKÁ MATURITA**

**Prezentační panel  
s programovatelným frekvenčním  
měničem**

## Zadání práce:



VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA  
A JAZYKOVÁ ŠKOLA S PRÁVEM STÁTNÍ JAZYKOVÉ ZKOUŠKY

### ZADÁNÍ

praktické maturitní zkoušky z odborných předmětů

studijní obor: **Elektrotechnika, zaměření Automatizační technika**

Příjmení a jméno žáka: Pospíšil Filip

Třída: E4C

Školní rok: **2017/2018**

Téma č.: A1803

Název tématu: Prezentační panel s programovatelným frekvenčním měničem

Profcom Kolín

Minimální rozsah: 10

Konkrétní úkoly, které jsou v práci řešeny:

Sestrojení demonstračního panelu řízení točivého stroje pomocí frekvenčního měniče a PLC.

Vytvoření ukázkového programu.

Termín odevzdání: **3. 4. 2018**

Vedoucí práce: Ing. Stanislav Moravec

  
.....  
podpis

Vedoucí práce: Ing. Stanislav König

  
.....  
podpis

Oponent: Ing. Luděk Kohout

.....  
podpis

Zadání schváleno dne: 8. 9. 2017

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem praktickou maturitní práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze literatury uvedené v soupisu.

Souhlasím s trvalým umístěním mé práce ve školní knihovně, kde bude k dispozici pro potřeby školy.

V Kutné Hoře dne .....

.....

podpis

## **Anotace**

Praktická maturitní práce se zabývá návrhem a sestrojením prezentačního panelu s programovatelným frekvenčním měničem. V práci jsou zmíněné jednotlivé kroky sestavení, testování a oživení. Popsané testování a oživování prezentačního panelu zároveň může sloužit, jako podklad pro další použití k výuce studentů. Student tímto získá praktickou zkušenost řízení točivých elektrických strojů pomocí frekvenčních měničů.

## **Anotation**

The practical graduation work deals with the design and assembly of a presentation panel with programmable frequency inverter. In the work there are mentioned the various steps of construction, testing and start up. Described testing and starting up of the presentation panel can serve as a material for further use of student education. The students will gain practical experience in controlling of rotating electric machines via frequency inverters.

# OBSAH

<b>Zadání práce:</b> .....	1
<b>Čestné prohlášení:</b> .....	2
<b>Anotace</b> .....	3
<b>1. Úloha</b> .....	5
<b>1.1 Podrobnější zadání</b> .....	5
<b>1.2 Návrh</b> .....	5
<b>2. Materiál:</b> .....	6
<b>3. Popis</b> .....	7
<b>3.1 Frekvenční měnič VFD-E</b> .....	7
<b>3.2 Motor</b> .....	11
<b>4. Postup práce:</b> .....	12
<b>4.1 Hrubá část</b> .....	12
<b>4.2 Zapojování</b> .....	13
<b>4.3 Testování</b> .....	15
<b>4.4 Parametrizování VFD-E</b> .....	16
<b>4.5 Programování PLC</b> .....	17
<b>5. Přínos a využití:</b> .....	22
<b>6. Zdroje</b> .....	22

## 1. Úloha

### 1.1 Podrobnější zadání

Vyhotovte demo panel s frekvenčním měničem, asynchronním elektrickým motorem a ovládacími prvky (tlačítka, přepínače), který bude sloužit pro výuku studentů. Požadavky na demo panel:

1. Musí být přenosný, aby bylo možné ho použít v požadované učebně.
2. Připojení musí být zabezpečeno prostřednictvím běžné elektrické rozvodné sítě. To znamená přívod na napětí 230V AC, 50HZ a připojení pomocné pohyblivé šňůry.
3. Demo panel musí být bezpečný, uzemněný a v krytí IP20, aby nebyl možný dotyk nebezpečných živých částí.
4. Zapojení frekvenčního měniče a jednotlivých ovládacích prvků musí být modulární natolik, aby se dalo pohodlně změnit a ověřit tak různé funkce a vlastnosti frekvenčního měniče.
5. Vytvořte demonstrační program v integrovaném PLC frekvenčního měniče, který bude po přijetí signálu z přepínače střídavě točit elektrickým motorem na jednu a druhou stranu.

### 1.2 Návrh

Prezentační panel bylo nutné navrhnout tak, aby byl přenosný. Tudíž nesměl být tak velký a těžký. Kvůli lehkosti jsem tedy zvolil hliníkový materiál. Pro přenosnost jsem navrhl desku obdélníkového tvaru s přiměřenými rozměry s ohledem na velikost motoru a frekvenčního měniče. Samotná deska s komponenty je vložena do hliníkových profilů. Aby mohl prezentační panel sám o sobě stát, má tedy nožičky, na kterých je deska zavěšena.

Pro bezpečné připojení panelu pod napětí používám pohyblivou šňůru, která je přivedena na svorky. Aby nebyl panel ihned pod napětím zvolil jsem ještě osazení DIN lišty jističem, až po jeho nahození je demo panel pod napětím. Dále pro větší bezpečnost jsem propojil všechny vodivé části panelu a uzemnil je.

Dále jsem se rozhodl všechny přepínače, tlačítka, kontrolky a vstupy/výstupy měniče vyvést na svorkovnici DIN lišty. Díky této úpravě se frekvenční měnič dá pohodlně propojovat s ovládacími prvky, a ověřit, či změnit různé funkce a vlastnosti.

Po konzultaci programování frekvenčního měniče, tedy integrovaného PLC, jsem v programovacím prostředí ISPsoft vytvořil ukázkový program. Tento program znázorňuje, že se frekvenční měnič nemusí ovládat pouze přepínači a nastavováním jeho parametrů, ale také pomocí integrovaného PLC.

## 2. Materiál:

Podrobnou tabulku materiálu, který je použit na demonstrační panel znázorňuje obrázek číslo 2.1. Všechn materiál mi byl poskytnut firmou ProfCom s.r.o.

typ zařízení	katalogové číslo	popis	ks
frek. měnič	VFD015E21A	frekvenční měnič, 230V AC, 50Hz, vektorový	1
klávesnice k měniči	KPE-LEO2	klávesnice k frekvenčnímu měniči	1
převodník	IFD6500	převodník USB-RS-485	1
motor	MEZ 7AA63M02K	Elektrický motor, MEZ, 230/400V AC, 50Hz, 2820 ot/min	1
jistič	SASIN B71-81C06H	jistič jednopól, 230V AC, 6A, charakteristika C	1
přepínače	LA800E-ESM221	dvoupolohový černý přepínač, kontakt spínací (NO)	5
zelené tlačítko	LA800E-EF31	spínací tlačítko, kontakt spínací (NO)	1
červené tlačítko	LA800E-EF42	rozpínací tlačítko, kontakt rozepínací (NC)	1
zelená kontrolka	AD22-22BS-G24	kontrolka 22mm, zelená, 24VDC	1
červená kontrolka	AD22-22BS-R24	kontrolka 22mm, červená, 24VDC	1
potenciometr		potenciometr 5k $\Omega$	1
dutinky	19140303-001	dutinka bílá, 0.75mm	125
dutinky	DI-1.5-10	dutinka černá, 1.5mm	14
svorky	3031212	svorka ST2.5	37
svorky	3031238	svorka ST2.5PE	1
zarážky	Wago279	zarážky na DIN lištu	6
koncové krytky	3030417	koncová krytka D-ST 1.5; 2.5	8
vodiče			15m
popisky na svorky			
štítky pod tlačítka			
DIN lišta			
knoflík na potenciometr			
hliníkové profily			
hliníková deska			

Obr. 2.1 Tabulka použitého materiálu

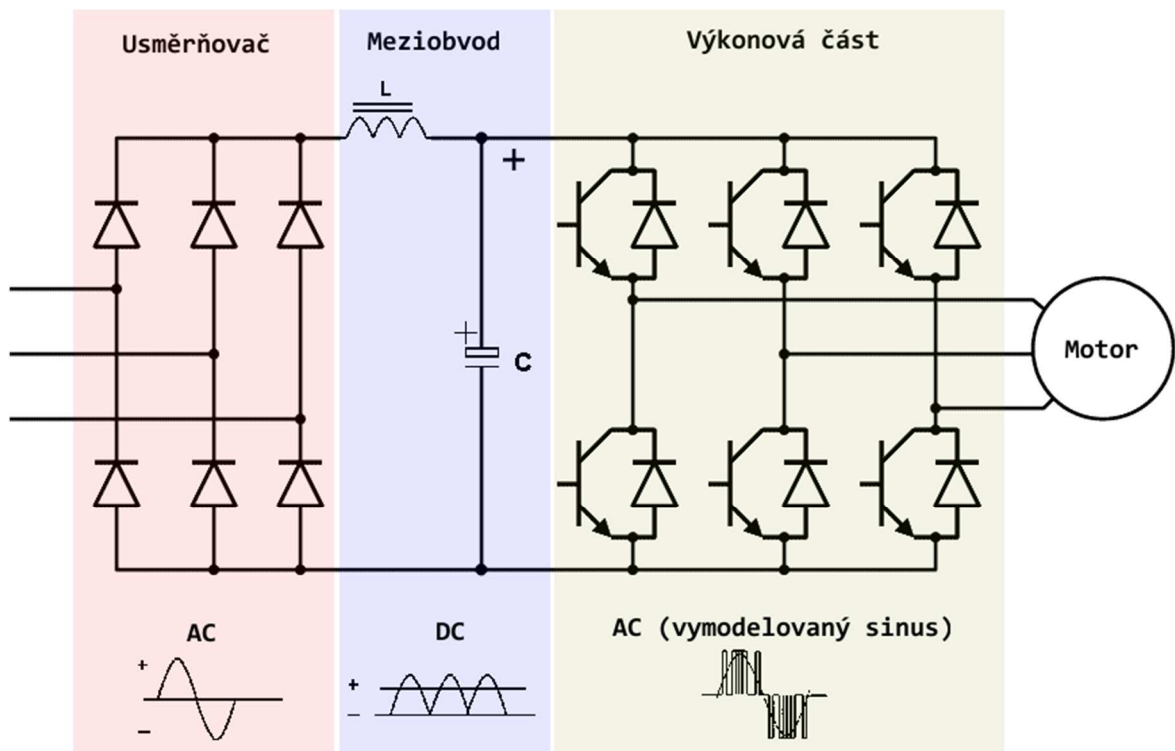


### 3. Popis

#### 3.1 Frekvenční měnič VFD-E

##### Frekvenční měnič, obecně

Zjednodušeně frekvenční měnič slouží k řízení otáček (nejen) asynchronních motorů. V podstatě jediný způsob, jak efektivně řídit jejich otáčky je změna frekvence napájecího napětí. A to umožňuje právě frekvenční měnič. Měnič tedy mění frekvenci sítě a to tím způsobem, že připojené střídavé napětí usměrní na DC (stejnoseměrné napětí). Dále je zde meziobvod, v kterém je stejnosměrné napětí, zde se mohou měřit různé hodnoty. Po meziobvodu následuje výkonová část, zde jsou rychlé tranzistory, které podle zadané frekvence na měniči vymodelují znovu sinusový střídavý napětí. Nyní je výstupní napětí měniče přiveden na vstup motoru.



3.1.1 Princip frekvenčního měniče

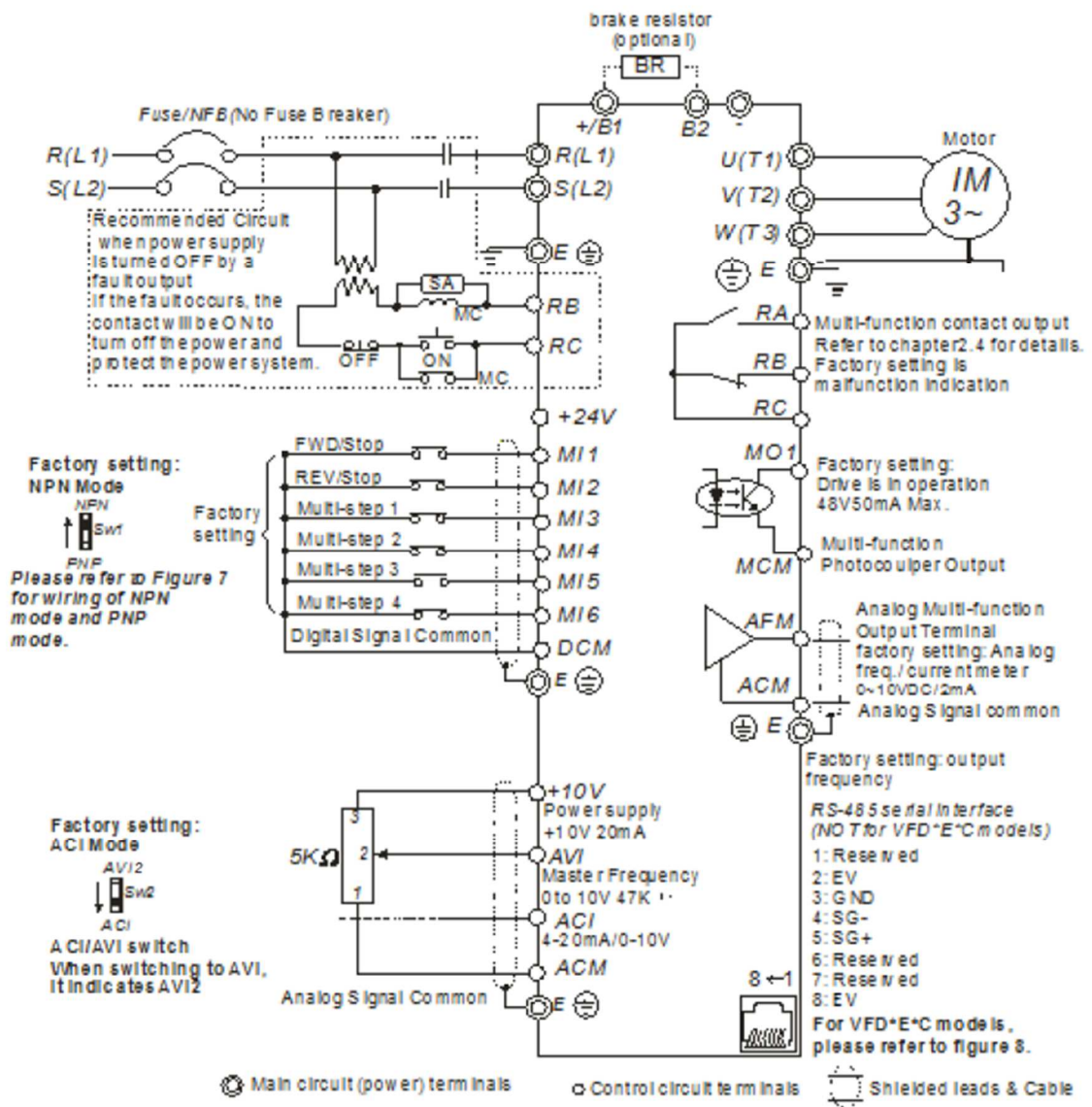
**VFD-E**

Na svém prezentační panelu jsem použil frekvenční měnič typu VFD-E od firmy Delta Electronics. Tento multifunkční AC měnič s vektorovým řízením a malým integrovaným PLC se dá například použít na obráběcí stroje, balící stroje, tiskařské stroje, textilní stroje, pojezdy jeřábů, eskalátory, dopravníky, ventilátory, čerpadla, aj. Základní technické vlastnosti měniče VFD-E:

- Vektorové řízení bez zpětné vazby nebo skalárního řízení U/f
- Výstupní frekvence do 600Hz
- Nosná frekvence do 15kHz
- Přetížitelnost 150% jmenovitého proudu po dobu 1 minuty
- PID regulace s funkcí spánku
- Autotuning (rotační i statický)
- Zabudované malé PLC s 500 kroky, 28 základními a 17 aplikačními instrukcemi
- Zabudovaný EMI filtr (u verzí 1 x 230V a 3 x 400V)
- Možnost připojení PTC od motoru
- Odnímatelná klávesnice s možností připojení pomocí 1m, 3m nebo 5m kabel
- Komunikace RS-485 s protokolem Modbus ASCII / RTU
- Možnost použití komunikačních převodníků CANopen, Profibus, DeviceNet nebo Lonworks nacvaknutých přímo na měnič
- Integrovaná brzdňá jednotka
- Vyvedené svorky jednosměrné sběrnice
- 6 digitálních přepínatelných vstupů NPN / PNP
- 1 napěťový a 1 přepínatelný napěťový / proudový analogový vstup
- 1 tranzistorový a 1 relé výstup se spínacím i rozpínacím kontaktem
- 1 napěťový analogový výstup
- Možnost rozšíření vstupů/výstupů nebo připojení enkodéru s pomocí volitelné karty
- Standardní provedení IP20

Rozsah výkonu kW	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22
VFD-E	115V 1 fáze *											
	230V 1 fáze											
	230V 3 fáze *											
	460V 3 fáze											

Obr. 3.1.2 Výkonnost VFD-E



Obr. 3.1.3 Schéma VFD-E

## Manuální parametrizování VFD-E měniče

Pro manuální nastavení měniče můžeme postupovat podle těchto úkonů. Také můžeme využít program VFDSOFT, tento postup je blíže popsán v podkapitole 4.4 Parametrizování VFD-E.

- Nejdříve si musíme měnič restartovat. Toto je v parametru 00-02 = 9, **nutný restart měniče!**
- Následně se nastaví štítkové údaje motoru:
  - Pr. (parametr) 07-00 – jmenovitý proud (A)
  - Pr. 01-02 – jmenovité napětí (V)
  - Pr. 01-01 – jmenovitá frekvence (Hz)
- Způsob ovládání
  - Pr. 02-00 – nastavení řízení frekvence:
    - 0 – horní/dolní na klávesnici, nebo na digitálních vstupech,
    - 1 – vstup AVI,
    - 2 – vstup ACI/AVI2 (jen u měniče VFD-E),
    - 3 – RS-485,
    - 4 – potenciometr na klávesnici
  - Pr. 02-01 – nastavení ovládání RUN/STOP:
    - 0 – klávesnice,
    - 1 – digitální vstupy + STOP/RESET na klávesnici,
    - 2 – jen digitální vstupy,
    - 3 – RS-485 + STOP/RESET na klávesnici,
    - 4 – jen RS-485
- Provozní parametry
  - Pr. 01-00 – maximální provozní frekvence (Hz)
  - Pr. 01-09 – rozběhová rampa (s)
  - Pr. 01-10 – doběhová rampa (s)

Při nastavování se musíte tlačítkem MODE dostat na libovolnou obrazovku s písmenem (F, H, A,...). Poté tlačítkem ENTER měníte a vstupujete do úrovní:



1. Skupina parametrů
2. Parametry v dané skupině
3. Aktuální hodnota parametru
4. Potvrzení

V zásadě ENTER slouží na vstup do další úrovně/potvrzení, a MODE pro návrat o úroveň vyšší. Hodnoty vybíráte šipkami.

### 3.2 Motor

Na prezentační panelu jsem použil trojfázový asynchronní motor. Tyto motory jsou určeny k pohonu průmyslových zařízení, např. ventilátorů, čerpadel, obráběcích strojů, lisů apod., lze je používat pro prostředí mírného klimatu, ve zvláštních provedeních i v jiných klimatických podmínkách. Parametry motoru představuje obrázek číslo 3.2.1.

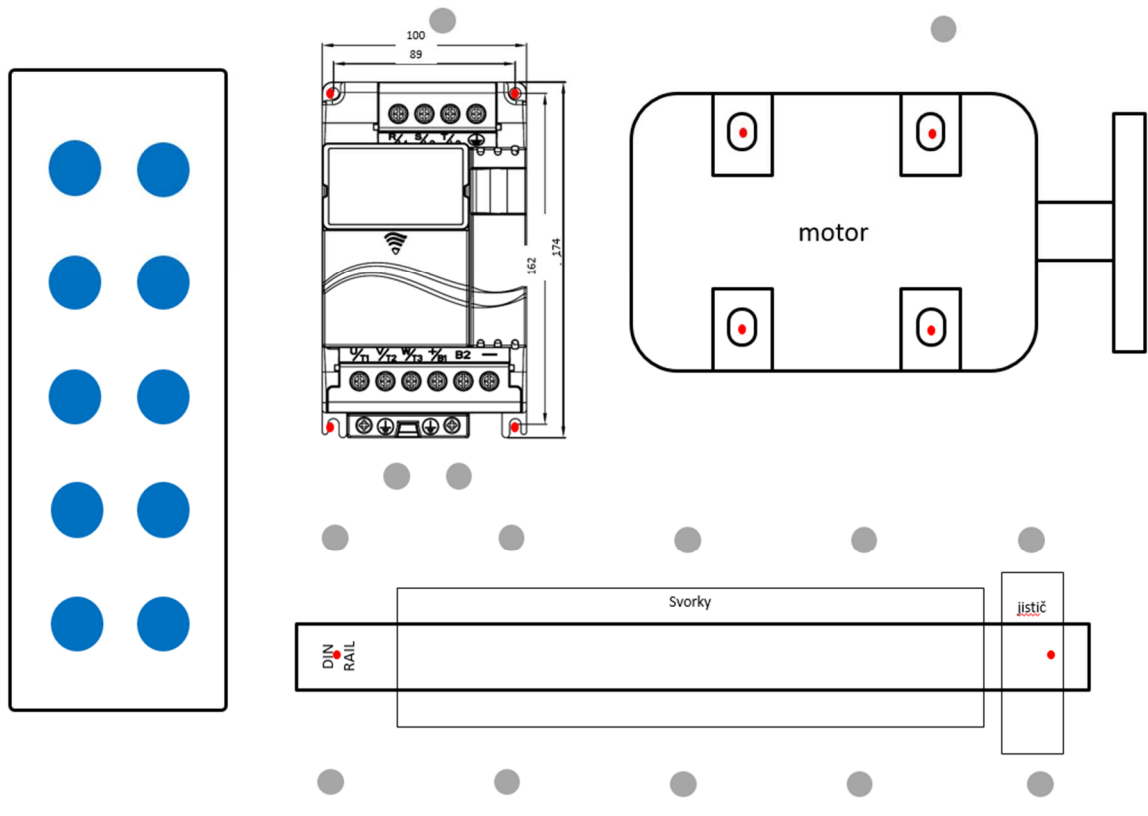


Obr. 3.2.1 Štítek motoru

## 4. Postup práce:

### 4.1 Hrubá část

Nejdříve jsem si připravil hlavní hliníkovou desku. Navrhl rozmístění komponentů a následně vyvrtal potřebné díry pro uchycení a přívodu drátů. Rozmístění komponentů a děr znázorňuje obrázek 4.1.1.



Obr. 4.1.1 Rozmístění komponentů a vrtání děr

Po vyvrtání děr jsem desku ošetřil. Zabrousil hrany děr a nastříkal celou desku ochrannou barvou. Nyní jsem mohl přidělat komponenty na desku. Všechno sedělo a panel byl osazen.

Také jsem si připravil hliníkové profily, do kterých se panel na závěr vsadí. Díky osazení těmito hliníkovými profily a nožičkám se stává panel hezky přístupným a přemístitelným. Vyvrtat díry v desce a realizovat rám z hliníkových panelů jsem měl možnost v dílnách Martina Kubíčka. Vrtání a montování hliníkových panelů představují obrázky 4.1.2 s 4.1.3.



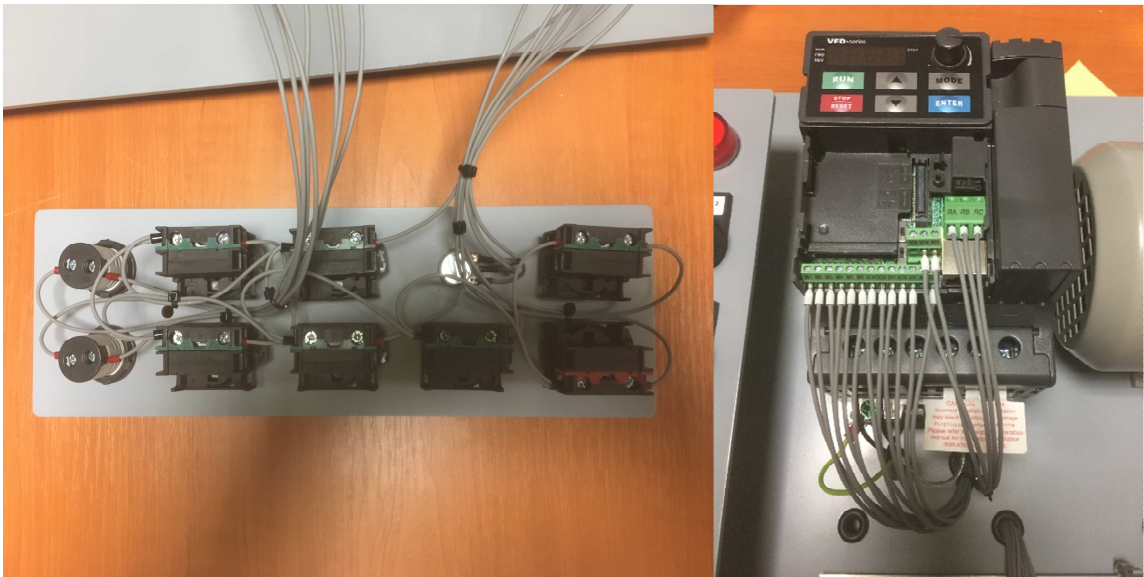


Obr. 4.1.2, 4.1.3 Vrtání hliníkových panelů

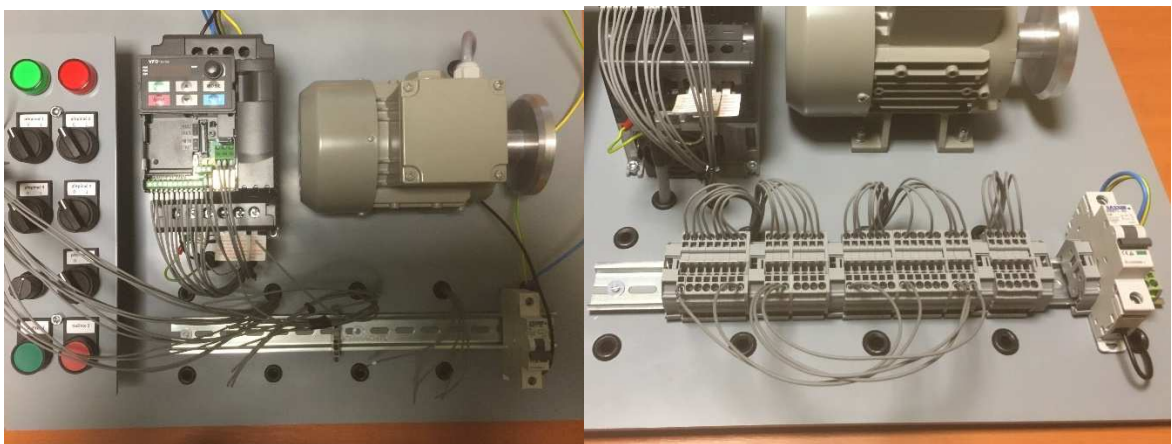
## 4.2 Zapojování

Zapojování pro mě byla asi nejnáročnější část této úlohy. Nyní jsem měl za úkol vyvést na DIN lištu všechny přepínače, tlačítka, kontrolky a potenciometr. Také všechny vstupy/výstupy frekvenčního měniče. Ovládací prvky a kontrolky umístěné na extra destičce jsou na levé straně panelu, která je vyvýšená nad hlavní deskou. Toto je kvůli větší přehlednosti a jsou vidět celé průmyslové přepínače, tlačítka a kontrolky. Přepínače jsou propojeny se společnou zemí, tudíž nemusím na zem vyvádět každý přepínač zvlášť.

Zapojení přepínačů, tlačítek, kontrolky a potenciometru znázorňuje obrázek 4.2.1 a zapojení vstupů/výstupů frekvenčního měniče obrázek 4.2.2. A konečné zapojení všeho do svorek umístěné na DIN liště obrázek číslo 4.2.3 a 4.2.4.



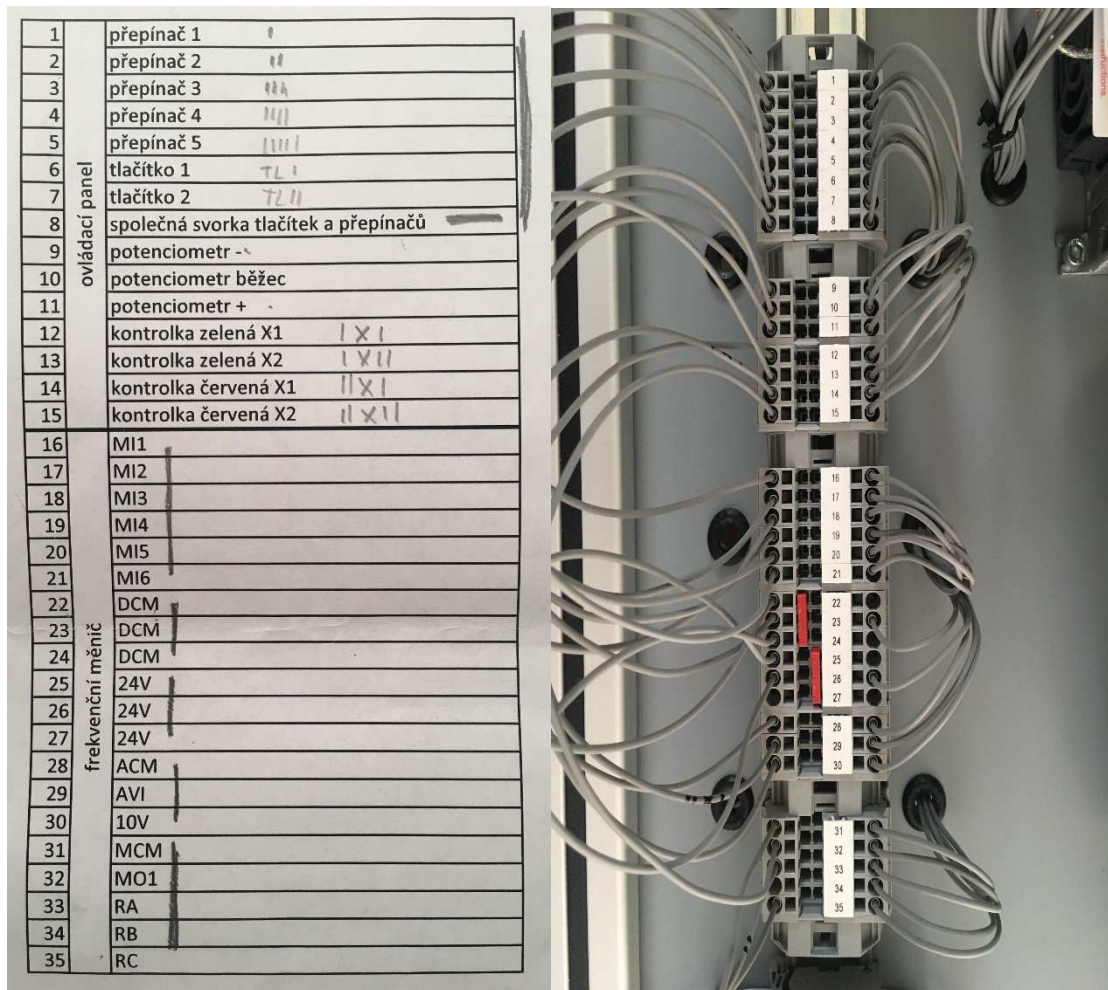
Obr. 4.2.1 Zapojení přepínačů, Obr. 4.2.2 Zapojení VFD-E



Obr. 4.2.3 a 4.2.4 Zapojení svorek na DIN liště

Také jsem zapomněl zmínit zapojení jističe a připojení silové část. To je vidět na pravém obrázku úplně napravo. Jistič zde slouží kvůli tomu, aby frekvenční měnič nebyl hned pod napětím po připojení do sítě. Označení a očíslování svorkovnice představuje obrázek 4.2.5 a 4.2.6.





Obr. 4.2.5 a 4.2.6 Označení svorkovnice

### 4.3 Testování

Nyní máme vše zapojené a můžeme se pustit do testování frekvenčního měniče.

- Nejdříve jsem otestoval silovou část. A to tak, že jsem připojil panel pomocí pohyblivé šňůry. Nahodil jsem jistič a následně naběhl frekvenční měnič. Dal do polohy zapnuto přepínač1, který jsem propojil na svorkovnici se vstupem měniče MI1. Vstup MI1 je továrním nastavením nastaven na forward motoru (fwd - RUN/STOP) měniče. Frekvenční měnič a motor fungoval, silová část je tedy v pořádku.
- Poté jsem vyzkoušel zbytek vstupů frekvenčního měniče a navíc výstup reléový a tranzistorový. Vstupy měniče MI1 a MI2 jsou z továrního nastavení nastaveny na chod motoru FWD a REV, tyto vstupy jsem takto nechal a

propojil s 1. a 2. přepínačem. Zbylé vstupy jsou multifunkční, v parametru 04.05 – 04.08 si můžeme nastavit libovolné funkce. Například já jsem si na zbylé vstupy měniče nastavil různé rychlosti, tedy frekvenci. Dále jsem si v parametrech 03.00 a 03.01 nastavil, co bude dělat reléový a tranzistorový výstup. V mém případě jsem zelenou kontrolku propojil s reléovým a červenou s tranzistorovým výstupem. Poté jsem si vyzkoušel různé volby těchto parametrů. Například, že mi zelená kontrolka svítí pouze při nulové rychlosti a červená, když je měnič v RUN modu. Také jsem zapojil potenciometr, kterým jsem ovládal frekvenci.

Terminal Symbol	Terminal Function	Factory Settings (NPN mode) ON: Connect to DCM
MI1	Forward-Stop command	ON: Run in MI1 direction OFF: Stop acc. to Stop Method
MI2	Reverse-Stop command	ON: Run in MI2 direction OFF: Stop acc. to Stop Method
MI3	Multi-function Input 3	Refer to Pr.04.05 to Pr.04.08 for programming the Multi-function Inputs. ON: the activation current is 6mA. OFF: leakage current tolerance is 10 $\mu$ A.
MI4	Multi-function Input 4	
MI5	Multi-function Input 5	
MI6	Multi-function Input 6	
+24V	DC Voltage Source	+24VDC, 120mA used for PNP mode.

Obr. 4.3.1 Funkce vstupů

Základní testování proběhlo v pořádku. Nyní jsem mohl začít parametrizovat frekvenční měnič podle svých představ, a poté i programovat pomocí integrovaného PLC.

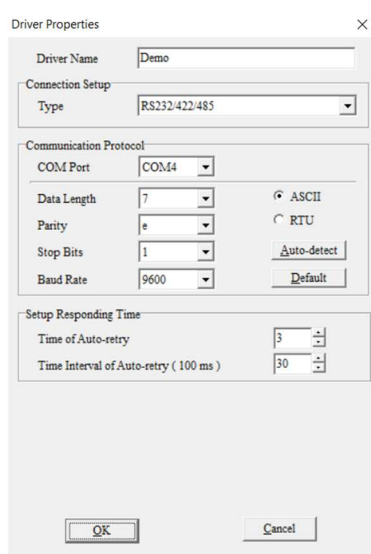
#### 4.4 Parametrizování VFD-E

Parametrizovat frekvenční měnič můžeme buď manuálně a to tak, jak je popsáno v podkapitole 3.1 Frekvenční měnič VFD-E, nebo také pomocí softwaru VFDSOFT. Tento způsob jsem použil já.

Nejdříve je třeba mít stažený program VFD Soft a převodník IFD6500. Postup připojení je následující:



měníčem). Tuto komunikaci musíme nastavit v programu CMMGR (COMmanager). V našem případě nastavení komunikace představuje obrázky číslo 4.5.1 a 4.5.2.



Obr. 4.5.1 a 4.5.2 Nastavení komunikace s PLC

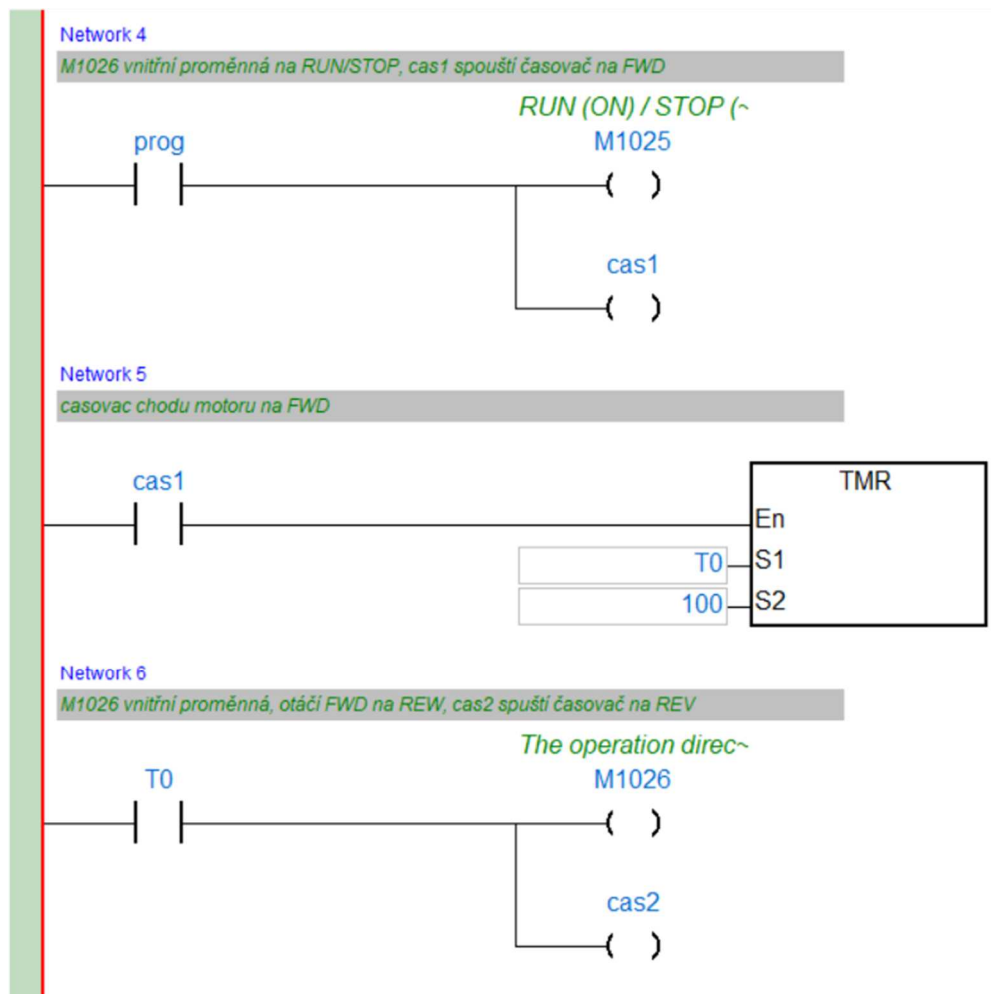
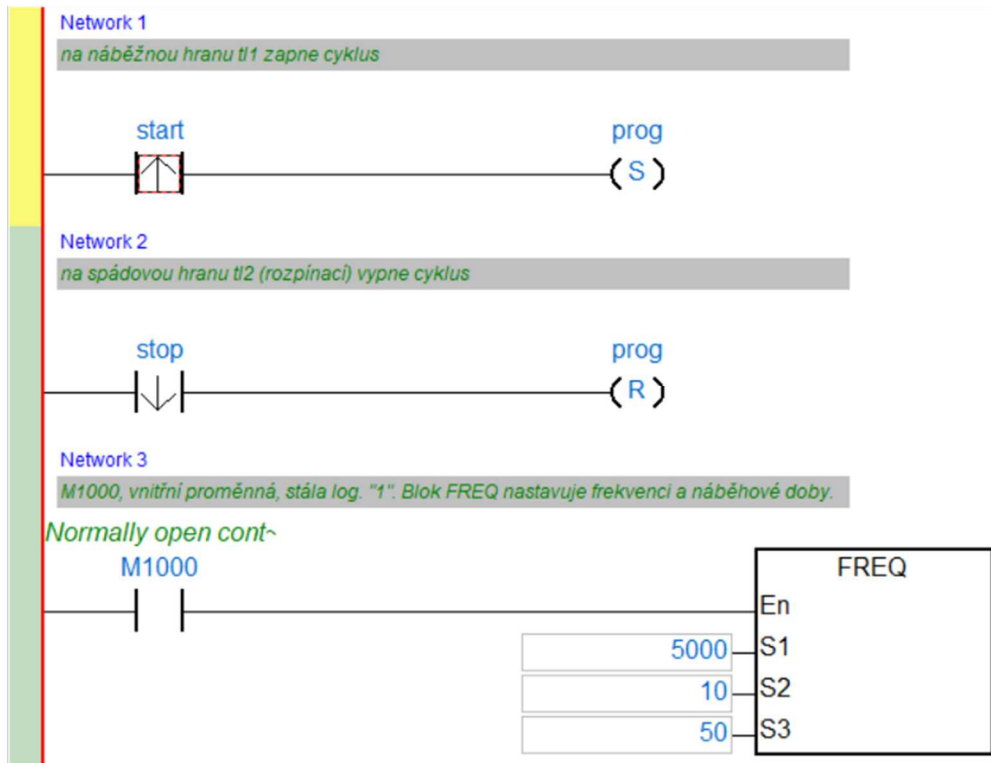
Nyní můžeme otevřít programovací prostředí nazývané ISPsoft, zde jsem v Tools > Communication Settings zvolil komunikaci, kterou jsme v předešlém kroku nastavili. A to tedy driver s názvem „Demo“. Také ještě musíme na klávesnici měniče šipkami nastavit PLC2, abychom mohli komunikovat s PLC měniče. Nyní je komunikace kompletně hotová

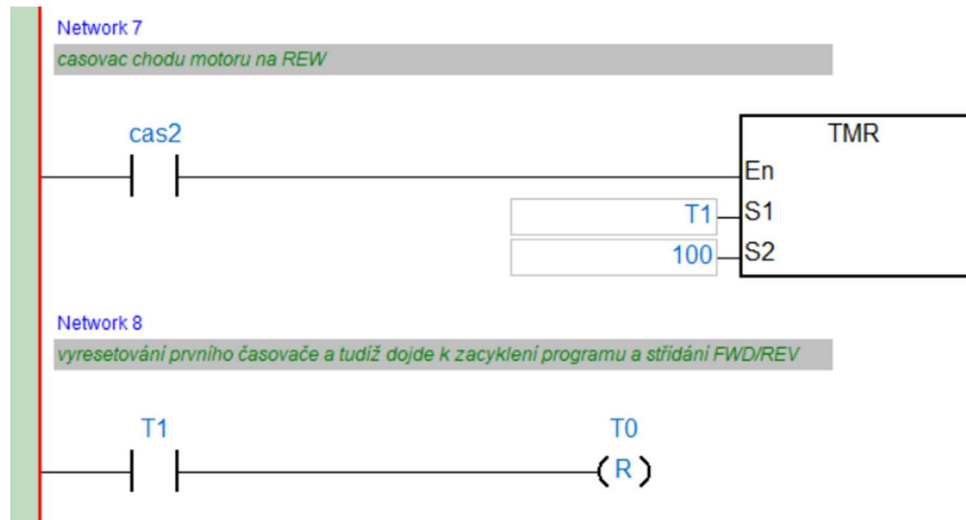
a můžeme založit novou POU (programovatelná organizační jednotka) a stáhnout program do PLC pro ověření komunikace, vše je v pořádku a můžeme programovat.

### **Program, programovací prostředí**

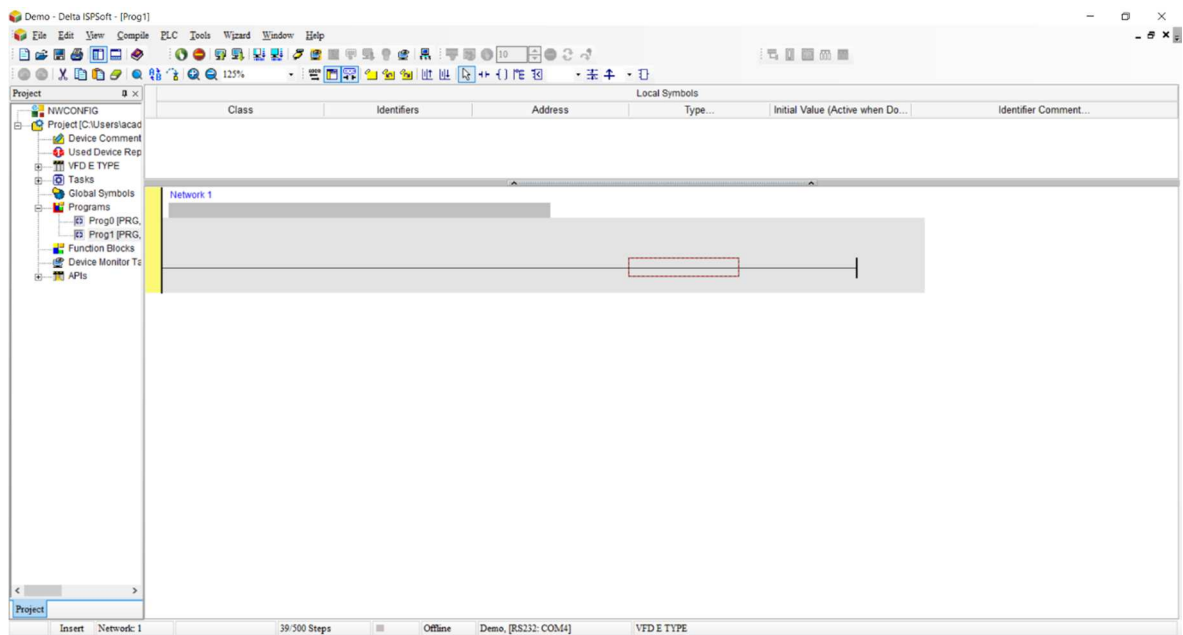
Zadání bylo naprogramovat VFD-E tak, aby se motor otáčel po daný čas doprava, tedy (FWD) a poté daný čas doleva, tedy (REV). A to při frekvenci 50Hz. Čas a rychlost náběhu, doběhu na frekvenci 50Hz je libovolná. Program se začne vykonávat po stisknutí zeleného tlačítka1 a při stisku červeného tlačítka2 se program zastaví. Jinak běží stále v cyklu.

Programoval jsem v programovacím jazyce LD (ladder diagram), toto prostředí je pro mě nejvíce přehledné a umím v něm nejlépe programovat. Nejdříve jsem si tedy na svorkovnici propojil tlačítka se vstupy frekvenčního měniče a poté deklaroval proměnné. V mém případě X4 (zelené tlačítko na vstupu MI5) mám jako proměnnou START. Program funguje tak, že se spustí na náběžnou hranu spínacího zeleného tlačítka1 a vypne se na spádovou hranu rozpínacího červeného tlačítka2. Vnitřní proměnná M1000 zajišťuje, že na řádku je stálá logická jednička, ta určuje frekvenci 50Hz. Při stisknutí tlačítka1 se setne proměnná prog, která sepne vnitřní proměnnou M1025 a proměnnou cas1. M1025 zajišťuje RUN/STOP motoru, nyní se tedy motor začne točit. A proměnná cas1 sepne první časovač, nyní se bude motor točit doprava po dobu prvního časovače. Po navržení prvního časovače se sepne proměnná časovače T0, ta sepne další vnitřní proměnnou M1026. Ta zajišťuje, že se obrátí směr otáčení na druhou stranu, nyní tedy doleva. Také rovnou sepne proměnnou cas2, která sepne druhý časovač. Nyní se motor otáčí doleva a časuje druhý časovač. Po navržení druhého časovače sepne proměnnou T1. T1 následně resetuje první proměnnou časovače a to T0. T0 je nyní v logické nule a vypne vnitřní proměnnou M1026, to způsobí, že se motor začne točit zas na druhou stranu. A jelikož je proměnná cas1 stále sepnutá, kvůli sepnuté proměnné prog, začne první časovač znovu časovat. Tudíž se tento cyklus děje znovu a znovu. Program se přestane vykonávat po resetu proměnné prog a to způsobí spádová hrana rozpínacího, červeného tlačítka. Programovací prostředí a obrázky programu představují obrázky 4.5.3, 4.5.4, 4.5.5, 4.5.6.





Obr. 4.5.3, 4.5.4, 4.5.5 Ukázka programu



Obr. 4.5.6 Ukázka programovacího prostředí ISPsoft

## 5. Přínos a využití:

Frekvenční měniče jsou v této době velmi, ale velmi používaným zbožím. Osazují se jimi prakticky všechny průmyslové linky (řízení dopravníků, fréz, pil atd..). Realizování toho panelu bylo pro mě tedy velmi zajímavé a přínosné. Vyzkoušel jsem si různé možnosti, které se dají na měniči nastavit a následně jimi ovládat elektrický motor. Také mě velmi bavilo programování tohoto měniče. Mohl jsem si i hrát s různými úlohami, jako například rozsvícení kontrolky tlačítkem a následné zhasnutí stejným tlačítkem. Velké díky patří technikovi firmy ProfCom, Ing. Stanislavu Königovi, který mi pomáhal tento prezentační panel realizovat a ukázal téměř všechny jeho možnosti.

Hlavní vizí této úlohy byla pro mě taková, že mi ve škole chyběla část z této silové oblasti. Naskytla se mi možnost udělat takovýto demonstrační panel pro studenty s frekvenčním měničem u firmy ProfCom s.r.o, které jsem okamžitě využil. Student si tak může vyzkoušet funkčnosti měniče přímo v akci. Zapojování, parametrizování a programování integrovaného PLC, to vše může student na tomto panelu realizovat. Také by se tento panel mohl dále využít pro další maturitní projekty, a to vymýšlením laboratorních úloh pro studenty.

## 6. Zdroje

1. [http://www.elektromotory.net/upload/file/katalog\\_1la7.pdf](http://www.elektromotory.net/upload/file/katalog_1la7.pdf)
2. <https://www.mylms.cz/text-zapojeni-a-zakladni-nastaveni-frekvencniho-menice/>
3. <https://www.profcom.cz/cz/produkty/prumyslova-automatizace-delta/21-frekvencni-menice-a-jednotky-pro-rekuperaci>
4. [http://www.deltaww.com/filecenter/Products/download/06/060101/Manual/DELTA\\_IA-MDS\\_VFD-E\\_UM\\_EN\\_20160516.pdf](http://www.deltaww.com/filecenter/Products/download/06/060101/Manual/DELTA_IA-MDS_VFD-E_UM_EN_20160516.pdf)