

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

**Přírodovědecká fakulta**

**Bakalářská práce**

**Sestava programovatelného  
logického automatu (PLC) a  
asynchronního motoru**

**David Černý**

školitel: Ing. Ladislav Ptáček

**České Budějovice 2013**

**Černý D.**, 2013: Sestava programovatelného logického automatu a asynchronního motoru [The Setup Programmable Logical Controller (PLC) and an asynchronous engine. Bc. Thesis, in Czech.] – 62 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

**Anotace:**

Úkolem této bakalářské práce je vytvořit sestavu programovatelného logického automatu se vstupně/výstupními periferiemi. Dále je cílem na této sestavě připravit, naprogramovat a zprovoznit pět úloh, které budou pokrývat základní spektrum úloh pro programovatelný logický automat s využitím digitálních a analogových vstupů a výstupů. Tato sestava bude využitelná pro demonstraci práce s programovatelným logickým automatem při výuce technických předmětů.

**Abstract:**

The aim of this Bachelor Thesis is to design a Setup using the Programmable Logic Controller (PLC). The five essential assignments were prepared using both digital and analog PLC's inputs and outputs. The purpose of the assignments is to teach and demonstrate the functionality of the PLC Setup.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou - elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 18. 4. 2013

.....  
David Černý

**Poděkování**

Touto formou chci poděkovat panu Ing. Ladislavu Ptáčkovi za vedení mé bakalářské práce a své rodině za trpělivost.



# Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Programovatelné automaty.....	2
2.1.	Historický vývoj číslicové techniky .....	2
2.2.	Programovatelné automaty .....	3
2.3.	Rozdělení logických řídicích systémů.....	4
2.4.	Definice (ČSN EN 61131 - 1) .....	4
2.5.	Porovnání PLC a ŘP.....	5
2.6.	Způsoby programování PLC .....	9
3.	Asynchronní motor s kotvou nakrátko .....	13
4.	Frekvenční měnič .....	18
5.	Odporový kovový snímač teploty Pt 100.....	22
6.	Popis sestavy .....	24
7.1.1.	Ovládání a diagnostika DRM 204 .....	28
6.1.	Popis zapojení sestavy .....	28
6.2.	Cenová rozvaha sestavy.....	30
7.	Úlohy .....	31
7.1.	Úloha č. 1. Čítač sepnutí.....	32
7.2.	Úloha č. 2. Dávkovací ventil .....	35
7.3.	Úloha č. 3. Vodojem .....	39
7.4.	Úloha č. 4 Ovládání pohonné jednotky .....	43
7.5.	Úloha č. 5 Ovládání ventilační jednotky .....	47
8.	Závěr.....	52
9.	Seznam použité literatury.....	53
10.	Seznam obrázků a tabulek.....	53
11.	Seznam tabulek .....	54
12.	Přílohy .....	54

## Seznam zkratek

PLC	Programmable Logic Controller
IBM	International Business Machines
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer
HW	Hardware
SW	Software
I/O	Input/Output
IL	Instruction List
AWL	Anweisugliste
ST	angl. Structured Text
ST	něm. Strukturierter Text
LD	Ladder Diagram
KOP	Kontaktplan
FBD	Function Blok Diagram
FBS	Funktionbausteinsprache
SFC	Sequential Function Chart
GRAFCET	Graphe fonctionnel de Connexion Etapes Transitions
ASW	Aplikační Software

## 1. Úvod

Cílem této práce je navrhnout, sestavit a oživit sestavu programovatelného automatu se vstupně/výstupními periferiemi. Bude využita pro demonstraci práce s programovatelným automatem při výuce technických předmětů. Práce je rozdělena na dvě hlavní části teoretickou a praktickou.

Do teoretické části spadají kapitoly 2. ÷ 5. Jsou v ní popsány obecné teoretické principy použitých komponent.

- Programovatelný automat
- Frekvenční měnič
- Asynchronní motor s kotvou nakrátko
- Odporový kovový snímač teploty Pt100

Praktická část se skládá z kapitol 6. a 7. Zabývá se vlastním technickým popisem použitých komponent, a popisem sestavy jako celku. Dále zde nalezneme pět jednoduchých úloh k řešení. Úlohy obsahují zadání, technologické schéma, blokové schéma, seznam signálů, pravdivostní tabulku, vývojový diagram a zdrojový program pro programovatelný logický automat.

- Popis sestavy
- Úloha č. 1. Čítač sepnutí
- Úloha č. 2. Dávkovací ventil
- Úloha č. 3. Vodojem
- Úloha č. 4. Ovládání pohonné jednotky
- Úloha č. 5. Ovládání ventilační jednotky

## 2. Programovatelné automaty

### 2.1. Historický vývoj číslicové techniky

Číslicová technika je založena na využití poznatků z teorie číselných soustav, zejména dvojkové, a z dvouhodnotové logické algebry, tzv. Boolovy algebry (1847). Teoreticky byly základy číslicové techniky dobře zvládnuty již v minulém století, technické realizace se však dočkaly až ve století dvacátém. Pro zapojování logických funkcí se nejprve používaly obyčejné elektrické spínače, v modernější podobě nahrazené elektromechanickým prvkem – relé. To již umožňovalo konstrukci prvních číslicových počítačů. [1]

V Německu byly předválečné práce na reléovém počítači zahájeny již v roce 1934, kdy Konrad Zuse začal vyvíjet samočinný počítač, který uvedl do chodu v roce 1938. Stroj Z1, založený na relé byl, však pomalý a nespolehlivý. V roce 1941 byl vytvořen reléový počítač s pamětí pro 64 dvaatřicetibitových čísel, zobrazením v pohyblivé řádové čárce a čtením instrukcí z děrné pásky. V roce 1943 byly další práce již na elektronkovém počítači pro jejich finanční náročnost zastaveny, tak v nich konstruktér Konrad Zuse pokračoval až po druhé světové válce (počítače Z3). [1]

Jinak tomu bylo ve Spojených státech, kde v roce 1939 matematik J. V. Atanasoff a C. E. Berry dokončily prototyp centrální jednotky počítače, který však pro potíže s periferiemi v roce 1942 opustili. V roce 1939 Howard Aiken (nar. 1900) vyvíjel ve spolupráci s IBM počítač Harvard Mark I, který byl dokončen v roce 1944. Stroj byl 15 m dlouhý, 2,4 m vysoký a obsahoval 3300 relé. Pracoval s čísly na 23 desetinných míst, vstup byl z 24stopé děrné pásky. Sčítání trvalo 0,3 s, násobení 3-5 s. Mark I během stovky hodin vypočetl sestavu uranové nálože, odpálené 16. 6. 1945 v poušti Alamogordo. Na Harvardské univerzitě pak stroj pracoval ještě 15 let. Po válce Aiken navrhl počítač Mark II s 13 000 relé. [1]

V roce 1943 obdrželi pánové J. P. Eckert, J. W. Mauchly a H. H. Goldstine z Pensylvánské univerzity vládní dotaci 400 000 dolarů na vývoj elektronkového zařízení pro výpočet dělostřeleckých tabulek. Počítač byl označen zkratkou ENIAC a byl uveden do provozu 16. 2. 1946. Obsahoval 17 468 elektronek a 7200 krystalových diod, zabíral plochu 167 čtverečních metrů, měl příkon 174 kW a vážil přes 30 tun. Sečtení dvou čísel trvalo 0,2 ms a násobení 2,8 ms. Počítač měl magnetickou paměť s kapacitou 100 čísel a počítal přímo v desítkové soustavě. Jde o nejnámější počítač z tehdejší doby. [1]

V Československu byl první projekt na zhotovení číslicového počítače přednesen profesorem Svobodou již v roce 1947. V roce 1951 začíná, ve Výzkumném ústavu matematických strojů vývoj prvního československého samočinného počítače SAPO, který byl dokončen v roce 1958. Obsahoval 7000 relé a 350 elektronek, výpočty probíhaly kvůli spolehlivosti ve třech jednotkách souběžně a správném výsledku se „hlasovalo“. Tento princip redundance byl v počítači použit vůbec poprvé. V roce 1960 byl pro neopravitelnou závadu reléové operační jednotky počítač vyřazen z provozu. Do té doby však stačil spočítat logické obvody pro elektronkový počítač EPOS. Ten byl sestaven v roce 1962, pro nespolehlivost (průměrně každých 80 minut nastala porucha) se však nedostal do sériové výroby. [1]

V roce 1948 začíná v Sovětském svazu skupina S. A. Lebeděva vyvíjet číslicový počítač. Do provozu byl uveden v roce 1951. [1]

Další dva objevy podstatnou měrou poznamenaly rozvoj elektroniky a tím i automatizační techniky:

V roce 1947 byl v Bellových laboratořích v USA vynalezen tranzistor – revoluční polovodičová součástka, za což dostali jeho autoři Schockley, Bardeen a Brattain Nobelovu cenu.

V roce 1959 byl ve stejné době ve firmách Fairchil Semiconductors a Texas Instruments vynalezen integrovaný obvod, který na malé ploše polovodičového čipu sdružoval desítky tranzistorů. V současnosti je možno na jeden čip velikosti nehtu umístit již milióny tranzistorů. Číslicové integrované obvody se tak staly základem dalšího rozvoje výpočetní i automatizační techniky. Úlohy logického řízení se, jak je z předchozího přehledu patrné, řešily nejprve pomocí kontaktů, později relé, elektronek, diod, tranzistorů a integrovaných obvodů. [1]

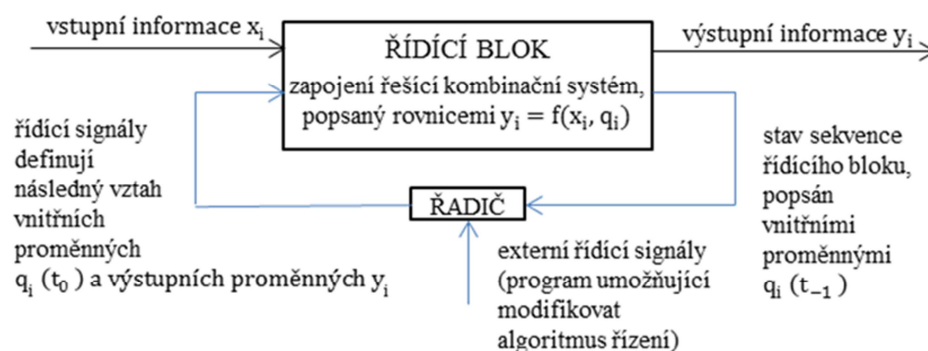
## 2.2. Programovatelné automaty

Mluvíme-li o automatech, máme na mysli hardwarové zařízení, které vykonává nespojitou řídicí činnost (obvykle nespojitých procesů) automaticky podle nějakého programu. Programovatelné automaty však mají z praktických důvodů také část, která je schopna řídit analogové procesy. Obecně lze říci, že řídicí systémy realizují algoritmy své činnosti při řízení systému dvojitým způsobem: [2]

- a) paralelně – algoritmus řízení (program) je dán HW zapojením logických obvodů, takže blokové schéma lze znázornit podle Obr. 1:

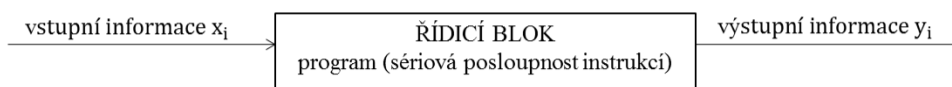
Z hlediska struktury řadiče je lze rozdělit do dvou skupin:

- 1) pevně naprogramované
- 2) programovatelné



Obr. 1 Blokové schéma paralelního řídicího systému, převzato a upraveno z [2]

- b) sériově – algoritmus jejich činnosti (program) je realizován řešením sériové sekvence instrukcí, takže blokové schéma lze znázornit podle Obr. 2:



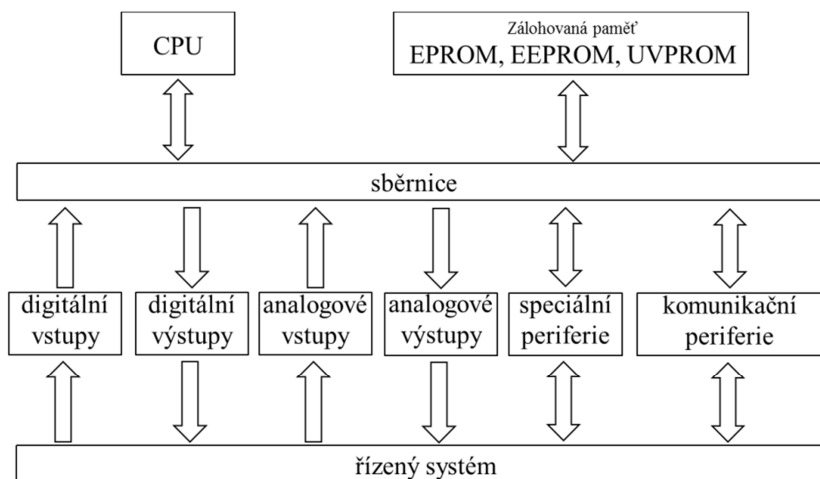
Obr. 2 Blokové schéma sériového řídicího systému, převzato a upraveno z [2]

### 2.3. Rozdělení logických řídicích systémů

- 1) **řídicí počítače**, užívají univerzální výpočetní prostředky (mikroprocesory, jednočipové mikroprocesory) – ŘP
- 2) **programovatelné automaty** (PA, angl. Programmable Logic Controller – PLC, něm. Speicher Programmierbare Steuerung - SPS) [2]

### 2.4. Definice (ČSN EN 61131 - 1)

PLC je číslicově pracující elektronický systém konstruovaný pro použití v průmyslovém prostředí, využívající programovatelnou paměť pro interní ukládání uživatelsky orientovaných instrukcí pro provádění specifických funkcí (logických, sekvenčních, časovacích, čítacích, komunikačních, organizačních) za účelem řízení strojů či procesů, a to prostřednictvím digitálních nebo analogových vstupů a výstupů. Jak programovatelná řídicí jednotka, tak periferní zařízení jsou konstruovány pro snadné začlenění do systémů průmyslového řízení. Z uvedené definice plyne, že algoritmus řízení systému při použití PLC se mění pouhou změnou programu uloženého v jeho paměti. Blokové schéma PLC je patrné z Obr. 3. Vstupem PLC jsou normalizované spojitě nebo logické signály reprezentující stav nebo průběh regulované veličiny, výstupem jsou signály určené k ovládání akčních členů. [2]

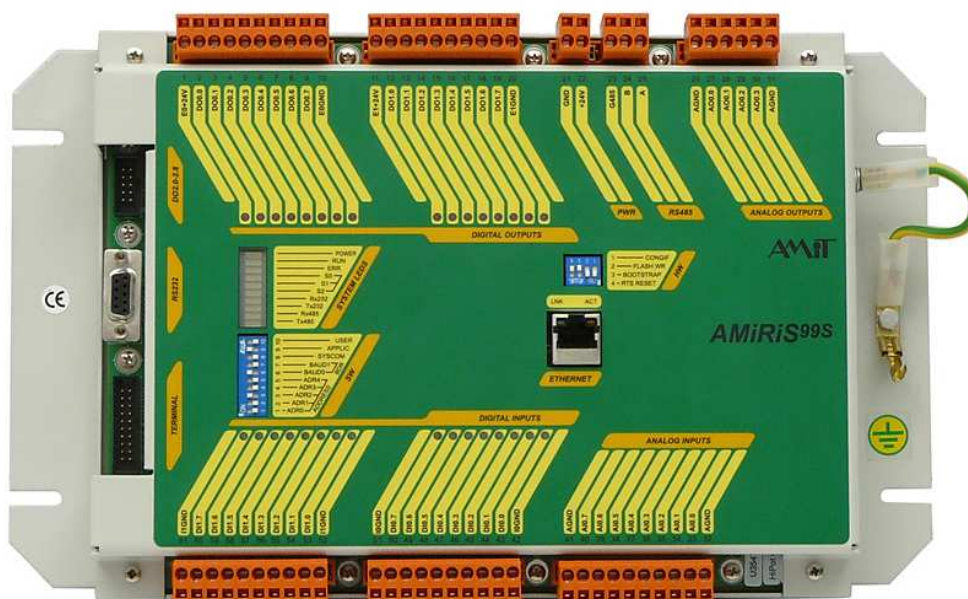


Obr. 3 Blokové schéma PLC, převzato a upraveno z [2]

## 2.5. Porovnání PLC a ŘP

a) **Provedení** – prvořadým požadavkem na PLC je vysoká spolehlivost, aby tak byl zajištěn bezpečný provoz řízené technologie (energetika, doprava, chemie, hutnictví). PLC jsou proto konstruovány tak, mohly pracovat i v nejobtížnějších provozních podmínkách v těsné návaznosti na řízenou technologii, což klade vysoké nároky na jejich odolnost vůči vlivům prostředí (teplota, vlhkost, prašnost, otřesy). Zvláštní důraz je kladen na velkou odolnost proti elektromagnetickému rušení. Konstrukční řešení vychází ze dvou možných přístupů: [2]

1) Kompaktní provedení – s pevnou konfigurací vstupů a výstupů viz Obr. 4.



Obr. 4 Kompaktní provedení PLC od firmy AMiT, spol. s r.o., převzato a upraveno z [3]

- 2) **Modulární provedení** – umožňující variabilní konfiguraci PLC pro jeho přizpůsobení rozsahu řešené úlohy s cílem dosažení technické a cenové optimalizace, případně navazující možnost rozšíření automatizovaného celku. Na Obr. 5 je patrná variabilita v možnostech osazení vany, ale i v tato variabilita má jistá omezení.

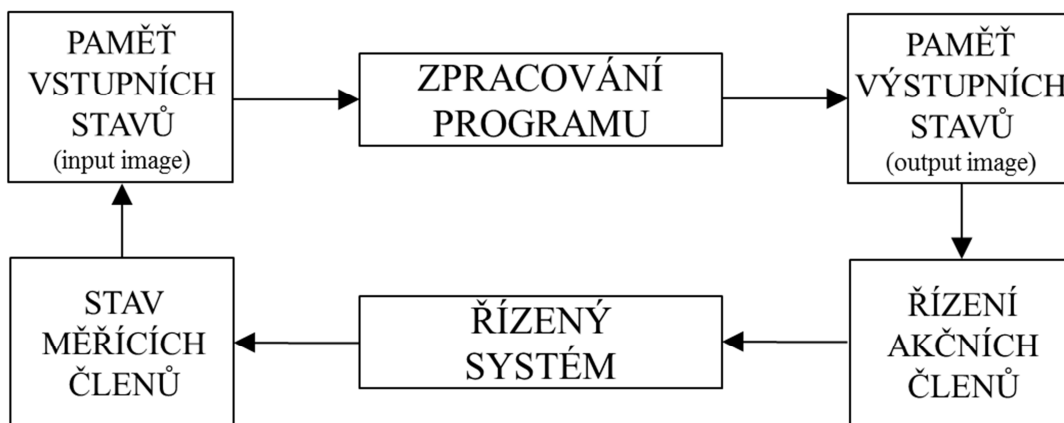


Obr. 5 Modulární provedení PLC od firmy ZAT a.s., převzato a upraveno z [4]

- b) **Diagnostika** – provoz PLC vyžaduje snadnou a především rychlou identifikovatelnost a odstranitelnost závad, funkčnost komponent PLC proto bývá zřetelně detekována (viz Obr. 5, stavové LED), čímž lze snadno určit vadnou komponentu systému a operativně komponentu vyměnit.
- c) **Rychlost** – PLC jsou speciálně vyvíjeny pro řešení především logických úloh, a tím jsou pro tyto aplikace rychlejší než řídicí počítače.
- d) **Paměť** – PLC si oproti počítači při poruše (neodstranitelná chyba, výpadek napájení) musí zapamatovat poslední status, od něhož po obnovení provozu pokračuje dál v činnosti, což vyvolává nároky na velký paměťový prostor.
- e) **Zpracování programu** – ten se vykonává v periodicky se opakujícím uzavřeném cyklu, tzv. skenu, tj. **paralelním** stanovením stavu vstupních a výstupních veličin (tzv. vzorkováním systému), **sériovém** řešení programu (postupné čtení a vykonávání jeho příkazů), po jehož ukončení se **paralelně** předají data do výstupních jednotek. Vzhledem k rychlosti se tedy navenek PLC jeví jako paralelní systém (lze přirovnat k reléovým systémům), ve skutečnosti, ale zpracovává data sériově. Aby se však za běhu programu eliminoval účinek I/O změn, na základě jejichž různého vyhodnocování na začátku a na konci programu by se mohli vyvodit



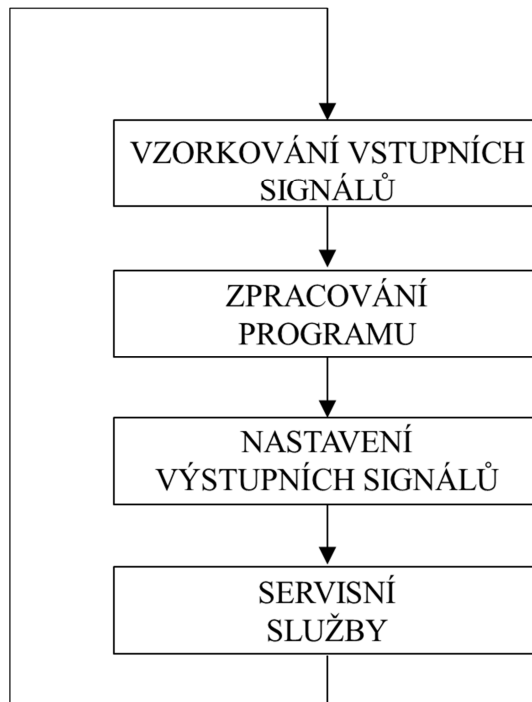
nežádoucí reakce PLC (tj. nedovolené mezi stavy vedoucí případně až k hazardům), pracuje procesor s pamětí, do které před začátkem každého skenu zapíše stavy vstupů a výstupů. Tím si PLC po dobu jednoho oběhu programu udržuje **hodnoty vstupů a výstupů konstantní** bez ohledu na právě probíhající děj v řízeném systému a s tím spojené změny. Tuto činnost řídicího systému na bázi PLC lze graficky znázornit způsobem vyznačeným na Obr. 6. [2]



Obr. 6 Tok informací v systému s PLC, převzato a upraveno z [2]

Vlastní cyklická činnost PLC, je znázorněna na Obr. 7, je tak rozdělena na čtyři úseky:

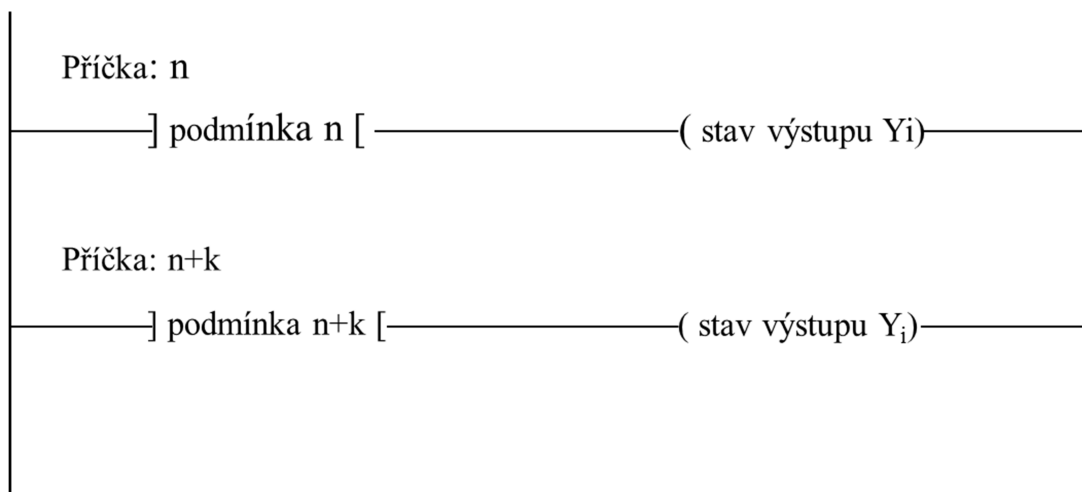
- 1) ze vstupních modulů je načten stav vstupních signálů a je zapsán do paměti (tzv. „input image“)
- 2) program postupně vyhodnocuje jednotlivé podmínky a na základě stavu vstupních, výstupních a vnitřních proměnných nastaví a do paměti výstupů zapíše nové hodnoty výstupních proměnných (tzv. „output image“)
- 3) podle hodnot průběžně zapisovaných do paměti výstupů se po ukončení programového běhu jednorázově nastaví výstupní moduly, které aktivují akční členy
- 4) v závěrečné fázi skenu (tzv. „homekeeping = communications + processoroverhead“) se vyhodnotí stavový soubor a nastaví se jeho aktualizované parametry, tj. vyřídí se komunikace s ostatními zařízeními na síti, obslouží se časová základna, vynuluje registr doby posledního skenu (kontrola doby skenu) atd., čímž je PLC připraven na další sken. [2]



Obr. 7 Cyklus činnosti PLC, převzato a upraveno z [2]

Tento sériový běh programu implikuje **dva důsledky**:

- 1) Při snímání velmi krátkých impulzů (kratších než je cyklus zpracování programu) může nastat situace, kdy se krátký vstupní impulz vyskytne mimo interval skenování vstupů. Takový impulz PLC vůbec nezaregistruje a tím i nevyhodnotí, proto se pro snímání krátkých rychlých pulzů používají speciální vstupní karty (např. čítač rychlých impulzů, označovaným termínem High Speed Counter, užívaný pro snímání signálů inkrementálních čidel polohy).
- 2) Do paměti obrazů výstupů se pro daný akční člen nahraje ten stav, který je uveden na nejzazším místě programu, takže vliv výstupních hodnot předchozích podmínek se vůbec neuplatní, což lze graficky vyjádřit následujícím schématem na Obr. 8, s částí programu pro obsluhu  $i$ -tého akčního členu  $Y_i$  (vysvětlení použité symboliky viz kapitola 2.6.).



Obr. 8 Sériový tok programu, převzato a upraveno z [2]

V uvedeném programu nebude při řízení výstupu  $Y_i$  podmínka  $n$  vůbec respektována, protože z paměti obrazů výstupů se do příslušné karty přepíše až poslední stav po ukončení běhu celého programu, tj. stav odvozený od podmínky  $(n + k)$ . [2]

### **Důvody používání skenovacího principu činnosti:**

- 1) **Odolnost proti rušení** – poruchové signály působící mimo interval vstupního skenu, se vůbec neprojeví.
- 2) **Znovu spustitelnost** programu od posledního stavu dosaženého před výpadkem napájení či jinou poruchou.
- 3) **Vzájemná nezávislost operací** v programu – chyba v jedné části programu neovlivňuje jeho další úsek.
- 4) **Nepřekročení doby cyklu programu** – skenovací princip zabezpečuje kontrolu periodického vykonávání programu – stavový soubor vždy obsahuje ve svých registrech jednak registr, v němž je zaznamenávána odměřovaná doba právě probíhajícího cyklu, a registr s parametrem „watchdog“, kterým je průběh aktuálního skenu limitován. Při jeho překročení (např. z důvodu chybně naprogramované smyčky, která se cyklicky opakuje) se ohlásí hlavní chyba s kódem indikovaným v dalších registrech stavového souboru. Tento stav bývá ošetřen přechodem programu do režimu podprogramu obsluhy hlavní chyby.
- 5) **Snadná programovatelnost** – princip umožňuje pohodlné a přehledné upravování programu, snadná je i identifikovatelnost místa vyžadujícího úpravy aplikací instrukcí pro „zmrazení“ stavu systému v určitém okamžiku. [2]

## **2.6. Způsoby programování PLC**

Protože PLC byly původně určeny především jako náhrada logických (kontaktních i bezkontaktních) řídicích systémů, vycházejí programovací jazyky z požadavku na přímý přepis logických funkcí do řídicího programu. V současné době vytlačují vzhledem ke svým parametrům i klasické regulátory (resp. s nimi splývají), protože soubor jejich instrukcí dnes běžně obsahuje i instrukce pro popis činnosti nespojitých i spojitých regulátorů. Z tohoto důvodu existuje v oblasti programování PLC mnoho firemních jazyků orientovaných na technické vybavení příslušného výrobce automatizačních prvků. Tím neúměrně rostou problémy dané vzájemnou nekompatibilitou programového vybavení automatizačních prostředků různých výrobců. Reakcí na tuto situaci je snaha o normalizaci programování PLC, což přináší norma IEC 1131 definující požadavky na vlastnosti programového vybavení PLC následujícími podmínkami: [2]

- 1) Nezávislost na technickém vybavení (tím se zabrání opakovanému vývoji jednou již odladěného programu pro aplikaci s jiným typem PLC, užívá se pojem *reusable software*).
- 2) Jednotný programátorský přístup (ušetří se čas pro zapracování a proškolení pracovníků a umožní oprostít se od orientace na jednoho výrobce PLC).
- 3) Možnost ladění softwaru již ve fázi návrhu, tj. v tzv. fázi off-line programování (čímž se předejde situacím, kdy programová chyba může způsobit v testovací či startovací fázi dokonce i technickou poruchu zařízení).
- 4) Strukturovanost a modularitu (vystihují skutečnost, že logický řídicí systém je začleněn do složitějšího celku, který může obsahovat i podsystémy spojitěho řízení, optimalizace, adaptivity či v případě několika podsystémů paralelního zpracování více úloh současně). [2]

**Rozdělení programovacích jazyků** – lze principiálně rozdělit do dvou skupin:

- a) textové jazyky (IL, ST)
- b) grafické jazyky (LD, FBD, SFC) [2]

### Textové jazyky

**a1) jazyk seznamu instrukcí** – (IL, AWL), používá se též označení jazyk mnemokódů, představuje programování na úrovni blízké assembleru. [2]

**Příklad:** Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče.

Tlačítkem Start se má spotřebič zapnout a má zůstat zapnutý i po uvolnění tlačítka. Tlačítkem Stop se má spotřebič vypnout. Tlačítko Start je připojeno na vstupní svorku X0.0, tlačítko Stop je připojeno na vstupní svorku X0.1, stykač je připojen na výstupní svorku Y0.0. Viz Obr. 9.

Program je zapsán pro PLC Tecomat:

```
LD X0.0;      načtení hodnoty vstupu tlačítka „Start“ (svorka X0.0)
OR Y0.0;      „přidržený kontakt stykače“ spotřebič ve stavu „zap“
ANC X0.1;     načtení a negování hodnoty vstupu tlačítka „Stop“ (svorka X0.1)
WR Y0.0;     aktivace spotřebiče (sepnutí stykače)
```

**Obr. 9** Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyce IL, převzato a upraveno z [2]

**a2) jazyk strukturovaného textu** – (ST) řeší úlohy automatického řízení užitím algoritmického jazyka, podobně jako se řeší matematické úlohy. Je to vyšší programovací jazyk pascalovského typu obsahující prostředky pro výběr (IF, THEN, ELSE, CASE OF) a pro iterační smyčky (FOR, WHILE, REPEAT). [2] Viz Obr. 10.

**Příklad:** Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče.

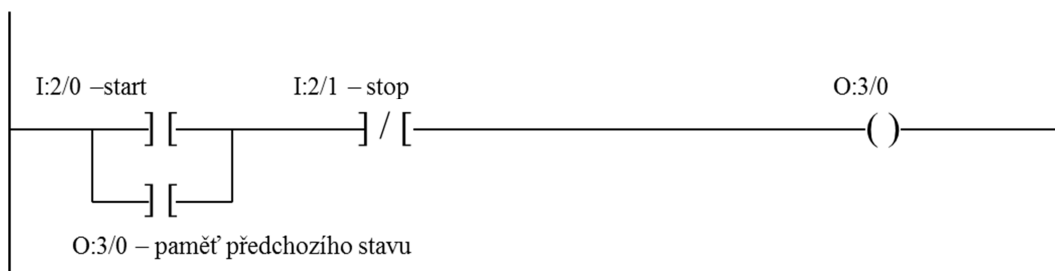
```
PROGRAM AUTOMAT
USES CRT ;
VAR
  K : CHAR;
BEGIN
  CLRSCR;
  WRITELN ('DVOUTL. OVLADADANI SPOTREBICE : S=START, Q=STOP,
X=KONEC PROGRAMU');
  REPEAT
    K := READKEY;
  REPEAT
    IF UPCASE (K) = 'S' THEN
  BEGIN
    SOUND (300) ; DELAY (200) : NOSOUND
  END
    ELSE IF UPCASE (K) = 'Q' THEN NOSOUND;
    IF UPCASE (K) = 'X' THEN BREAK;
    UNTIL KEYPRESSED
  UNTIL UPCASE (K) = 'X'
    NOSOUND;
  END
```

**Obr. 10** Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyce ST, převzato a upraveno z [2]

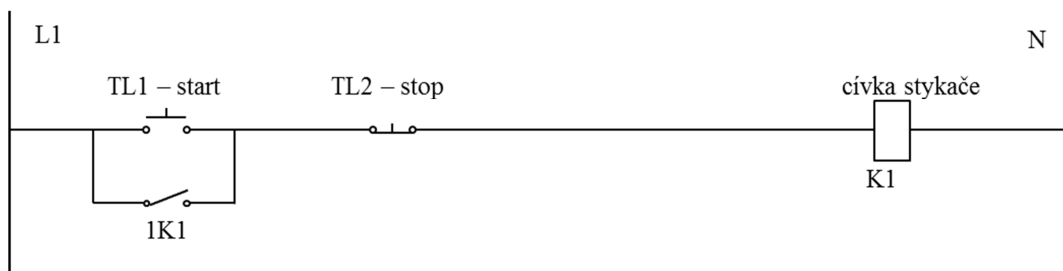
## Grafické jazyky

**b1) jazyk příčkového diagramu** – vychází ze symbolů liniových schémat (LD, KOP), svou grafickou podobou připomíná žebřík (angl. ladder). Dále se pro tento jazyk používají názvy žebříčkové, liniové, reléové nebo kontaktní schéma. Jedná se o síť spínacích a rozpínacích kontaktů, cívek elektromagnetů, graficky vyjádřených funkcí a bloků, návěští, datových a spojovacích prvků ohraničených zleva a zprava napájecími sběrnicemi. Mezi těmito sběrnicemi („napájení“ a „uzemnění“) se kreslí zleva doprava jednotlivé „proudové“ cesty přes spínací resp. rozpínací kontakty, značené hranatými závorkami, tj. značkou ] [, resp. ]/[. Tato proudová cesta se vpravo ukončí výstupem značeným kulatými závorkami, tj. značkou (). Pro funkce a funkční bloky začleněné do tohoto „kontaktního“ schématu musí být samozřejmě deklarován nejméně jeden binární vstup a výstup pro ošetření toku binárních dat. Používané symboly tří symboly pro zapínací, resp. rozpínací kontakt a cívku, přestože neodpovídají normě kreslení elektrotechnických prvků, používají se pro jejich výskyt na klávesnici PC. V editorech některých výrobců se místo hranatých závorek používají pouze vsvislá lomítka. [2] Viz Obr. 11.

**Příklad:** Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče.



Obr. 11 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyce LD, převzato a upraveno z [2]

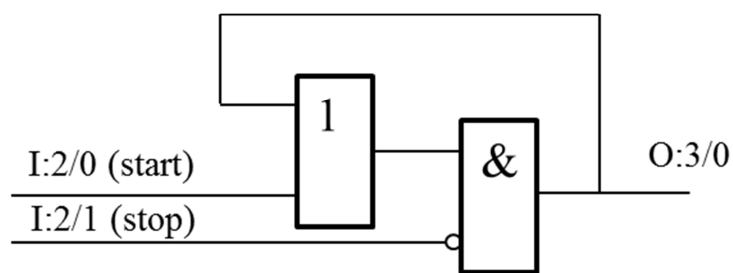


Obr. 12 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v obvodovém schématu, převzato a upraveno z [2]

Jazyk příčkových diagramů principiálně vychází z grafické analogie s obvodovými schématy, což lze obvodem dvoutlačítkového ovládání spotřebiče názorně ilustrovat způsobem znázorněným na Obr. 12. [2]

**b2) jazyk funkčních bloků** – (FBD, FBS) využívající značky pro kreslení blokových schémat v elektrotechnice (mj. symboliku značení prvků číslicové techniky), takže svým provedením odpovídají schématům zapojení obvodů číslicové techniky. [2] Značka logické funkce se skládá z bloku, v jehož horní části je umístěn symbol logické funkce. Značky se ve schématech obvykle řadí tak, aby vstupy byly umístěny vlevo a výstupy vpravo. Vstupy a výstupy schematických značek nesou ještě označení, zda je vstup nebo výstup aktivní v jedničce (žádný dodatečný symbol) nebo je aktivní v nule (značení kroužkem nebo trojúhelníčkem). [5]

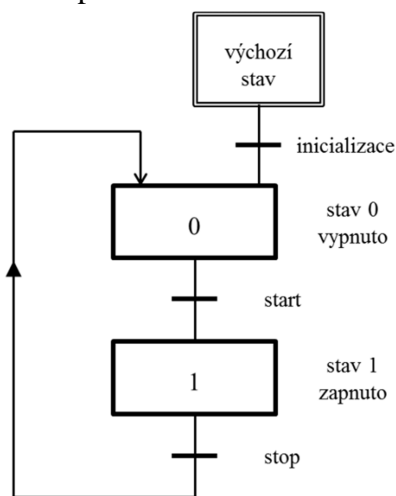
**Příklad:** Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče.



Obr. 13 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyku FBD, převzato a upraveno z [2]

**b3) jazyk sekvenčních blokových schémat** – (SFC), nejčastěji se užívá označení GRAFCET z francouzštiny vzhledem k francouzskému původu metody. Metoda využívá dva základní prvky – **krok a přechod** -, přičemž činnost řízeného systému je popsána množinou sekvenčně navazujících kroků oddělených přechody. Kroky reprezentují akce, které mohou být vykonávány (a to i paralelně), a označují se obdélníkem, přechody definují podmínky, které musí být splněny před započítím dalšího kroku, označují se vodorovnou silnou příčkou. Tím tento jazyk umožňuje formulaci instrukcí kroků a přechodů v kterémkoli ze zbývajících čtyř jazyků (IL, ST, LD, FBD) a je tak všem nadřazen. [2]

**Příklad:** Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče.



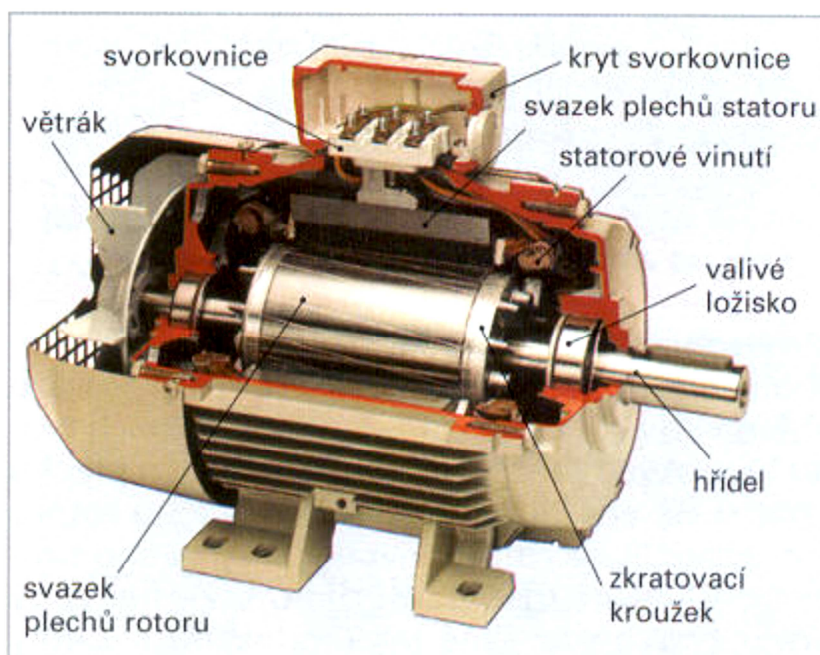
Obr. 14 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyku SFC, převzato a upraveno z [2]

### 3. Asynchronní motor s kotvou nakrátko

Asynchronní motory jsou velice rozšířeným pohonem v průmyslu. Vyrábějí se buď jednofázové, nebo třífázové. Vyznačují se konstrukční jednoduchostí a provozní spolehlivostí. Motory zejména nižších výkonů, nevyžadují kvalifikovanou obsluhu. Asynchronní motory se vyrábějí od výkonů zlomků wattů do výkonu několika stovek kilowattů. Dříve se uplatňovaly především v odvětvích průmyslu, kde se nevyžadovala regulace rychlosti otáčení. S rozvojem výkonové elektroniky byla překonána i tato nevýhoda. Tuto nevýhodu odstraňují polovodičové měniče kmitočtu. [6]

Hlavní části trojfázového asynchronního motoru tvoří stator, rotor a ložiskové štíty. Ve statorové kostře je zalisován statorový svazek. Statorová kostra je většinou z litiny nebo je svařovaná. Zejména menší stroje mohou mít kostru z nemagnetického materiálu či plastů. Statorový svazek je složen z elektrotechnických izolovaných plechů tloušťky 0,3 až 0,5 mm. Plechy mají na svém vnitřním průměru drážkování, ve kterém je uloženo trojfázové statorové vinutí z měděných nebo hliníkových vodičů. Rotorový svazek, který složen taktéž z elektrotechnických izolovaných plechů, je u menších strojů nalisován přímo na hřídel motoru, u větších strojů se lisuje na lité nebo svařované hvězdice, které jsou naklínované na hřídeli. [6]

Složením statoru a rotoru z jednostranně izolovaných elektrotechnických plechů, prakticky zabráníme ztrátám vířivými proudy.



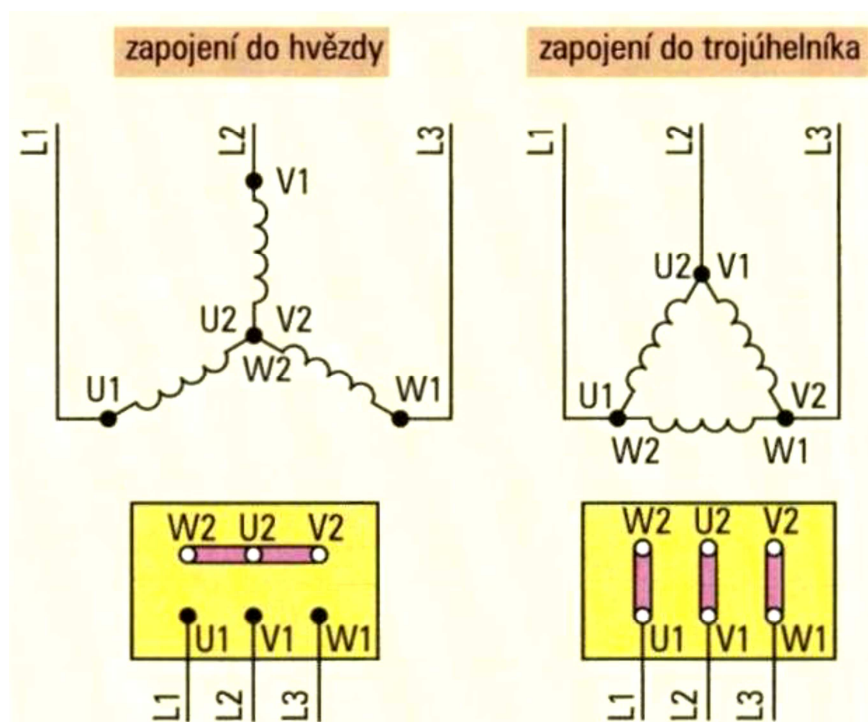
Obr. 15 Trojfázový motor s kotvou na krátko, převzato a upraveno z [7]

Motory s kotvou na krátko mají rotorové drážky vyplněny hliníkovými nebo měděnými tyčemi, které jsou na obou stranách spojeny kruhy na krátko a dohromady vytváří klec, viz Obr. 16 Výrobně nejlevnější jsou hliníkové klece. Celá klec včetně lopatek vznikne najednou odlitím roztaveného hliníku do formy s vloženým rotorovým svazkem. [6]



Obr. 16 Klecová kotva bez rotorových plechů a tvary drážek, převzato a upraveno z [7]

Statorové vinutí se může skládat ze dvoupólového nebo vícepólového vinutí. Do drážek statorového svazku plechů jsou vložena tři vinutí, jejichž začátky jsou proti sobě posunuty o  $120^\circ$ . Spojíme konce těchto tří vinutí, vznikne zapojení do hvězdy **Y**. Je-li spojen konec jednoho vinutí se začátkem následujícího vinutí vzniká zapojení do trojúhelníka **D**.



Obr. 17 Zapojení statorového vinutí na svorkovnici motoru do Y a do D, převzato a upraveno z [7]



Po připojení statorového vinutí k elektrické trojfázové síti, vznikne točivé elektromagnetické pole. Otáčky tohoto pole závisí na frekvenci sítě a počtu pólů vinutí, viz Tab. 1. Čím vyšší je frekvence sítě a čím menší je počet pólů, tím větší jsou otáčky. [7]

Počet pólů	2	4	6	8	10	12	16
Počet pólů párů	1	2	3	4	5	6	8
Otáčky (1/ min)	3000	1500	1000	750	600	500	375

Tab. 1 Synchronní otáčky pro běžné počty pólů párů, při  $f = 50$  Hz

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} [\text{min}^{-1}] \quad (1)$$

Pro synchronní rychlost otáčení platí vztah (1), kde:

$n_s$  synchronní rychlost otáčení [ $\text{min}^{-1}$ ]

$f$  frekvence napájecí sítě [Hz]

$p$  počet pólů párů

Aby vznikl točivý moment, musí točivé pole vytvořit indukci proud v rotoru. Otáčky rotoru musí být proto stále menší než tzv. synchronní otáčky točivého pole  $n_s$ . Rozdíl v otáčkách se nazývá **skluz** dle vztahu (2). Skluz se uvádí většinou v procentech vztažených na synchronní otáčky točivého pole podle vztahu (3). U motorů do 5,5 kW je to 3,5% až 6%, u motorů o větších výkonech asi 2,5% až 3,5%. [7]

$$\Delta n = n_s - n [\text{min}^{-1}] \quad (2)$$

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 [\%] \quad (3)$$

kde:

$\Delta n$  skluz otáček [ $\text{min}^{-1}$ ]

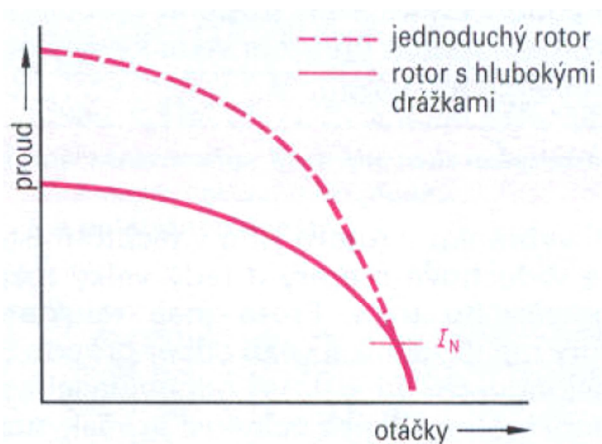
$n_s$  synchronní rychlost otáčení [ $\text{min}^{-1}$ ]

$n$  rychlost otáčení rotoru [ $\text{min}^{-1}$ ]

$s$  relativní skluz [%]

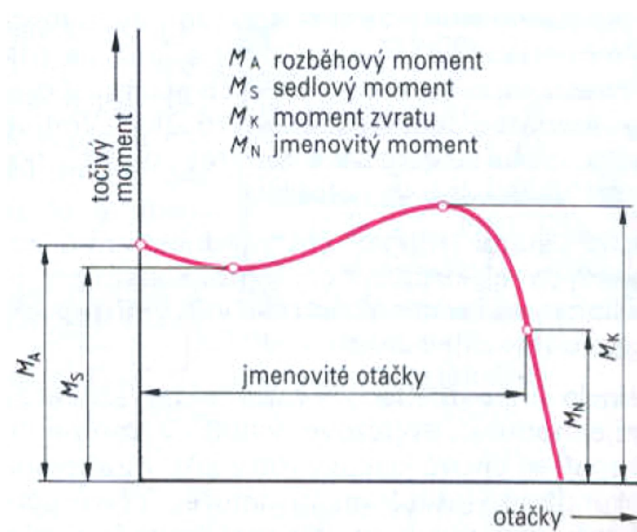
**Skluz asynchronních motorů se zatížením roste.**

Chování klecového rotoru lze vysvětlit na rotoru s vodiči kruhového průřezu. V okamžiku zapnutí motoru se nehybný rotor chová převážně jako indukčnost. Činný odpor vodivé klece je velmi malý. Rozběhový proud (Obr. 18) proto může dosáhnout až desetinásobku jmenovité hodnoty (jako zkratový proud transformátoru). Pro jeho velký fázový posun za magnetickým tokem je však točivý moment malý. S rostoucími otáčkami klesá indukovaný proud v rotoru, protože klesá induktivní reaktance rotoru, zmenšuje se současně fázový posun mezi napětím a proudem v rotoru. [7]

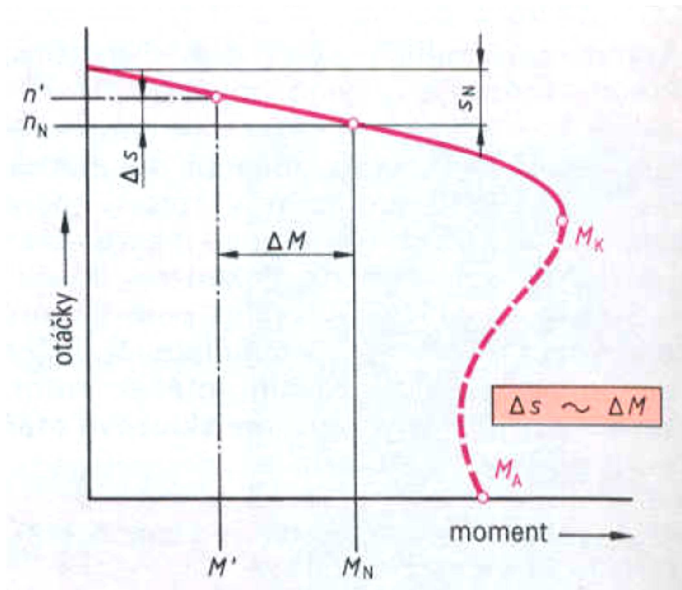


Obr. 18 Průběh velikosti odebíraného  $I$  v závislosti na otáčkách, převzato a upraveno z [7]

Průběh momentu v závislosti na otáčkách tj. momentová charakteristika motoru (Obr. 19) ukazuje nárůst až do hodnoty  $M_K$  momentu zvratu, kdy začne pokles rychlosti změň indukčního toku ve smyčkách rotoru převažovat nad vlivy zvětšujícími moment. Při jmenovitých otáčkách působí jmenovitý moment  $M_N$  (jmenovité zatížení). V nezatíženém stavu dosahuje motor téměř synchronních otáček  $n_s$ . V okolí jmenovitého momentu  $M_N$  jsou změny skluzu úměrné změnám zatížení  $\Delta M$ , neboť je zde charakteristika téměř lineární (Obr. 20). Při nárůstu zatížení klesají otáčky motoru jen málo. [7]



Obr. 19 Momentová charakteristika asynchronního motoru, převzato a upraveno z [7]



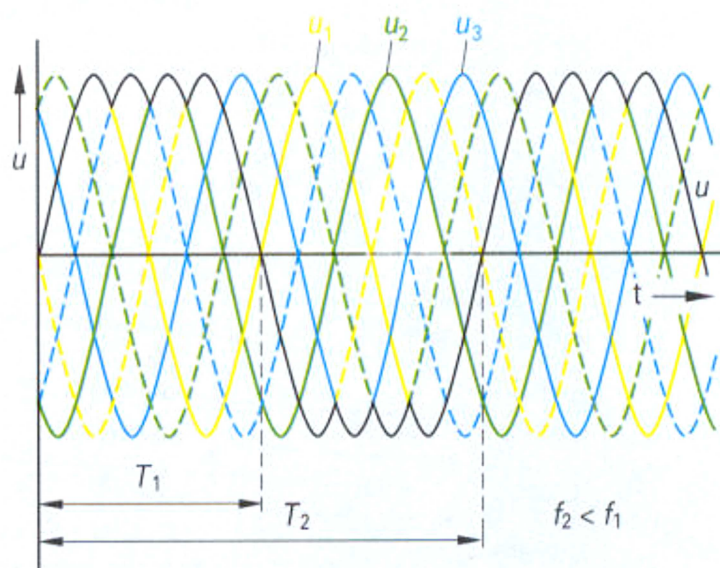
Obr. 20 Zatěžovací charakteristika asynchronního motoru, převzato a upraveno z [7]

Jak již bylo zmíněno výše motory s kotvou na krátko, jsou výrobně levné, lehké, nenáročné na údržbu. Slouží jako pohony výrobních strojů malého a středního výkonu, např. pohony obráběcích strojů, jeřábů, ventilátorů, dopravníků, čerpadel.

## 4. Frekvenční měnič

Při řízení střídavých pohonů se většinou používají měniče frekvence. Měníče frekvence mění jednofázový nebo trojfázový proud určitého napětí a frekvence na jiný jednofázový nebo trojfázový proud jiného napětí a frekvence a umožňují řídit otáčky elektromotoru s točivým polem. [7]

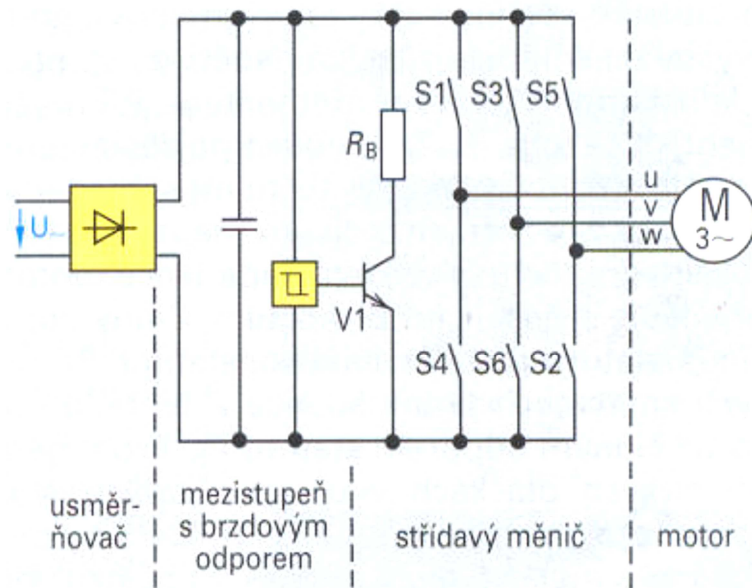
**Přímé měniče**, používané jen pro velké výkony až do 150 kW, připojují postupně motorová vinutí na napětí různých fází a snižují tak frekvenci stupňovitě (Obr. 21). Nevýhodou přímých měničů je, že výchozí kmitočet může být měněn jen stupňovitě po poměrně velkých krocích a může být jen menší, než je frekvence výchozí (většinou síťová frekvence 50 Hz). [7]



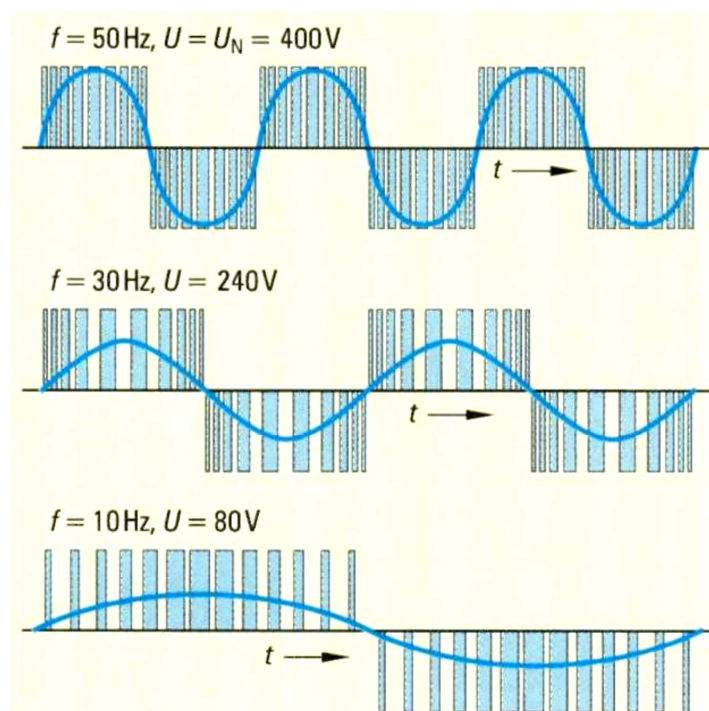
Obr. 21 Princip přímého měniče frekvence, převzato a upraveno z [7]

**Měníče frekvence s mezistupněm** (Obr. 22) nabízejí lepší možnosti. Neřízený usměrňovač mění síťové napětí. Připojený trojfázový sinusový pulzní střídavý měnič mění stejnosměrné napětí s šířkově modulovanými obdélníkovými pulzy (Obr. 23). Indukčnost vinutí motoru zajistí sinusový průběh proudu. Generátorová energie vznikající při brzděném režimu motoru je vracena do sítě z ekonomických důvodů jen při velkých výkonech pohonů (nad 30 kW). Při pohonech nízkého a středního výkonu je tato přebytečná energie přeměňována v teplo v brzdových rezistorech. Brzdový odpor  $R_B$  v mezistupni (Obr. 22) je tranzistorem Q7 paralelně zařazován, jakmile mezi obvodové napětí překračuje předepsanou hodnotu. [7]

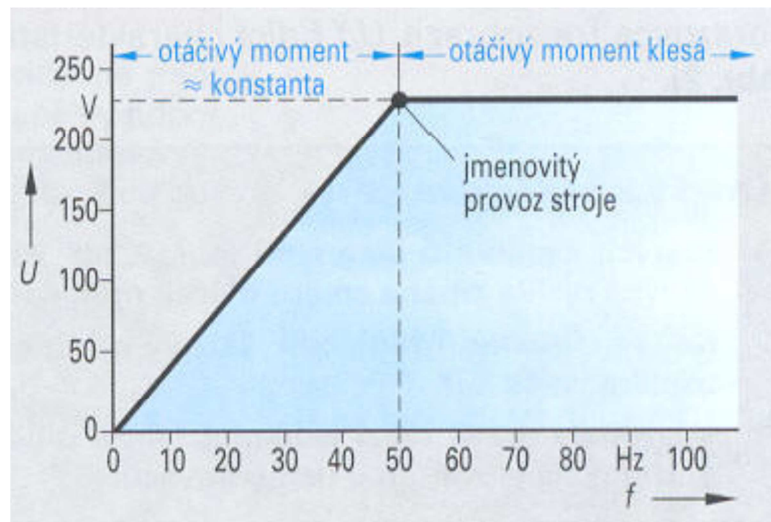
Mění-li se frekvence napětí na asynchronním motoru, jehož náhradním zapojením je sériový RL obvod mění se celková impedance  $Z$ . Klesá-li frekvence, klesá také  $X_L$  a tím klesá také  $Z$ . Proto je při každé frekvenci jiný proud a tím jiný točivý moment. K udržení konstantního točivého momentu je u měničů frekvence vyžadována pevně definovaná závislost mezi napětím a kmitočtem. Tato stanovená závislost (charakteristika) se nazývá  **$U/f$  přizpůsobení** (Obr. 24). [7]



Obr. 22 Měníč frekvence s mezistupněm, převzato a upraveno z [7]

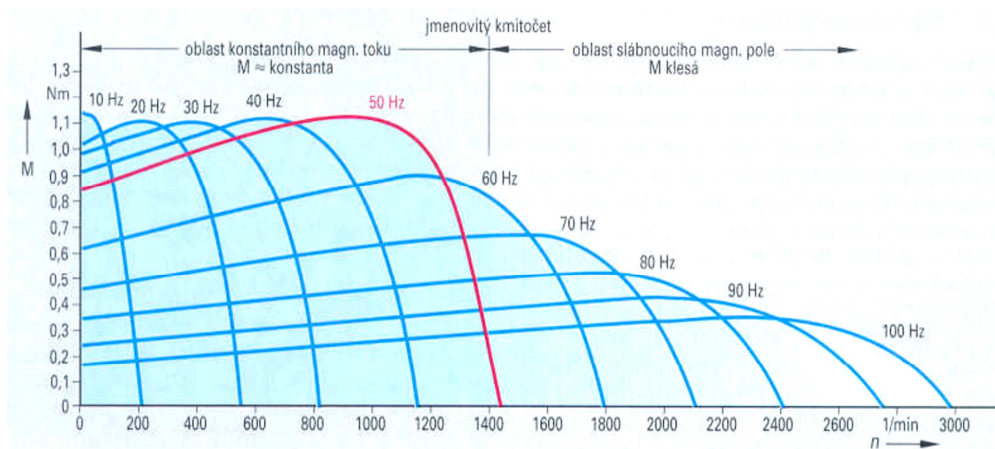


Obr. 23 Princip pulzně šířkové modulace, převzato a upraveno z [7]



Obr. 24 Charakteristika  $U/f$  měniče frekvence, převzato a upraveno z [7]

Většina měničů frekvence s mezistupněm umožňuje provoz zhruba do dvojnásobku síťové frekvence. Z charakteristik motoru (Obr. 25) je vidět, že by muselo být na svorky motoru připojeno alespoň dvojnásobné napětí sítě, aby se dosáhlo stejného točivého momentu v celém rozsahu od 0 Hz do  $f_{MAX}$ .

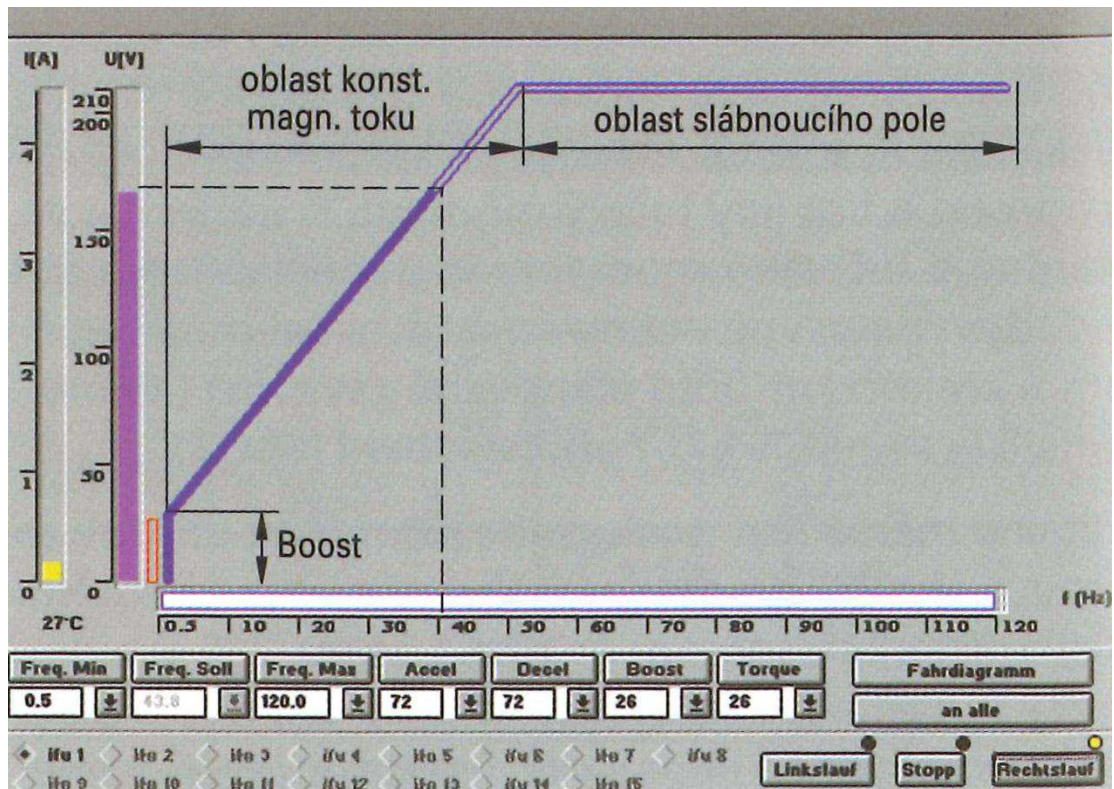


Obr. 25 Charakter. závislosti momentu na otáčkách při různých frekvencích, převzato a upraveno z [7]

Měnič může připojit na motor maximálně společně napětí, které je na mezistupni. Tím narůstá výstupní napětí jen do určité frekvence. Zlomový bod charakteristiky (Obr. 24) je umístěn většinou tak, že při jmenovité frekvenci je na motoru i jmenovité napětí. Při dalším zvyšování frekvence zůstává napětí konstantní. Motor je tak provozován až do jmenovitých otáček s konstantním točivým momentem. Při zvyšování otáček nad jmenovité otáčky pak točivý moment klesá (Obr. 25). Tato oblast poklesu se nazývá **oblast slábnoucího pole**. Asynchronní motor připojovaný na měnič frekvence musí být tedy o něco výkonnější, aby pracoval i při minimálním kmitočtu s požadovaným točivým momentem. Při frekvencích v oblasti jmenovité frekvence nebo vyšších frekvencích je celková impedance motoru tvořena převážně indukční reaktancí  $X_L$ , která se zmenšuje s klesající



frekvencí. Činný odpor vinutí statoru zůstává stále konstantní. Při nízkých frekvencích je impedance  $Z$  tvořena převážně činným odporem  $R_S$ . Proto nelze při nízkých otáčkách využívat charakteristiku  $U/f$  přizpůsobení (Obr. 24), která by byla lineární a měla zároveň začátek v počátku souřadnic (0 Hz, 0 V). Při požadavku linearity je tedy začátek charakteristiky posunut trochu nahoru na ose napětí (Obr. 26). Tato korekce se nazývá **kompence odporu statoru**, nebo Boost setting (zvednuté nastavení počátku). [7]



Obr. 26 Počítačové zobrazení charakter. měniče frekvence, převzato a upraveno z [7]

V dnešní době lze provádět parametrizaci a diagnostiku frekvenčních měničů pohodlně za použití PC a aplikací k tomu určených (Obr. 26).

## 5. Odporový kovový snímač teploty Pt 100

Princip odporových snímačů teploty spočívá ve využití závislosti odporu kovů na teplotě. Základní materiálovou konstantou popisu této závislosti je teplotní součinitel odporu standardně označovaný symbolem  $\alpha$  a je dán vztahem (4). Jeho hodnota je definována poměrnou změnou odporu vztaženou na jednotkovou změnu teploty. [2]

$$\alpha = \frac{\Delta R}{R_0 \cdot \Delta \vartheta} [K^{-1}] \quad (4)$$

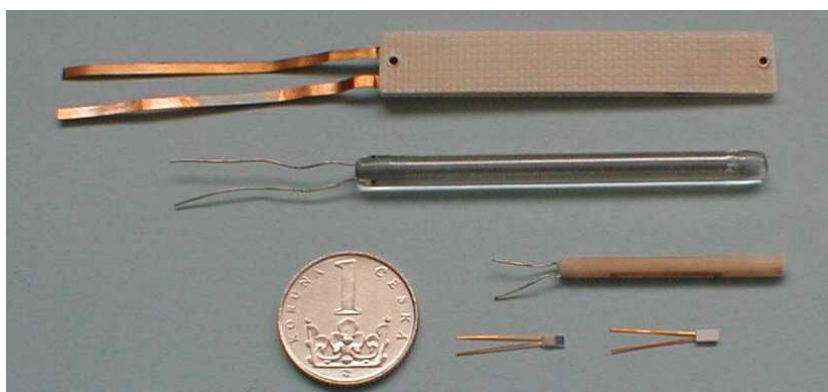
Další vlastnosti odporových kovových snímačů jsou dány parametry:

$R_0$	hodnota odporu při teplotě 0 °C [ $\Omega$ ]
$R_{100}$	hodnota odporu při teplotě 100 °C [ $\Omega$ ]
$R_{\vartheta}$	hodnota odporu při teplotě $\vartheta$ °C [ $\Omega$ ] je dána vztahem (5)
$W_{100}$	poměr odporů při teplotě 100 a 0 °C
$W_{\vartheta}$	poměr odporů při teplotě $\vartheta$ a 0 °C

Hodnota součinitele  $\alpha$  je řádu  $10^{-3} K^{-1}$ , pro platinu je ( $\alpha_{Pt} = 0,00385$ ).

$$R_{\vartheta} = R_0 \cdot (1 + \Delta \vartheta \cdot \alpha) [\Omega] \quad (5)$$

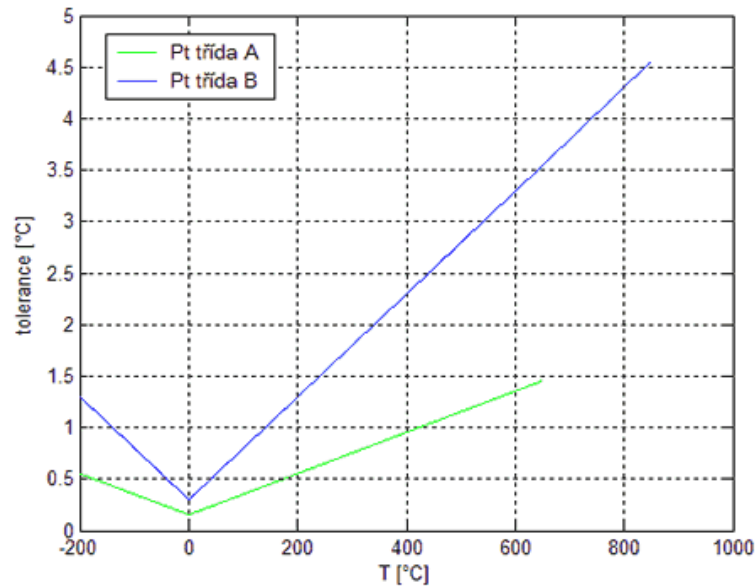
Součinitel  $\alpha$  by měl být teplotně nezávislý, časově stálý (tj. beze změn vlivem stárnutí) a pokud možno maximální. Využívá se proto především platina, která je navíc chemicky inertní a má vysoký bod tání. Platinová čidla jsou vinutá z odporového drátu nebo jsou vrstevová. Čidla z odporového drátu jsou zhotovena bifilárním vinutím na vnější povrch keramického tělíska, nebo je drát uložen do kapilár nosného tělíska. Na povrchu je čidlo obvykle chráněno keramickým smaltem. Vrstevová čidla jsou většinou vyráběna technologií napařování na keramickou destičku. Pro dlouhodobou stabilitu jsou pokryta speciálními laky. Obvyklá základní hodnota  $R_0 = 100 \Omega$ , poměr  $W_{100} = 1,3850$ . [2]



Obr. 27 Různé druhy provedení snímačů Pt 100, převzato a upraveno z [8]



Snímače se vyrábějí ve dvou tolerančních třídách, a to s třídou přesnosti 1 (třída A) pro rozsahy  $-200\text{ °C} \div 650\text{ °C}$  a s třídou přesnosti 2 (třída B) pro rozsahy  $-200\text{ °C} \div 800\text{ °C}$ , pro které norma ČSN IEC 751 (EN 60 751) uvádí funkční (lineární) závislost dovolené odchylky měřeného odporu od základních hodnot odporového snímače (Obr. 28). [2]



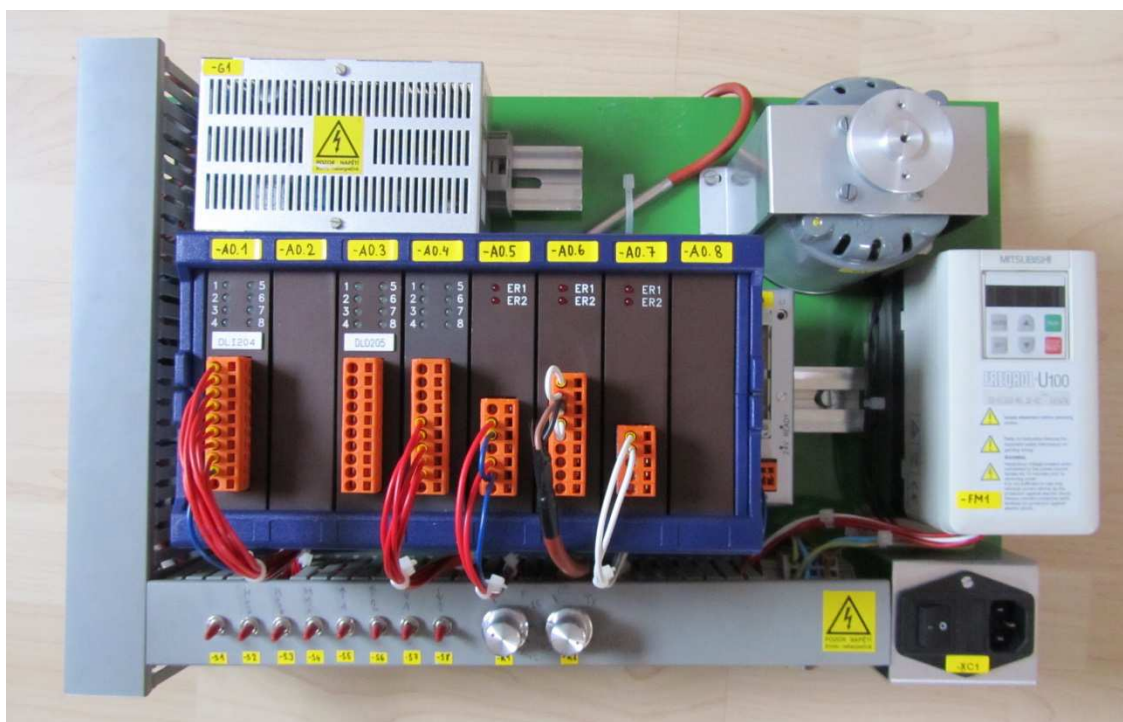
Obr. 28 Tolerance platíkových měřících odporů, převzato a upraveno z [2]

Výhodou je jejich velký teplotní rozsah, linearita průběhu odporové charakteristiky v závislosti na teplotě. Nevýhodou odporového snímače tohoto typu je poměrně velká časová konstanta, dána konstrukčním řešením umístění odporového materiálu do ochranných vrstev.

## 6. Popis sestavy

V rámci praktické části mé práce jsem navrhnul a postavil sestavu, která se skládá z programovatelného logického automatu, měniče frekvence, trojfázového asynchronního motoru, zdroje malého napětí, spínačů, potenciometrů a vstupní zásuvky s vypínačem. Takto osazená sestava bude sloužit pro naprogramování a oživení úloh pokrývajících základy činnosti s programovatelným logickým automatem.

Komponenty sestavy jsou osazeny na povrchově upraveném plechu síly 2 mm. A to dvojím způsobem. První způsob uchycení je za pomoci různých přizpůsobovacích mechanických konstrukcí. Konkrétně uchycení motoru a vstupní zásuvky s vypínačem. Druhým způsobem je systém uchycení na tzv. DIN lištu TS 35, toto uchycení představuje velice rychlou a spolehlivou montáž přístrojů. Tímto způsobem jsou uchyceny zdroj malého napětí a programovatelný automat. Pro vedení propojovacích vodičů jsou použité umělohmotné kabelové žlaby o rozměru 40 x 80 mm. Rozmístění komponent sestavy je patrné z Obr. 29.



Obr. 29 Rozmístění komponent sestavy

XC1	Vstupní zásuvka s vypínačem
A0	Stanice D26
G1	Zdroj 230 VAC/24 VDC
M1	Asynchronní motor FT4C52-00
FM1	Měnič frekvence FR-U120S-NO.2k-EC
S1 ÷ S8	Spínač
R1, R2	Potenciometr TP195 20A

Tab. 2 Specifikace komponent sestavy

System typu ZAT-D2 spadá svou konstrukcí do kategorie modulárních programovatelných automatů. ZAT-D2 se skládá ze tří částí. Základ tvoří plastová vana D2, kterou je možné konfigurovat v osmi pozicích. Moduly, jejichž základ tvoří deska plošného spoje o rozměru 100 x 80 mm osazená v plastovém rámečku. Konfigurace modulů osazených v použité stanici je uvedena v Tab. 3 Konfigurace použitého programovatelného automatu. Dále je stanice osazena řídicí deskou DRM 204. Na této desce je osazen matematický koprocessor, který vykonává výpočty v plovoucí řádové čárce. Jako komunikační rozhraní nabízí čtyři sériové kanály RS232C a jeden 10 Mbit/s ethernet kanál. S tím, že kanály TERM a T0 jsou vyhrazeny k aplikačním a diagnostickým činnostem.

Pozice ve vaně	typové označení / popis funkce
-A0.1	DLI 204 / vstupní logický modul
-A0.2	Rezerva
-A0.3	DLO 205 / výstupní logický modul
-A0.4	DLO 205 / výstupní logický modul
-A0.5	DAI 204 / vstupní analogový modul
-A0.6	DAI 202 / modul pro měření teploty
-A0.7	DAO 201 / výstupní analogový modul
-A0.8	Rezerva

Tab. 3 Konfigurace použitého programovatelného automatu

**Modul DLI 204** je určen pro zpracování vstupních logických signálů. Aktivace příslušného vstupu je indikována LED diodou na čelní straně modulu.

Parametr	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotky
Počet kanálů			8		
Vstupní napětí pro log. 1		12	24	28	V
log. 0			0	8	V
Proudová spotřeba vstupu	Vstupní napětí 24 V		7		mA
Průřez přípojovacích vodičů				2,5	mm <sup>2</sup>

Tab. 4 Vybrané technické parametry DLI 204

**Modul DLO 205** slouží k realizaci výstupních logických signálů z programovatelného automatu. Aktivovaný výstupní kanál je signalizovaný LED diodou na čelní straně modulu.

Parametr	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotky
Počet kanálů			8		
Zatížitelnost výstupů	250 V AC 30 V DC			3 3	A A
Odpor kontaktu v sepnutém stavu	1 A, 24 V		< 100		mΩ
Počet sepnutí	Odporová zátěž	5x 10 <sup>5</sup>			
Průřez připojovacích vodičů				2,5	mm <sup>2</sup>

Tab. 5 Vybrané technické parametry DLO 205

**Modul DAI 204** je vhodný pro připojení dvou snímačů s proudovým výstupem. Umožňuje připojení jak pasivních tak i aktivních snímačů vysílajících analogový signál po proudové smyčce. Diody LED signalizují jednak poruchu měřícího kanálu nebo poruchu proudové smyčky.

Parametr	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotky
Počet kanálů			2		
Měřicí rozsah			0 ÷ 5 0 ÷ 20 4 ÷ 20		mA
Rozlišení	0 ÷ 20, 4 ÷ 20 mA 0 ÷ 5 mA			10 2,5	μA
Nelinearita			±0,025	±0,05	%
Celková přesnost měření	Teplota okolí 25 °C Napájení 5 V, 24 V			0,2	%
Vstupní odpor			46		Ω
Meze pro vyhodnocení podtečení/přetečení rozsahu	Rozsah 0 ÷ 20 mA Rozsah 4 ÷ 20 mA Rozsah 0 ÷ 5 mA	-0,1 3 -0,025		24 24 6	mA
Meze pro vyhodnocení fatální chyby	Rozsah 0 ÷ 20 mA Rozsah 4 ÷ 20 mA Rozsah 0 ÷ 5 mA	-28 2 -7		28 28 7	mA
Doba převodu			180		ms
Průřez připojovacích vodičů				2,5	mm <sup>2</sup>

Tab. 6 Vybrané technické parametry DAI 204

**Modul DAI 202** slouží ke zpracování signálů z platinových (Pt 100, Pt 1000) a niklových snímačů teploty. Připojení je uzpůsobeno pro čtyř vodičové snímače. Modul je osazen osmibitovým RISC procesorem PIC 16C57. Porucha snímače teploty je signalizována LED diodou na čelní straně modulu. Typ snímače teploty se nastavuje programově.

Parametr	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotky
Počet kanálů			2		
Měřicí rozsah	Podle typu snímače	-100		850	°C
Rozlišení				0,5	°C
Nelinearita	Odchylka od ideální charakteristiky snímače			±0,5	°C
Celková přesnost měření	Teplota okolí 25 °C Napájení 5 V, 24 V			±1	°C
Meze pro vyhodnocení poruchy snímače		< 48		> 2481	Ω
Doba převodu			1		s
Průřez připojovacích vodičů				2,5	mm <sup>2</sup>

Tab. 7 Vybrané technické parametry DAI 202

**Modul DAO 201** je určen k akčním zásahům za pomoci proudové smyčky. Na desce plošného spoje je osazen osmibitový RISC procesor PIC 16C57, který provádí programovou obsluhu všech funkcí modulu a to včetně kalibrace. Přerušení výstupní proudové smyčky je indikováno LED diodou na čelní straně modulu.

Parametr	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotky
Počet kanálů			2		
Rozsah výstupního proudu			0 ÷ 24 4 ÷ 24		mA
Rozlišení				10	μA
Nelinearita				±3	μA
Celková přesnost měření	Teplota okolí 25 °C Napájení 5 V, 24 V			±36	μA
Vyhodnocení přerušení smyčky			12,6	13,5	V
Průřez připojovacích vodičů				2,5	mm <sup>2</sup>

Tab. 8 Vybrané technické parametry DAO 201

### 7.1.1. Ovládání a diagnostika DRM 204

Řídící deska DRM 204 má osazené v čelním panelu pouze jedno ovládací tlačítko pod, kterým je označení RST. Tlačítko je zapuštěné do panelu, proto je nutné pro jeho aktivaci použít nástroj. Toto konstrukční řešení je použito z důvodu funkce tlačítka. Po aktivaci tlačítka RST dojde k restartu stanice. Při provozu navazující technologie může tento úkon vyvolat mnoho nebezpečných následků, jelikož všechny uživatelské úlohy se začnou rozbíhat od začátku. Může proto dojít k nebezpečným nedefinovaným přechodovým dějům na výstupech.

Diagnostiku indikuje několik LED diod na čelní straně panelu:

- LED dioda RUN indukuje dvěma barvami, zelená signalizuje správnost běžícího programu (firmware), červená barva signalizuje chybu běžícího programu (firmware).
- LED dioda WD (WatchDog) signalizuje žlutou barvou správnou funkci uživatelských programů. V případě havárie uživatelského programu dojde ke zhasnutí signálky a resetu desky.
- Sériové porty (TERM, T0, T1, T2) jsou vybaveny dvojbarevnou LED diodou. Tyto LED diody signalizují zelenou barvou příjem dat a červenou barvou vysílání dat po komunikačním kanále.
- U kanálu určeného k připojení Ethernetu (10BASE-T) se nachází signálka s označením LINK, která indikuje správné spojení se zařízením (HUB, SWITCH) na druhé straně, tzn. přítomnost linkového signálu.

### 6.1. Popis zapojení sestavy

Zapojení sestavy je děleno na dvě části. První částí jsou napájecí obvody. Sestava se připojuje síťovou šňůrou k zásuvce -XC1 vybavené vypínačem. Z této zásuvky jsou napojeny vstupní silové svorky L1 a N frekvenčního měniče -FM1. Frekvenční měnič poté realizuje konverzi 1fázového střídavého napětí o frekvenci 50 Hz na 3fázové střídavé napětí o frekvenci v rozsahu 0,5 ÷ 120 Hz. Z výstupních svorek U, V, W, je napojen 3fázový asynchronní motor. Parametry asynchronního motoru -M1 jsou uvedeny v Tab. 9.

Typové označení	FT4C52 – 00
Výkon	90 W
Napětí	3 x 380 V
Proud	0,33A
Frekvence	50 Hz
Otáčky	2740 1/min
Krytí	IP20
Zatížení	S1

Tab. 9 Jmenovité parametry asynchronního motoru -M1

Napěťová úroveň 24 V stejnosměrných je tvořena zdrojem -G1, který je připojen vstupními svorkami na rozvod 230 V střídavých, výstupní svorky jsou propojeny s napájecími svorkami 1, 2 programovatelného logického automatu.

Druhou částí jsou ovládací obvody, tyto obvody jsou napájeny napětím 24 V stejnosměrných ze zdroje -G1. Toto napětí je přivedeno na vstupní kontakty spínačů -S1, -S2, -S3, -S4, -S5, -S6, -S7, -S8 a na vstupní vývody potenciometrů -R1 a -R2. Výstupní kontakty spínačů -S1 ÷ -S8 jsou zapojeny na vstupní modul DLI 204 ve shodném pořadí. Výstupních vývody potenciometrů -R1 a -R2 jsou propojeny na vstupní kontakty DAI 202 respektive na svorky 2 a 5, na svorky 3 a 6 je přiveden záporný pól zdroje -G1. Odporový kovový teplotní snímač Pt 100 je ve dvou vodičovém provedení, ale modul DAI 202 je konstruován pro připojení čtyř vodičově. Z tohoto důvodu jsou propojeny svorky 1 a 2 a zároveň svorky 3 a 4. Vlastní zapojení snímač Pt 100 je realizováno mezi svorky 2 a 3. Pro spojitě ovládání frekvenčního měniče -FM1 je zapojena vazba na modul DAO 201 na svorkách 1 a 2, na straně frekvenčního měniče -FM1 jsou to svorky 2, 5. Pro ovládání na úrovni proudové smyčky je nutné mezi těmito svorkami je nutné instalovat rezistor odpovídajícím hodnotám 250 Ω, 1 W. Binární povely pro ovládání frekvenčního měniče -FM1 jsou realizovány výstupním modulem DLO 205. Kontakty tohoto modulu na svorce 9 napájí interní zdroj 24 V stejnosměrných frekvenčního měniče jmenovitě svorka P24 na -FM1. Dále je provedena vazba mezi svorkami 5 a STF, 6 a STR, 7 a X1, 8 a X2.

Typové označení	FR-U120S-N0.2K-EC
Výkon motoru max.	200 W
Vstupní napětí	230 V
Vstupní frekvence	50 Hz
Výstupní napětí	400 V
Výstupní proud	1,4 A
Výstupní frekvence	0,5 ÷ 120 Hz
Krytí	IP10

Tab. 10 Jmenovité parametry frekvenčního měniče -FM1

Označení svorky	Význam
P24	Napájení
STF	Pravotočivé otáčení
STR	Reverzní otáčení
X1	Povel na 50 Hz
X2	Povel na 30 Hz

Tab. 11 Význam jednotlivých svorek frekvenčního měniče -FM1

Parametr číslo	Význam	Nastavená hodnota
Parametr 4	Úroveň frekvence pro X1	50 Hz
Parametr 5	Úroveň frekvence pro X2	30 Hz
Parametr 7	Doba rozběhu	2 s
Parametr 8	Doba doběhu	2 s
Parametr 73	Spojité zadání frekvence	0
Parametr 79	Operační mód FM	2

**Tab. 12 Nastavení parametrů frekvenčního měniče -FM1**

V Tab. 12 Nastavení parametrů frekvenčního měniče -FM1 jsou uvedeny parametry a jejich statusy pro správnou funkci frekvenčního měniče -FM1 zapojeného v sestavě s programovatelným logickým automatem.

**Na tento popis navazuje Příloha č. 1 - Schéma zapojení sestavy.**

## **6.2. Cenová rozvaha sestavy**

V této kapitole je uvedena cenová rozvaha sestavy v přibližné konfiguraci. Ceny v této rozvaze jsou pouze orientační. Některé použité komponenty se již nevyrábějí a nelze je zakoupit, z tohoto důvodu bylo nutné kalkulovat ceny ekvivalentních komponent.

Komponenta	Množství v Ks	Cena v Kč
Vstupní zásuvka s vypínačem	1	160,-
PLC	1	20 000,-
Zdroj 230 VAC/24 VDC	1	800,-
Asynchronní motor	1	2 000,-
Měnič frekvence	1	3 240,-
Spínač	8	100,-
Potenciometr	2	100,-
Celková cena		26 400,-

**Tab. 13 Cenová rozvaha sestavy**



## 7. Úlohy

V této kapitole popisují pět úloh, které byly mnou navrženy a vypracovány pro sestavu programovatelného logického automatu se vstupními ( spínače -S1 ÷ -S2, potenciometry -R1 a -R2, odporový snímač teploty Pt 100) a výstupními periferiemi (kanály výstupních modulů, frekvenční měnič -FM1). Úlohy mají za cíl pokrýt základní spektrum úloh vyskytujících se v reálné praxi a demonstraci využití PLC při jejich řešení.

Všechny úlohy se skládají z následujících částí:

- Zadání
- Úkoly
- Postup řešení
- Vypracované části dle postupu řešení
- Závěr

Pro lepší pochopení zadání doporučuji vypracovat jednotlivé úkoly vyplývající z postupu řešení, které poté poslouží jako podklad pro tvorbu logiky zdrojového programu.

Podle úvahy vyučujícího jsou pak studentům k dispozici pouze vybrané vypracované části z postupu řešení. Cílem výuky bude podnítit studenty k samostatnému plnění úloh s možností porovnat jimi předložené výstupy s výstupy uvedenými v mé práci.

### 7.1. Úloha č. 1. Čítač sepnutí

Vytvořte ASW pro realizaci čítače sepnutí podle níže uvedeného zadání. Vypracujte úkoly a postupujte dle níže uvedeného postupu řešení úlohy.

#### Zadání:

Od spínače S1 načítejte počet sepnutí a to v rozmezí  $1 \div 15$ , která budou zobrazována indikačními LED diodami na výstupní kartě respektive aktivovaným výstupním kanálem (jeho pořadové číslo = načítaný počet sepnutí), přičemž 16tá aktivace spínače S1 povede k resetu aktivních výstupních kanálů a k začátku čítání od nuly.

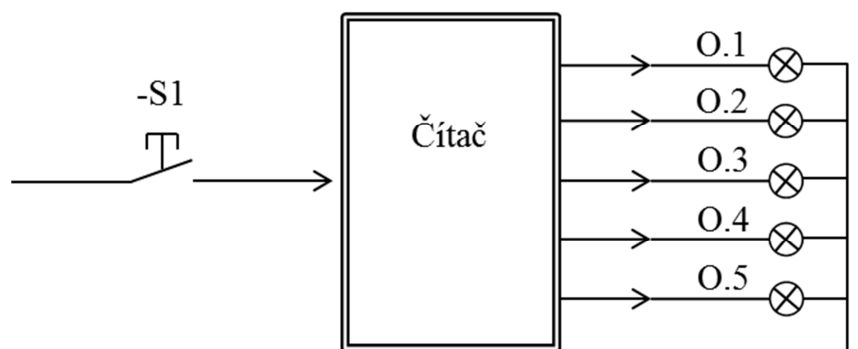
#### Úkoly:

- vytvořit aplikační software podle zadání uvedeného výše
- pro tvorbu aplikačního softwaru zvolte jeden grafický a jeden textový prostředek (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- porovnejte výhody a nevýhody zvolených programovacích prostředků

#### Postup řešení:

- načrtnout blokové ideové schéma úlohy
- sestrojít pravdivostní tabulku
- na základě dvou předchozích bodů vytvořit aplikační software
- odladění aplikačního softwaru za pomoci simulátoru (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- nahrání aplikačního softwaru do řídicí jednotky programovatelného automatu
- odladění aplikačního softwaru za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy

#### Blokové schéma:



**Seznam signálů:**

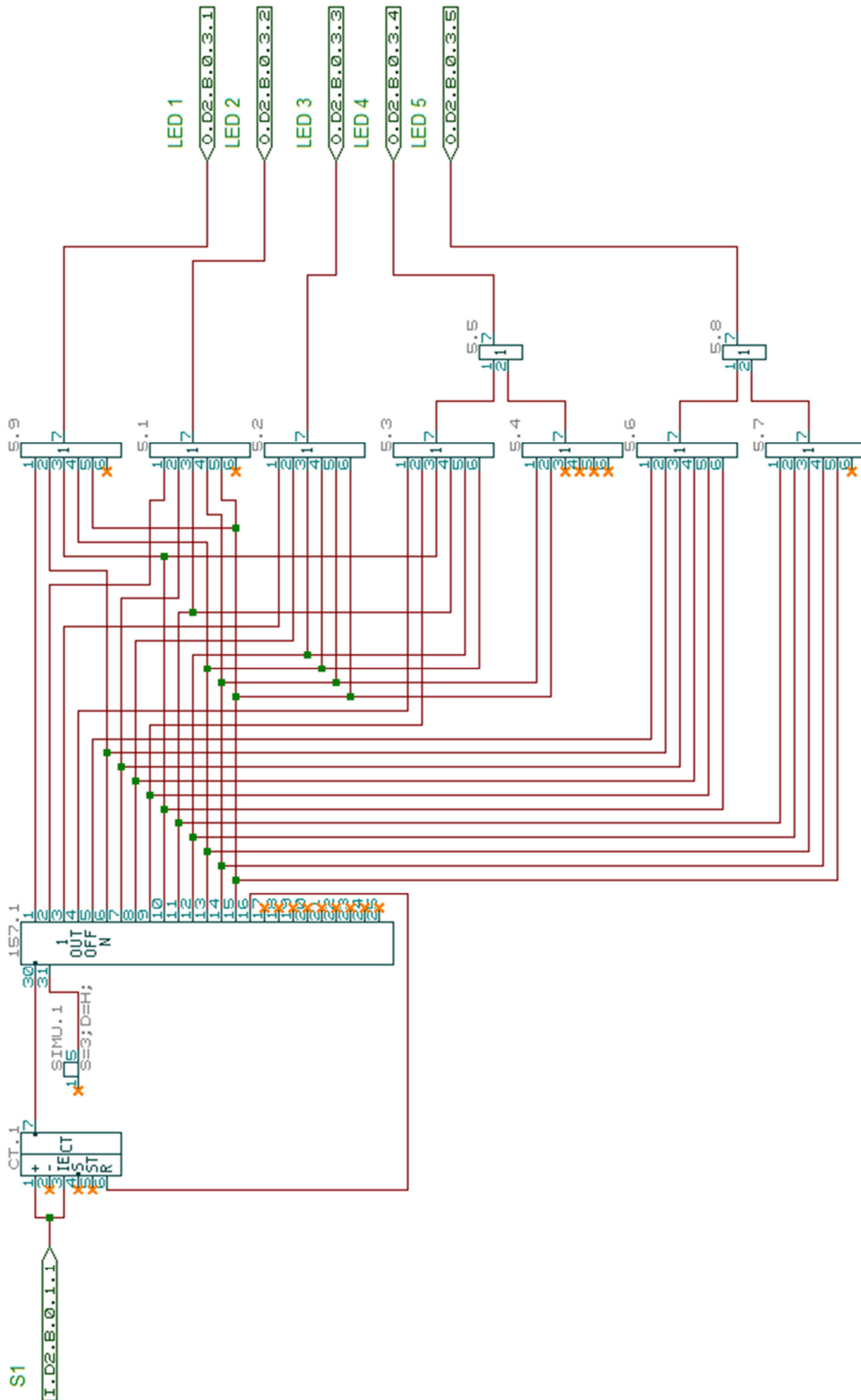
Vstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Sepnutí	S1	A.0.1.1
Výstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Dekad. Hod 1	-	A.0.3.1
Dekad. Hod 2	-	A.0.3.2
Dekad. Hod 3	-	A.0.3.3
Dekad. Hod 4	-	A.0.3.4
Dekad. Hod 5	-	A.0.3.5

**Pravdivostní tabulka:**

Počet sepnutí –S1	Výstupy				
	5	4	3	2	1
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0
4	0	1	0	0	0
5	1	0	0	0	0
6	1	0	0	0	1
7	1	0	0	1	0
8	1	0	1	0	0
9	1	1	0	0	0
10	1	1	0	0	1
11	1	1	0	1	0
12	1	1	1	0	0
13	1	1	1	0	1
14	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1
16	0	0	0	0	0

### Zdrojový program:

Vytvořený aplikační software v prostředí Pertinax 2007.



## **Závěr:**

Na základě uvedeného zadání a postupu řešení úlohy byly vypracovány jednotlivé dílčí části úlohy. Tyto dílčí části úlohy posloužily jako vstupní informace pro vytvoření aplikačního software. Tento aplikační software byl vypracován ve vývojovém prostředí Pertinax 2007 od fy ZAT a.s., které podporuje výhradně jazyk FBD. Jenž však rozsahem funkčních bloků s přehledem postačuje k realizaci této úlohy. Poté byl odladěn v simulátoru téhož vývojového prostředí. Dále byl odladěn za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy. Aplikační software splňuje všechny požadavky vyplývající ze zadání úlohy.

## **7.2. Úloha č. 2. Dávkovací ventil**

Vytvořte ASW pro ovládání elektromagnetického dávkovacího ventilu podle níže uvedeného zadání. Vypracujte úkoly a postupujte dle níže uvedeného postupu řešení úlohy.

### **Zadání:**

Pro potřebu úpravy tekutiny v potrubí 1, je nutné dávkovat chemikálii uskladněnou v nádrži. Ta je přiváděna do potrubí 1 potrubím 2, dávkování zajišťuje elektromagnetický ventil. Velikost dávky chemikálie přidávané do tekutiny (resp. doba otevření elektromagnetického ventilu), je volena v závislosti na velikosti průtoku v potrubí 1. A to v rozmezí  $0 \div 25$ ,  $25 \div 50$ ,  $50 \div 75$ ,  $75 \div 100$  v % z rozsahu snímače průtoku. Tento snímač je umístěn před zaústěním potrubí 1 do potrubí 2 v směru toku tekutiny.

Pro simulaci velikosti průtoku použijte potenciometr -R1 a jako akční člen použijte kanál výstupního logického modulu. Pro vizuální signalizaci sepnutí poslouží indikační LED dioda u aktivovaného kanálu.

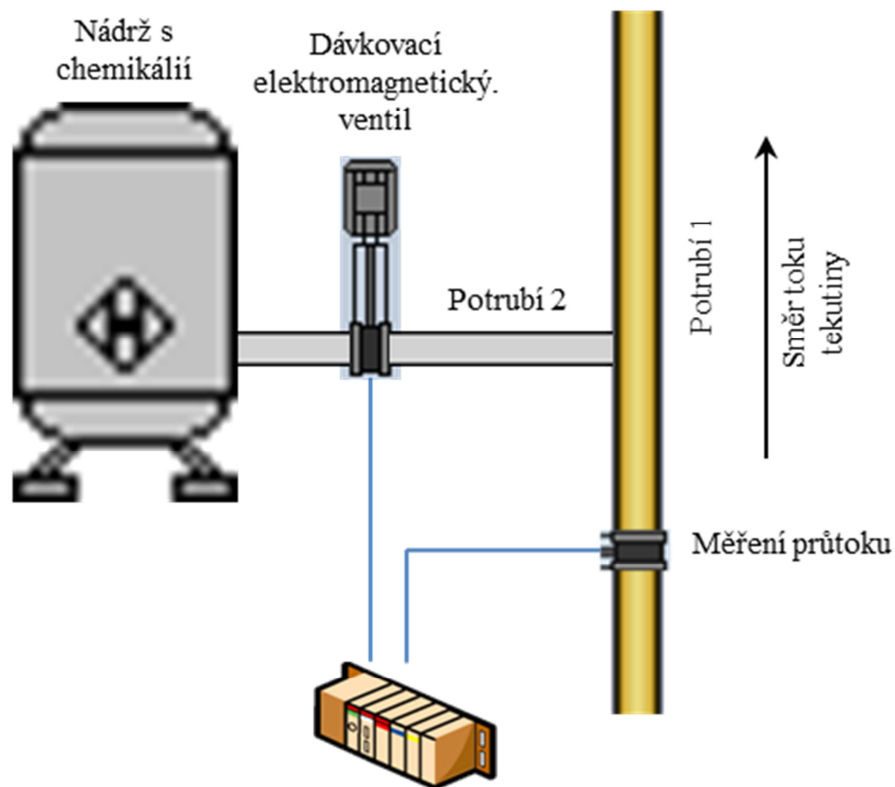
### **Úkoly:**

- vytvořit aplikační software podle zadání uvedeného výše
- pro tvorbu aplikačního softwaru zvolte jeden grafický a jeden textový prostředek (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- porovnejte výhody a nevýhody zvolených programovacích prostředků

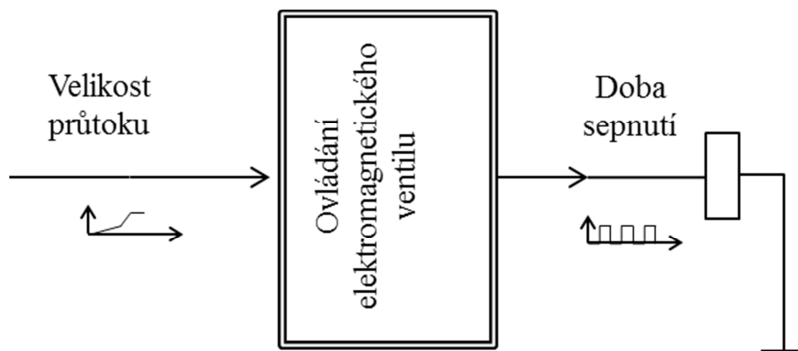
### **Postup řešení:**

- načrtnout technologické schéma
- načrtnout blokové ideové schéma úlohy
- vytvořit seznam signálů
- sestrojít vývojový diagram
- na základě čtyřech předchozích bodů vytvořit aplikační software
- odladění aplikačního softwaru za pomoci simulátoru (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- nahrání aplikačního softwaru do řídicí jednotky programovatelného automatu
- odladění aplikačního softwaru za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy

### Technologické schéma:



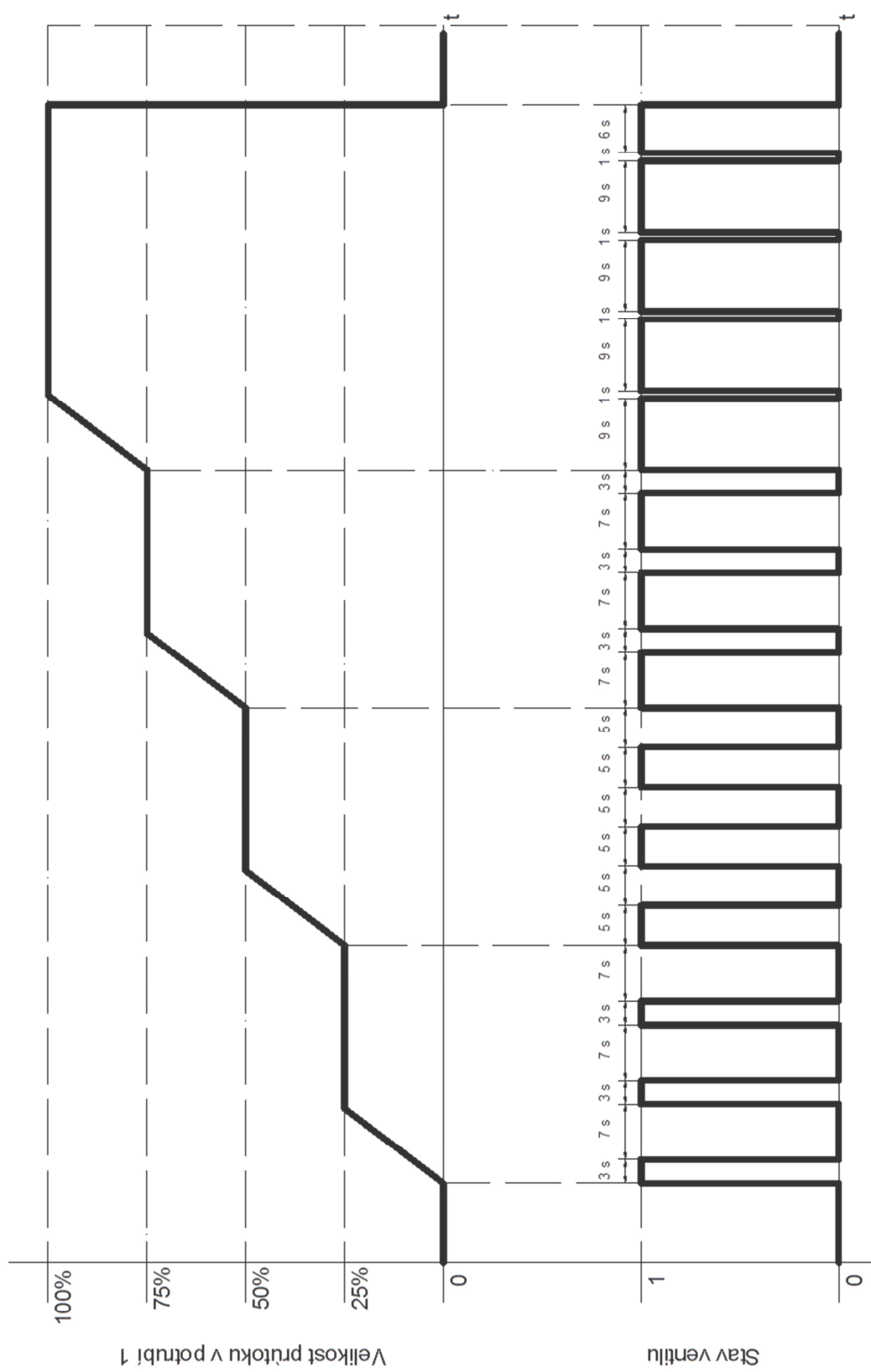
### Blokové schéma:



### Seznam signálů:

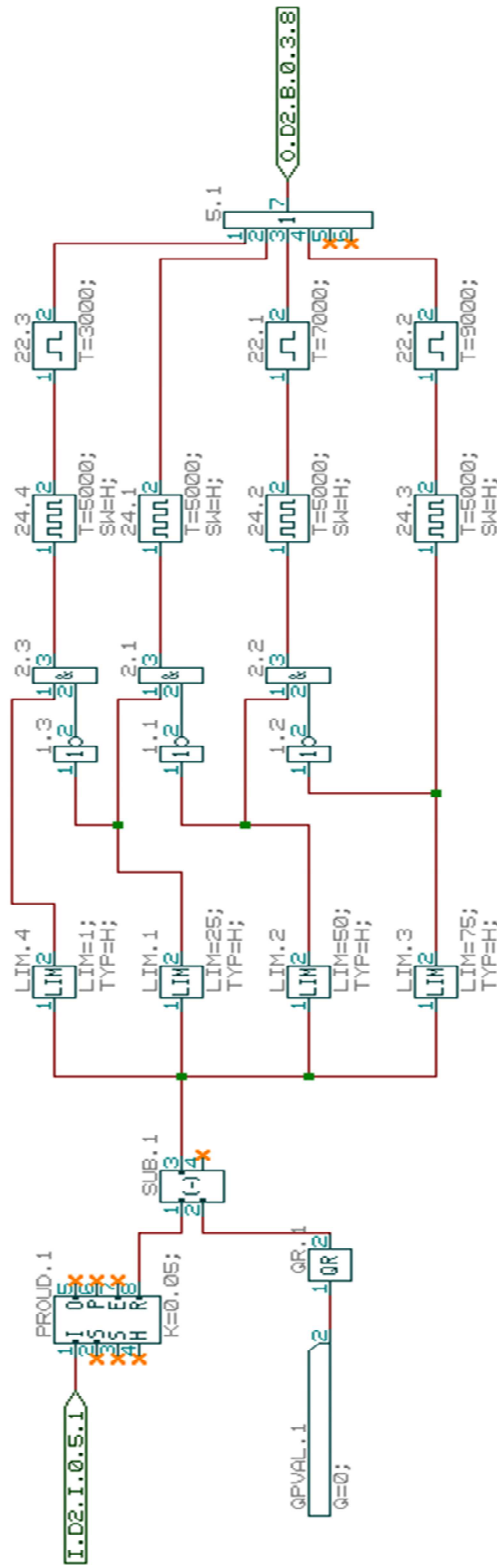
Vstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Průtok F	R1	A.0.5.1
Výstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Vent.	-	A.0.3.8

**Vývojový diagram:**



**Zdrojový program:**

Vytvořený aplikační software v prostředí Pertinax 2007.





## **Závěr:**

Na základě uvedeného zadání a postupu řešení úlohy byly vypracovány jednotlivé dílčí části úlohy. Tyto dílčí části úlohy posloužily jako vstupní informace pro vytvoření aplikačního software. Tento aplikační software byl vypracován ve vývojovém prostředí Pertinax 2007 od fy ZAT a.s., které podporuje výhradně jazyk FBD. Jenž však rozsahem funkčních bloků s přehledem postačuje k realizaci této úlohy. Poté byl odladěn v simulátoru téhož vývojového prostředí. Dále byl odladěn za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy. Aplikační software splňuje všechny požadavky vyplývající ze zadání úlohy.

## **7.3. Úloha č. 3. Vodojem**

Vytvořte ASW pro ovládání čerpadel napájecích vodojem, podle níže uvedeného zadání. Vypracujte úkoly a postupujte dle níže uvedeného postupu řešení úlohy.

### **Zadání:**

K doplňování vody ve vodojemu slouží dvě čerpadla Č1 a Č2, přičemž čerpadlo Č1 je výkonnější než čerpadlo Č2. Většinu nominálního odběru vody z vodojemu pokrývá čerpadlo Č1. Čerpadlo Č1 pracuje v rozsahu hladin provozní a maximální. V  $H_{\text{provoz}}$  spíná a vypíná v úrovni  $H_{\text{max}}$ . Pro načerpání vody z provozní do maximální úrovně je dána doba 10 s, pokud není tato časová podmínka splněna, aktivuje se čerpadlo Č2. Pro dočerpání vody oběma čerpadly na úroveň  $H_{\text{max}}$  je dána časová podmínka 8 s. Na úrovni  $H_{\text{max}}$  obě čerpadla odstavují. Pokud dojde k překročení této doby, aktivuje se alarm. Jako další ochranný prvek slouží minimální úroveň  $H_{\text{min}}$  při dosažení této úrovně havarijně odstavují obě čerpadla a aktivuje se alarm.

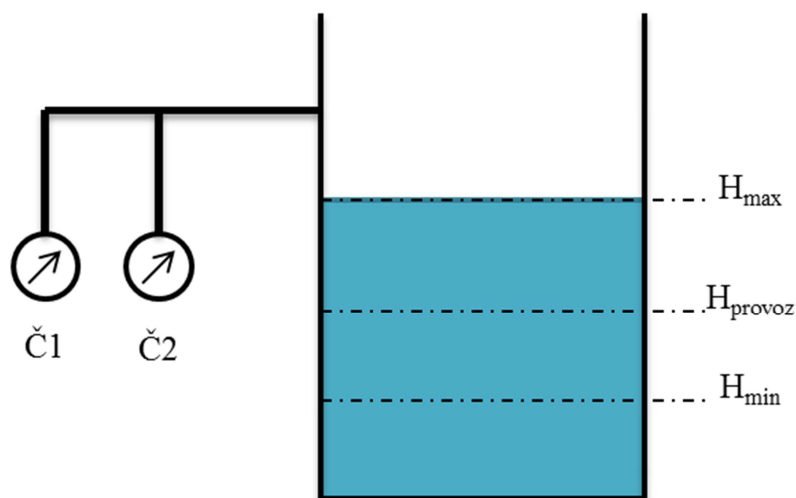
### **Úkoly:**

- vytvořit aplikační software podle zadání uvedeného výše
- pro tvorbu aplikačního softwaru zvolte jeden grafický a jeden textový prostředek (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- porovnejte výhody a nevýhody zvolených programovacích prostředků

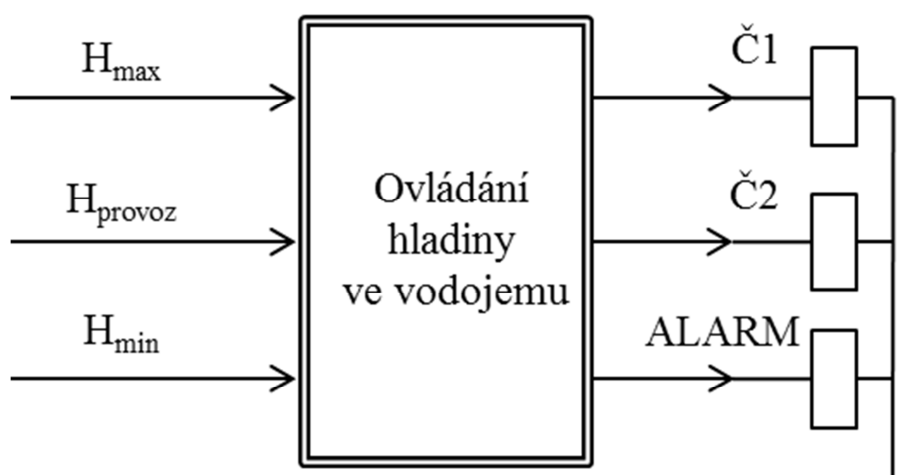
### **Postup řešení:**

- načrtnout technologické schéma
- načrtnout blokové ideové schéma úlohy
- vytvořit seznam signálů
- sestrojít vývojový diagram
- na základě čtyřech předchozích bodů vytvořit aplikační software
- odladění aplikačního softwaru za pomoci simulátoru (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- nahrání aplikačního softwaru do řídicí jednotky programovatelného automatu
- odladění aplikačního softwaru za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy

**Technologické schéma:**



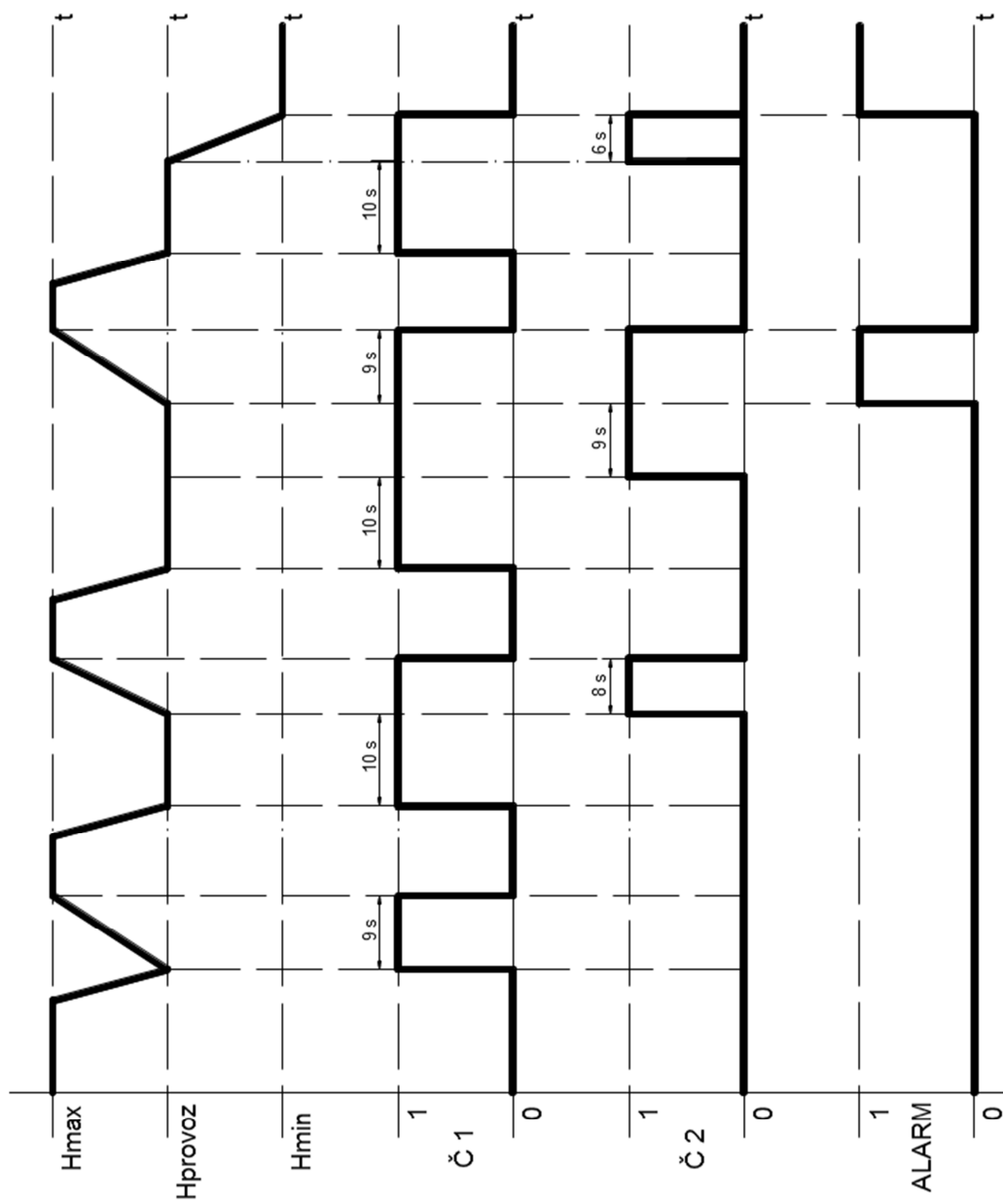
**Blokové schéma:**



**Seznam signálů:**

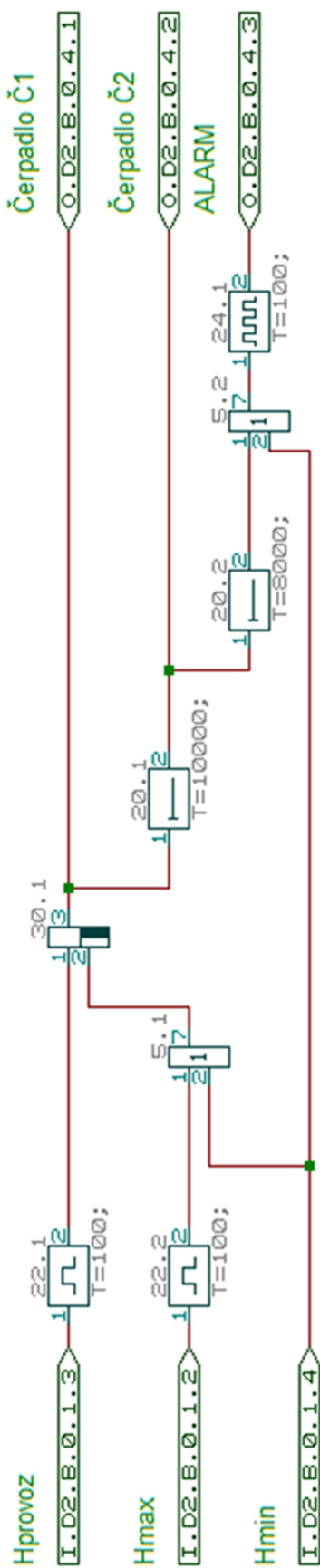
Vstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
$H_{\max}$	S2	A.0.1.2
$H_{\text{provoz}}$	S3	A.0.1.3
$H_{\min}$	S4	A.0.1.4
Výstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Č1	-	A.0.4.1
Č2	-	A.0.4.2
ALARM	-	A.0.4.3

### Vývojový diagram:



**Zdrojový program:**

Vytvořený aplikační software v prostředí Pertinax 2007.



### **Závěr:**

Na základě uvedeného zadání a postupu řešení úlohy byly vypracovány jednotlivé dílčí části úlohy. Tyto dílčí části úlohy posloužily jako vstupní informace pro vytvoření aplikačního software. Tento aplikační software byl vypracován ve vývojovém prostředí Pertinax 2007 od fy ZAT a.s., které podporuje výhradně jazyk FBD. Jenž však rozsahem funkčních bloků s přehledem postačuje k realizaci této úlohy. Poté byl odladěn v simulátoru téhož vývojového prostředí. Dále byl odladěn za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy. Aplikační software splňuje všechny požadavky vyplývající ze zadání úlohy.

### **7.4. Úloha č. 4 Ovládání pohonné jednotky**

Vytvořte ASW pro ovládání motoru zdvihacího zařízení, podle níže uvedeného zadání. Vypracujte úkoly a postupujte dle níže uvedeného postupu řešení úlohy. Pro tuto úlohu použijte zapojení s frekvenčním měničem a asynchronním motorem.

#### **Zadání:**

Asynchronní motor zapojený spolu s frekvenčním měničem tvoří pohonnou část, která je součástí zdvihacího zařízení. Tento pohon musí umožňovat změnu smyslu otáčení (tzv. reverzaci), přičemž v každém směru otáčení musí dovolit změnu rychlosti ve dvou stupních.

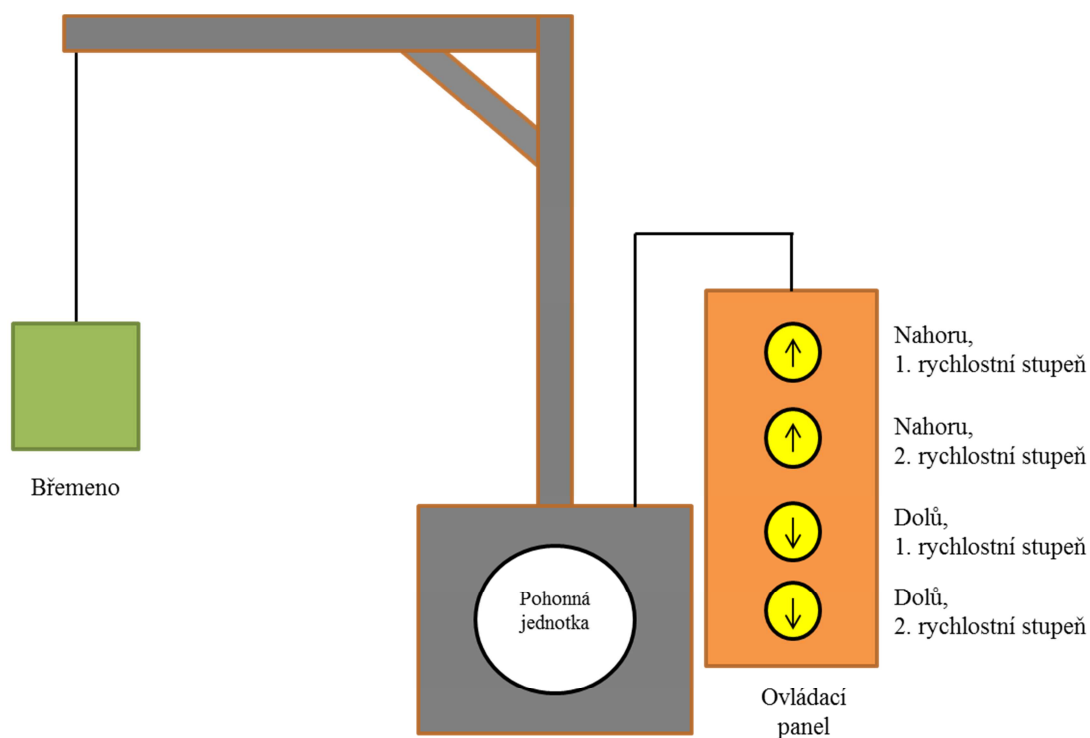
#### **Úkoly:**

- vytvořit aplikační software podle zadání uvedeného výše
- pro tvorbu aplikačního softwaru zvolte jeden grafický a jeden textový prostředek (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- porovnejte výhody a nevýhody zvolených programovacích prostředků

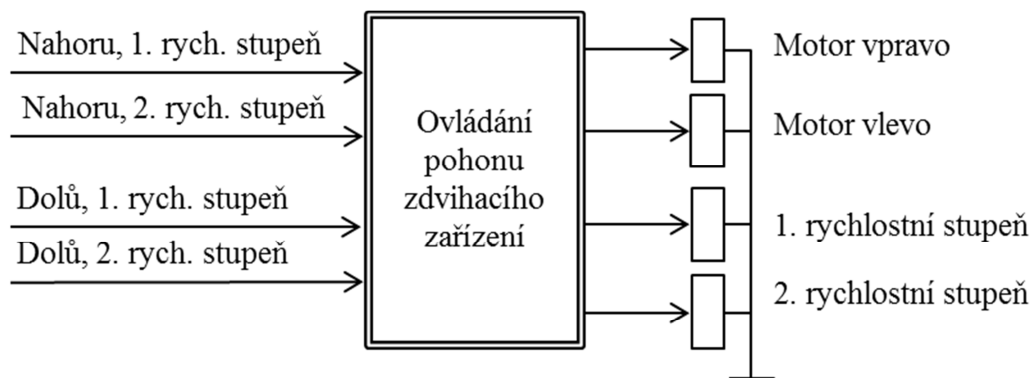
#### **Postup řešení:**

- načrtnout technologické schéma
- načrtnout blokové ideové schéma úlohy
- vytvořit seznam signálů
- sestrojít vývojový diagram
- na základě čtyřech předchozích bodů vytvořit aplikační software
- odladění aplikačního softwaru za pomoci simulátoru (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- nahrání aplikačního softwaru do řídicí jednotky programovatelného automatu
- odladění aplikačního softwaru za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy

### Technologické schéma:



### Blokové schéma:

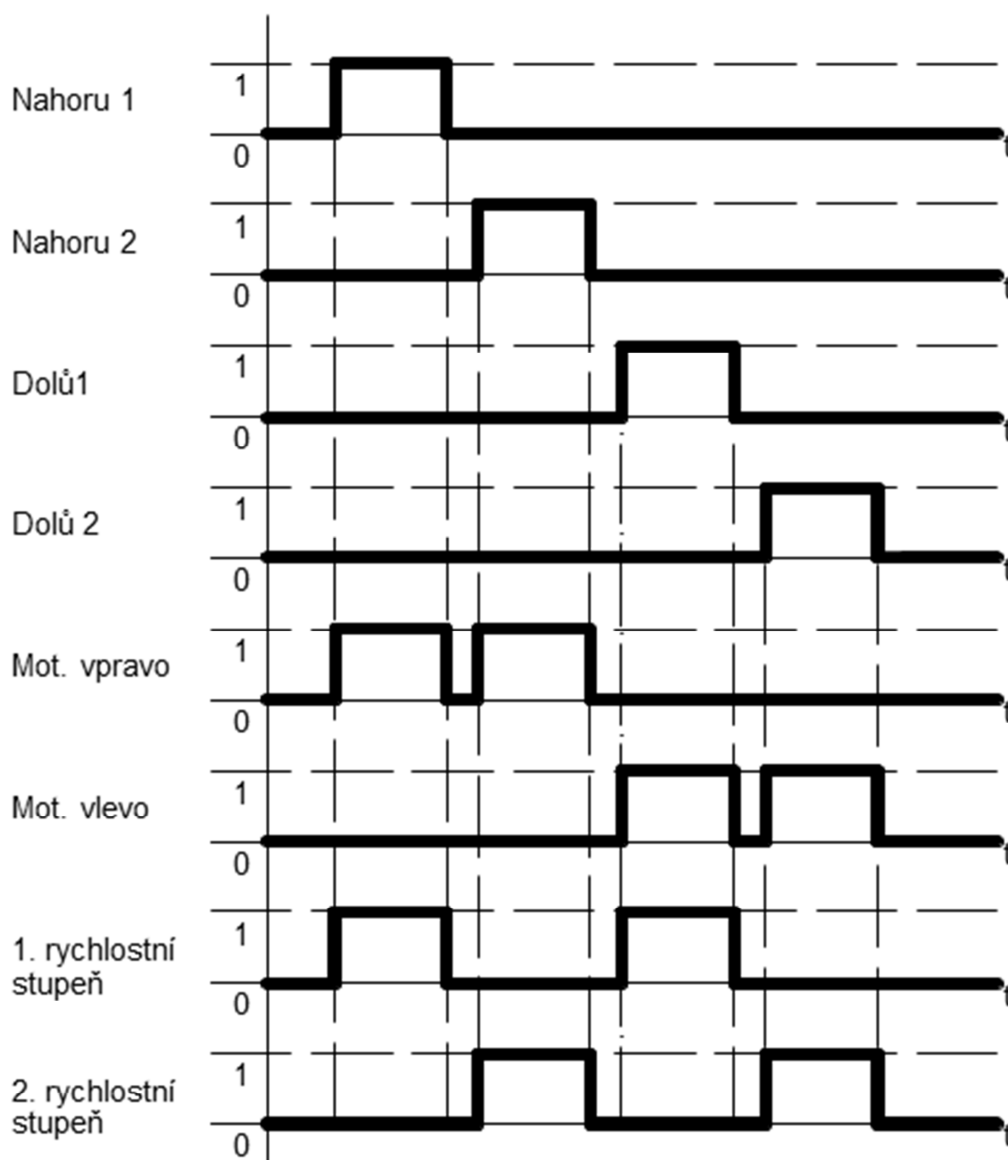


### Seznam signálů:

Vstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Nahoru 1	S5	A.0.1.5
Nahoru 2	S6	A.0.1.6
Dolů 1	S7	A.0.1.7
Dolů 2	S8	A.0.1.8

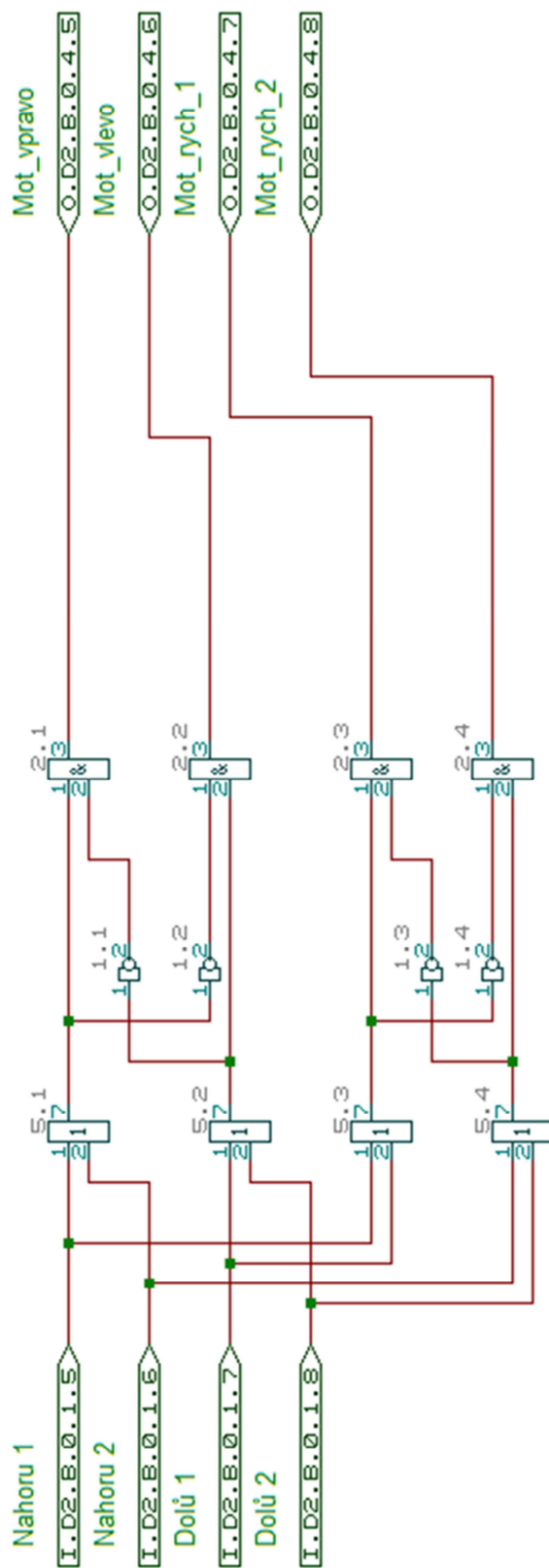
Výstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Mot. vpravo	-	A.0.4.4
Mot. vlevo	-	A.0.4.5
rychlost 1	-	A.0.4.6
rychlost 2	-	A.0.4.7

**Vývojový diagram:**



**Zdrojový program:**

Vytvořený aplikační software v prostředí Pertinax 2007.





## **Závěr:**

Na základě uvedeného zadání a postupu řešení úlohy byly vypracovány jednotlivé dílčí části úlohy. Tyto dílčí části úlohy posloužily jako vstupní informace pro vytvoření aplikačního software. Tento aplikační software byl vypracován ve vývojovém prostředí Pertinax 2007 od fy ZAT a.s., které podporuje výhradně jazyk FBD. Jenž však rozsahem funkčních bloků s přehledem postačuje k realizaci této úlohy. Poté byl odladěn v simulátoru téhož vývojového prostředí. Dále byl odladěn za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy. Aplikační software splňuje všechny požadavky vyplývající ze zadání úlohy.

## **7.5. Úloha č. 5 Ovládání ventilační jednotky**

Vytvořte ASW pro ovládání ventilační jednotky, podle níže uvedeného zadání. Vypracujte úkoly a postupujte dle níže uvedeného postupu řešení úlohy. Pro tuto úlohu použijte zapojení s frekvenčním měničem a asynchronním motorem.

## **Zadání:**

Mějme strojovnu, ve které je nainstalován agregát. Agregát může být provozován pouze za určité provozní teploty ve strojovně. Pro účely nucené ventilace je osazena ve strojovně ventilační jednotka V1 skládající se z asynchronního motoru a frekvenčního měniče zajišťujícího proměnlivou rychlost otáčení ventilátoru. Dále jsou ve strojovně osazeny dva snímače teploty T1 a T2. Přičemž T1 je nastaven na pevnou hodnotu, snímač T2 indikuje aktuální hodnotu teploty ve strojovně. Rozdíl mezi pevnou hodnotou nastavenou na snímači T1 a aktuální teplotou snímanou snímačem T2 je  $T_x$ . Přičemž hodnota  $T_x$  nastavuje rychlost otáčení ventilační jednotky. Čím je rozdíl hodnoty teplot větší tím menší rychlost otáčení ventilační jednotky a naopak čím menší rozdíl hodnoty teplot tím větší rychlost otáčení.

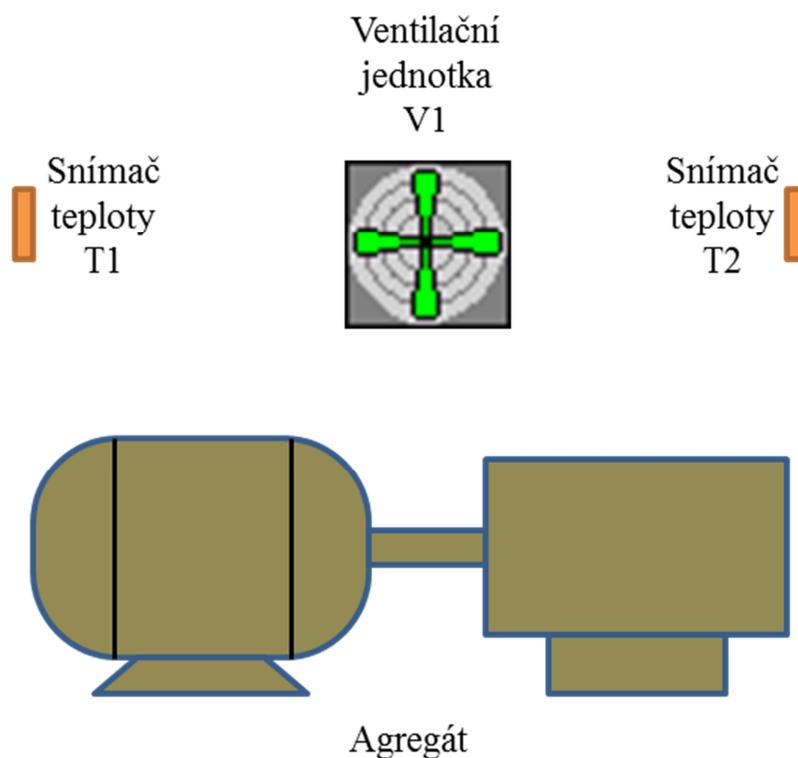
## **Úkoly:**

- vytvořit aplikační software podle zadání uvedeného výše
- pro tvorbu aplikačního softwaru zvolte jeden grafický a jeden textový prostředek (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- porovnejte výhody a nevýhody zvolených programovacích prostředků

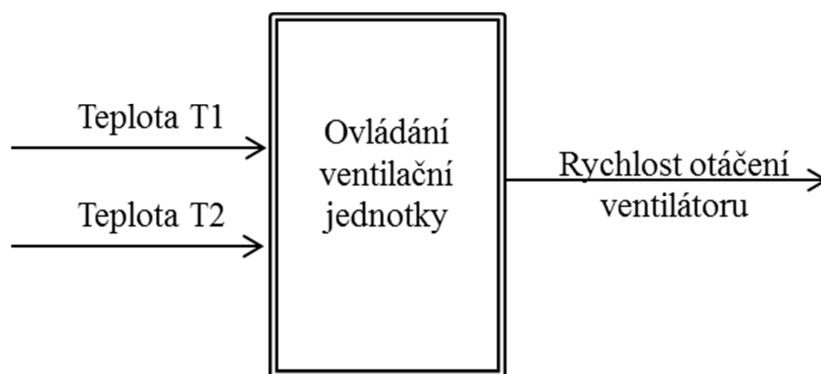
## **Postup řešení:**

- načrtnout technologické schéma
- načrtnout blokové ideové schéma úlohy
- vytvořit seznam signálů
- sestrojít vývojový diagram
- na základě čtyřech předchozích bodů vytvořit aplikační software
- odladění aplikačního softwaru za pomoci simulátoru (pokud je podporován vývojovým prostředím zvoleného programovatelného automatu)
- nahrání aplikačního softwaru do řídicí jednotky programovatelného automatu
- odladění aplikačního softwaru za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy

**Technologické schéma:**



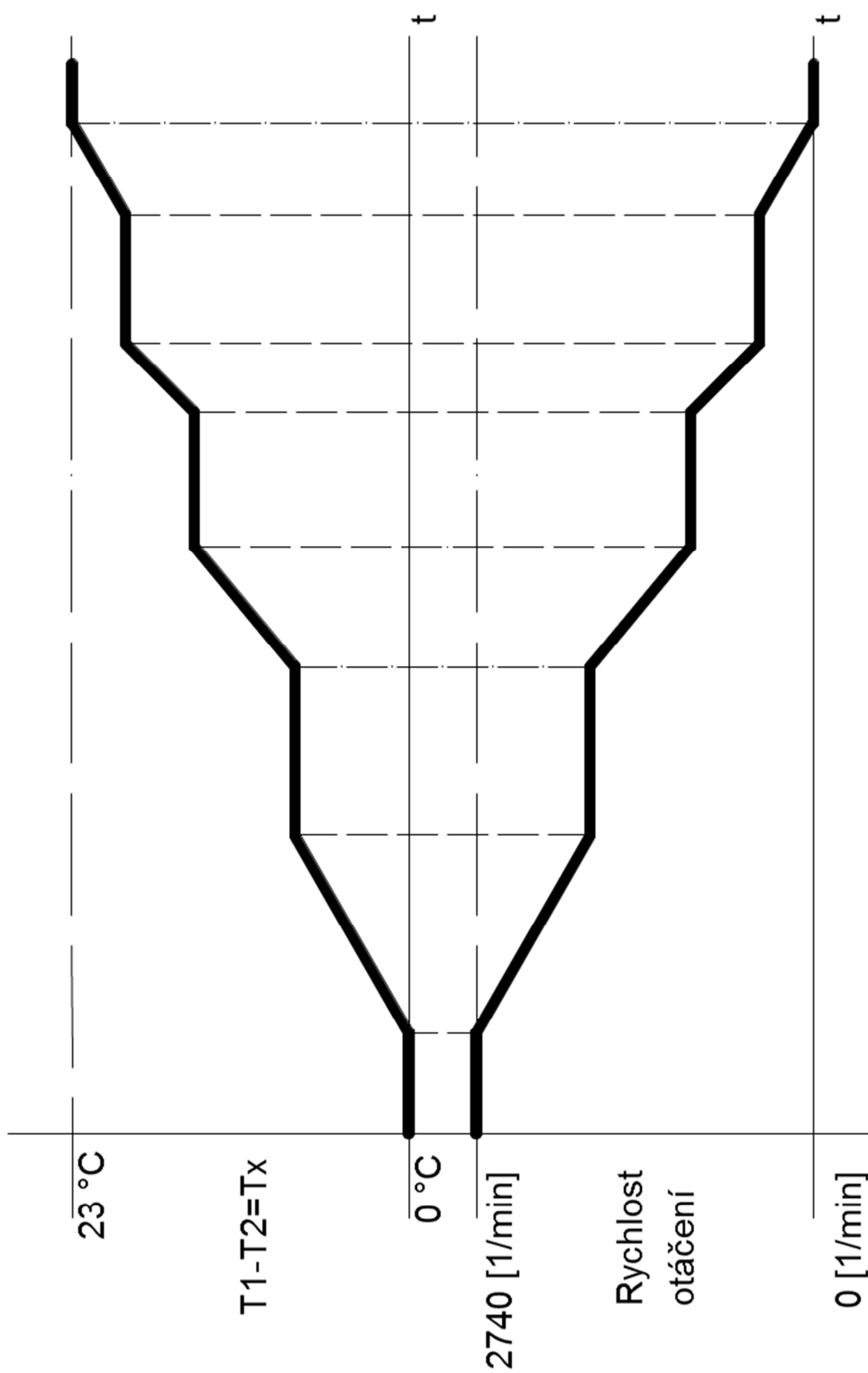
**Blokové schéma:**



**Seznam signálů:**

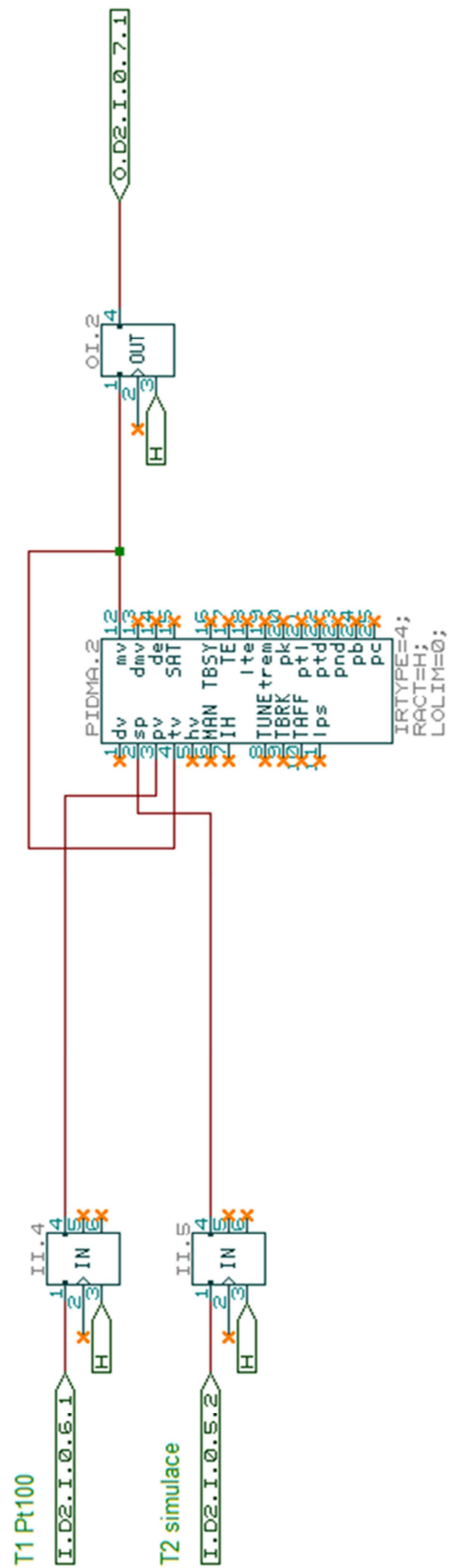
Vstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Teplota T1	Pt 100	A.0.6.1
Teplota T2	R2	A.0.5.2
Výstupy		
Název signálu	Simulační prvek	Adresa kanálu
Rychlost otáčení	-	A.0.7.1

Vývojový diagram:



### Zdrojový program:

Vytvořený aplikační software v prostředí Pertinax 2007.



**Závěr:**

Na základě uvedeného zadání a postupu řešení úlohy byly vypracovány jednotlivé dílčí části úlohy. Tyto dílčí části úlohy posloužily jako vstupní informace pro vytvoření aplikačního software. Tento aplikační software byl vypracován ve vývojovém prostředí Pertinax 2007 od fy ZAT a.s., které podporuje výhradně jazyk FBD. Jenž však rozsahem funkčních bloků s přehledem postačuje k realizaci této úlohy. Poté byl odladěn v simulátoru téhož vývojového prostředí. Dále byl odladěn za pomoci připojených hardwarových prostředků sestavy. Aplikační software splňuje všechny požadavky vyplívající ze zadání úlohy.

## 8. Závěr

Úkolem této bakalářské práce bylo vytvořit a oživit sestavu programovatelného logického automatu se vstupně/výstupními periferiemi. Dále pak na této sestavě připravit, naprogramovat a zprovoznit pět úloh, které budou pokrývat základní spektrum úloh pro programovatelný logický automat s využitím digitálních a analogových vstupů a výstupů. Sestava bude využitelná pro demonstraci práce s programovatelným logickým automatem při výuce technických předmětů.

Sestava byla osazena a zapojena dle přílohy č. 1. Zadání úloh bylo vytvořeno, byly vypracovány části podle postupu řešení úloh, které vedly k vypracování zdrojových programů pro PLC. Tyto programy byly odladěny v simulátoru vývojového prostředí, poté zprovozněny a odzkoušeny na sestavě za pomoci připojených periférií sestavy. Zdrojové programy jsou vypracovány v jazyce funkčních bloků. Zvolené vývojové prostředí jiný druh jazyka nepodporuje.

Při zkoušení úloh, ve kterých je potřeba manipulace se spínači -S1 ÷ -S8. Vyplynulo méně vyhovující uchycení těchto spínačů do víka kabelového žlabu, z důvodu nedostatku prostoru na sestavě. Jako řešení se nabízí použití stiskacích spínačů namísto páčkových.

Pro rozvoj programátorských dovedností navrhuji zaměnit typ použitého PLC za typ PLC resp. vývojového prostředí podporujícího více programovacích jazyků. Následně rozšířit sestavu o rozhraní člověk – stroj (vizualizaci) pro více nezávislosti na hardwarových prostředcích sestavy

Stanovené cíle mé bakalářské práce tedy považuji za splněné. Sestava PLC je funkční a schopná provozu. Navržené úlohy byly oživené a úspěšné otestované.

## 9. Seznam použité literatury

1. **Voráček, Rudolf, a další, a další.** *Automatizace a automatizační technika 2.* Brno : CP Books, a.s., 2005. ISBN 80-251-0796-5.
2. **Beneš, Pavel, a další, a další.** *Automatizace a automatizační technika 3.* Brno : CP Books, a.s., 2005. ISBN 80-251-0795-7.
3. Fotogalerie AMiRiS99S. *Amit.* [Online] [Citace: 12. 11. 2012.] <http://www.amit.cz/cz/gallery/amiris99.htm>.
4. Fotogalerie SandRa. *ZAT a.s.* [Online] [Citace: 12. 11 2012.] [www.zat.cz](http://www.zat.cz).
5. **Antošová, Marcela a Davídek, Vratislav.** *Číslicová technika.* České Budějovice : KOPP, 2006. ISBN 80-7232-207-9.
6. **Havelka, Jiří, Dresler, Jaromír a Vladimír, Jílek.** *Montáž, údržba a opravy elektrických strojů točivých.* Praha : STRO.M, 1995.
7. **Tkotz, Klaus a kolektiv.** *Příručka pro elektrotechnika.* Praha : Europa-Sobotáles, 2006. ISBN 80-86706-13-3.
8. Fotogalerie aterm. *Aterm.* [Online] [Citace: 16. 12 2012.] <http://www.aterm.cz/Images/Pt100Sn1.jpg>.

## 10. Seznam obrázků a tabulek

- |  |    |
|--|----|
| Obr. 1 Blokové schéma paralelního řídicího systému, převzato a upraveno z [2] .....                    | 3  |
| Obr. 2 Blokové schéma sériového řídicího systému, převzato a upraveno z [2].....                       | 4  |
| Obr. 3 Blokové schéma PLC, převzato a upraveno z [2] .....   | 4  |
| Obr. 4 Kompaktní provedení PLC od firmy AMiT, spol. s r.o, převzato a upraveno z [3] .....             | 5  |
| Obr. 5 Modulární provedení PLC od firmy ZAT a.s., převzato a upraveno z [4].....                       | 6  |
| Obr. 6 Tok informací v systému s PLC, převzato a upraveno z [2].....                                   | 7  |
| Obr. 7 Cyklus činnosti PLC, převzato a upraveno z [2].....   | 8  |
| Obr. 8 Sériový tok programu, převzato a upraveno z [2] .....   | 8  |
| Obr. 9 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyce IL, převzato a upraveno z [2] .....                 | 10 |
| Obr. 10 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyce ST, převzato a upraveno z [2].....                 | 10 |
| Obr. 11 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyce LD, převzato a upraveno z [2].....                 | 11 |
| Obr. 12 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v obvodovém schématu, převzato a upraveno z [2] .....       | 11 |
| Obr. 13 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyku FBD, převzato a upraveno z [2].....                | 12 |
| Obr.14 Dvoutlačítkové ovládání spotřebiče v jazyku SFC, převzato a upraveno z [2].....                 | 12 |
| Obr. 15 Trojfázový motor s kotvou na krátko, převzato a upraveno z [7] .....                           | 13 |
| Obr. 16 Klecová kotva bez rotorových plechů a tvary drážek, převzato a upraveno z [7].....             | 14 |
| Obr. 17 Zapojení statorového vnutití na svorkovnici motoru do Y a do D, převzato a upraveno z [7]..... | 14 |
| Obr. 18 Průběh velikosti odebíraného I v závislosti na otáčkách, převzato a upraveno z [7].            | 16 |
| Obr. 19 Momentová charakteristika asynchronního motoru, převzato a upraveno z [7] .....                | 16 |
| Obr. 20 Zatěžovací charakteristika asynchronního motoru, převzato a upraveno z [7] .....               | 17 |
| Obr. 21 Princip přímého měniče frekvence, převzato a upraveno z [7] .....                              | 18 |

Obr. 22 Měníč frekvence s mezistupněm, převzato a upraveno z [7] .....	19
Obr. 23 Princip pulzně šířkové modulace, převzato a upraveno z [7].....	19
Obr. 24 Charakteristika U/f měniče frekvence, převzato a upraveno z [7] .....	20
Obr. 25 Charakter. závislosti momentu na otáčkách při různých frekvencích, převzato a upraveno z [7].....	20
Obr. 26 Počítačové zobrazení charakter. měniče frekvence, převzato a upraveno z [7] .....	21
Obr. 27 Různé druhy provedení snímačů Pt 100, převzato a upraveno z [8] .....	22
Obr. 28 Tolerance platinových měřících odporů, převzato a upraveno z [2] .....	23
Obr. 29 Rozmístění komponent sestavy .....	24

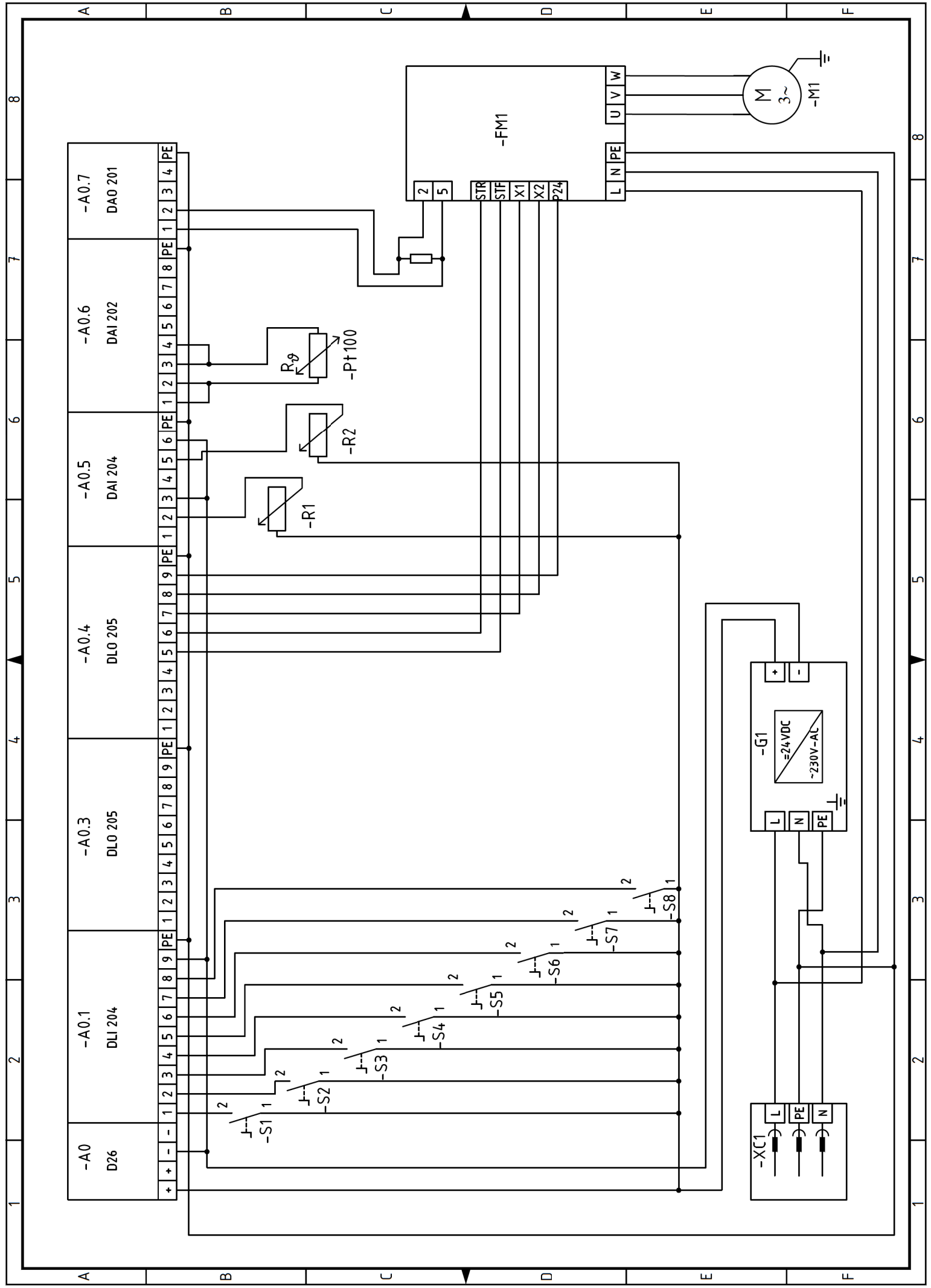
## 11. Seznam tabulek

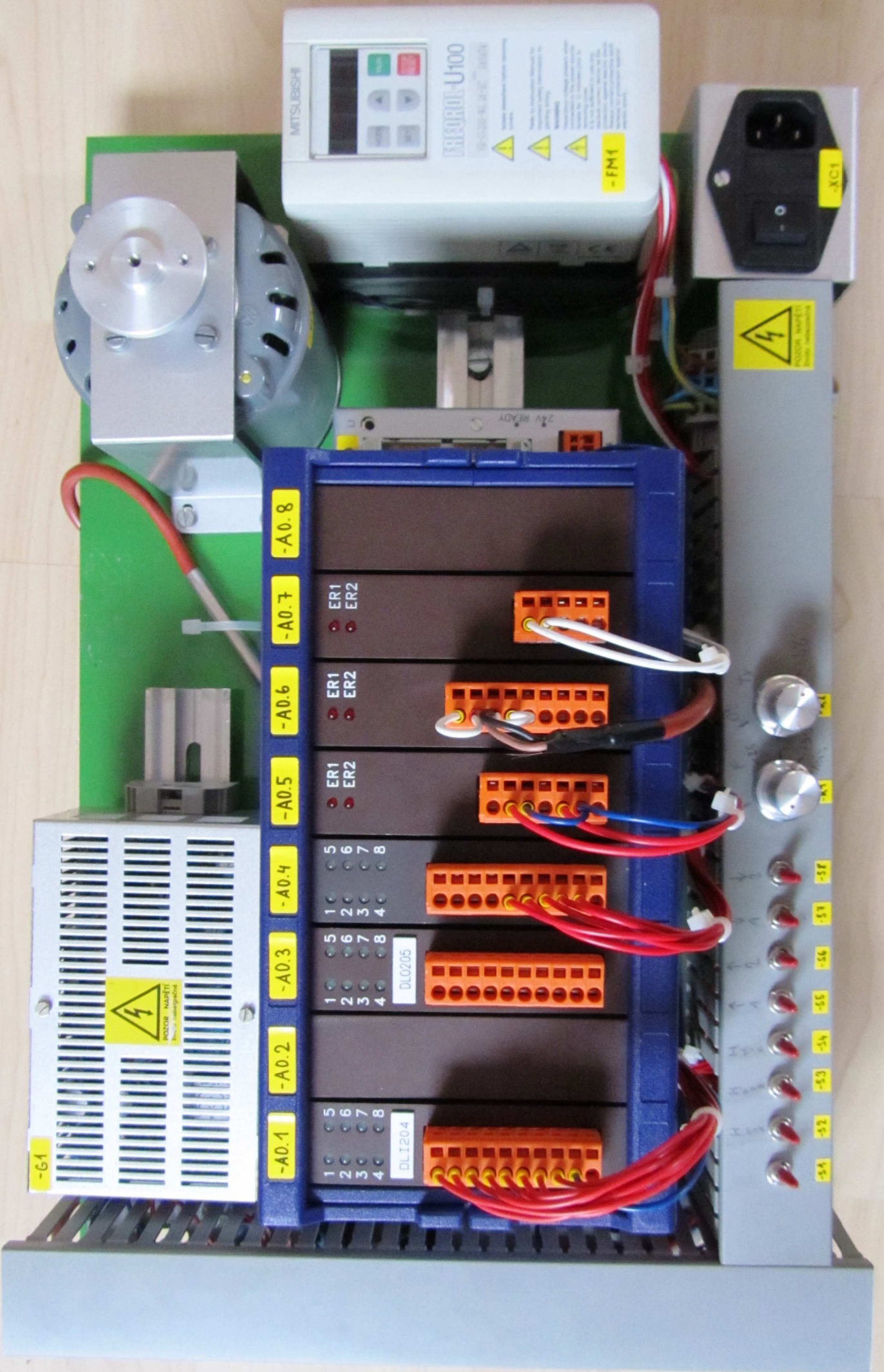
Tab. 1 Synchronní otáčky pro běžné počty pólů, při $f = 50$ Hz.....	15
Tab. 2 Specifikace komponent sestavy.....	24
Tab. 3 Konfigurace použitého programovatelného automatu .....	25
Tab. 4 Vybrané technické parametry DLI 204.....	25
Tab. 5 Vybrané technické parametry DLO 205 .....	26
Tab. 6 Vybrané technické parametry DAI 204 .....	26
Tab. 7 Vybrané technické parametry DAI 202 .....	27
Tab. 8 Vybrané technické parametry DAO 201 .....	27
Tab. 9 Jmenovité parametry asynchronního motoru -M1.....	28
Tab. 10 Jmenovité parametry frekvenčního měniče -FM1 .....	29
Tab. 11 Význam jednotlivých svorek frekvenčního měniče -FM1 .....	29
Tab. 12 Nastavení parametrů frekvenčního měniče -FM1 .....	30
Tab. 13 Cenová rozvaha sestavy.....	30

## 12. Přílohy

<b>Příloha č. 1</b>	<b>Schéma zapojení sestavy</b>
<b>Příloha č. 2</b>	<b>Fotografie sestavy</b>







MITSUBISHI  
INVERTER-U100  
REVERSE-ENGINEERING INVERTER  
-FM1

-AC1

POZOR NÁPĚTÍ  
POZOR NÁPĚTÍ  
POZOR NÁPĚTÍ

-A0.8

-A0.7

-A0.6

-A0.5

-A0.4

-A0.3

-A0.2

-A0.1

ER1  
ER2

ER1  
ER2

ER1  
ER2

1 2 3 4  
5 6 7 8

1 2 3 4  
5 6 7 8

1 2 3 4  
5 6 7 8

1 2 3 4  
5 6 7 8

DLI205

DLI204

-G1

POZOR NÁPĚTÍ  
POZOR NÁPĚTÍ  
POZOR NÁPĚTÍ

-3A

-3B

-3C

-3D

-3E

-3F

-3G

-3H

-3I