

STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNICKÁ A STŘEDNÍ ODBORNÁ ŠKOLA  
PROFESORA ŠVEJCARA, PLZEŇ, KLATOVSKÁ 109



**Petr Hlávka**  
**MECHATRONIKA**  
**CVIČENÍ**  
**SOUBOR PŘÍPRAV**  
**PRO 4. R. OBORU 26-41-M/01**  
**ELEKTROTECHNIKA - MECHATRONIKA**

Vytvořeno v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost  
CZ.1.07/1.1.30/01.0038 Automatizace výrobních procesů ve strojírenství  
a řemeslech

*Monitorovací indikátor 06.43.10*



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Dílo podléhá licenci Creative Commons - Uveďte autora -  
Neužívejte dílo komerčně - Zachovejte licenci 3.0 Česko.

## Obsah

1. Senzory polohy nespojité.....	2
Písemná příprava.....	2
Zadání úlohy .....	3
Související přípravy.....	5
2. Senzory polohy spojité .....	7
Písemná příprava.....	7
Zadání úlohy .....	8
Související příprava.....	9
3. Řízení otáček motoru pulsně šířkovou modulací (PWM).....	10
Písemná příprava.....	10
Zadání úlohy .....	11
Související příprava.....	14
4. Senzory teploty, tlaku, vlhkosti .....	15
Písemná příprava.....	15
Zadání úlohy .....	16
Související přípravy.....	20
5. Ovládání krokového motoru s pasivním rotorem .....	22
Písemná příprava.....	22
Zadání úlohy .....	23
Související příprava.....	26
6. Ovládání robotu ruční a programové .....	27
Písemná příprava.....	27
Zadání úlohy .....	28
Související příprava.....	32
7. Průmyslová sběrnice Profibus .....	33
Písemná příprava.....	33
Zadání úlohy .....	34
Související příprava.....	37
8. Regulace hladiny s HMI (Human Machine Interface) .....	38
Písemná příprava.....	38
Zadání úlohy .....	39
Související příprava.....	42
9. E-P manipulátor řízený pomocí PLC Festo.....	43
Písemná příprava.....	43
Zadání úlohy .....	44
Související příprava.....	48

# 1. Senzory polohy nespojité

## Písemná příprava

### PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA CVIČENÍ Č. 1

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Mechatronika cvičení

Ročník: IV

Vyučovací hodina: 1

Zpracoval: ing. Petr Hlávka

Název tematického celku: Senzory – čidla polohy

Téma vyučovací hodiny: Senzory optické, indukční a kapacitní pro nespojité měření polohy

Druh vyučovací hodiny: výkladová pro přípravu na laboratorní cvičení

Didaktické pomůcky:

- učebnice
- notebook, dataprojektor, deska Sensoric Board

Vzdělávací cíl: učitel provede teoretický rozbor úlohy měření senzorů, aby žáci správně pochopili, jak mají měřit i jaké jsou předpokládané výsledky měření

Výchovný cíl: vést žáky k zájmu o správné použití senzorů

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY  
Senzory – princip, vyhodnocení jejich signálů.
- II. MOTIVACE  
V čem jsou průmyslové senzory podobné lidským.
- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
  - a) Optické senzory, indukční a kapacitní senzory – porovnání dle rozsahu a hystereze.
  - b) Zapojení senzorů dvou vodičové a třívodičové.
  - c) Měření převodní a citlivostní charakteristiky, zjištění rozsahu a hystereze senzoru pro překážku umístěnou kolmo i šikmo.
- IV. SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ  
Vhodnost použití jednotlivých senzorů.
- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU  
Parametry zadaných senzorů (pro referát, zdroj: literatura/internet).
- VI. ZÁVĚR  
Porovnejte naměřené hodnoty s katalogovými a zdůvodněte případné odchylky.
- VII. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY
  - a) MAIXNER, L. a kol. *Mechatronika*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 41 – 66.
  - b) *Katalog výroby* [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.taiwan-control.com.tw/products/sen/gl18h18l.pdf>>.
  - c) Související teoretická přípravy: *Senzory polohy č. 5 a č. 6*.

## Zadání úlohy

### Úloha č. 1

#### Úkol cvičení:

- 1.1 Zjistěte zapojení a parametry indukčních průmyslových senzorů
- 1.2 Navrhněte pracovní odpory, pokud jde o čidla s otevřeným kolektorem.
- 1.3 Umístěte senzory na desku Sensoric Board a změřte:
  - 1.3.1 převodní (hysterezní) charakteristiku senzorů, tj. v jaké vzdálenosti zapne/vypne spínač vyhodnocovacího obvodu senzoru od překážky umístěné v ose. Vypočtete hysterezi a pro každý senzor a zvolenou překážku nakreslete hysterezní charakteristiku
  - 1.3.2 parametry výstupních signálů v zapnutém/vypnutém stavu (U, I, případně R)
  - 1.3.3 citlivostní charakteristiky (sensing characteristics) - vzdálenost, na kterou reagují vzhledem k ose souměrnosti (jen u indukčního senzoru).
- 1.4 Vyzkoušejte připojit čidla k PLC Tecomat a číst jejich stav programem.
- 1.5 Porovnejte naměřené hodnoty citlivostní charakteristiky s katalogovými
- 1.6 Vzájemně porovnejte snímače dle hystereze a vzdálenosti, na kterou reagují.

#### Teoretický úvod:

Principy indukčních snímačů (zjistěte příklady z Internetu):

změna indukčnosti - při určité vzdálenosti je změna L tak velká, že dojde k rozladění oscilátoru v jehož obvodu je zapojen a změna el. proudu je impulsem pro sepnutí/rozepnutí tranzistoru

1.1. Zdroj <http://www.sunx-ramco.com/SunxPDFFiles/GL18H18L.pdf>

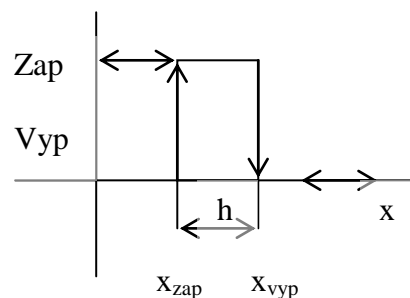
1.2. Pracovní odpor navrhne pomocí Ohmova zákona, známe-li napájecí (obvykle  $U_{cc} = 24V$ ),  $I_{cmax} = 100 \text{ mA}$ . Úbytek napětí v sepnutém stavu  $U_{ce}$  zanedbáme.

1.3.1 - 1.3.2 Výpočet hystereze, příklad hysterezní charakteristiky

$h$  – hystereze (necitlivost)

$$h = x_{vyp} - x_{zap} \text{ (mm)}$$

$$h\% = h \cdot 100 / x_{vyp}$$



#### Tabulka naměřených a vypočtených hodnot

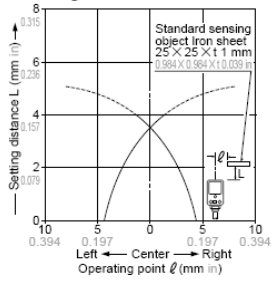
	Indukční senzor GL-18H	Indukční senzor ...	
Napájení (V)	24	24	
U <sub>ce</sub> při zapnutí (V)			
U <sub>ce</sub> při vypnutí (V)			
I <sub>c</sub> při zapnutí (mA)			
I <sub>c</sub> při vypnutí (mA)			
Vzdálenost x <sub>zap</sub> (mm)			
Vzdálenost x <sub>vyp</sub> (mm)			
h%			
Zapojení	Hnědý vodič +V Modrý vodič 0V Černý vodič - výstup		

### 1.3.3 citlivostní charakteristiky

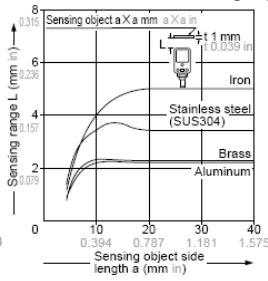
#### SENSING CHARACTERISTICS (TYPICAL)

GL-18H□

##### Sensing field



##### Correlation between sensing object size and sensing range



As the sensing object size becomes smaller than the standard size (iron sheet 25 × 25 × t 1 mm 0.984 × 0.984 × t 0.039 in), the sensing range shortens as shown in the left figure.

### 1.4 připojení k Tecomatu

#### Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
1.	Senzoric Board		
2.			
3.			
4.			

#### Závěr:

1.5

1.6

## Související přípravy

### PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 5

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Mechatronika

Ročník: IV

Vyučovací hodina: 5

Zpracoval: ing. Petr Hlávka

Název tematického celku: Senzory v mechatronických soustavách

Téma vyučovací hodiny: Optoelektronické senzory polohy

Druh vyučovací hodiny: výkladová

Didaktické pomůcky:

- učebnice
- notebok, dataprojektor

Vzdělávací cíl: žáci získají představu o principech optoelektronických senzorů polohy

Výchovný cíl: vést žáky, aby aplikovali ve své praxi vhodný senzor

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY

- a) Vysvětlíte pojem senzor.
- b) Nakreslete blokové schéma a popište strukturu inteligentního senzoru.

I. MOTIVACE

Kde všude se můžeme setkat s optoelektronickými senzory polohy.

II. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Zdroje a detektory optického záření (LED, lasery, fotodiody, PSD, CCD, CMOS).
- b) Inkrementální a absolutní senzory.
- c) Binární senzory (vláknové, clonící, světelné závory, bezpečnostní).
- d) Laserové a kamerové systémy.

III. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

- a) Popište princip optoelektronických senzorů.
- b) Vysvětlíte rozdíl mezi binárními a ostatními senzory.

IV. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

S jakými optoelektronickými senzory jste se setkali ve své praxi.

V. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY

- a) MAIXNER, L. a kol. *Mechatronika*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 41-56.
- b) HLÁVKA, P. *Mechatronika*. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p\\_hlavka/mra.html](http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html)>.
- c) *Snímače* [online]. [cit. 2014-10-13]. Dostupné z WWW: <[http://www.79401.cz/mechatronika/zapisy\\_pdf/zapis\\_snimace\\_polohy\\_1.pdf](http://www.79401.cz/mechatronika/zapisy_pdf/zapis_snimace_polohy_1.pdf)>.

## PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 6

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Mechatronika

Ročník: IV

Vyučovací hodina: 6

Zpracoval: ing. Petr Hlávka

Název tematického celku: Senzory v mechatronických soustavách

Téma vyučovací hodiny: Senzory polohy

Druh vyučovací hodiny: výkladová

Didaktické pomůcky:

- učebnice
- notebok, dataprojektor

Vzdělávací cíl: žáci získají představu o dalších principech senzorů polohy

Výchovný cíl: vést žáky, aby aplikovali ve své praxi vhodný senzor

### I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY

- a) Zdroje a detektory optického záření (LED, lasery, fotodiody, PSD, CCD, CMOS)
- b) Inkrementální a absolutní senzory
- c) Binární senzory (vláknové, clonící, světelné závory, bezpečnostní)
- d) Laserové a kamerové systémy

### II. MOTIVACE

Jaké další principy kromě optoelektronických využívají senzory polohy?

### III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Kapacitní senzory dotykové a bezdotykové
- b) Odporové senzory
- c) Indukčnostní senzory
- d) Magnetické senzory
- e) Fluidní a ultrazvukové senzory

### IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

- a) Popište principy převodu polohy na elektrický signál u R, L, C a magnetických senzorů
- b) Popište principy fluidních a ultrazvukových senzorů

### V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

S jakými z uvedených senzorů jste se setkali ve své praxi

### VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY

- a) MAIXNER, L. a kol. *Mechatronika*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 56-71
- b) HLÁVKA, P. *Mechatronika*. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p\\_hlavka/mra.html](http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html)>.
- c) [http://www.79401.cz/mechatronika/skripta\\_pdf/skripta\\_ucitel\\_snimace.pdf](http://www.79401.cz/mechatronika/skripta_pdf/skripta_ucitel_snimace.pdf)

## 2. Senzory polohy spojité

### Písemná příprava

#### PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA NA CVIČENÍ Č. 2

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Mechatronika cvičení

Ročník: IV

Vyučovací hodina: 2

Zpracoval: ing. Petr Hlávka

Název tematického celku: Senzory – čidla polohy

Téma vyučovací hodiny: Senzory ultrazvukové pro spojitě měření polohy

Druh vyučovací hodiny: výkladová pro přípravu na laboratorní cvičení

Didaktické pomůcky:

- učebnice
- notebook, dataprojektor, rozhraní DataLab, program ControlWeb

Vzdělávací cíl: učitel provede teoretický rozbor úlohy měření senzorů, aby žáci správně pochopili, jak mají měřit i jaké jsou předpokládané výsledky měření

Výchovný cíl: vést žáky k zájmu o správné použití senzorů

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY  
Optoelektronické senzory polohy.
- II. MOTIVACE  
V čem jsou optoelektronické senzory podobné lidským.
- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
  - a) Kalibrace, zjištění rozsahu a hystereze senzoru.
  - b) Zapojení senzoru.
  - c) Programování systému Control Web pro zobrazení polohy v grafu.
- IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ  
Vhodnost použití ultrazvukového senzoru.
- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU  
Parametry zadaného senzoru (pro referát, zdroj: literatura/internet).
- VI. ZÁVĚR  
Porovnejte naměřené hodnoty s katalogovými a zdůvodněte odchylky.
- VII. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY
  - a) MAIXNER, L. a kol. *Mechatronika*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 70 – 71.
  - b) *DataLab IO* [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.mii.cz/download/datalab/cze/DataLab%20IO%20Manual%20CZ.pdf>>.
  - c) *Snímače* [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: <[http://www.79401.cz/mechatronika/zapisy\\_pdf/zapis\\_snimace\\_polohy\\_2.pdf](http://www.79401.cz/mechatronika/zapisy_pdf/zapis_snimace_polohy_2.pdf)>.
  - d) Související teoretická příprava: *Senzory polohy č. 6 viz cv. č. 1.*



## Zadání úlohy

### Úloha č. 2

#### Název cvičení: Senzory polohy spojitě

Úkol cvičení:

- 2.1 Zjistěte zapojení a parametry (zjistěte ze štítku) ultrazvukového průmyslového senzoru použitého pro měření hladiny v nádrži
- 2.2 Ovládejte napouštění kapaliny do nádrže ručním spínáním čerpadla pomocí spínacího tranzistoru:
  - 2.2.1 zkalibrujte senzor pro minimální a maximální hladinu
  - 2.2.2 připojeným voltmetrem změřte převodní charakteristiku senzoru  $u=f(\text{hladina})$  alespoň pro 10 úrovní hladiny
- 2.3 Zapojte měřicí obvod s ultrazvukovým senzorem připojeným na analogový vstup DATALAB1.
- 2.4 Spusťte programové prostředí ControlWeb ([www.mii.cz](http://www.mii.cz)) nastavte ovladač
- 2.5 Vytvořte program měření a zaznamenání hodnot ze senzoru
- 2.6 Pomocí programu v ControlWeb změřte:
  - 2.6.1 výstupní napětí čidla alespoň pět úrovní hladiny a programově přepočítejte na výšku hladiny
  - 2.6.2 přechodovou charakteristiku nádrže pro takové napájecí napětí motoru čerpadla, aby při trvale zapnutém čerpadle a na maximum otevřeném odtoku dosáhla ustálená hladina pouze takové hodnoty, aby nezatopila snímač
- 2.7 Z přechodové charakteristiky zjistěte  $K_s$  a doby  $T_n$ ,  $T_u$
- 2.8 Porovnejte naměřené hodnoty senzoru s katalogovými
- 2.9 Referát bude obsahovat:
  - 2.9.1 postup při práci s programem
  - 2.9.2 data a grafy dle 2.5, 2.6
  - 2.9.3 hardcopy obrazovek s modelem, nastavení ovladače

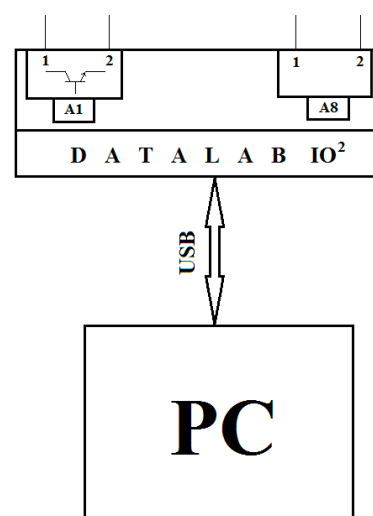
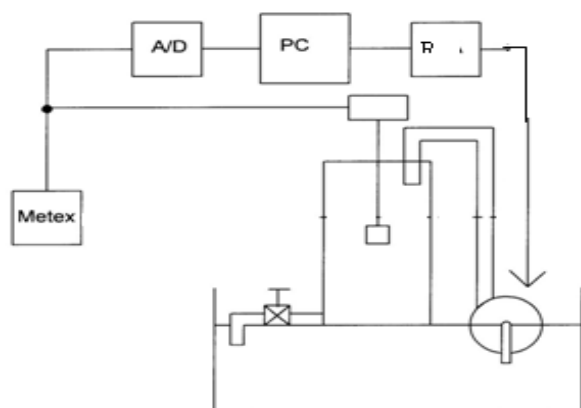
#### Blokové schéma zapojení:

Příklad využitých kanálů:

DO1 - digitální výstup (na DataLabu jako svorka A1)

AI4 - analogový vstup, index 13 (na Datalabu jako svorka A8)

(dokreslete vnější obvody)



### Postup při tvorbě úlohy v ControlWeb:

Soubor, Nový, Vytvořit novou aplikaci, Jméno souboru aplikace: Uloha\_mn Adresář aplikace: H:\... Projdeme celým průvodcem ... Dokončit.

Následuje práce v záložce **Datový inspektor**: Ovladače, Přidat ovladač, např. DaLa, Ovladač: Ovladač DataLab IO/USB..., Parametrický soubor: dldrv.par  
Datové elementy, přidat kanál, např. DL, Skalární, name: AI4, driver: DaLa, driver\_index 13 (automaticky se nastaví, type real a direction input)

Následuje práce v **Grafickém editoru**:

Na panelu nástrojů označíme Paleta přístrojů, vybereme Zobrazování, Spojité, Meter, Ručkový měřicí přístroj a přetáhneme na plochu.

Označíme Meter a Parametr Expression a v levém okně Proměnné, Globální, AI4 poklepáme OK, Parametr Společné, Parametr, Timer, Hodnota 0.1.

**Program spustíme** ho stiskem zeleného tlačítka. Podobně postupujeme pro nastavení grafického zobrazování v závislosti na čase.

### Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
	DataLab		
	Soustava nádrží		
	Ultrazvukový senzor		

**Program měření**

**Naměřené hodnoty**

**Naměřené charakteristiky**

**Hardcopy** obrazovek s modelem

**Hardcopy** nastavení ovladače

**Závěr:**

### Související příprava

Písemná příprava na vyučovací hodinu č. 6, viz cvičení č. 1. SENZORY POLOHY NESPOJITÉ.

### 3. Řízení otáček motoru pulsně šířkovou modulací (PWM)

#### Písemná příprava

<b>PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA CVIČENÍ Č. 3</b>	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Mechatronika cvičení Ročník: IV Vyučovací hodina: 3 Zpracoval: ing. Petr Hlávka	
Název tematického celku: Řízení otáček stejnosměrného motoru Téma vyučovací hodiny: Řízení otáček motoru pulsně šířkovou modulací	
Druh vyučovací hodiny: výkladová pro přípravu na laboratorní cvičení Didaktické pomůcky: <ul style="list-style-type: none"><li>- učebnice</li><li>- notebook, dataprojektor, deska Power Board, motorgenerátor</li></ul> Vzdělávací cíl: učitel provede teoretický rozbor úlohy řízení otáček motoru pulsně šířkovou modulací, aby žáci správně pochopili, jak mají měřit i jaké jsou předpokládané výsledky měření Výchovný cíl: vést žáky k zájmu o efektivní řízení otáček s velkou účinností	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY Princip ultrazvukového senzoru.
II.	MOTIVACE V čem je PWM efektivní.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA <ul style="list-style-type: none"><li>a) Princip PWM – střída, převodní charakteristika.</li><li>b) Zapojení motoru k řídicímu obvodu.</li><li>c) Způsob vyhodnocení.</li></ul>
III.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Vhodnost použití PWM.
IV.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Pro referát si připravte příklad použití PWM (zdroj: literatura/internet).
V.	ZÁVĚR Porovnejte naměřené hodnoty s předpokládanými a zdůvodněte případné odchylky.
VI.	LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY <ul style="list-style-type: none"><li>a) BENEŠ, P. a kol. <i>Automatizace a automatizační technika III</i>. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-248-3 s. 208-209.</li><li>b)</li><li>c) <i>Akční členy</i> [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://www.e-automatizace.cz/ebooks/ridici_systemy_akcni_cleny/Akc_el.html">http://www.e-automatizace.cz/ebooks/ridici_systemy_akcni_cleny/Akc_el.html</a>&gt;.</li><li>d) Související teoretická příprava: <i>Stejnoseměrné motory č. 17</i>.</li></ul>

## Zadání úlohy

### Úloha č. 3

#### Název cvičení: Řízení otáček motoru pulsně šířkovou modulací (PWM)

Úkol cvičení:

**3.1** Říďte otáčky stejnosměrného motoru pomocí pulsně šířkové modulace, měřte pomocí osciloskopu:

**3.1.1** závislost otáček  $n$  na střídě  $D=t_{on}/T$ , pro oba směry otáčení (pro tři hodnoty  $U_{ctr} \ll 0$ ) a vynesete do grafu  $n=f(D)$

**3.1.2** závislost otáček  $n$  pro tři různé frekvence generátoru trojúhelníkového napětí  $f_{UD}=100, 500$  a  $900$  Hz při zvolené střídě  $D$  a vynesete do grafu

**3.2** Vyhodnoťte:

**3.2.1** Jakým způsobem se doby trvání impulsu  $t_{on}$  změní, když zvýšíte ovládací napětí  $U_{ctr}$ ?

**3.2.2** Jakým způsobem střída  $D$  změní, když ovládací napětí  $U_{ctr}$  zvýšíme do záporných hodnot.

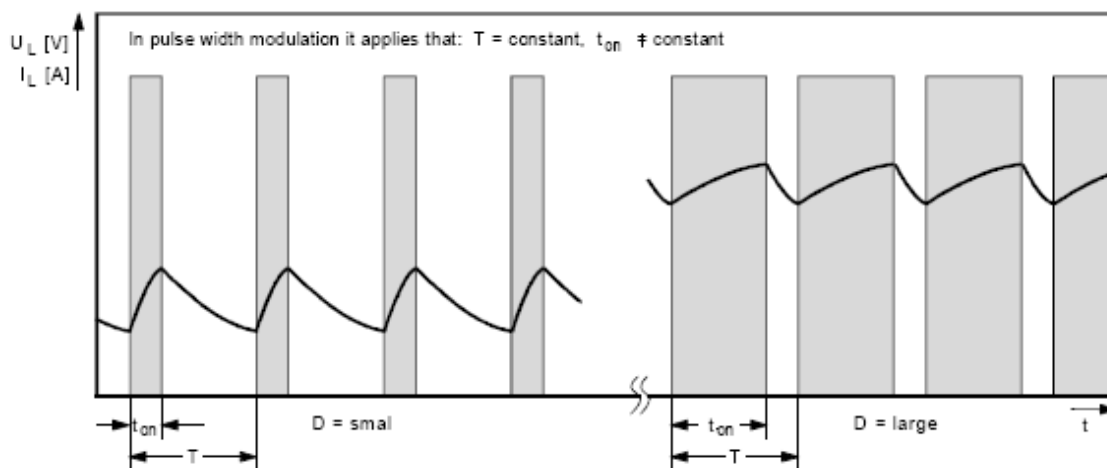
**3.3** Z naměřených hodnot odvodte, jaká frekvence generátoru  $f_{UD}$  je optimální pro řízení našeho motoru.

#### Teoretický úvod:

Pulsně šířková modulace (PWM) je řízení nejčastěji používané pro stejnosměrné generátory, měniče stejnosměrného napětí a **stejnosměrné motory**.

Střední hodnota obdélníkového napětí je ovlivněna časem  $t_{on}$  při konstantní době trvání periody  $T$ .

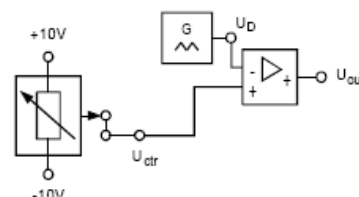
Pokud budeme například ovládat napětí na zátěži touto metodou, bude se střední hodnota zatěžovacího proudu  $I_L$  měnit v závislosti na střídě  $D$  (viz graf dole).



Platí:  $D = t_{on}/T$

Pro generování pulsně šířkově modulovaného napětí může být použit jednoduchý obvod s operačním zesilovačem (OZ) zapojeným jako komparátor, viz obr. 1.

Operační zesilovač porovnává trojúhelníkové střídavé napětí  $U_D$  s ovládacím stejnosměrným napětím  $U_{ctr}$



Obr. 1

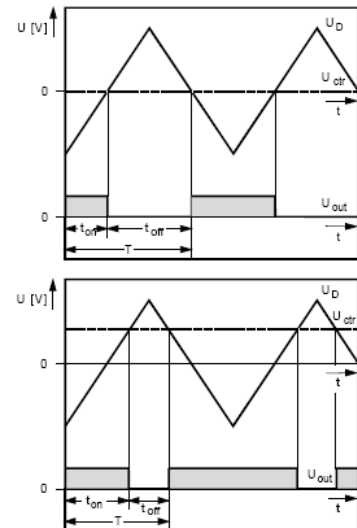
### Činnost a průběhy napětí v obvodu:

Je-li hodnota  $U_{ctr}$  ovládacího napětí větší než hodnota napětí delta  $U_D$ , výstup z OZ přepne na vysokou hodnotu napětí  $U_{out}$ . Pokud řídicí napětí  $U_{ctr}$  klesne pod napětí  $U_D$ , OZ přepne na nízkou hodnotu napětí.

$U_{out}$  je proto sekvence obdélkových pulsů, přičemž puls se vždy objeví v časovém úseku, ve kterém je napětí  $U_D$  menší, než je  $U_{ctr}$  ovládacího napětí.

Pro  $U_{ctr} = 0$  V vznikne sekvence pulsů se střídou  $D=0,5$ , neboli  $t_{on} = t_{off}$

Pokud  $U_{ctr}$  stoupá, šířka pulsů  $t_{on}$  se zvětšuje, šířka mezer  $t_{off}$  se zmenšuje a naopak.



Obr. 2

$U_{out}$  slouží pro řízení koncového výkonového obvodu.

Pokud chceme pouze řídit otáčky při nezměněném smyslu otáčení, vystačíme s jedním spínačem (tranzistorovým). Pokud chceme měnit i smysl otáčení, používáme t.z.v. H můstek, složený ze čtyř tranzistorů.

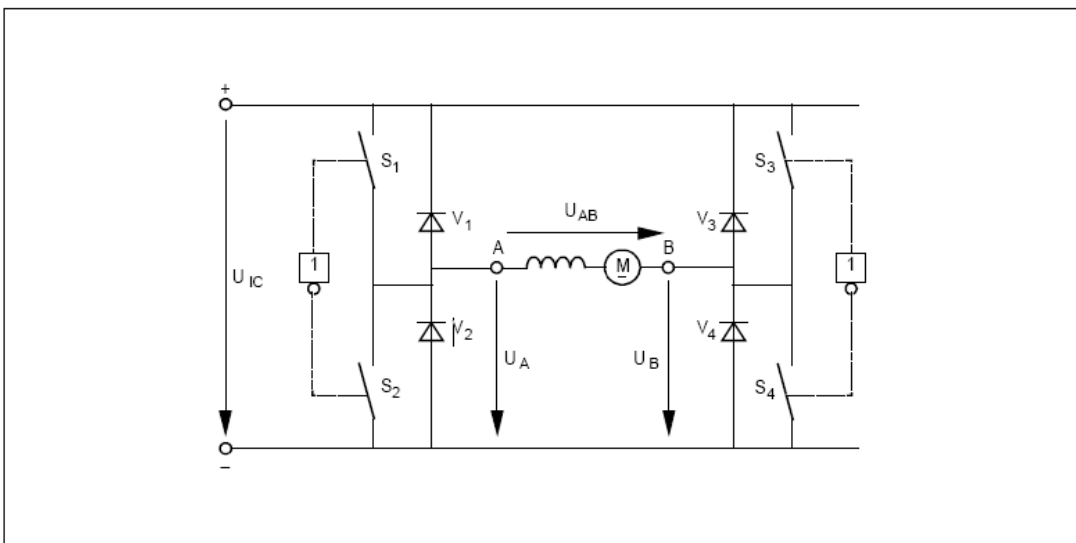


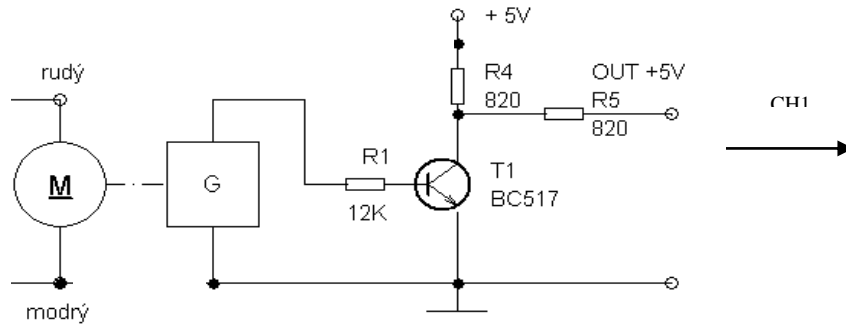
Fig. 5.4.1.3 Transistor bridge as a basic circuit for a four quadrant drive

### Popis metody měření:

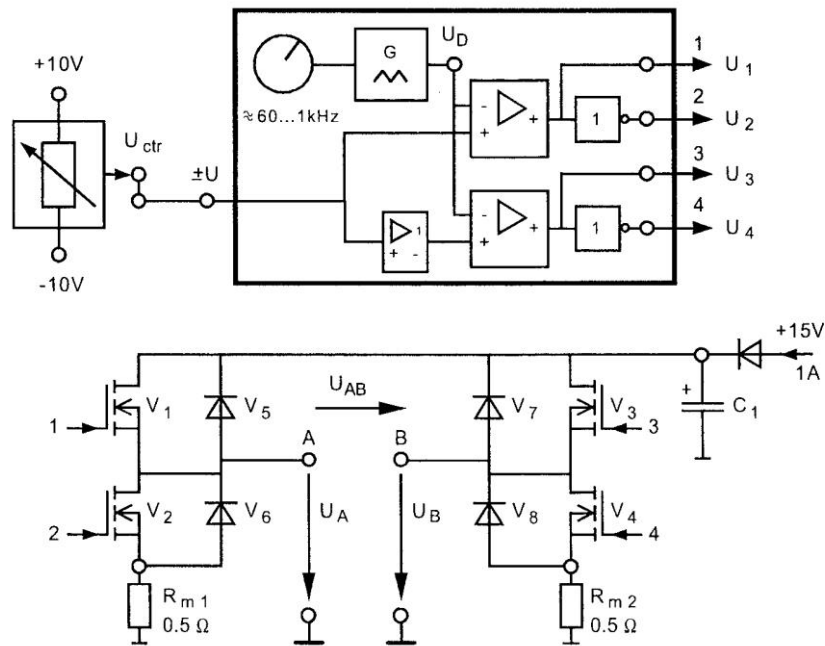
#### Schémata zapojení:

3.1.1. Schéma obvodu řízení ss motorku na desce POWER BOARD (motorek připojíme modrým a rudým vodičem k bodům A a B úhlopříčky můstku), voltmetrem měřte napětí  $U_{ctr}$ , osciloskopem měřte napětí  $U_A$  v H můstku a na výstupu obvodu generátoru motorku CH1 (pro zjištění hodnoty otáček).

## Řízený motorek s generátorem pulsů pro měření otáček



Obvody na desce POWER BOARD



3.1.2. voltmetrem měřte napětí  $U_{ctr}$ , osciloskopem měřte napětí  $U_D$  na vývodu A nebo B můstku (na výstupu generátoru G) a na výstupu obvodu generátoru motorku CH1 (pro zjištění hodnoty otáček).

### Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
	Power Board		
	Osciloskop		
	Motorgenerátor		

### Postup měření:

### Tabulka naměřených a vypočtených hodnot

$U_{ctr}$ (V)	$t_{on}$ (s)	T (s)	D (-)	T1 (s)	T8 (s)	n (Hz)

### Závěr:

## Související příprava

<p style="text-align: center;"><b>PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 17</b></p> <p>Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Mechatronika Ročník: IV Vyučovací hodina: 17 Zpracoval: ing. Petr Hlávka</p>
<p>Název tematického celku: Akční členy v mechatronických soustavách Téma vyučovací hodiny: Akční členy s magnetickým polem – stejnosměrné motory</p>
<p>Druh vyučovací hodiny: výkladová Didaktické pomůcky:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- učebnice</li><li>- notebook, dataprojektor</li></ul> <p>Vzdělávací cíl: žáci získají představu o principech řízení stejnosměrných motorů Výchovný cíl: vést žáky, aby aplikovali ve své praxi vhodný akční člen</p>
<p>I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Jednofázové asynchronní motory.</li><li>b) Magnetická ložiska.</li><li>c) Lineární asynchronní motor.</li><li>d) Synchronní motory.</li></ul> <p>II. MOTIVACE</p> <p>Kde všude se můžeme setkat se stejnosměrnými motory.</p> <p>III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Konstrukce stejnosměrných motorů.</li><li>b) Řízení stejnosměrných motorů s permanentními magnety a cizím buzením, blokové schéma.</li></ul> <p>IV. SHRNTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ</p> <p>Rozdíly mezi spojitým řízením napětím kotvy a řízením PWM.</p> <p>V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU</p> <p>Zopakovat si měření na stejnosměrném motoru.</p> <p>VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) MAIXNER, L. a kol. <i>Mechatronika</i>. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 103-104.</li><li>b) HLÁVKA, P. <i>Mechatronika</i>. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html">http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html</a>&gt;.</li><li>c) <i>Akční členy</i> [online]. [cit. 2014-10-13]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://www.e-automatizace.cz/ebooks/ridici_systemy_akcni_cleny/Akc_el.html">http://www.e-automatizace.cz/ebooks/ridici_systemy_akcni_cleny/Akc_el.html</a>&gt;.</li></ul>

## 4. Senzory teploty, tlaku, vlhkosti

### Písemná příprava

<b>PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA CVIČENÍ Č. 4</b>	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Mechatronika cvičení	
Ročník: IV	
Vyučovací hodina: 4	
Zpracoval: ing. Petr Hlávka	
Název tematického celku: Senzory v mechatronických soustavách	
Téma vyučovací hodiny: Měření teploty, tlaku a vlhkosti pomocí PLC Foxtrot	
Druh vyučovací hodiny: výkladová pro přípravu na laboratorní cvičení	
Didaktické pomůcky:	
<ul style="list-style-type: none"><li>- učebnice</li><li>- notebok, dataprojektor, maturitní práce Meteorologická stanice, PLC Foxtrot, program MOSAIC</li></ul>	
Vzdělávací cíl: žáci získají představu o principech senzorů teploty	
Výchovný cíl: vést žáky, aby aplikovali ve své praxi vhodný senzor	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY PWM.
II.	MOTIVACE Kde všude se můžeme setkat se senzory teploty.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA a) Odporové senzory kovové. b) Senzory tlaku. c) Senzory vlhkosti. d) Zapojení senzorů v měřicím obvodu.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Společné způsoby vyhodnocení údajů senzorů.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU S jakými z uvedených senzorů jste se setkali ve své praxi.
VI.	LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY a) MAIXNER, L. a kol. <i>Mechatronika</i> . Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 71-76. b) HLÁVKA, P. <i>Mechatronika</i> . [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: < <a href="http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html">http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html</a> >. c) <i>Snímače</i> [online]. [cit. 2014-10-13]. Dostupné z WWW: < <a href="http://www.79401.cz/mechatronika/zapisy_pdf/zapis_snimace_napeti,teploty.pdf">http://www.79401.cz/mechatronika/zapisy_pdf/zapis_snimace_napeti,teploty.pdf</a> >. d) Související teoretické přípravy: <i>Senzory síly, tlaku a zrychlení č. 7, Senzory teploty odporové č. 8.</i>



## Zadání úlohy

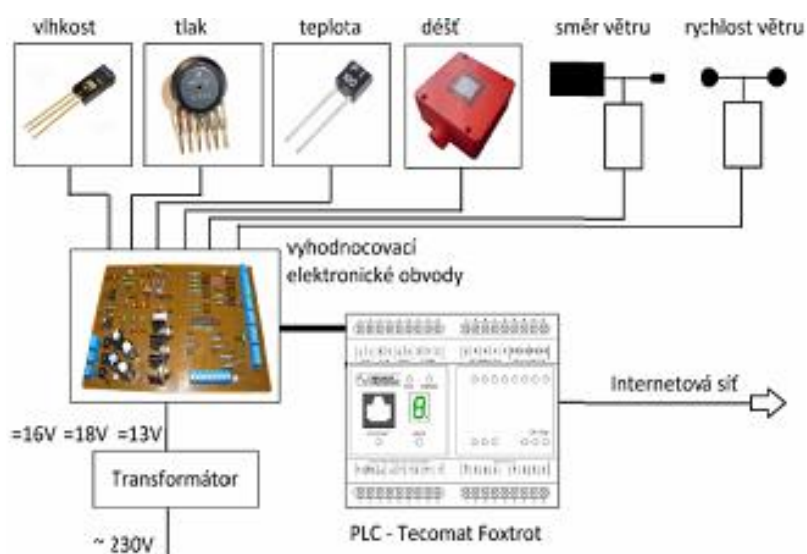
### Úloha č. 4

#### Název cvičení: Měření teploty, tlaku a vlhkosti pomocí PLC Foxtrot

Úkol cvičení:

- 4.1. Zjistěte na internetu parametry a způsob přepočtu výstupních signálů senzorů na měřené veličiny
- 4.2. Zjistěte IP adresu PLC přidržením tl. MODE, zjistěte IP adresu PC (>ipconfig), případně ji upravte, aby se vyšší tři čísla shodovala s IP adresou PLC, masku nastavte na 255.255.255.0.
- 4.3. Propojte PC s PLC kroucenou dvoulinkou, PLC s modelem dle schématu č. 1 a spusťte program Mosaic, (pokud je již spuštěn, tak volte: Soubor, Nový, Skupina projektů), Výběr skupiny projektů, Nový, Vytvořit novou skupinu: 4ME\_x\_y (x je část třídy a nebo b, y je skupina A, B nebo C), OK, Nový projekt, Název: Uloha w\_z, Otevřít.
- 4.4. Základní výběr řídicího systému, modulární systém Foxtrot, OK, Deklarace POU Jméno programu: prgMain1, ST ...), Komentář: ... OK, Definice instance programu: Main, ... OK, Projekt, Manažer projektu, Odpojit, Ethernet, IP adresa: např.: 192.168.134.176, Připojit, OK
- 4.5. Zkontrolujte zapojení měřicích obvodů a jejich adresy – viz obr. 1 a tab. 1
- 4.6. Překonfigurujte digitální vstupy na vstupy analogové, abychom mohli snímat napětí čidel vlhkosti, tlaku, teploty a směru větru (celý tento postup je pro jeden vstup znázorněn na obr. 2) a připojte je k senzorům. Nastavte GraphMaker (Návoděda, Nástroje, GraphMaker)
- 4.7. V prostředí Mosaic sestavte program s přepočtem na měřené veličiny (z údajů v textu nebo z katalogu) a zobrazujte časový průběh všech čtyř měřených veličin
- 4.8. referát bude obsahovat:
  - 4.8.1. postup při práci s PLC
  - 4.8.2. údaje senzorů z katalogu výrobců (staženy z internetu)
  - 4.8.3. přepočty výstupních napětí senzorů na měřené veličiny
  - 4.8.4. program včetně komentářů
  - 4.8.5. průběhy z GraphMakeru

Obr. 1 Blokové schéma meteorologické stanice



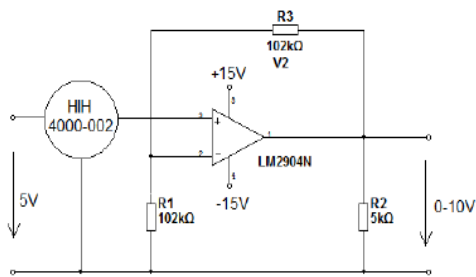
# Úvod

Vlhkost vzduchu je snímána pomocí kapacitního čidla HIH 4000-002, které dokáže snímat vlhkost 0 – 100 %. Čidlo je napájeno napětím 5V a má napěťový výstup 0,8V až 3,9V. Pomocí operačního zesilovače je zesilováno na napětí 0V až 10V.



Obr. 10: čidlo vlhkosti

Schéma zapojení:



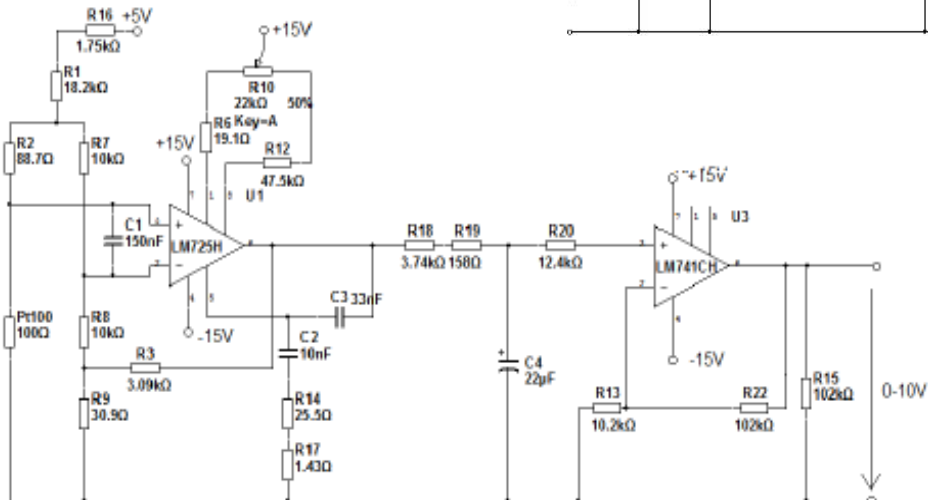
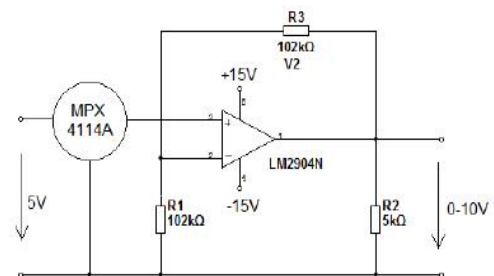
Obr. 2 Zapojení senzorů vlhkosti, tlaku a teploty

Atmosférický tlak snímáme absolutním čidlem tlaku MPX4115A. Toto čidlo má vstupní napájecí napětí 5V a výstupní v rozsahu 0,2V až 4,8V. Rozsah měřeného tlaku je 15 – 115kPa. Stejně jako u čidla vlhkosti se zde zesiluje výstupní napětí na hodnotu 0V až 10V. Obě tato čidla jsou připojena na analogové vstupy PLC.

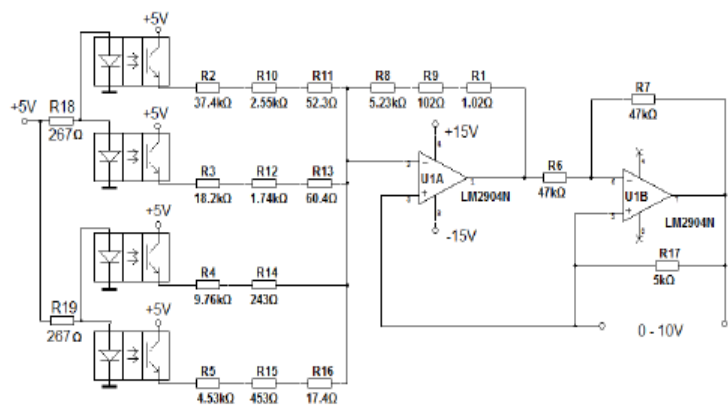
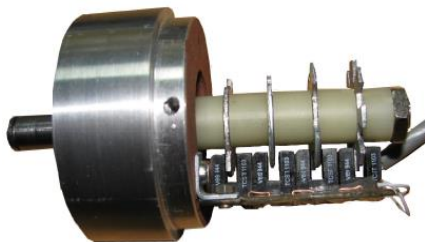


Obr. 12: čidlo tlaku

Schéma zapojení:



Obr. 3 Konstrukce senzoru směru větru se světelnými závory a zapojení A/D převodníku

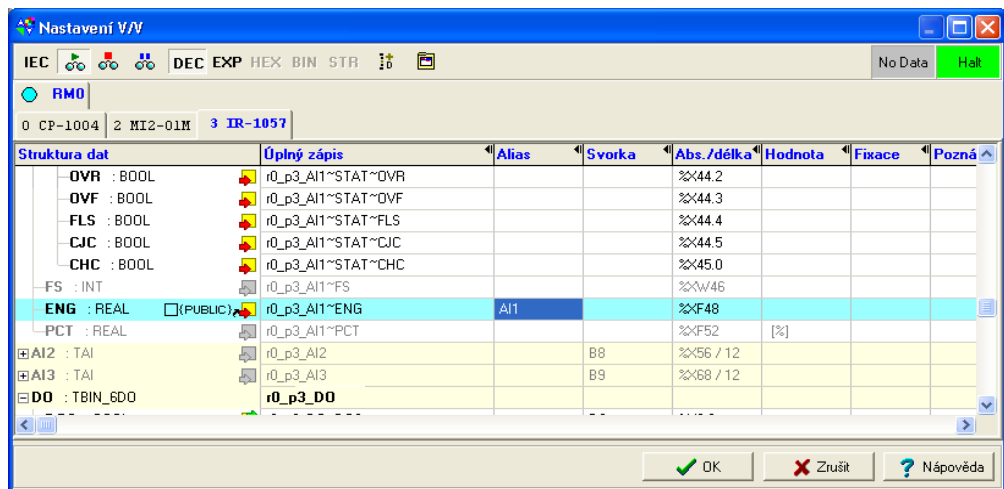
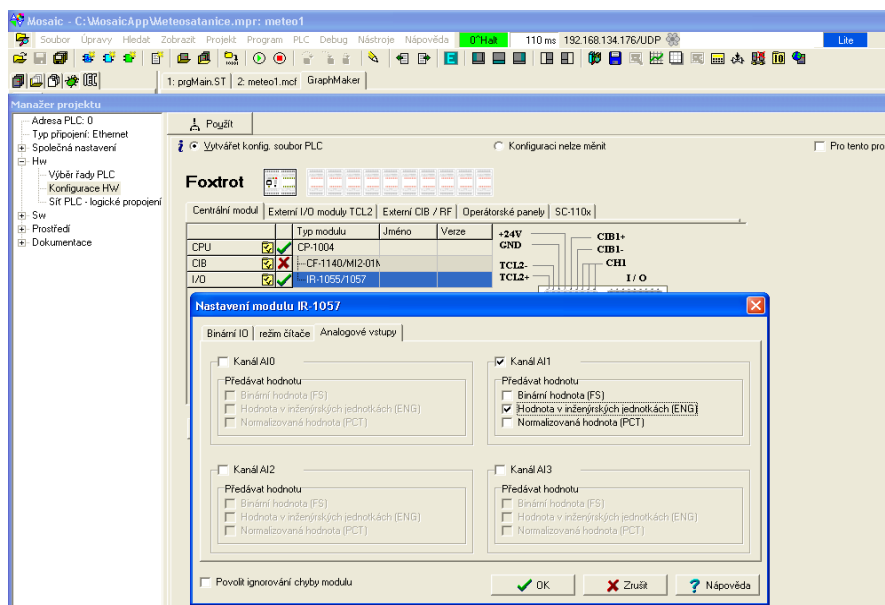


Tab. 1 Zapojení svorkovnice rozhraní PLC/ Meteorologické stanice

Parametry	GND	I/O 0	I/O 1	I/O 2	I/O 3
	GND	teplota	směr větru	vlhkost vzduchu	atmosférický tlak
Rozsah		0-10 V	4 bity/0-10 V	0-10 V	0-10 V

Konfigurace například analogového vstupu AI1 na hodnotu v inženýrských jednotkách (ENG): V Manažeru projektu, vlevo označíme HW, konfigurace HW, poklepeme na tlačítko I/O a v záložce analogové vstupy zaškrtneme kanál AI1 a Hodnota v inženýrských jednotkách (ENG) – údaj bude předáván v jednotkách voltu, OK. Označíme IO na panelu nástrojů a pak IR 1057 a pak v řádce AI1, ENG napíšeme do sloupce Alias AI1 - reálně se data budou ukládat do %XF48-51 (4 B).

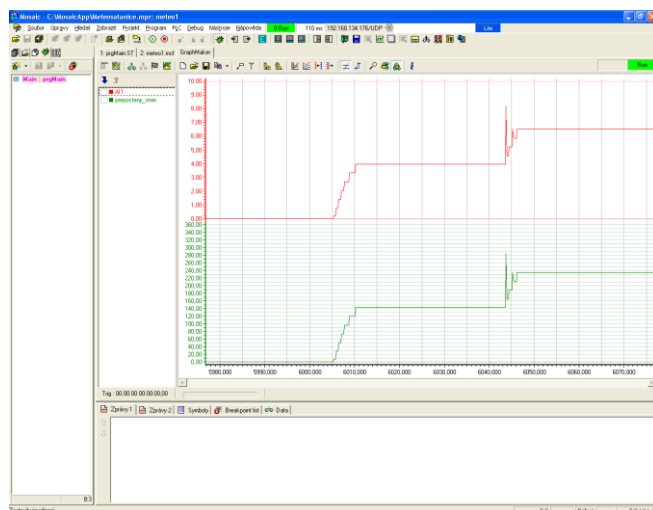
Obr. 2



Příklad programu:

```
var_global  
smer_vetru at A11:real; A11 název vložený do sloupce Alias  
prepocteny_smer:real;  
end_var
```

```
PROGRAM prgMain  
prepocteny_smer:=smer_vetru*36.0;  
END_PROGRAM
```



Příklad programu s přepočty hodnot

(\*teplota \*)

TEPLOTA:= ((xx \* U\_TEPLOTA) - yy) / zz; // U\_TEPLOTA je napětí při urč. teplotě

(\*vlhkost\*)

VLHKOST:= ((U\_VLHKOST / kk) - mm) \* (nn / pp);

(\*tlak\*)

TLAK:= ((( U\_TLAK / kk) + ii) \* (jj / qq)) \* rr;

(\*směrova růžice if\*)

CASE smer\_vetru OF

aa..bb: SSV:= 1; // při aa < smer\_vetru < bb přiřadí do SSV 1

.....

cc..dd: S:= 1; //

ELSE .....

END\_CASE;

### Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
	Meteorologická stanice		
	PLC Foxtrot		

**Postup:**

**Údaje senzorů** z katalogu výrobců

**Přepočty** výstupních napětí senzorů na měřené veličiny

**Program** včetně komentářů

**Průběhy** z GraphMakeru

**Závěr:**

## Související přípravy

<b>PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 7</b>
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Mechatronika Ročník: IV Vyučovací hodina: 7 Zpracoval: ing. Petr Hlávka
Název tematického celku: Senzory v mechatronických soustavách Téma vyučovací hodiny: Senzory síly, tlaku a zrychlení
Druh vyučovací hodiny: výkladová Didaktické pomůcky: <ul style="list-style-type: none"><li>- učebnice</li><li>- notebok, dataprojektor</li></ul>
Vzdělávací cíl: Žáci získají představu o principech senzorů síly, tlaku a zrychlení Výchovný cíl: vést žáky, aby aplikovali ve své praxi vhodný senzor
I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY <ul style="list-style-type: none"><li>a) Kapacitní senzory dotykové a bezdotykové.</li><li>b) Odporové senzory.</li><li>c) Indukčnostní senzory.</li><li>d) Magnetické senzory.</li></ul>
II. MOTIVACE Kde všude se můžeme setkat se senzory síly, tlaku a zrychlení.
III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA <ul style="list-style-type: none"><li>a) Úvod – jednotky, konstrukce, principy.</li><li>b) Deformační senzory síly a tlaku.</li><li>c) Odporové tenzometry, měření odporu můstkem.</li><li>d) Piezoelektrické, kapacitní a vláknové senzory.</li><li>e) Senzory zrychlení a momentu.</li></ul>
IV. SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ <ul style="list-style-type: none"><li>a) Popište principy senzorů síly a tlaku.</li><li>b) Popište principy senzorů momentu a zrychlení.</li></ul>
V. ZADÁNÍ DOMÁCIHO ÚKOLU S jakými z uvedených senzorů jste se setkali ve své praxi.
VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY <ul style="list-style-type: none"><li>a) MAIXNER, L. a kol. Mechatronika. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 78-86.</li><li>b) HLÁVKA, P. <i>Mechatronika</i>. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html">http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html</a>&gt;.</li><li>c) <i>Snímače</i> [online]. [cit. 2014-10-13]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://www.79401.cz/mechatronika/zapisy_pdf/zapis_snimace_polohy_2.pdf">http://www.79401.cz/mechatronika/zapisy_pdf/zapis_snimace_polohy_2.pdf</a>&gt;.</li></ul>

## PÍSEMNÁ PŘÍPRAVA NA VYUČOVACÍ HODINU Č. 8

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Mechatronika

Ročník: IV

Vyučovací hodina: 8

Zpracoval: ing. Petr Hlávka

Název tematického celku: Senzory v mechatronických soustavách

Téma vyučovací hodiny: Senzory teploty odporové

Druh vyučovací hodiny: výkladová

Didaktické pomůcky:

- učebnice
- notebok, dataprojektor

Vzdělávací cíl: žáci získají představu o principech senzorů teploty

Výchovný cíl: vést žáky, aby aplikovali ve své praxi vhodný senzor

I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY

- a) Deformační senzory síly a tlaku (nosník, membrána).
- b) Odporové tenzometry, měření odporu můstkem.
- c) Piezoelektrické, kapacitní a vláknové senzory.
- d) Senzory momentu a zrychlení.

II. MOTIVACE

Kde všude se můžeme setkat se senzory teploty.

III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA

- a) Úvod – jednotky, konstrukce, principy.
- b) Odporové senzory kovové.
- c) Odporové senzory polovodičové.
- d) Zapojení senzorů v měřicím obvodu.

IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

- a) Principy odporových senzorů.
- b) Rozdílné vlastnosti a použití odporových senzorů.

V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

S jakými z uvedených senzorů jste se setkali ve své praxi.

VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY

- a) MAIXNER, L. a kol. Mechatronika. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 71-76.
- b) HLÁVKA, P. *Mechatronika*. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p\\_hlavka/mra.html](http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html)>.

## 5. Ovládání krokového motoru s pasivním rotorem

### Písemná příprava

<b>Písemná příprava na cvičení č. 5</b>	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Mechatronika cvičení	
Ročník: IV	
Vyučovací hodina: 5	
Zpracoval: ing. Petr Hlávka	
Název tematického celku: Akční členy	
Téma vyučovací hodiny: Ovládání krokového motoru s pasivním rotorem	
Druh vyučovací hodiny: výkladová pro přípravu na laboratorní cvičení	
Didaktické pomůcky:	
- učebnice	
- notebook, dataprojektor, krokový motor	
Vzdělávací cíl: jak synchronizovat jednotlivé kroky	
Výchovný cíl: vést žáky k zájmu o akční členy	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY Jednotlivé druhy krokových motorů a jejich řízení.
II.	MOTIVACE Proč používáme krokové motory, jaké mají vlastnosti.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA a) Stavový diagram a logické funkce. b) Elektrické obvodové schéma se zapojením potřebných zařízení. c) Adresy V/V a vývojový diagram programu pro mikropočítač. d) Program včetně komentářů. e) Testování a odladění programu.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Vhodnost použití mikropočítače.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Příklad použití krokového motoru.
VI.	ZÁVĚR Porovnejte naměřené hodnoty s předpokládanými a zdůvodněte případné odchylky.
VII.	LITERATURA a) MAIXNER, L. a kol. <i>Mechatronika</i> . Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 110. b) <i>Začínáme v prostředí Mosaic</i> [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: < <a href="http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00320_01_Mosaic_ProgStart_cz.pdf">http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00320_01_Mosaic_ProgStart_cz.pdf</a> >. c) Související teoretická příprava: <i>Akční členy s magnetickým polem - krokové motory s pasivním rotorem č. 19</i> .

## Zadání úlohy

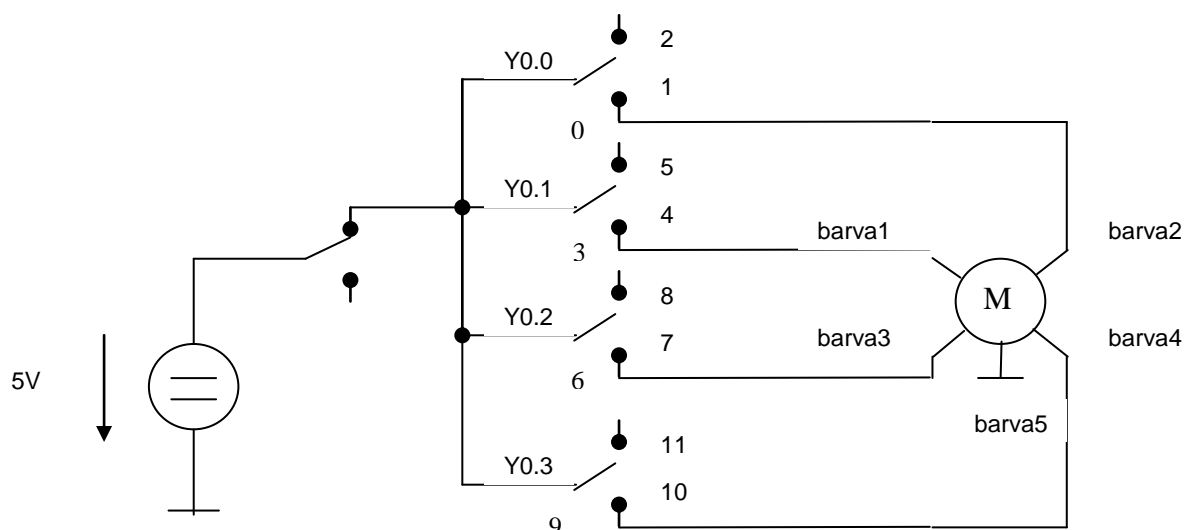
### Úloha č. 5

#### Název úlohy: Ovládání krokového motoru s pasivním rotorem

Úkol cvičení:

- 5.1. Zjistěte zapojení krokového motoru (KM), změřte odpor fází a změřte odběr jedné fáze při napětí 5V. Zjistěte zapojení kontaktů relé PLC. Zpojte KM k výstupním relé PLC (zkontrolujte správnost zapojení dle schématu).
- 5.2. Jednoduchým programem č. 1 zjistěte v prostředí Mosaic správný sled připojování fází, aby se rotor točil jedním směrem. Připojování fází motoru řiďte tlačítky X0.0 až X0.3. Zjistěte, kolik kroků po jedné fázi potřebujeme k otočení rotoru o 360°
- 5.3. Realizujte programy a zobrazujte časové průběhy spínání fází v GraphMakeru (úpravy připravte předem za d. cv.):
  - 5.3.1. pro čtyřtaktní ovládání KM po jedné fázi. *Upravte pro startování programu tlačítkem START, jak se změní rychlost použitím S5.0 místo S13.0 a proč?*
  - 5.3.2. s makroinstrukcí (*upravte pro změnu smyslu otáčení*)
  - 5.3.3. s tabulkovými instrukcemi (*upravte pro počítání počtu taktů se zastavením po jejich zvoleném počtu*)
  - 5.3.4. pro čtyřtaktní ovládání KM po dvou fázích pomocí makroinstrukce
  - 5.3.5. pro osmitaktní ovládání kombinací jedné a dvou sepnutých fází
- 5.4. Referát bude obsahovat:
  - 5.4.1. schéma zapojení KM k PLC
  - 5.4.2. údaje z 5.1 a 5. 2.
  - 5.4.3. upravené programy včetně komentářů
  - 5.4.4. průběhy spínání fází v GraphMakeru.

Schéma připojení krokového motoru k PLC:



#### 5.2. Program č.1

LD X0.0 ; čti spínač připojený k X0.0

WR Y0.0 ; zapiš na Y0.0

...

LD X0.3

WR Y0.3



### 5.3.1. čtyřtaktní ovládání KM po jedné fázi

Program využívá volně běžících hodin v registru S13

**; doplňte v def přesné adresy**

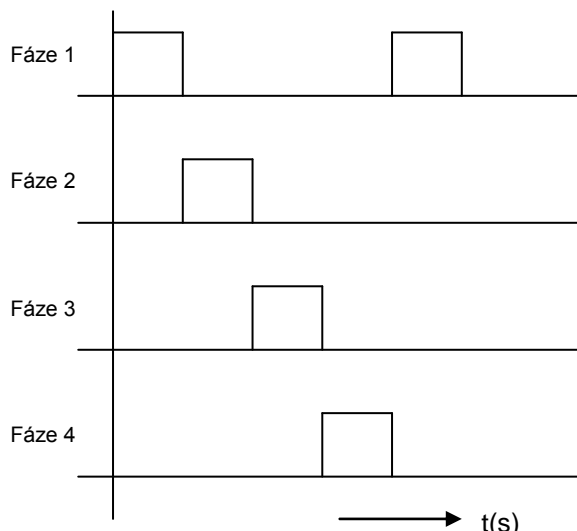
```
#reg word hodiny
#def vystupy Y0
#def nula Y0.i
#def jedna y0.j
#def dva y0.k
#def tri y0.m
P 0
ld s13.0 ; nultý bit mění svůj stav
; s periodou T = 100 ms
```

```
ld 0
ctu hodiny
gt 3
res hodiny ;nuluje byte hodiny
.*****
,
ld hodiny
eq 0
res vystupy
set nula
.*****
,
ld hodiny
eq 1
res vystupy
set jedna
.*****
,
ld hodiny
eq 2
res vystupy
set dva
.*****
,
ld hodiny
eq 3
res vystupy
set tri
E 0
```

**Program č.5.3.3.** s tabulkovými instrukcemi (3.5.)

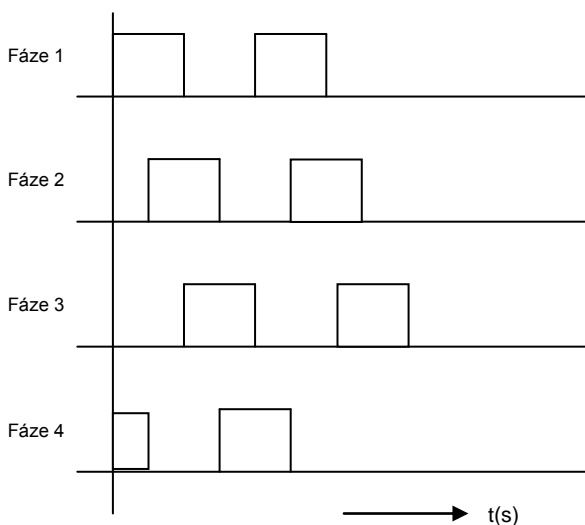
**; doplňte v tabulce akce přesné hodnoty**

```
#reg word hodiny
#def vystupy Y0
#table byte cas=0,1,2,3 (,4,5,6,7)
#table byte akce=%pqrs,%.....,%.....,%....
P 0
ld s13.0
ld 0
ctu hodiny
gt 3
res low hodiny
ld hodiny
ftb cas
ltb akce
put vystupy
E 0
```



**Program č. 5.3.2** využívá makroinstrukci (3.4., 3.5.)

```
-----
#macro motor(cas, faze)
ld hodiny
eq cas
res vystupy
set faze
#endm
P 0
ld s13.0
ld 0
ctu hodiny
gt 3
res low hodiny
.*****
,
motor(0,nula)
motor(1,jedna)
motor(2,dva)
motor(3,tri)
E 0
```



## Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
	Krokový motor		
	PLC TC600		

### Postup měření:

#### 5.4.2 Naměřené a zjištěné hodnoty

5.1

5.2

#### 5.4.3 Upravené programy včetně komentářů

#### 5.4.4 Průběhy spínání fází v GraphMakeru

### Závěr:

## Související příprava

<p style="text-align: center;"><b>Písemná příprava na vyučovací hodinu č. 19</b></p> <p>Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Mechatronika Ročník: IV Vyučovací hodina: 19 Zpracoval: ing. Petr Hlávka</p>
<p>Název tematického celku: Akční členy v mechatronických soustavách Téma vyučovací hodiny: Akční členy s magnetickým polem - krokové motory s pasivním rotorem</p>
<p>Druh vyučovací hodiny: výkladová Didaktické pomůcky: - učebnice - notebook, dataprojektor Vzdělávací cíl: žáci získají představu o principech řízení krokových motorů s pasivním rotorem Výchovný cíl: vést žáky, aby aplikovali ve své praxi vhodný akční člen</p>
<p>I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY a) Konstrukce a řízení stejnosměrných motorů DC. b) Konstrukce a řízení stejnosměrných motorů AC. c) Senzory servomotoru. d) Lineární stejnosměrné motory.</p> <p>II. MOTIVACE Kde všude se můžeme setkat s krokovými motory.</p> <p>III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA a) Konstrukce a činnost krokového motoru s pasivním rotorem. b) Řízení krokového motoru s pasivním rotorem.</p> <p>IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Rozdíly mezi způsoby řízení.</p> <p>V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Zopakovat si měření na krokovém motoru.</p> <p>VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY a) BENEŠ, P. a kol.: <i>Automatizace a automatizační technika III</i>. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-248-3 s. 208-209. s. 217 – 219. b) MAIXNER, L. a kol. <i>Mechatronika</i>. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 110. c) HLÁVKA, P. <i>Mechatronika</i>. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html">http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html</a>&gt;. d) <i>Automatizační systémy I</i>. [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://web.spscv.cz/~madaj/autsys1.pdf">http://web.spscv.cz/~madaj/autsys1.pdf</a>&gt;.</p>

## 6. Ovládání robotu ruční a programové

### Písemná příprava

<b>Písemná příprava na cvičení č. 6</b>	
Školní rok: 2012/2013	
Obor: Elektrotechnika - Mechatronika	
Předmět: Mechatronika	
Ročník: IV	
Vyučovací hodina: 6	
Zpracoval: ing. Petr Hlávka	
Název tematického celku: Robotika	
Téma vyučovací hodiny: Ovládání robotu ruční a programové	
Druh vyučovací hodiny: výkladová pro cvičení	
Didaktické pomůcky:	
- učebnice	
- notebook, dataprojektor, robot KUKA	
Vzdělávací cíl: žáci získají základní informace o programování průmyslových robotů a manipulátorů	
Výchovný cíl: připravit žáky ke cvičení řízení průmyslových robotů	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY Ovládání krokového motoru.
II.	MOTIVACE Jak se ovládají a programují PRaM.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
a)	Ruční ovládání robotu
i.	osově specifický pohyb,
ii.	kartézský pohyb.
b)	Programování PRaM – pohyby a logické instrukce.
c)	Bezpečnost práce s roboty.
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Vlastnosti jednotlivých způsobů programování.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Jaké programování je nejvýhodnější pro školní robot.
VI.	LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY
a)	PISKAČ, L. <i>Průmyslové roboty</i> . Plzeň: ZČU, 1999. ISBN 80-7082-554-5. s. 94 – 128.
b)	Dokumentace KUKA: <i>Návod k použití a programování pro konečné uživatele_V2.pdf</i> .
c)	<i>Průmyslové roboty a manipulátory</i> [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: < <a href="http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/PRM/Text/Skripta_PRaM.pdf">http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/PRM/Text/Skripta_PRaM.pdf</a> >.
d)	Související teoretická příprava: <i>Řízení a programování robotů č. 35</i> .

## Zadání úlohy

### Úloha č. 6

#### Název úlohy: Ovládání robotu ruční a programové

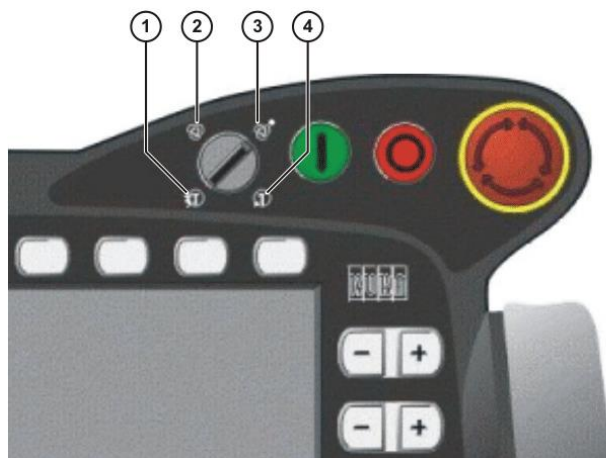
Úkol cvičení:

- 6.1. Seznamte se s bezpečností a ochranou zdraví při práci s robotem (nepřibližovat se když je v automaticce, být připraven použít bezpečnostní stop)
- 6.2. Zapněte řídicí skříň KRC2sr a seznamte se s ovládacími prvky na panelu ručního programovacího přístroje KCP a případně vyberte nástroj a bázi
- 6.3. V režimu ručního ovládání vyzkoušejte:
  - 6.3.1. osově specifický pohyb s pohybovými klávesami
  - 6.3.2. kartézský pohyb s pohybovými klávesami
- 6.4. V režimu programování:
  - 6.4.1. vyzkoušejte jednoduchý program (dle výběru vyučujícího)
  - 6.4.2. v programovacím jazyku K-IRL vytvořte program pro přesun ramene robota z jedné polohy do druhé (celkem do tří poloh) s vystřídáním pohybů PTP, LIN a CIRC vytvořte program pro logické instrukce OUT, WAIT, WAITFOR, SYN OUT
- 6.5. referát bude obsahovat:
  - 6.5.1. k bodu 6.3 popis, jak se od sebe liší pohyby v ručním ovládání
  - 6.5.2. program včetně komentářů

#### Postup při práci s robotem:

Seznamte se ručním programovacím přístrojem KCP (str. 33 návodu). Zvolíme **druh provozu** (str. 45 návodu): Druh provozu se volí přepínačem druhu provozu na KCP. Přepínač se ovládá klíčem, který lze vyjmout. Když je klíč vyjmut, je přepínač zablokován a druh provozu již nelze změnit.

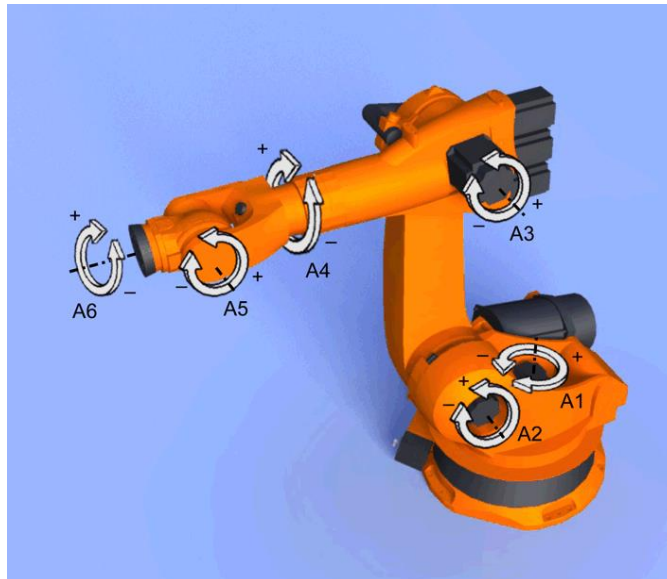
Je-li druh provozu měněn během provozu, dojde k okamžitému vypnutí pohonů. Robot a přídatné osy (volitelné) se zastaví se STOP 0.



- 1 T2 (Ručně - vysoká rychlost)
- 2 AUT (Automatik)
- 3 AUT EXT (Automatik Extern)
- 4 T1 (Ručně - snížená rychlost)

Přepneme do polohy 4 T1, na levé straně KCP nastavíme stavovou klávesou "Pohybové klávesy" nebo "Space-Mouse", V pravé liště stavových kláves můžeme zvyšovat nebo redukovat override (Ruční-override je rychlost robota při manuálním pohybu. Zadává se v procentech a vztahuje se na maximálně možnou rychlost při manuálním pohybu. Tato je 250mm/s). Stavová klávesa zobrazuje vždy aktuální override v procentech. Stiskneme spínač souhlasu na zadní straně KCP (musí svítit zeleně symbol I ve stavovém řádku) a stiskem stavových kláves +- na pravé straně uvedeme příslušnou osu do pohybu.

Obr. 4-



## 6.2. Vybrat nástroj a bázi (str. 46-47, 49 návodu):

**Popis** V řídicím systému robota může být uloženo maximálně 16 TOOL- a 32 BASEsouřadnicových

systémů. Pro kartézský pohyb musí být vybrány nástroj (TOOL-souřadnicový systém) a báze (BASE-souřadnicový systém).

**Postup** 1. Zvolte pořadí menu **Konfigurace > Nastavte nástroj/bázi**.

2. Zvolit v softkey-liště, zda se bude pracovat s nepohyblivým nástrojem:

- Ext. nástroj:** Nástroj je nepohyblivý nástroj.
  - Nástroj:** Nástroj je namontován na montážní přírubu.
3. V poli **Nástroj č.** zadat číslo požadovaného nástroje.  
4. V poli **Systém báze č.** zadat číslo požadované báze.  
5. Stisknout **OK**.

### 6.3.1. Osově specifický pohyb s pohybovými klávesami (str. 49 návodu):

**Předpoklad**  Druh provozu T1 nebo T2

**Postup** 1. V levé liště stavových kláves zvolit druh pohybu "Pohybové klávesy":

2. V pravé liště stavových kláves zvolit osově specifický pohyb:

3. Nastavit ruční-override.

4. Stisknout a držet spínač souhlasu (musí svítit zeleně symbol I ve stavovém řádku).

5. V pravé liště stavových kláves se zobrazí osy A1 až A6.

Stisknutím plus- nebo mínus-stavové klávesy se pohybuje osa do pozitivního nebo negativního směru.



### 6.3.2. Kartézský pohyb s pohybovými klávesami (str. 50nNávodu):

**Předpoklad**  Nástroj a báze jsou zvoleny.

(>>> 4.10.2 "Vybrat nástroj a bázi" strana 49)

Druh provozu T1 nebo T2

**Postup** 1. V levé liště stavových kláves zvolit druh pohybu "Pohybové klávesy":

2. V pravé liště stavových kláves zvolit souřadnicový systém:

3. Nastavit ruční-override.

4. Stisknout a držet spínač souhlasu.



5. V pravé liště stavových kláves se zobrazí následující stavové klávesy:  
**X, Y, Z:** pro lineární pohyby podél os zvoleného souřadnicového systému  
**A, B, C:** pro rotatorické pohyby kolem os zvoleného souřadnicového systému

Stisknutím plus- nebo mínus-stavové klávesy se pohybuje robot do pozitivního nebo negativního směru.

#### 6.4.

Seznamte se s:

- ručním programovacím přístrojem KCP
- se správou programů (str. 89),
- navigátorem, založte novou složku (str. 91),
- jak se založí nový program, jak se navolí a odvolí program (str. 92).

Struktura KRL programu (str. 93):

```
1 DEF my_program( )
2  INI
3
4  FTP HOME Vel= 100 % DEFAULT
5  ...
8  LINF point_5 CONT Vel= 2 m/s CPDAT1 Tool[3] Base[4]
9  ...
14 FTP point_1 CONT Vel= 100 % SPAT1 Tool[2] Base[4]
15 ...
20 FTP HOME Vel= 100 % DEFAULT
21
22 END
```

6.4.1. Odstartujte zvolený program (str. 95) a volte na levé liště druh jeho půběhu.

6.4.2. Dle kapitoly **Základ programování pohybů** (od str. 105 návodu) a dle **Programování pro uživatelskou skupinu Uživatel** (str. 111) programujte pohyby s inline formuláři.

**Programujte logické instrukce** (str. 118)

**OUT: Nastavit digitální výstup - OUT**

**Předpoklad**  Program je navolen.

Druh provozu T1 nebo T2

**Postup** 1. Kurzor nastavit do řádky, **po** které má být vložena logická instrukce.

2. Zvolit pořadí menu **Příkazy > Logika > OUT > OUT**.

3. Nastavit parametry v Inline-formuláři.

(>>> 8.10.3 "InLine-formulář OUT" strana 103)

4. Uložit instrukci se softkey **Příkaz OK**.

Dále programujte:

WAIT (str. 121)

WAITFOR (str. 122)

SYN OUT (str. 123)

## Tabulka použitých součástí, měřicích přístrojů a zdrojů

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
	Robot KUKA		

### Postup měření:

#### 6.5.1 Jak se od sebe liší pohyby v ručním ovládní

#### 6.5.2 Program včetně komentářů

### Závěr:



## Související příprava

<p style="text-align: center;"><b>Písemná příprava na vyučovací hodinu č. 35</b></p> <p>Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Mechatronika Ročník: IV Vyučovací hodina: 35 Zpracoval: ing. Petr Hlávka</p>
<p>Název tematického celku: Robotika Téma vyučovací hodiny: Řízení a programování robotů</p>
<p>Druh vyučovací hodiny: výkladová Didaktické pomůcky: - učebnice - notebook, dataprojektor Vzdělávací cíl: žáci získají základní informace o programování průmyslových robotů a manipulátorů Výchovný cíl: vést žáky k zájmu o programování průmyslových robotů</p>
<p>I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY a) Čidla analogová a digitální. b) Souřadné systémy a souřadnice. c) Pohyby – pojmy, druhy pohybů, transformace souřadnic.</p> <p>II. MOTIVACE Jak se řídí a programují PRaM.</p> <p>III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA a) Regulační obvody. b) Řízení robotu. c) Programování PRaM. i. on – line (teach - in, playback), ii. off – line (textové, programování pomocí CAD/CAM). d) Bezpečnost práce s roboty.</p> <p>IV. SHRnutí UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Vlastnosti jednotlivých způsobů programování.</p> <p>V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Jaké programování je nejvýhodnější pro školní robot.</p> <p>VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY a) PISKAČ, L. <i>Průmyslové roboty</i>. Plzeň: ZČU, 1999. ISBN 80-7082-554-5. s. 94 – 128. b) OPLATEK, F. a kol. <i>Automatizace a automatizační technika IV</i>. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-249-1. s. 54 – 56. c) HLÁVKA, P. <i>Mechatronika</i>. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html">http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html</a>&gt;.</p>

## 7. Průmyslová sběrnice Profibus

### Písemná příprava

<p style="text-align: center;"><b>Písemná příprava na vyučovací hodinu č. 7</b></p> <p>Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Mechatronika cvičení Ročník: IV Vyučovací hodina: 7 Zpracoval: ing. Petr Hlávka</p>
<p>Název tematického celku: Průmyslové sběrnice Téma vyučovací hodiny: Průmyslová sběrnice Profibus</p>
<p>Druh vyučovací hodiny: výkladová pro přípravu na laboratorní cvičení Didaktické pomůcky: - učebnice - notebook, dataprojektor, stanice PROFIBUS Vzdělávací cíl: učitel provede teoretický rozbor úlohy řízení dopravníku pomocí průmyslové sběrnice Profibus, aby žáci správně pochopili jak mají měřit i jaké jsou předpokládané výsledky měření Výchovný cíl: vést žáky k zájmu o průmyslové sběrnice</p>
<p>I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY Ovládání robotu.</p> <p>II. MOTIVACE Kde používáme průmyslovou sběrnici Profibus.</p> <p>III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA a) Podrobné blokové schéma sběrnice. b) Elektrické obvodové schéma zapojení s PLC Tecomat TC 650. c) Adresy V/V. d) Program včetně komentářů. e) Testování a odladění programu.</p> <p>IV. SHRUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Vhodnost použití průmyslové sběrnice.</p> <p>V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Další příklad použití průmyslové sběrnice.</p> <p>VI. ZÁVĚR Porovnejte použití průmyslové sběrnice s klasickým řešením.</p> <p>VII. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY a) BENEŠ, P. a kol. <i>Automatizace a automatizační technika III</i>. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-248-3. s. 146 – 148. b) <i>Automatizace 2</i> [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://web.spscv.cz/~madaj/skra4.pdf">http://web.spscv.cz/~madaj/skra4.pdf</a>&gt;. c) Související teoretická příprava: <i>Průmyslové sběrnice č. 30</i>.</p>

## Zadání úlohy

### Úloha č. 7

#### Název cvičení: Průmyslová sběrnice Profibus

Úkol:

- 7.1. Založte složku C:\Documents and Settings\All Users\Skupina\_xy\_2010 (x je část třídy a nebo b, y je skupina A, B nebo C)
- 7.2. Spustíte program Mosaic, Soubor, Nový, Skupina projektů, v pravém okně (H):\Praxe, v levém okně Jméno nové skupiny projektů: uloha6\_KL (K je část třídy a nebo b, L je skupina A, B nebo C). Název souboru PLC1, Otevřít.
- 7.3. Základní výběr řídicího systému, kompaktní systém TC650, Jméno programu:uloha6, Jazyk POU: ST, OK, Jméno instance programu: ul6, OK, Projekt, Manažer projektu, Odpojit, (nastavte Sériový port, COM1, 38400 bps, 500ms, Parita, Režim RS485), Připojit, označíme v levém okně HW a Konfigurace HW, Nastavení kanálů, CH2, PFB, uložit do PLC, OK
- 7.4. Síť PLC – log.propojení, klepneme vedle prázdného okna a vybereme PLC2. označíme Objekty, Profibus DP, označíme CH2 u PLC a klepnutím na kanál u Profibus DP se objekty propojí. Pravé tlačítko na Profibus DP a Nastavení sítě, Výběr zařízení, I/O, Tecomat, TP1000, PO5063, Základní parametrizace, Adresa 16, Uživatelská parametrizace, Horké zálohování vypnuto, Výběr modulů, vybereme, jak jdou za sebou PO1010, PO2020, PO1112 (označením tlačítka vpravo nastavíme modul na Kanál 0 zapnuto, Evropský standard), OK, Použít, Projekt, Manažer projektu, Použít, případně restartujeme napájení 24V.
- 7.5. Označíme na panelu nástrojů vpravo tlačítko I/O, vlevo dole pak CH2-PFB, Komunikace – vidíme data I/O, v PFB\_CH2\_PROFibus1\_IN ve sloupci Alias napíšeme PFB\_IN u DATA: Array[0..1], v PFB\_CH2\_PROFibus1\_OUT ve sloupci Alias napíšeme PFB\_OUT u DATA:Array[0..1],
- 7.6. Přeložíme (F9), RUN (CTRL + F9), vyšleme kód, pokud bude na jednotkách svítit ERR a blikat diody diagnostiky (vpravo) a na horní liště programu bude hlášení COMFAIL, vypneme a zapneme napájecí zdroj 24V.
- 7.7. Přiřadíte, ke kterým vstupům/výstupům (samotného PLC i stanice Profibus) jsou zapojeny:
  - 7.7.1. **tlačítko A**
  - 7.7.2. **snímače K1, K2, K3, tlačítka START, STOP a frekvenční měnič FM1(2)** k zapnutí/vypnutí motoru. Stavů vstupu/výstupu vidíme na jednotkách V/V nebo stiskem Debug zapneme zpětný překlád (tlačítko s tužkou) a v pravém oknu vidíme hodnoty vstupu/výstupu.
- 7.8. Navrhněte a odladte programy:
  - 7.8.1. **Program1:** po stisku **START** se dopravník **D1** rozjede (s paletou z polohy **K1** a zastaví v poloze palety **K2**. Pohyb lze kdykoliv zastavit tlačítkem **STOP**. Jako vzor použijte vzorový program. (Volitelně: pohyb signalizujte pomocí signalizace **Svetlo\_zelene**).
  - 7.8.2. **Program2:** po dalším stisku **START** se rozjede dopravník **D1** s paletou z polohy **K2** a zastaví v poloze palety **K3**. Pohyb lze kdykoliv zastavit tlačítkem **STOP**. (připravit za d. cv.)
  - 7.8.3. **Program3** dle individ. zadání s elektropneu. ovládním měniče směru.
- 7.9. Referát bude obsahovat:
  - 7.9.1. postup při práci s programem
  - 7.9.2. program včetně komentářů a Graph Makeru

## Úvod:

Profibus je průmyslová sběrnice - síť, ke které se připojují "stanice" účastníků (max. 32 účastníků) - stanice jsou aktivní a pasivní:

- aktivní - mohou vysílat a přijímat zprávu

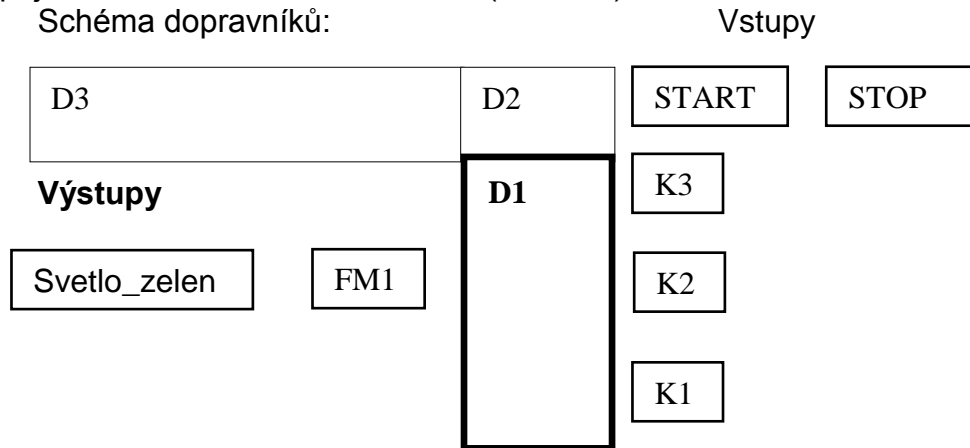
- pasivní - mohou pouze přijímat, nebo vysílat zprávu na základě výzvy.

Přenosová rychlost od 9,6 kb/s, 19200 kb/s do 500 kb/s

Struktura sítě Profibus (zjistěte z Internetu)

Zapojení PC - PLC- Profibus stanice (obdržíte)

Schéma dopravníků:



**Pozor!** Některé vstupy (senzory) jsou aktivní v nule, pak píšeme senzor

## Vzorový program

```
VAR_GLOBAL           // deklarace globálních proměnných
  K1                  at PFB_IN[0].1:bool; PFB_IN-adresa čtená po síti Profibus
  // adresy si ověřte a doplňte K2, K3.....
  tlacitko_start     at PFB_IN[3].4 : bool;
  svetlo_zelene      at PFB_OUT[0].6 : bool;
  fm1_start          at PFB_OUT[1].0 :bool; nutná podmínka rozběhu motoru
  fm1_smer           at PFB_OUT[1].1 : bool;
END_VAR
PROGRAM uloha6
  VAR_INPUT           // deklarace vstupních proměnných
    dopravnikJede: bool:= false;
  END_VAR
  // automaticke ovladani
  IF (NOTK1 AND tlacitko_start OR dopravnikJede) AND K2 AND NOT tlacitko_stop
  THEN
    dopravnikJede:= true;
    fm1_start := true;
    fm1_smer :=false;
    // doplňte signalizaci pohybu
  ELSE
    // uvedeni stavu dopravniku do vychoziho nastaveni
    dopravnikJede:= false; // zastaveni provadeni programu
    fm1_start:= false; // zastaveni frekvencniho menice 1
    // doplňte signalizaci pohybu
  END_IF;
END_PROGRAM
```

## Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
	PLC TC 650		
	Stanice PROFIBUS		

### Postup měření:

**Program1** včetně komentářů

**Průběhy spínání fází** v GraphMakeru

**Program2** včetně komentářů

**Průběhy spínání fází** v GraphMakeru

**Program3** včetně komentářů

**Průběhy spínání fází** v GraphMakeru

### Závěr:

## Související příprava

<p style="text-align: center;"><b>Písemná příprava na vyučovací hodinu č. 30</b></p> <p>Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Mechatronika Ročník: IV Vyučovací hodina: 30 Zpracoval: ing. Petr Hlávka</p>
<p>Název tematického celku: Přenos dat Téma vyučovací hodiny: Průmyslové sběrnice</p>
<p>Druh vyučovací hodiny: výkladová Didaktické pomůcky: - učebnice - notebook, dataprojektor Vzdělávací cíl: žáci získají základní informace o průmyslových sběrnících z hlediska jejich použití v mechatronice Výchovný cíl: vést žáky, aby volili v praxi odpovídající přenos dat</p>
<p>I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY a) Důvody zavádění počítačových sítí, jejich rozdělení. b) Topologie sítí. c) Model ISO/OSI.</p> <p>II. MOTIVACE Co si představujeme pod pojmem průmyslová sběrnice.</p> <p>III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA a) Důvody zavádění průmyslových sběrnic. b) Sběrnice Profibus. c) Sběrnice CAN. d) AS-I.</p> <p>IV. SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Stanice, UC znak, token, přenosová rychlost, vzdálenost na jakou lze přenášet data, kabeláž.</p> <p>V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Jak se od sebe liší Profibus, CAN a AS-I.</p> <p>VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY a) BENEŠ, P. a kol. <i>Automatizace a automatizační technika III</i>. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-248-3. s. 146-149. b) <i>Automatizace 2</i> [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://web.spscvcz/~madaj/skra4.pdf">http://web.spscvcz/~madaj/skra4.pdf</a>&gt;. c) HLÁVKA, P. <i>Mechatronika</i>. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: &lt;<a href="http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html">http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html</a>&gt;.</p>

## 8. Regulace hladiny s HMI (Human Machine Interface)

### Písemná příprava

#### Písemná příprava na cvičení č. 8

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Mechatronika cvičení

Ročník: IV

Vyučovací hodina: 8

Zpracoval: ing. Petr Hlávka

Název tematického celku: Řízení mechatronických soustav

Téma vyučovací hodiny: Přehled řídicích systémů

Druh vyučovací hodiny: výkladová pro cvičení

Didaktické pomůcky:

- učebnice
- notebook, dataprojektor, rozhraní DataLab, program ControlWeb

Vzdělávací cíl: žáci získají představu o řídicích systémech pro mechatroniku

Výchovný cíl: vést žáky, aby stále sledovali technologický vývoj a novou techniku

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY  
Průmyslová sběrnice Profibus.
- II. MOTIVACE  
Co si představujeme pod pojmem řídicí systémy.
- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
  - a) Řídicí systém ControlWeb - SCADA/HMI.
  - b) Způsob programování.
  - c) Komunikace s okolím.
- IV. SHRnutí UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
  - a) Řídicí systém jako soubor prvků, modulů a podsystémů, které slouží k řízení daného objektu.
  - b) Další řídicí programové produkty – výpočetní a návrhové (CAD, Mosaic), matematické (Dynast, Matlab/Simulink), vizualizační (SCADA/HMI - Reliance, Promotic).
  - c) Průmyslové sběrnice, komunikace mezi člověkem a strojem (HMI).
- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU  
Nalezněte/navrhněte ve svém okolí příklady použití řídicího systému.
- VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY
  - a) MAIXNER, L. a kol. *Mechatronika*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 156 –163.
  - b) *DataLab IO* [online]. [cit 2014-10-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.mii.cz/download/datalab/cze/DataLab%20IO%20Manual%20CZ.pdf>>.
  - c) Související teoretická příprava: *Přehled řídicích systémů č. 38*.

## Zadání úlohy

### Úloha č. 8

#### Název cvičení: Regulace hladiny s HMI (Human Machine Interface) v prostředí ControlWeb

Úkol cvičení:

8.1 Založte novou složku v C:\Dokumenty\Úlohy MRA 2013 – 14\Skupina\_č.úlohy

8.2 V programovém prostředí CW vytvořte nový program:

8.2.1 Soubor, Nový, Vytvořit novou aplikaci, Jméno: úloha\_č.5, Adresář: Procházet – nastavíme naši složku, projdeme všechny nabídky - Další atd., Dokončit, OK

8.2.2 Nastavte ovladač, přidejte kanál (channel) a deklarujte proměnné – viz dole

8.3 Sestavte úlohy:

8.3.1 Nespojité dvoupolohová regulace hladiny v nádrži a měření hodnoty pomocí ultrazvukového snímače a spínáním čerpadla pomocí tranzistoru

8.3.2 Spojitá regulace PID hladiny v nádrži (analogový výstup)

případně naprogramujte senzor pro daný měřicí rozsah hladiny

8.4 Referát bude obsahovat pro všechny úlohy:

8.4.1 Postup při práci s programem

8.4.2 Výřezy datových inspektorů pro všechny proměnné

8.4.3 Hardcopy obrazovky s obrázkem regulátoru, nádrži a čerpadla

8.4.4 Grafy časové závislosti hladiny  $hladina=f(t)$

#### Blokové schéma zapojení obr. 1:

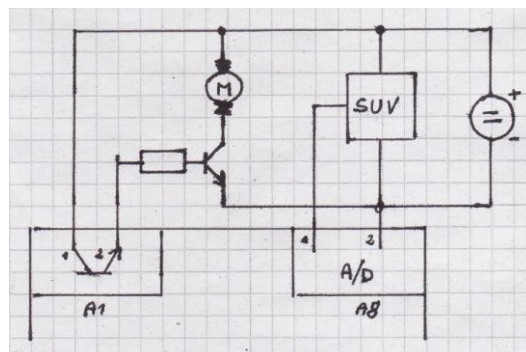
Využité kanály:

Analogový vstup - na Datalabu svorka A8, v programu AI4 - index 13

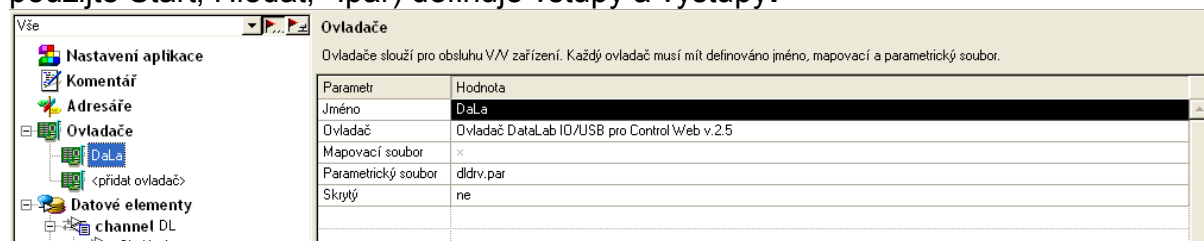
Digitální výstup - na Datalabu svorka A1, v programu DO1 - index 8

M – ss motorek s čerpadlem z ostřikovače

SUV – ultrazvukový senzor



**Nastavení ovladače:** dole záložka **Datové inspektory**, v levém okně označíme **Ovladač**, **přidat ovladač**, **Jméno**, např. **DaLa**, **Ovladač** – vybereme ze seznamu (Ovladač DataLab IO/USB...), **Parametrický soubor:** dldrv.par (k jeho nalezení použijte Start, Hledat, \*.par) definuje vstupy a výstupy:



Nadefinované kanály Datalabu IO<sup>2</sup> (napíšeme jméno např. DO1, driver index: 8, zbytek se automaticky doplní)



name	type	init_value	driver	driver_index	direction	timeout	comment
A01	real		DaLa	2	output		Výstupní datový kar
A02	real		DaLa	3	output		Výstupní datový kar
D01	boolean		DaLa	8	output		Výstupní datový kar
D02	boolean		DaLa	9	output		Výstupní datový kar
A11	real		DaLa	10	input		Vstupní datový kanál
A12	real		DaLa	11	input		Vstupní datový kanál
A13	real		DaLa	12	input		Vstupní datový kanál
A14	real		DaLa	13	input		Vstupní datový kanál
I5	boolean		DaLa	14	input		Vstupní datový kanál
I6	boolean		DaLa	15	input		Vstupní datový kanál
I7	boolean		DaLa	16	input		Vstupní datový kanál
I8	boolean		DaLa	17	input		Vstupní datový kanál
<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>

## Deklarace globálních proměnných

**Datové elementy: přidat sekci** – vybereme **var**, do okénka u **Skalární** napíšeme **žádaná\_hodnota**, v pravém okně u **type** vybereme **real**, atd.

## Práce v grafickém editoru

**Grafický editor**, *vpravo nahoře tl.* **Paleta přístrojů**, vybereme **Ploché přístroje**, vybereme přístroj, přetáhneme na plochu a poklepáním nastavíme parametry – **Panely, Panel, Normální panely** (do panelu budeme ukládat další přístroje).

**Ovládání a řízení, Spojité, Control, Knoflík** (Parametr, Output: hladina, Activity, Period 0.1) – pro úlohu 5.2.1, nebo **Binární, Switch** (Parametr, Output: stav, Activity, Period 0.1) - pro úlohu 5.2.2

Podobně vybereme **Zobrazování, Spojité, Meter, Ručkový měřicí přístroj** (Parametr, Expression: hladina, Activity, Period 0.1) **nebo Chart, Čárový graf** (Parametr, Item expression: hladina, History 50- 100).

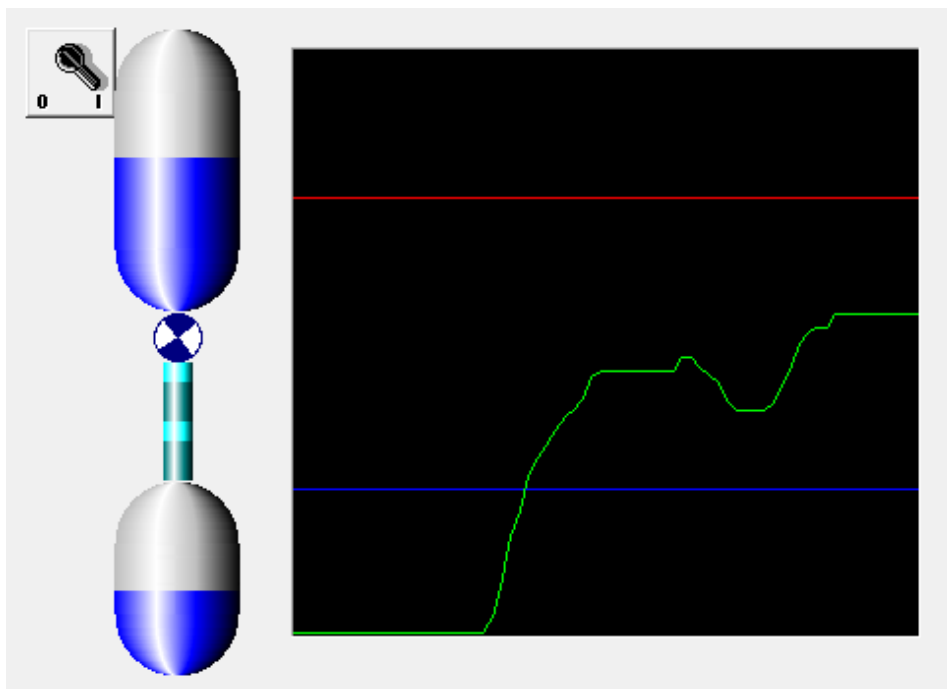
Zaregistrovat do panelu (pravé tl. **INS**)

## Dvoupolohová regulace hladiny

Output ze **Switch** propojíme na digitální výstup DO1, hodnotu hladiny AI4 propojíme v Ploché přístroje, Zobrazování:

- **Spojité, Chart, Čárový graf**
  - **Binární, Engine, Pipe**
- s výrazem ( Expression = AI4)

### Příklad uspořádání obvodu:



### Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
	DataLab		
	Soustava nádrží		
	Ultrazvukový senzor		
	Zesilovač		

### Postup:

**Výřezy datových inspektorů** pro všechny proměnné

**Hardcopy obrazovky** s obrázkem regulátoru, nádrží a čerpadla

- Dvoupolohová regulace
- PID regulace

**Grafy** časové závislosti hladiny  $hladina=f(t)$

### Závěr:

## Související příprava

### Písemná příprava na vyučovací hodinu č. 38

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Mechatronika

Ročník: IV

Vyučovací hodina: 38

Zpracoval: ing. Petr Hlávka

Název tematického celku: Řízení mechatronických soustav

Téma vyučovací hodiny: Přehled řídicích systémů

Druh vyučovací hodiny: výkladová

Didaktické pomůcky:

- učebnice
- notebook, dataprojektor

Vzdělávací cíl: žáci získají představu o řídicích systémech pro mechatroniku

Výchovný cíl: vést žáky, aby stále sledovali technologický vývoj a novou techniku

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY
  - a) Význam řídicí techniky pro mechatroniku, řízení a automatizace v našem životě, programovatelnost řídicích systémů.
  - b) Řídicí systém a komunikace s okolím.
  - c) Typy a algoritmy řízení.
  - d) Distribuovanost a integrace v automatizaci.
- II. MOTIVACE  
Co si představujeme pod pojmem řídicí systémy.
- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
  - a) Řídicí systém a soustava.
  - b) Programovatelný automat, PLC, SoftPLC, chytré relé.
  - c) Průmyslový počítač, distribuovaný řídicí systém, operátorské rozhraní.
- IV. SHRNTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
  - a) Řídicí systém jako soubor prvků, modulů a podsystémů, které slouží k řízení daného objektu.
  - b) Řídicí programové produkty – výpočetní a návrhové (CAD, Mosaic), matematické (Dynast, Matlab/Simulink), vizualizační (SCADA/HMI - ControlWeb, Promotic).
  - c) Průmyslové sběrnice, komunikace mez člověkem a strojem (HMI).
- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU  
Nalezněte/navrhněte ve svém okolí příklady použití řídicího systému.
- VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY
  - a) MAIXNER, L. a kol. *Mechatronika*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 156 -163.
  - b) HLÁVKA, P. *Mechatronika*. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p\\_hlavka/mra.html](http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html)>.

## 9. E-P manipulátor řízený pomocí PLC Festo

### Písemná příprava

<b>Písemná příprava na cvičení č. 9</b>	
Školní rok: 2012/2013 Obor: Elektrotechnika - Mechatronika Předmět: Mechatronika cvičení Ročník: IV Vyučovací hodina: 9 Zpracoval: ing. Petr Hlávka	
Název tematického celku: Elektropneumatické řízení Téma vyučovací hodiny: E-P manipulátor řízený pomocí PLC Festo	
Druh vyučovací hodiny: výkladová pro přípravu na laboratorní cvičení Didaktické pomůcky: <ul style="list-style-type: none"><li>- učebnice</li><li>- notebook, dataprojektor</li></ul> Vzdělávací cíl: při řízení manipulátoru se dvěma pneumaty a elektromotorem mají žáci správně pochopit, jak mají řídit i jaké předpokládáme výsledky řízení Výchovný cíl: vést žáky k zájmu o elektropneumatické řízení	
I.	OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY Činnost jednotlivých prvků elektropneumatického obvodu.
II.	MOTIVACE Proč používáme elektropneumatické řízení.
III.	VÝKLAD NOVÉHO UČIVA <ul style="list-style-type: none"><li>a) Situační a pneumatické schéma.</li><li>b) Stavový diagram a logická funkce.</li><li>c) Elektrické obvodové schéma se zapojením potřebných zařízení.</li><li>d) Adresy V/V a deklarace proměnných programu pro PLC.</li><li>e) Program v krocích v jazyku ST včetně komentářů.</li><li>f) Testování a odladění programu PLC na reálném systému.</li></ul>
IV.	SHRNUTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ Vhodnost použití elektropneumatického řízení.
V.	ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU Další příklad použití E-P manipulátoru (zdroj: literatura/internet).
VI.	ZÁVĚR Porovnejte naměřené hodnoty s předpokládanými a zdůvodněte případné odchylky.
VII.	LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY <ul style="list-style-type: none"><li>a) KUNTE, O., SOLNAR, J. <i>Elektropneumatický manipulátor</i>. Plzeň: SPŠS Plzeň, 2012.</li><li>b) MARTINÁSKOVÁ, M., ŠMEJKAL, L., <i>Řízení programovatelnými automaty</i>. Praha: ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02925-5.</li><li>c) <i>Příručka Programování FC 34</i>.</li><li>d) Související teoretická příprava: <i>Přehled řídicích systémů č. 38</i>.</li></ul>

## Zadání úlohy

### Úloha č. 9

#### Název cvičení: Ovládání elektropneumatického manipulátoru

Úkol cvičení:

- 9.1. Zkontrolujte zapojení vstupů a výstupů s adresami v Allocation listu.
- 9.2. Spustíte program FST 4. 1., Project, New, Name: ..., Controller: FEC Compact: elektropneumatický manipulátor, OK, Insert, New Program, Statement List, Number 0 (1,2,...) OK
- 9.3. Na pracovní plochu píšeme program a proměnné zadáváme v Allocation Listu včetně komentáře, např.: Absolute operand: I0.0, Symbolic operand: vstup 0, Comment: Start
- 9.4. Program přeložíme: Program, Compile (CTRL+F7), vytvoříme projekt: Project, Make Project (F7), sestavíme projekt: Project, Build Project, zapíšeme do PLC: Online Download Project (F5), případně potvrdíme zápis, pokud již PLC obsahuje jiný program, přepneme přepínač na PLC STOP-START, Control Panel - v něm spustíme šipkou RUN program, program zastavíme tlačítkem STOP, nebo přerušíme BREAK
- 9.5. Sestavte řídicí program pro ovládání elektropneumatického manipulátoru:
  - 9.5.1. v poloze K2 a je-li rameno vpravo, rozevře chapadlo, otočí rameno, sevře chapadlo, rozjede pás do polohy K3 a zpět do polohy K2 (viz dole část)
  - 9.5.2. rozřídí kostky dle materiálu ze vstupu 1 na výstup 0, nebo na výstup 1
  - 9.5.3. podobně, ale vybírejte postupně z poloh K1 a K2.
- 9.6. **referát bude obsahovat:**
  - 9.6.1. Adresy V/V a deklarace proměnných programu pro PLC
  - 9.6.2. Elektropneumatická schémata
  - 9.6.3. Stavové diagramy
  - 9.6.4. Programy v jazyku ST včetně komentářů
  - 9.6.5. Popis práce jednotlivých programů

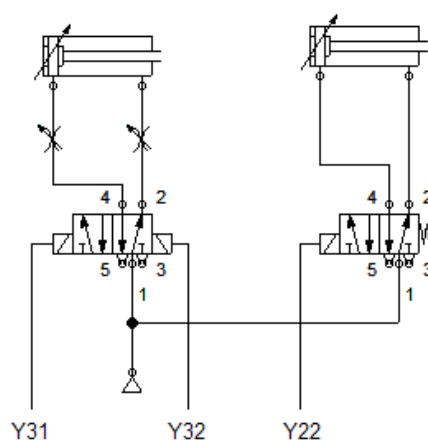
#### Teoretický úvod:

Verze Compact pro řízení tohoto manipulátoru disponuje 12 vstupy a 8 výstupy.

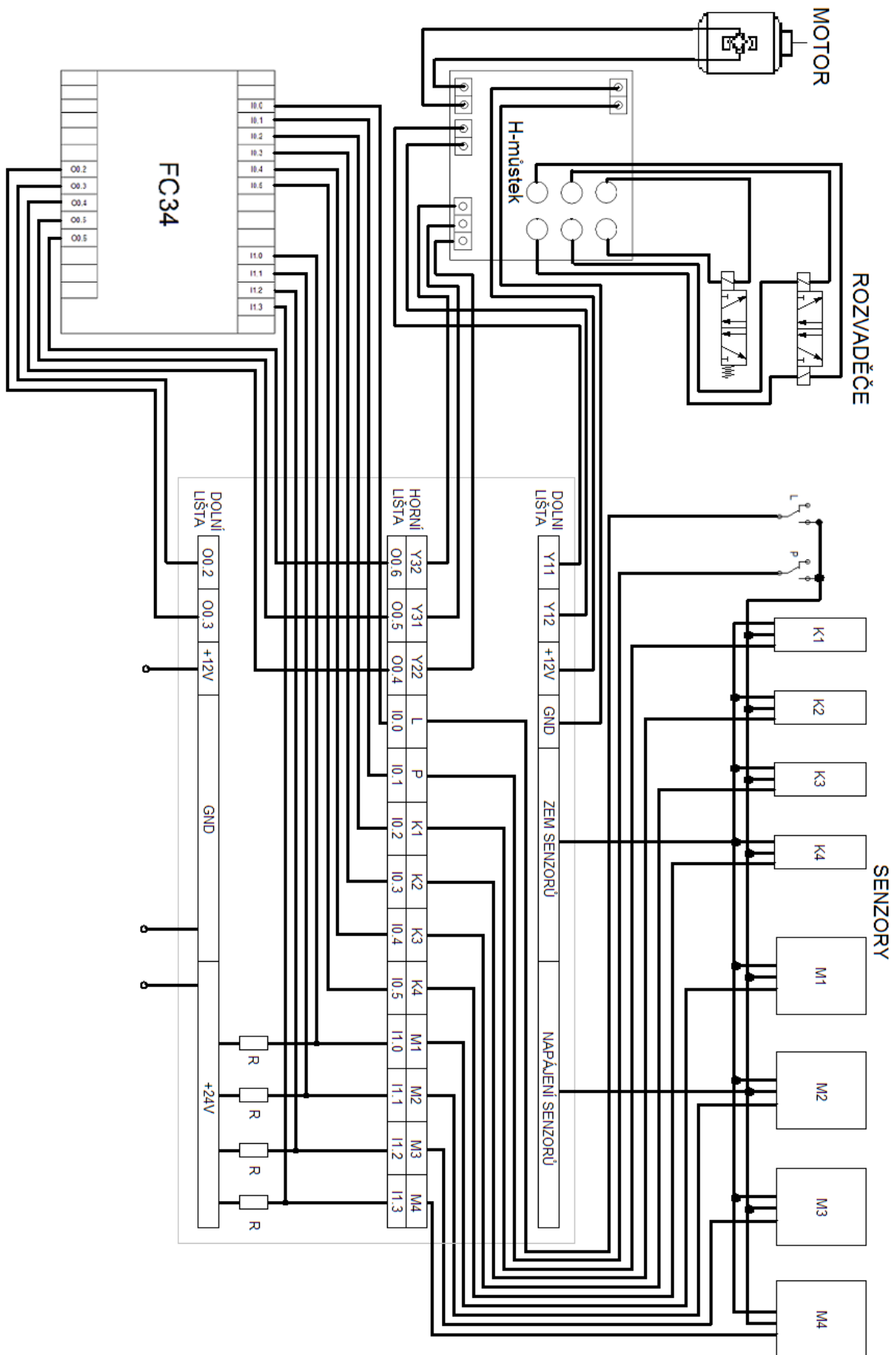
Doplňte adresy:

Abs.adresa	Symbol	Komentář
I0.0	RL	Rameno vlevo u zásobníku
I0.1	RP	Rameno vpravo na výstupu
I0.2	K1	Vozík v poloze K1
I0.3	K2	Vozík v poloze K2
.....	.....	
	M1	rozlišení materiálu v poloze K1
.....	.....	
O0.2	Y11	Posun pásu vpravo od motoru
O0.3	Y12	Posun pásu vlevo k motoru
O0.4	Y22	Otočení ramene k zásobníku
O0.5	Y31	Prsty k sobě
O0.6	Y32	Prsty od sebe

Pneumatické schéma:



## Celkové schéma manipulátoru



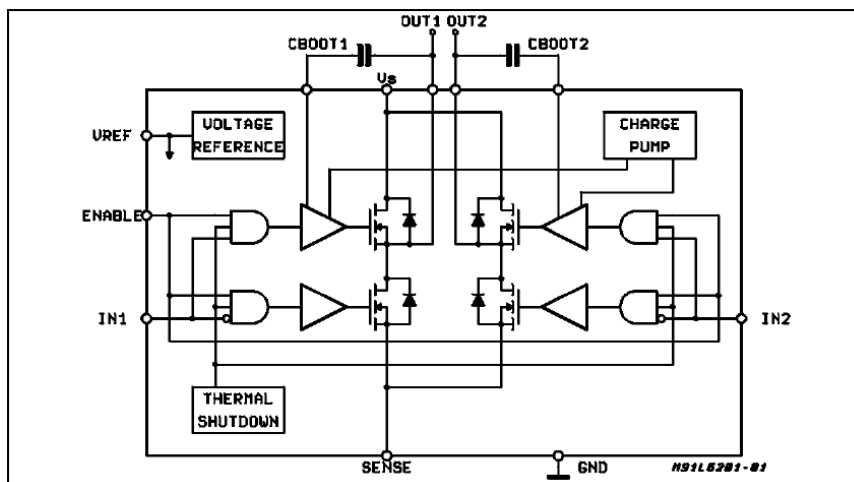
## Obvod řízení motoru

Pro ovládání motoru nepotřebujeme plynulé řízení otáček. Využijeme pouze reverzaci, kdy měníme směr otáčení motoru.

### Obvod L6203

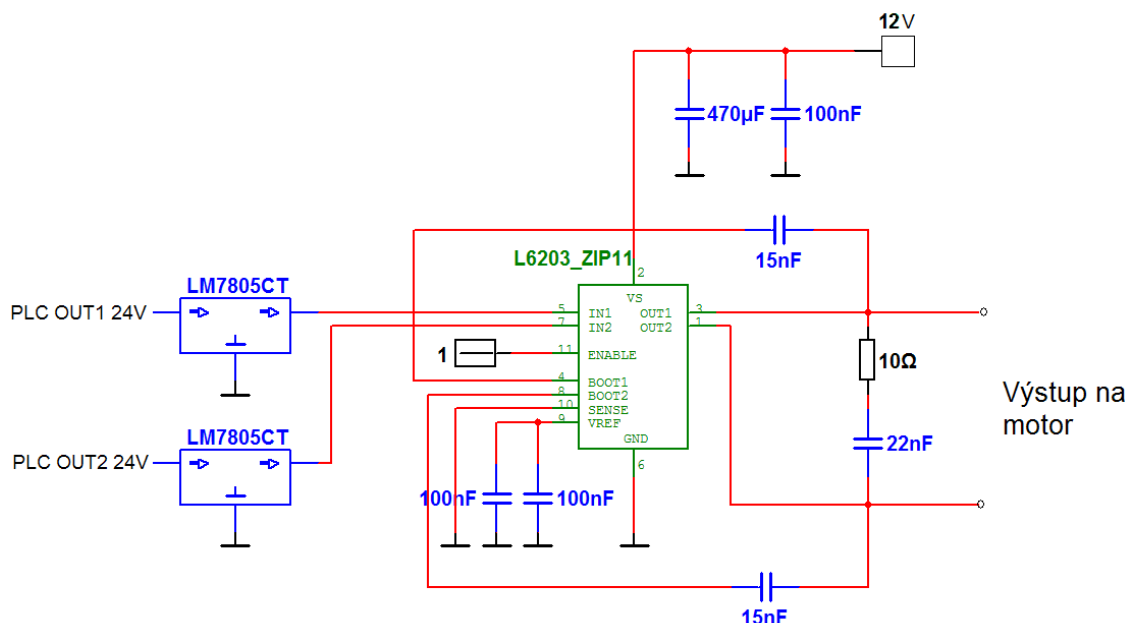
Základem celého zapojení je výkonový integrovaný obvod L6203, což je FET H-můstek s vestavěnými ochrannými diodami, řídicí logikou a ostatními podpůrnými obvody. Pro svou činnost potřebuje jen jedno napájecí napětí.

Můstek je podle výrobce schopný spínat napětí 12 – 50 V. Měřením bylo zjištěno, že obvod bez problému spíná od napětí 9 V. Výstupní proud až 4 A, což pro naši aplikaci bohatě postačí. Ovládací napětí se pohybuje v úrovni TTL, tedy 5V. Proto bylo nutné výstupní signál z PLC o hodnotě 24 V stabilizovat na tuto hodnotu.



Funkce: obvod je řízen pomocí vstupů IN1, IN2 a ENABLE podle uvedené tabulky.

IN1 (Y11)	IN2 (Y12)	ENABLE	Funkce
1	0	1	Otáčení vpravo
0	1	1	Otáčení vlevo
1	1	1	Motor zkratován (brzda)
0	0	1	Motor zkratován (brzda)
X	X	0	Motor odpojen



### 9.5.1. Část programu

```
STEP 1
IF          RP          ' Rameno vpravo na výstupu
  AND      K2          ' Vozík v poloze K2
THEN RESET Y31        ' Prsty k sobě
  SET     Y32          ' Prsty od sebe
  SET     Y22          ' Otočení ramene k zásobníku

STEP 2
IF          RL          ' Rameno vlevo u zásobníku
THEN RESET Y32        ' Prsty od sebe
  SET     Y31          ' Prsty k sobě
  SET     Y11          ' Posun pásu vpravo od motoru

STEP 3
IF          K3
THEN .....          ' zastav pás
  .....          ' a rozjed' pás vlevo k motoru

STEP 4
IF          K2
THEN .....          ' zastav pás

  JMP TO 1
```

#### Tabulka použitých součástek, měřicích přístrojů a zdrojů:

Pořadí	Název	Typ	Rozsah
	FC 34		
	E-P manipulátor		

#### Postup:

#### Stavové diagramy

#### Programy v jazyku ST včetně komentářů

Popis práce jednotlivých programů

#### Závěr:



## Související příprava

### Písemná příprava na vyučovací hodinu č. 38

Školní rok: 2012/2013

Obor: Elektrotechnika - Mechatronika

Předmět: Mechatronika

Ročník: IV

Vyučovací hodina: 38

Zpracoval: ing. Petr Hlávka

Název tematického celku: Řízení mechatrických soustav

Téma vyučovací hodiny: Přehled řídicích systémů

Druh vyučovací hodiny: výkladová

Didaktické pomůcky:

- učebnice
- notebook, dataprojektor

Vzdělávací cíl: žáci získají představu o řídicích systémech pro mechatroniku

Výchovný cíl: vést žáky, aby stále sledovali technologický vývoj a novou techniku

- I. OPAKOVACÍ OTÁZKY Z PŘEDCHÁZEJÍCÍ HODINY
  - a) Význam řídicí techniky pro mechatroniku, řízení a automatizace v našem životě, programovatelnost řídicích systémů.
  - b) Řídicí systém a komunikace s okolím.
  - c) Typy a algoritmy řízení.
  - d) Distribuovanost a integrace v automatizaci.
- II. MOTIVACE

Co si představujeme pod pojmem řídicí systémy.
- III. VÝKLAD NOVÉHO UČIVA
  - a) Řídicí systém a soustava.
  - b) Programovatelný automat, PLC, SoftPLC, chytré relé.
  - c) Průmyslový počítač, distribuovaný řídicí systém, operátorské rozhraní.
- IV. SHRNTÍ UČIVA A PROCVIČOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ
  - a) Řídicí systém jako soubor prvků, modulů a podsystémů, které slouží k řízení daného objektu.
  - b) Řídicí programové produkty – výpočetní a návrhové, matematické a vizualizační.
  - c) Průmyslové sběrnice, komunikace mezi člověkem a strojem (HMI).
- V. ZADÁNÍ DOMÁCÍHO ÚKOLU

Nalezněte/navrhněte ve svém okolí příklady použití řídicího systému.
- VI. LITERATURA, ODKAZY A STUDIJNÍ A PROGRAMOVÉ POMŮCKY
  - a) MAIXNER, L. a kol. *Mechatronika*. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-86706-10-9. s. 156 –163.
  - b) HLÁVKA, P. *Mechatronika*. [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p\\_hlavka/mra.html](http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/p_hlavka/mra.html)>.