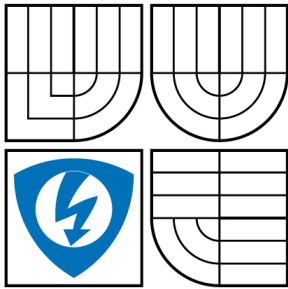


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

SYSTEM ŘÍZENÍ LINKY NAVAŽOVÁNÍ HMOT

CONTROL SYSTEM FOR MATERIAL WEIGHING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

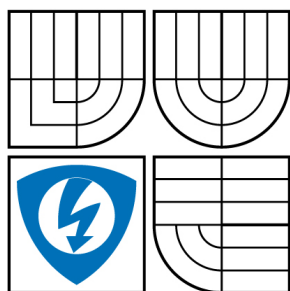
DAVID KOMÁREK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK BRADÁČ, Ph.D.

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí
techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Automatizační a měřicí technika

Student: Komárek David

ID: 74591

Ročník: 3

Akademický rok: 2007/2008

NÁZEV TÉMATU:

System řízení linky navažování hmot

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Charakterizujte systém navažování hmot v průmyslu. Uvedte konkrétní projekt navažování hmot v průmyslu. Charakterizujte typické řídicí a měřicí komponenty linky a definujte jejich vstupně/výstupní parametry. Navrhněte koncepci objektového popisu řídicích a vizualizačních bloků pro akční členy a senzory. Vytvořte modelové řídicí a vizualizační objekty typických komponent linky navažování hmot.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 1.2.2008

Termín odevzdání: 2.6.2008

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.

předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav automatizace a měřicí techniky

System řízení linky navažování hmot

Bakalářská práce

Student: David Komárek
Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

Abstrakt:

Tato práce se zabývá problematikou navažování sypkých hmot, návrhem a realizací systému řídicích a vizualizačních bloků akčních členů, které jsou v těchto systémech používány.

První část obsahuje teoretický rozbor technologie navažování sypkých hmot, který by měl čtenáře seznámit s touto problematikou.

V druhé části je proveden návrh koncepce objektového popisu řídicích a vizualizačních bloků vybraných komponent pro prostředí Step 7 a WinCC.

Poslední část je věnována praktické realizaci tohoto návrhu a je převážně zaměřena na zkušenosti a informace získané během realizace.

Klíčová slova: navažování sypkých hmot, Step 7, WinCC, klapka, motor, řízení

Brno University of Technology
The Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Control, Measurement and Instrumentation

Control system for material weighing

Bachelor's thesis

Student: David Komárek
Supervisor: Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

Abstract:

The scope of this work is the broad issue of bulk materials weighing, partially the conception design of control and visualization blocks involved in weighing systems.

The first part of this thesis aims at the theoretical analysis of template technology to introduce readers with issues of bulk materials weighing.

The second part consist of conception design for object description of control and visualization blocks of selected components for Step 7 and WinCC development environment.

The final part focuses on experience and information gained during process of system blocks implementation.

Key words: bulks materials weighing, Step 7, WinCC, valve, motor, control

Bibliografická citace:

KOMÁREK, D. Systém řízení linky navažování hmot. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 65 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Zdeněk Bradáč, Ph.D.

P r o h l á š e n í

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Systém řízení linky navažování hmot“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne : 30.5. 2008

Podpis:

P o d ě k o v á n í

Děkuji tímto Ing. Zdeňku Bradáčovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

V Brně dne : 30.5. 2008

Podpis:

OBSAH

1. ÚVOD	4
2. TEORETICKÝ ROZBOR.....	5
2.1 Zásobníky materiálu.....	6
2.1.1 Hlídání hladiny materiálu	6
2.1.2 Technologická řešení související s mechanikou sypkých hmot	8
2.2 Dopravníky materiálu	11
2.2.1 Šnekové dopravníky	11
2.2.2 Vibrační dopravníky	12
2.2.3 Pásové dopravníky.....	13
2.3 Váha	13
2.3.1 Členění vah dle počtu navažovaných surovin	13
2.3.2 Členění dle způsobu navažování	14
2.3.3 Prvky řízení váhy.....	20
2.4 Akční členy	22
2.4.1 Motory	22
2.4.2 Klapky, ventily, rychlouzávěry.....	24
2.5 Návrh HW řešení PLC od fy. Siemens	24
2.5.1 Vážní modul Siwarex	25
2.6 Režimy řízení	26
2.7 Zpracování Procesních dat.....	30
2.7.1 Data výroby	30
2.7.2 Data údržby.....	31
3. KONCEPCE OBJEKTŮ TYPICKÝCH KOMPONENT	34
3.1 Pravidla tvoření názvu proměnných a signálů	36
3.2 Systém měření času.....	38
3.2.1 Rozšíření objektů o měření času pomocí funkce SFC 64 TIME_TICK.....	39
3.2.2 Realizace měření času pomocí vnitřních proměnných OB1.....	39
3.3 Objekt analogového vstupu.....	40
3.4 Objekt akční člen typu klapka, ventil, rychlouzávěr.....	41
3.5 Objekt akční člen typu motor.....	43

3.6 Objekt FM	45
4. REALIZACE PROJEKTU	47
4.1 Realizace v prostředí Step 7	47
4.1.1 Výběr systému měření času	47
4.1.2 Zapracování ukazatele do systému	49
4.1.3 Volba mezi použitím funkčních bloků FB nebo funkcí FC	50
4.1.4 Realizace objektů akčních členů	51
4.2 Realizace v prostředí WinCC	55
4.2.1 Definice datových objektů	56
4.2.2 Realizace grafických objektů	57
4.2.3 Realizace obrazovek s podrobnými informacemi	62
5. ZÁVĚR	64
6. POUŽITÁ LITERATURA	65

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

- AI Analog input- Analogový vstup
- AO Analog output - Analogový výstup
- DI Digital input - Digitální vstup
- DO Digital output - Digitální výstup
- FM Frekvenční měnič
- HMI Human machine interface - rozhraní mezi člověkem a PLC usnadňující interakci s technologií
- OP Operační panel
- PLC Programmable logic controller – automat
- OB1 Organization block 1, organizační blok PLC Siemens, který je cyklicky volán.
V tomto bloku je realizována hlavní část řídicího programu
- OB35 Organizační blok 35, organizační blok PLC Siemens pro cyklické přerušení (standardní cyklus 1x 100ms)
- FC Je uživatelem naprogramovaná funkce v PLC Siemens. Tato funkce má přiřazenu pouze lokální paměť tzn. neuchovává si data.
- FB Funkční blok je obdobou FC s tím, že má přiřazenu statickou paměť pro uchování dat, které lze použít při další zavolání funkce.
- SFC Jedná se o systémovou funkci PLC Siemens, která je součástí systému PLC.
- SFB Jedná se o systémový funkční blok FB, který je součástí systému PLC.

1. ÚVOD

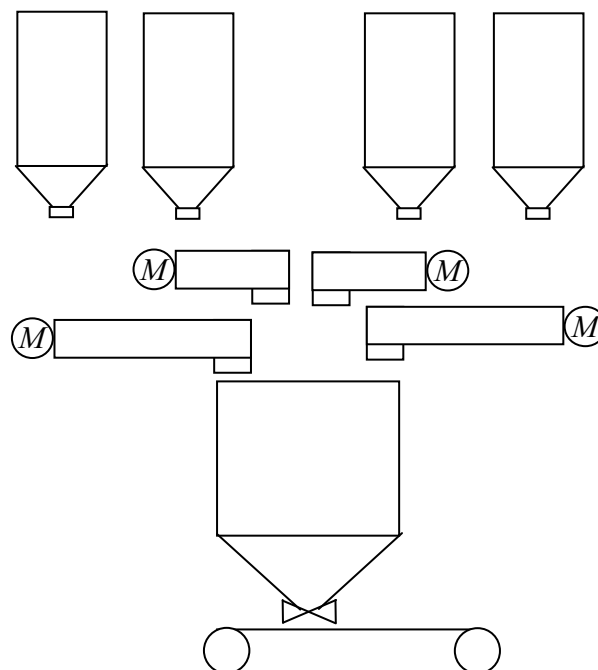
Cílem této práce je nejdříve provést na vzorové technologii teoretický rozbor, který by měl čtenáře seznámit s problematikou související s navažováním sypkých hmot. Přestože na úrovni technologických částí se můžeme setkat s různou problematikou řízení, zjistíme, že na nejnižší úrovni tj. senzorů a akčních členů, se jedná o podobné prvky se standardními vstupními a výstupními signály. Zpracování těchto prvků pomocí programových bloků s možností opakovaného použití v rámci firmy vede ke zvýšení produktivity práce při řešení obdobných problémů.

Proto je druhá část věnována návrhu koncepce objektového popisu řídicích a vizualizačních bloků těchto prvků pro realizaci ve vývojovém prostředí Step 7 (PLC řady S300, S400) a WinCC 6.0 SP4 (vizualizační SW pro PC).

Poslední část práce se věnuje seznámení s průběhem realizace koncepce.

2. TEORETICKÝ ROZBOR

Pro teoretický rozbor jsem si zvolil vzorovou technologii, která obsahuje čtyři zásobníky na materiál a jednu váhu. Materiál ze zásobníků je nutné navážít v určitém poměru s potřebnou přesností a odeslat pro další zpracování do navazující technologie. Doprava materiálu do váhy je realizována pomocí čtyř dopravníků. Navážený materiál je odebírán pásovým dopravníkem, který jej dopravuje k dalšímu zpracování.



Obr. 1: Schématické znázornění technologie

Popis technologie jsem rozdělil do sedmi podkapitol, kdy první tři kapitoly 2.1-2.3 se zabývají částmi technologie rozdělené do menších celků. Kapitola 2.4 se zabývá akčními členy, které lze najít v různých variantách provedení v předchozích třech kapitolách. Pátá kapitola se věnuje hardwarovému řešení programovatelného automatu (dále jen PLC), zatímco šestá popisuje možných režimů řízení příslušné technologie. Poslední část je věnována zpracování procesních dat.

2.1 ZÁSOBNÍKY MATERIÁLU

Zásobníky slouží k dočasnému uložení materiálu, který je zde připraven k dalšímu použití v technologii. U těchto zásobníků je často požadováno hlídání hladiny materiálu a případné řešení technických problémů souvisejících se mechanikou sypkých hmot.

2.1.1 Hlídání hladiny materiálu

Hlídání hladiny materiálu sypkých hmot je realizováno buď analogově, ultrazvukovými či radarovými čidly, nebo digitálně pro detekci maxima a minima materiálu, případně kombinací obou metod. Na toto měření nejsou kladeny zvláštní nároky z hlediska přesnosti, neboť nemá přímý vliv na správnost složení vyrobené směsi. Účelem těchto čidel je zpravidla informovat obsluhu o potřebě doplnění materiálu, nebo varovat řídicí systém, že v zásobníku již není dost materiálu na výrobu další dávky směsi. Výsledek měření může být výrazně ovlivněn vlastnostmi materiálu.

ULTRAZVUKOVÁ A RADAROVÁ ČIDLA

Pracují na principu měření času od momentu vyslání signálu, až do jeho přijetí po odrazu od měřené hladiny. Mikroprocesorem řízené čidlo vybere vhodný odražený signál a na základě známé rychlosti šíření signálu v daném prostředí vyhodnotí vzdálenost čidla od hladiny materiálu. Měřená hodnota je zpravidla předávána do PLC pomocí analogového signálu 4-20mA, který je méně náchylný k rušení. U těchto typů měřidel je nutné počítat s tzv. „mrtvým pásmem“ tj. minimální vzdáleností od materiálu, při které je čidlo schopno provádět měření.



Obr. 2: Příklad ultrazvukového měření hladiny materiálu

Ultrazvuková čidla se vyznačují

- nižší cenou
- rozsahem měření do 6m
- sníženým rozsahem měření v prašném prostředí

Radarová čidla

- vyšší cena
- rozsah měření do 100m
- menší vliv prašnosti
- menší mrtvé pásmo

Od analogového měření hladiny materiálu se může požadovat

- Zpracování informace o aktuální hladině materiálu
- Vyhodnocení zvýšení resp. snížení hladiny nad resp. pod hlídanou mez.
- Vyhodnocení přerušení čidla

U analogových měření hladiny se lze setkat s těmito typy signálů

- Analogový vstup (dále jen AI) pro měření hladiny
- Digitální výstup (dále jen DO), signalizace minima pro obsluhu příp. jiný řídicí systém
- DO, signalizace maxima pro obsluhu příp. jiný řídicí systém

DIGITÁLNÍ ČIDLA MINIMA A MAXIMA

Digitální měření hladiny se používá pro získání informací nutných pro zahájení resp. ukončení doplňování materiálu do zásobníku, případně jako ochrana analogového měření hladiny materiálu proti zasypaní.

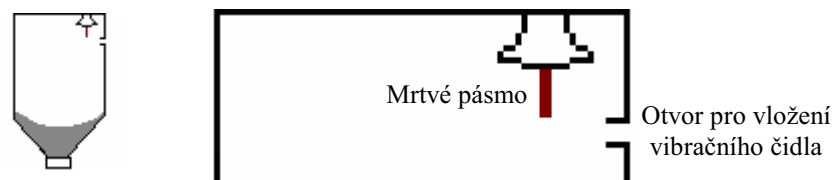
Pro digitální měření hladiny materiálu lze použít široké spektrum čidel např.:

- **Vibrační** - jedná se o aktivní čidla se zdrojem vibrací a kontrolou jejich stavu. Pokud hladina materiálu dosáhne úrovně čidla, dojde k jeho zasypaní a přerušení vibrací.
- **Závěsná** resp. náklonová - tato čidla reagují na odklon od svislé polohy. Jsou umístěna tak, aby při dosažení určité úrovně hladiny materiálu došlo k odklonění čidla ze svislé polohy.

- **Membránová**, tato čidla reagují na materiál, který svou hmotností deformuje membránu. Píst umístěný na membráně přenáší tlak na mikrospínač s přepínacím kontaktem.

Čidlo minima je zpravidla signalizační většinou pro obslužení doplnění materiálu do příslušného zásobníku. Tento signál může být realizován pomocí spínacího i rozpínacího kontaktu.

Čidlo maxima je většinou použito jako havarijní pro obslužení zastavení přísunu materiálu. Tento signál musí být realizován pomocí rozpínacího kontaktu tzn. ve stavu rozepnuto je signalizováno maximum.



Obr. 3: Příklad realizace doplňkové ochrany analogového měření hladiny materiálu pomocí vibračního čidla

U digitálního měření se lze setkat s těmito typy signálů

- Digitální vstupy (dále jen DI) pro připojení signálů minima resp. maxima

2.1.2 Technologická řešení související s mechanikou sypkých hmot

V zásobnících materiálu může docházet během doplňování nebo odběru materiálu k technickým problémům souvisejícím s mechanikou sypkých hmot. Tyto problémy souvisejí s hmotnými toky sypké hmoty a délkou skladování materiálu. Mechanismů hmotného toku existuje více, nicméně v praxi jsou nejdůležitější „Hmotový tok“ a „Jádrový tok“.

Hmotový tok se vyznačuje tím, že se při otevření výsypného otvoru uvede do pohybu veškerý materiál a začne klouzat po stěnách. Tato situace nastává v zásobnících se strmými a hladkými stěnami, kdy je úhel mezi stěnami výsypky vertikální stěnou v rozsahu 15-25° [1].

Jádrový tok se vyznačuje tím, že se do pohybu dává jako první hmota nad výpustným otvorem, zatímco hmota přiléhající ke stěnám se začne pohybovat směrem ke středu pouze pokud se hladina sníží pod úroveň hladiny materiálu u stěn. Toto může vést k vytvoření klenby nebo tzv. středního tunelu [1].



Obr. 4: Klenba, střední tunel a netekoucí materiál na stěnách

Nepříjemnými efekty klenby, středního tunelu a netekoucího materiálu jsou:

- Sesuvy materiálu - některé druhy sypkých materiálů se během sesunutí chovají v dopravníku jako voda, tzn., že může dojít k nepředvídanému protečení materiálu do váhy a znehodnocení navažování
- Propad klenby ve velkých zásobnících může vést k dočasnému podtlaku v horní části s následnou deformací zásobníku, v lepším případě může nastat stejný problém jako při sesunu materiálu
- V závislosti na délce skladování mění se vlastnosti materiálu – např. sypkost, vlhkost, hrubost atd.

Délka skladování materiálu se může nepříjemně projevit na složení obsahu zásobníku. Pokud není sypká hmota zcela homogenní, tak během plnění síla dochází k segregaci materiálu tzn. ve středu se koncentruje sypký materiál zatímco u stěn se nachází hrubší částice. Dochází-li v zásobníku k jádrovému toku, tak při průběžném plnění nastává situace, že se ze zásobníku vysypává jako první sypký středový materiál zatímco hrubší se stále více koncentruje u stěn.

Zlepšení těchto negativních jevů lze dosáhnout pomocí konstrukčních metod.

- Zvětšení velikosti výsypného otvoru
- Vhodným sklonem stěny síla
- Pomocí technologických prvků
- Vibrátorů
- Systému pulzních trysek nebo čeřících desek

VIBRÁTORY

Vibrátory lze používat jak pro uvolnění sypkých materiálů ze zásobníků a násypek, či k vytvoření periodické energie využitelné pro různé druhy aplikací.

- Zhutňování betonových směsí
- Uvolňování různých substrátů ze zásobníků, násypek, vah
- Snižování skluzných úhlů
- Vibrační dopravníky a podavače
- Vibrační síta a třídiče
- Zařízení pro praní, otírání, mísení ...

Vibrátory lze dělit dle způsobu aplikace na:

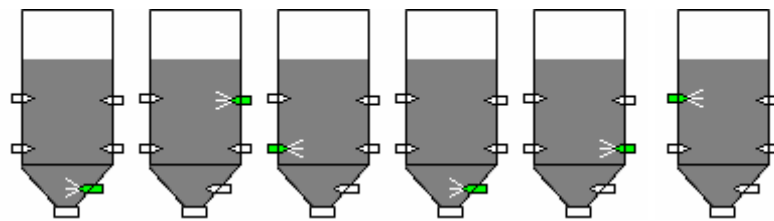
- Příložné – montují se na stěny či dno zásobníku
- Ponorné – pokládají se přímo do materiálu

Z hlediska řízení lze tyto komponenty považovat za akční člen Motor, viz. kapitola 2.4.1.

SYSTÉM PULZNÍCH TRYSEK

Pulzní tryska resp. vzduchové dělo koncentruje v krátkém časovém intervalu sílu dávky vzduchu. Systém pulzních trysek je takové uspořádání trysek, aby usměrněným působením sil dávek vzduchu podél stěn příp. směrem do zásobníku docházelo k odřezání materiálu od stěn a jeho mísení. Počet a směr působení použitých trysek záleží na rozměrech zásobníku a typu materiálu. Čeřící desky naopak přivádějí vzduch plošně a zlepšují tekutost materiálu.

Algoritmus řízení je vhodné programovat tak, aby koncový uživatel mohl volně nastavit sekvenci spínání trysek včetně délky sepnutí, prodlevy před sepnutím následující a doby klidu před spuštěním další sekvence. Používání trysek je vhodné omezit pouze na dobu odběru ze zásobníku. Pokud se provádí navažování, tak je toto použití zakazováno s dostatečným předstihem před dosažením požadované hmotnosti, protože vzduch unikající z trysek může velmi sypký materiál pod tlakem vytlačovat výsypným otvorem ven ze zásobníku. Další omezení nastává v případě, že příslušný zásobník obsahuje prvky pro měření hladiny materiálu. Pak je vhodné, aby se trysky nad aktuální hladinou nepoužívaly.



Obr. 5: Příklad sekvence spínání trysek

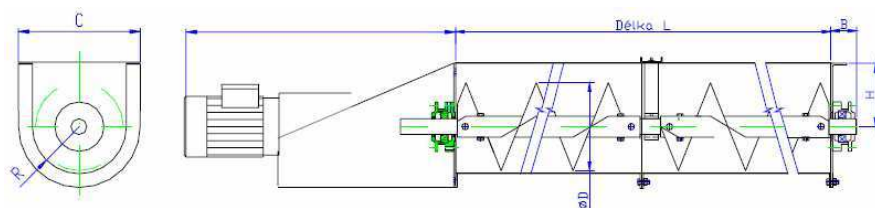
Z hlediska řízení lze trysku považovat za akční člen typu Ventil, více viz. kapitola 2.4.2. Počet možných signálů je přímo úměrný počtu pulzních trysek.

2.2 DOPRAVNÍKY MATERIÁLU

Dopravníky jsou velmi důležitou součástí technologie sloužící k přemísťování materiálu mezi jednotlivými částmi výroby, kde dochází ke skladování, zpracování a expedici materiálu. Dopravníky lze dělit na šnekové, vibrační a pásové.

2.2.1 Šnekové dopravníky

Tato zařízení se používají k dopravě sypkých nebrusných materiálů. Materiál je dopravován pomocí šnekovnice navažené na středové hřídeli, která se otáčí ve šnekové skříni ve tvaru trubky příp. žlabu. Výhodou těchto dopravníků je, že k přemístění materiálu dochází v uzavřeném prostředí, což vede ke snížení prašnosti. Pokud se šnekový dopravník používá pro dopravu materiálu do váhy za účelem navažování, tak se pro zvýšení přesnosti pro pohon používá vysokofrekvenční motor řízený frekvenčním měničem (dále jen FM), kdy se změnou frekvence řídí i rychlost toku materiálu. U velmi přesných navažování se řeší i problém, v jaké poloze se zastaví hřídel při zastavení dopravníku. Pro různé polohy hřídele dochází ke zbytkovému výsypu materiálu o různé hmotnosti. Tento problém se většinou řeší pomocí rychlouzávěru výsypného otvoru.

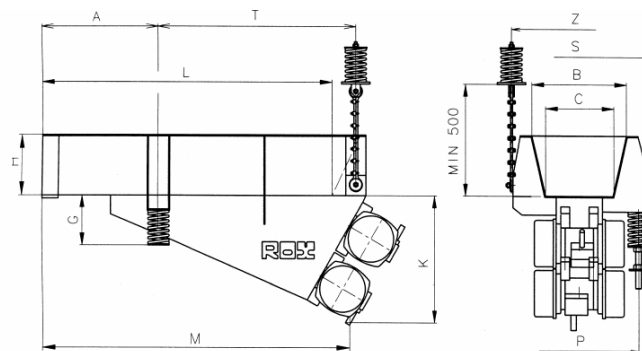


Obr. 6: Příklad technického řešení kruhového šnekového dopravníku [2]

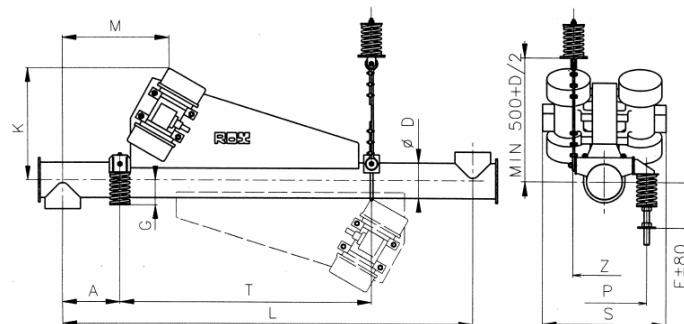
U šnekového dopravníku lze očekávat signály typické pro akční člen typu **Motor** nebo **Frekvenční měnič**, případně **Rychlouzávěr**.

2.2.2 Vibrační dopravníky

Vibrační podavač je zařízení zavěšené na pružině s mírně skloněným dnem ve směru požadovaného toku materiálu. Motor resp. dvojice vibračních motorů dodává energii nutnou k houpavému pohybu. Při spuštění motorů se zahájí pohyb v požadovaném směru toku materiálu, úhel sklonu se zmenšuje. Podavač i s materiálem se pohybuje stejnou rychlostí (materiál získává energii). Při dosažení určitého bodu se pohyb podavače zastaví a začne zhoupnutí zpět. Úhel sklonu se začíná zvyšovat, dochází k oddělení materiálu od dna podavače. Protože materiál získal dostatečnou energii k pohybu, pokračuje v pohybu vzduchem v požadovaném směru. V určitém bodu se podavač zastaví a znovu zahájí zhoupnutí ve směru pohybu materiálu. Materiál dopadá zpět na dno podavače a získává energii nutnou pro pohyb ve směru toku materiálu. Celý proces se cyklicky opakuje. Zjednodušeným praktickým příkladem, může být např. házení uhlí lopatou.



Obr. 7: Žlabový vibrační podavač [7]



Obr. 8: Trubkový vibrační podavač [7]

Při požadavcích na přesnější řízení za účelem navažování se používají stejná technická řešení jako pro šnekové podavače. U vibračního dopravníku lze očekávat signály typické pro akční člen typu **Motor** nebo **FM**, případně **Rychlouzávěr**.

2.2.3 Pásové dopravníky

Slouží zejména pro přepravu sypkých a polotekutých hmot. Dopravník se skládá z nosné konstrukce stroje, na které jsou upevněny otočné válečky tvořící pojezdovou dráhu s pohyblivým pásem pro přepravu materiálu. Tento pás je většinou zabezpečen proti vstupu osob dvěma bezpečnostními lanky pro HW vypnutí pohonu, případně je navíc zakryt železnou konstrukcí. Pro pohon pásu je obvykle použit asynchronní elektromotor.

U pásových dopravníků lze očekávat signály odpovídající akčnímu členu typu Motor rozšířený o signály.

- DI, havarijní lanko 1
- DI, havarijní lanko 2
- DO, sepnout stykač pásového dopravníku pro pohyb doleva
- DO, sepnout stykač pásového dopravníku pro pohyb doprava

2.3 VÁHA

Váhu lze definovat jako technologické zařízení s jehož pomocí se porovnává hmotnost suroviny se známou hmotností referenčního závaží. Pokud jde o fyzikální podstatu měření, tak se v této práci zabývám pouze vahami tenzometrickými. Jejich princip je založen na deformaci měrného členu (snímače síly) způsobené silou váženého objektu.

Tuto kapitolu jsem se rozhodl dále rozdělit do tří částí, kdy první dvě se věnují členění vah dle počtu navažovaných surovin a způsobu navažování. Zatímco třetí část se věnuje prvkům, které může váha z hlediska řízení obsahovat.

2.3.1 Členění vah dle počtu navažovaných surovin

Dle počtu navažovaných surovin se jedná o váhy

- Jednokomponentní
- Vícekomponentní

JEDNOKOMPONENTNÍ VÁHA

Jedná se o váhu, do které vede dopravní cesta pro jeden nebo více druhů materiálu. Nicméně při požadavcích na rychlost případně způsob navažování se během výrobního procesu navažuje pouze jeden typ materiálu.

VÍCEKOMPONENTNÍ VÁHA

Jedná se o váhu, do které vede dopravní cesta pro více než jeden materiál, během výrobního procesu se pro navažování může použít více druhů materiálu.

Toto navažování lze provádět dvěma způsoby:

- Odděleně, naváží se jeden typ materiálu a provede se výsyp.
- Společně, naváží se první typ materiálu, po ustálení váhy se naváží druhý, třetí atd. Po skončení navážení všech požadovaných surovin se provede výsyp. Výhodou je, že lze částečně ovlivnit prašnost váhy při výsypu, kdy se jako první navažují materiály s nejvyšší hrubostí.

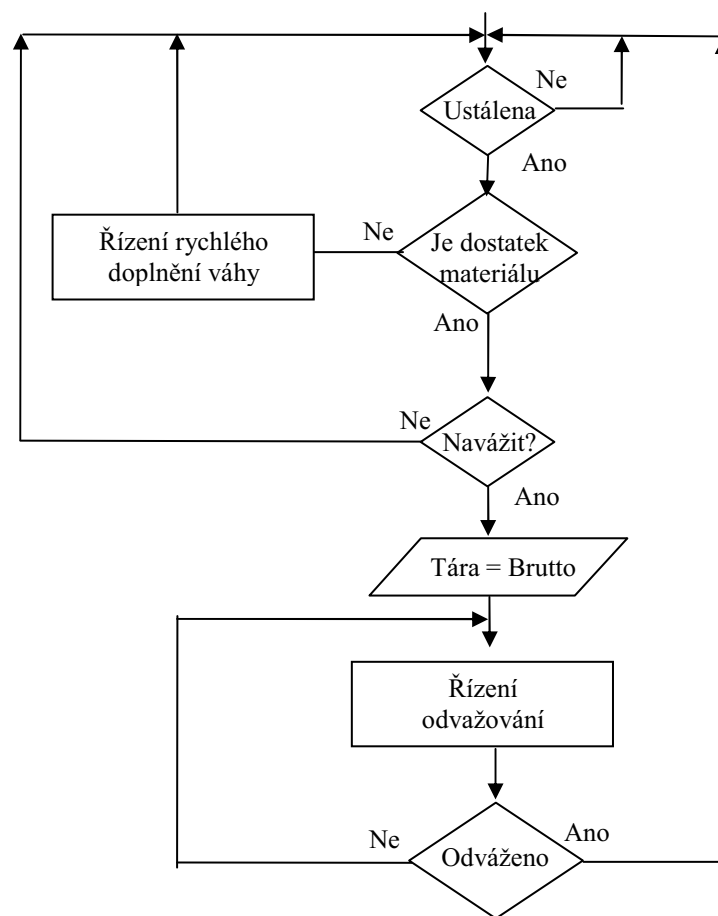
2.3.2 Členění dle způsobu navažování

Dle způsobu navažování se jedná o váhy

- Diferenční
- Kladné

DIFERENČNÍ VÁHA

Tato váha se vyznačuje tím, že je v klidovém stavu doplňována materiálem na určitou pracovní hmotnost. Navažování materiálu z této váhy probíhá řízeným odvažováním, způsob odvažování materiálu jsem se pokusil popsat pomocí vývojového diagramu.



Obr. 9: Vývojový diagram jednoduché funkce pro řízení navažování diferenční váhy

Tato funkce se může nacházet v těchto stavech.

- Čekání na ustálení váhy
- Rychlé doplnění váhy
- Čekání na povel navážit
- Tárování váhy
- Řízení odvažování

Ustálení váhy - tato část programu čeká na příznak, že je váha ustálena. Tento příznak může být vyhodnocován v cyklickém přerušení např. 100ms (organizační blok OB35), kde se sleduje odchylka mezi jednotlivými měřeními hmotnosti (Brutto). Je-li tato odchylka po určitou dobu (např. 1-2s) v určitém rozsahu (rozsah závisí na váživosti váhy), tak je příznak Ustálena = TRUE v opačném případě je FALSE.

Pokud je váha ustálena, tak program přechází k vyhodnocení, zda-li je ve váze dostatek materiálu.

Požadavek < Brutto - Reserva (1)

Požadavek Požadovaná hmotnost v kg

Brutto aktuální měřená hmotnost váhy

Reserva určitá reserva vyjadřující určité množství materiálu,
které může být nalepeno ve váze a nelze jej vysypat.

Při nesplnění této podmínky se zahájí rychlé doplnění váhy. Ve vývojovém diagramu předpokládám, že je řešeno podprogramem Řízení rychlého doplnění váhy. V rámci podprogramu se povolí používání příslušných celků (dopravní cesty, zásobníku atd.) a sleduje se, zda bylo dosaženo pracovní hmotnosti váhy. Po dosažení pracovní hmotnosti se rychlé navažování ukončí a přechází se zpět na „Čekání na ustálení váhy“. Při tomto navažování není důležitá přesnost, ale pouze rychlost jakou se dosáhne pracovní hmotnosti.

Je-li váha ustálena a je vyhodnoceno, že je ve váze dostatek materiálu, tak se provede tárování váhy v diagramu reprezentováno jednoduchým přiřazením $Tára = Brutto$ a přejde se k řízení odvažování. Význam táry bude upřesněn v rámci podprogramu **Řízení odvažování**.

Ve vývojovém diagramu předpokládám, že řízení odvažování je řízeno podprogramem **Řízení odvažování**. V podprogramu se provádí výpočet čisté hmotnosti odvážené složky.

Netto = Tára – Brutto (2)

Netto ... čistá hmotnost odváženého materiálu

Tára ... hrubá hmotnost váhy při zahájení odvažování

Brutto ... aktuální měřená hmotnost váhy

Podprogram řídí proces odvažování a sleduje zda bylo dosaženo požadované hmotnosti Netto \geq Požadavek. Po dosažení této podmínky se v rámci podprogramu musí provést ustálení váhy a provést kontrola navážení, zda bylo dosaženo požadované hmotnosti (+- tolerance). Pokud je Netto mimo toleranci a zároveň menší než požadovaná hmotnost, tak se podprogram vrací do režimu navažování, zatímco při převážení se čeká na zásah obsluhy. Po dosažení požadované hmotnosti, případně po zásahu obsluhy, se nastaví Odváženo na TRUE a dostáváme se zpět na začátek funkce.

Výhody tohoto způsobu navažování:

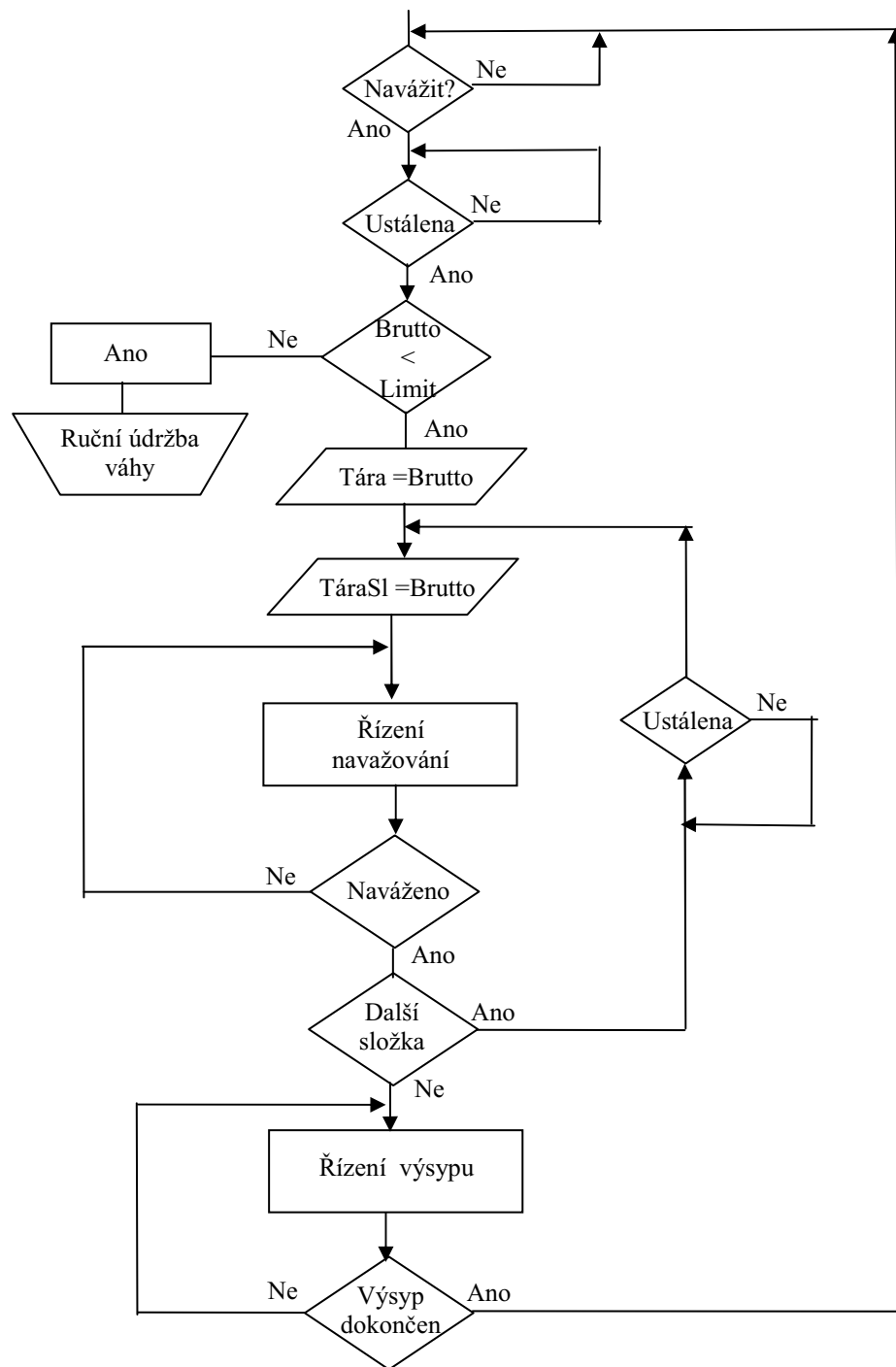
- Vyšší rychlost navažování
- Vyšší výkon

Nevýhody

- Váha může být používána pouze jako jednokomponentní, pokud se v navazující technologii provádí mísení materiálů, musí tato technologie obsahovat více vah
- Větší nároky na technické řešení, aby mohlo docházet k řízenému odběru z váhy
- Vyšší výkon je za vyšší cenu

KLADNÉ VÁHY

Tato váha je v klidovém stavu prázdná. Při navažování se navažuje příslušný materiál na požadovanou hmotnost a poté se provede výsyp. U vícekomponentní váhy, kdy výrobní proces požaduje více druhů materiálu, se může rozhodnout mezi jednokomponentním navažováním (naváží se jeden materiál a provede se výsyp) nebo vícekomponentním (naváží se první materiál, další, poté se provede výsyp). Jako demonstrativní příklad jsem se rozhodl uvést příklad vývojového diagramu navažovací funkce pro vícekomponentní váhu.



Obr. 10: Vývojový diagram jednoduché funkce pro řízení navažování kladné váhy

Tato funkce zobrazená na obr. č. 10 se může nacházet v těchto stavech

- Čekání na povel navážit
- Ustálení váhy při prvním tárování
- Ruční údržba váhy
- Ustálení váhy při přechodu na navažování další složky
- Řízení navažování
- Řízení výsypu

Na začátku funkce čeká na povel „Navážit“. Po zahájení navažování se čeká, zda je váha ustálena. Tento příznak může být vyhodnocován v cyklickém přerušení např. 100ms (organizační blok OB35), kde se sleduje odchylka mezi jednotlivými měřeními hmotnosti (*Brutto*). Je-li tato odchylka po určité době (např. 1-2s) v určitém rozsahu (rozsah závisí na váživosti váhy), je příznak *Ustálena = TRUE* v opačném případě je *FALSE*.

Po ustálení váhy se provádí kontrola, zda je měřená hmotnost menší než limitní hmotnost. Tato podmínka slouží pro vyhodnocení, není-li nutné provést ruční údržbu váhy (např. vyčištění, kalibrace váhy apod.). Pokud ano, tak se navažovací proces zablokuje a je vyžadováno provedení údržby.

Je-li vše v pořádku, tak se provede přiřazení *Tára = Brutto* a *TáraSI = Brutto* a zahájí se navažování.

Navažování je zde obslouženo podprogramem **Řízení navažování**, tento podprogram provádí výpočet čisté hmotnosti ve váze:

$$\text{Netto} = \text{Brutto} - \text{Tára} \quad (3)$$

Netto čistá hmotnost ve váze (součet hmotností všech navážených materiálů)

Brutto aktuální měřená hmotnost váhy

Tára hrubá hmotnost váhy při zahájení procesu navažování

Dále se provádí výpočet čisté hmotnosti aktuálně navažovaného materiálu:

$$\text{NettoSI} = \text{TáraSI} - \text{Brutto} \quad (4)$$

NettoSI čistá hmotnost aktuálně navažovaného materiálu

TáraSI hrubá hmotnost váhy při zahájení navažování materiálu

Brutto aktuální měřená hmotnost váhy

Podprogram řídicí proces navažování povoluje/zakazuje používání částí technologie, které se nacházejí na příslušné dopravní cestě a sleduje, zda bylo dosaženo požadované hmotnosti $NettoSI \geq Požadavek$. Po dosažení této podmínky se v rámci podprogramu provede ustálení váhy a kontrola navážení, zda bylo dosaženo Požadované hmotnosti (+- tolerance). Je-li naváženo příliš málo materiálu, tak se podprogram vrátí do režimu navažování, při převážení se čeká na zásah obsluhy. Po dosažení požadované hmotnosti, případně po zásahu obsluhy, se nastaví Naváženo na TRUE.

Po dokončení navážení se provádí kontrola, zda není požadavek na další složku, pokud ano, tak se přejde k ustálení váhy a proběhne navážení další složky.

Po navážení požadovaných surovin se přechází k **řízení výsypu**, který je v tomto případě řízen podprogramem. Tento podprogram může být realizován, tak aby čekal na povolení k zahájení výsypu (např. vstupní parametr funkce).

Při dokončení výsypu funkce řízení navažování přejde do výchozího stavu a je připravena pro další navažování.

2.3.3 Prvky řízení váhy

Základními prvky pro řízení váhy jsou:

- Zpracování tenzometrického signálu pro měření hmotnosti
- Odsávání váhy během plnění
- Ovládání výsypu z váhy.

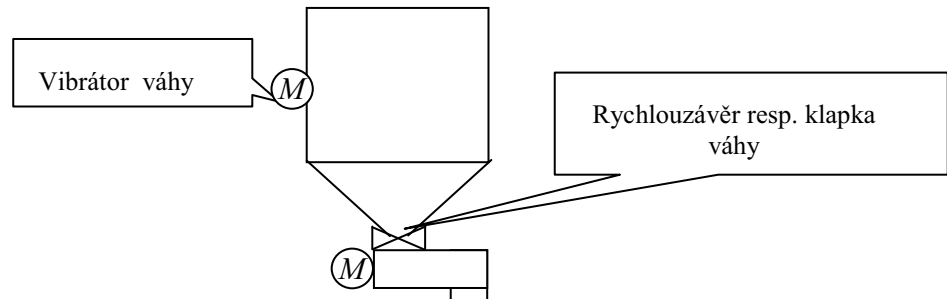
ZPRACOVÁNÍ TENZOMETRICKÉHO SIGNÁLU

Zpracování tenzometrického signálu je u většiny výrobců PLC zpracováváno pomocí specializovaných vážních modulů. U firmy Siemens je toto měření realizováno pomocí speciálních vážních modulů řady SIWAREX, kterým je věnována samostatná kapitola .

OVLÁDÁNÍ VÝSYPU

Základním prvkem je rychlouzávěr resp. klapka váhy se stavy otevřeno/zavřeno případně mezipoloha. V některých případech je váha vybavena vibrátorem pro řešení problematiky sypkých hmot v průběhu výsypu (viz. kapitola 2.1.2). Takovéto řešení dostatečně vyhovuje většině aplikací s kladnými váhami. U

diferenčních vah se pro řízení odvažování používá šnekový nebo vibrační podavač řízený pomocí FM, který se umístí pod klapku váhy.



Obr. 11: Příklad realizace řízeného odběru váhy

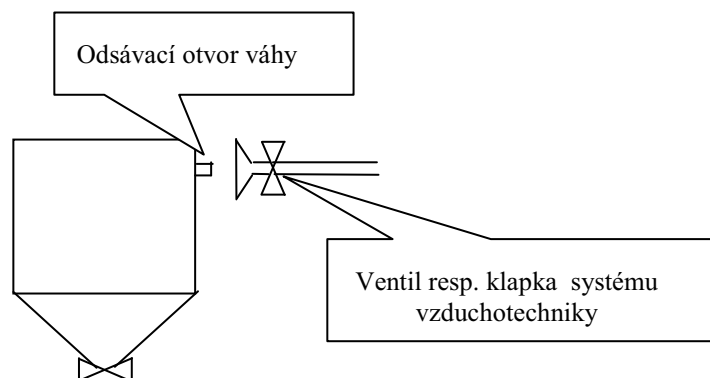
V případě řízení výsypu váhy lze očekávat signály typické pro akční členy typu **Klapka** (uzávěr váhy), **Motor** (vibrátor váhy) případně **Motor s Frekvenčním měničem** (vibrační nebo šnekový dopravník).

U diferenčních vah se musí dodržet některé omezující podmínky:

- U šnekového nebo vibračního dopravníku musí být zajištěno, aby se vibrace nepřenášely do váhy.
- Vibrátor váhy se použít až po ukončení odvažování, případně na krátkou dobu při zahájení odvažování, protože vibrace během odsypu snižují přesnost měření aktuální hmotnosti.

ODSÁVÁNÍ VÁHY BĚHEM PLNĚNÍ

Tento prvek se realizuje v případě, že je váha zcela uzavřená za účelem snížení prašnosti. Např. výsypný otvor šnekového podavače materiálu a vrchní deska váhy je propojena trubicí a spoje jsou utěsněny. Aby během plnění resp. výsypu váhy nedocházelo k přetlaku resp. podtlaku, je ve váze vytvořen malý otvor pro únik resp. přívod vzduchu. V určité vzdálenosti od tohoto otvoru je umístěn odsávací bod vzduchotechniky pro zlepšení podmínek odvodu vzduchu během plnění.



Obr. 12: Příklad realizace odsávání váhy

Během oživování technologie je vhodné provést kontrolu, jak odsávání ovlivňuje váhu. Špatně nastavené odsávání (např. odsávací bod se nachází příliš blízko otvoru pro odvod vzduchu, příliš vysoká síla odsávání) může způsobit podtlak ve váze, což vede odlehčení váhy (i v řádech desítek kg).

U řízení odsávání váhy lze očekávat signály typické pro akční člen typu **Ventil**.

2.4 AKČNÍ ČLENY

Akční člen je technické zařízení, které přenáší výstupní signál z řídicího systému do řízené soustavy. Z pohledu řízení považují akční členy za objekty jež jsou definovány určitým počtem vstupních (stavových) a výstupních (řídících) signálů.

2.4.1 Motory

Motory resp. pohony patří mezi základní prvky technologie a v technologiích nacházejí širokou škálu uplatnění. V technologii syvkých hmot se používají jako pohony různých dopravníků, zdroje periodických vibrací apod.

Motory lze například členit dle zdroje energie:

- Pneumatické
- Hydraulické
- Elektromotor 220/400V 50Hz
- Vysokofrekvenční elektromotor řízený pomocí Frekvenčního měniče

Z hlediska řízení motory považují za jeden člen s výjimkou vysokofrekvenčního motoru, který je rozšířen o ovládání s pomocí Frekvenčního měniče.

U motorů lze očekávat tyto signály:

- DI, ventil resp. stykač motoru otevřen resp. sepnut
- DI, tlak resp. jištění v pořádku
- DI, tepelná ochrana v pořádku
- DI, detekce rotace motoru
- DO, otevřít ventil resp. zapnout stykač motoru

Vysokofrekvenční elektromotor se může řídit buď ovládáním přímo frekvenčního měniče nebo odděleným řízením, kdy se používají výše uvedené signály pro řízení motoru a další pro řízení frekvenčního měniče.

Pro řízení FM se používají tyto signály:

- DI, stykač FM sepnut
- DI, jištění FM v pořádku
- DI, porucha FM (v tomto případě může být součtová i od motoru)
- DO, zapnutí FM (může zároveň zapínat i stykač motoru)
- DO, použít rychlost 2
- AO, rychlost

Inteligentní FM lze řídit pomocí komunikační linky (např. Profibus) nicméně seznam základních DI, DO a AO se pouze přesouvá do datové oblasti rezervované pro komunikaci.

Oddělené řízení se používá například v případech, že plnění váhy z více zásobníků je realizováno šnekovými nebo vibračními podavači s vysokofrekvenčním elektromotorem. V rámci úspor se použije zapojení, kdy jeden měnič může řídit více motorů. V tomto případě se řízení frekvenčního měniče a motorů oddělí. Podmínkou nutnou pro realizaci tohoto řízení je, že v daný okamžik může být zapnut pouze jeden motor.

2.4.2 Klapky, ventily, rychlouzávěry

Tyto členy jsem zařadil do jedné skupiny, která ovládá případně reguluje různé toky materiálu, energie (např. stlačený vzduch, olej, pára) apod.. Tyto členy lze označovat jako regulační (umožňující proporcionální řízení) nebo uzavírací.

- Dle typu pohonu je lze dělit na:
- Elektrické
- Hydraulické
- Pneumatické

Mezi nejoblíbenější patří pneumatické, protože jejich konstrukce i montáž je jednoduchá a provozně spolehlivá, reagují rychle pod tlakem i při zpětném chodu. V provedení s vracením pružinou mají zajištěnu i definovanu bezpečnostní polohu [4].

U těchto akčních členů lze očekávat tyto signály:

- DI, zavřeno
- DI, mezipoloha
- DI, otevřeno
- AI, aktuální poloha
- DO, otevřít
- DO, zavřít
- AO, požadovaná poloha

S AI a AO jsem se u těchto členů ve své dosavadní praxi nesetkal, proporcionální řízení toku sypkých hmot bylo vždy řešeno jinými způsoby.

2.5 NÁVRH HW ŘEŠENÍ PLC OD FY. SIEMENS

Pro realizaci řízení v rozsahu vzorové technologie bych zvolil kompaktní PLC s integrovanými vstupy/výstupy s možností rozšíření o příslušné HW moduly. Například CPU 313C (kód 6ES7 313-5BF03-0AB0), 64kB pracovní paměti, 24 integrovaných DI, 16 integrovaných DO, 5 integrovaných AI a dva integrované AO. Toto zcela vyhovuje požadavkům na případné analogové měření hladiny, řízení dopravy materiálu do váhy pomocí jednoho FM a s případnou rezervou jednoho AI a AO.

PLC může být rozšířeno o další moduly:

- CP 343-1 Lean, pro případnou ethernetovou komunikaci s vizualizačním PC
- Karty digitálních vstupů a výstupů, např. DI32xDC24V (32x digitálních vstupů) a DO32xDC24V/0.5A (32 digitálních výstupů)
- Vážní modul Siwarex

Blíže jsem se rozhodl věnovat pouze vážnímu modulu Siwarex, protože s ohledem na požadavky řízení a sledování stavových veličin akčních členů, považuji volbu zbývajících modulů AI, AO, DI, DO pouze za věc vkusu resp. ceny.

2.5.1 Vážní modul Siwarex

V případě navažovacích procesů považuji tyto moduly za nejdůležitější prvek. Pro volbu vhodného vážního modulu je nutné znát základní požadavky na vážení, tj. zda se bude jednat o normální nebo obchodní vážení.

- Siwarex FTA, vážní modul s jedním měřicím vstupem se zvýšenou přesností měření - určen pro obchodní vážení
- Siwarex U, modul s jedním měřicím vstupem - určen pro klasické vážení
- Siwarex U2, modul s dvěma měřicími vstupy - určen pro klasické vážení

SIWAREX FTA

Přestože se jedná o vážní modul připojovaný k PLC přes BUS sběrnici, tak bych jej spíše definoval jako samostatné PLC s 7xDI, 8xDO, 1x AO, AI se zvýšenou přesností pro tenzometrické měření hmotnosti, 1x RS232 a 1x EIA 485. Tento modul obsahuje širokou škálu měřicích, řídicích a diagnostických funkcí např.:

- Specializovaný SW pro nastavení a kalibraci modulu pomocí RS232
- Možnost nastavení reakce na DI, chování DO atd.
- Nelineární měření, pokud není příslušné tenzometrické měření zcela lineární, je možné provést kalibraci na celém rozsahu váhy (např. na váze s váživostí 400kg kalibrace na 100kg, 200kg, 300kg a 400kg)
- Automatické vyhodnocení ustálení váhy
- Automatické tárování
- Automatické řízení navažování
- Vlastní alarmní systém (cca 352 alarmů)

- Možnost zálohování nastavení v rozšiřující flash paměti
- Evidence provedených navázení (v případě zaplnění paměti probíhá automatický přepis starších záznamů)
- Podpora zobrazení evidence navázení na vybraných operátorských panelech fy. Siemens (dále jen OP)
- Vlastní realizace řízení navažování může být provedena takto:
- Obsluha parametrizace modulu – zápis požadovaných hmotností a povelů
- Obsluha čtení stavových informací – alarmy a jiná stavová hlášení

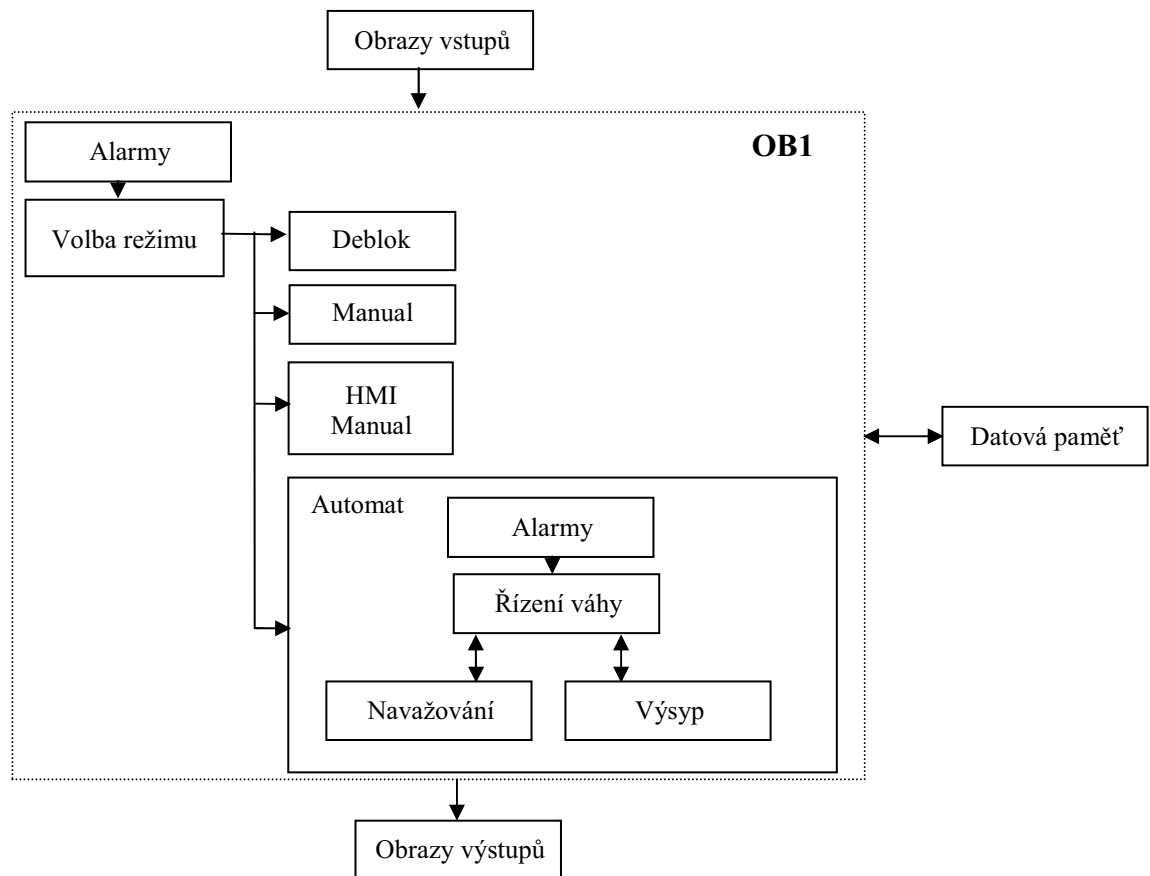
Přestože je tento modul certifikován pro obchodní vážení, tak v případě exportu do zahraničí doporučuji provést kontrolu, zda tato certifikace se vztahuje i na zemi určení.

SIWAREX U RESP. U2

Váží modul spojený s PLC pomocí BUS sběrnice s jedním resp. dvěma měřicími vstupy a jednou komunikační linkou RS232. Komunikační linka je určena pro kalibraci a nastavení modulu pomocí specializovaného SW. Tento modul podporuje pouze základní diagnostiku, veškeré funkce pro řízení navažování musí být realizovány v PLC. Přestože má výrazně méně funkcí, tak jsem se v dosavadní praxi (mimo obchodní vážení) nejvíce setkával s použitím těchto modulů. Hlavním důvodem je poloviční cena oproti modulu Siwarex FTA.

2.6 REŽIMY ŘÍZENÍ

V předchozích kapitolách je popsána problematika a možnosti řízení jednotlivých komponent technologie. Mimo automatické řízení jsou také požadovány další režimy ovládání. Většinou se používají pro ulehčení diagnostiky a servisní testování akčních členů v průběhu ožívování a oprav technologie. Tato kapitola je věnována popisu těchto režimů.

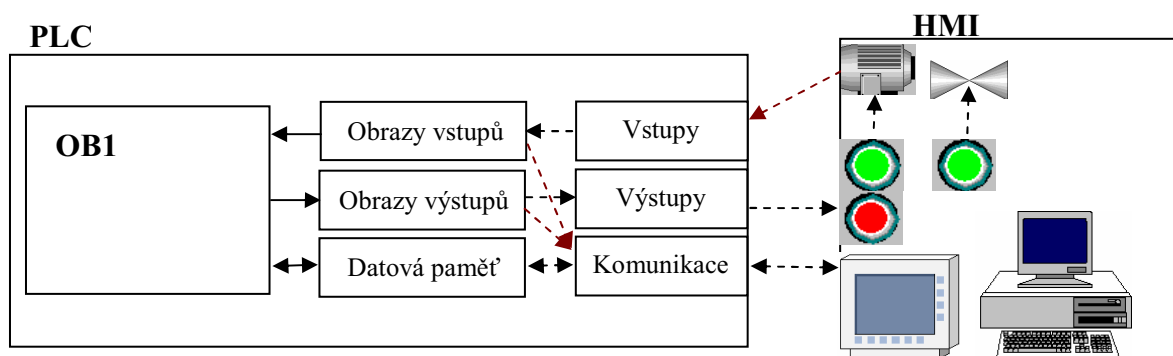


Obr. 13: Příklad realizace řízení linky navažování v organizačním bloku OB1

Nejdříve se provede vyhodnocení alarmových signálů, které jsou nezávislé na zvoleném režimu, poté funkce Volba režimu provede výběr režimu řízení – Deblok, Manual, HMI Manual nebo Automat (seřazeno dle priority nejvyšší-nejnižší):

REŽIM DEBLOK

Tento režim s nejvyšší prioritou slouží odpovědným osobám k oživování nebo opravám technologie. V tomto režimu jsou výstupy z PLC fyzicky odpojeny od technologie a jsou vypnuty bezpečnostní funkce realizované v rozvaděči.



Obr. 14: Demonstrativní příklad HMI pro režim deblok

Ovládání akčních členů probíhá přímo pomocí ovládacích tlačítek z deblokačních skříní. Přepnutí do tohoto režimu je zpravidla povoleno klíčkovým přepínačem, ze kterého je tento signál přiveden do PLC. PLC v tomto režimu nastaví výstupy ovládající akční členy do klidového stavu. Aktivní zůstávají pouze výstupy pro ovládání signalizačních prvků. Tento režim pouze vyhodnocuje alarmové signály pro případné zpracování ve vizualizačním HMI (na PC nebo OP). Osoba provozující tento režim nese plnou odpovědnost za případné poškození technologie.

REŽIM MANUAL

Tento režim je obdobou deblokačního režimu, ale liší se tím, že výstupy PLC a bezpečnostní funkce realizované v rozvaděči jsou aktivní. Přepnutí do tohoto režimu je zpravidla povoleno klíčkovým přepínačem, ze kterého je tento signál přiveden do PLC. Ovládání akčních členů probíhá pomocí tlačítek, jejichž stav je zapojen na DI PLC. PLC pouze kopíruje tyto signály na výstupy a dále vyhodnocuje alarmové signály pro případné zpracování ve vizualizačním HMI (na PC nebo OP). Osoba provozující tento režim nese plnou odpovědnost za případné poškození technologie.

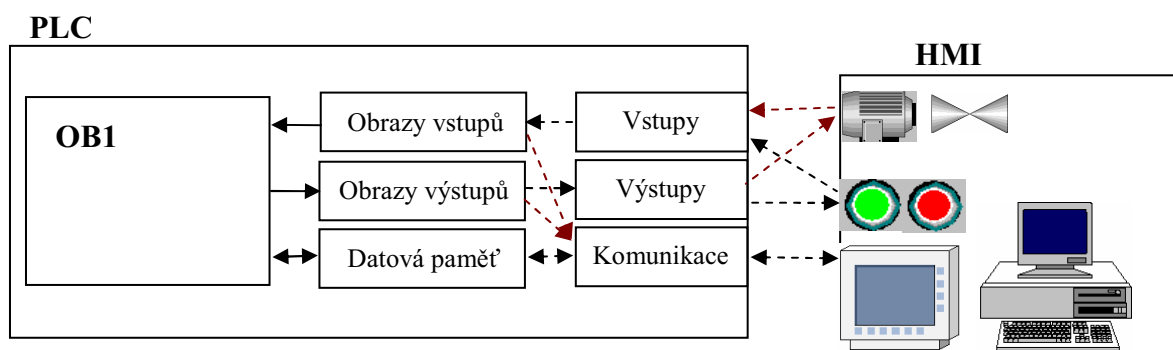
REŽIM HMI MANUAL

Tento režim se podobá manuálnímu režimu, ale liší se tím, že PLC reaguje na povely zadávané na OP nebo PC. Zapnutí tohoto režimu se provádí po nastavení příslušné proměnné v PLC. Nastavení této proměnné může provést pouze osoba s příslušným uživatelským účtem a oprávněním vytvořeným na daném HMI (OP

nebo PC). Příslušné HMI může zpracovávat nejen alarmy, ale i provádět záznam jména uživatele a povelů, které zadal. Osoba provozující tento režim nese plnou odpovědnost za případné poškození technologie.

REŽIM AUTOMAT

Na začátku tohoto režimu se provede kontrola alarmů, v této kontrole se většinou hlídají časy odezev na zásahy prováděné v hlavním programu řízení. Poté se volá hlavní program řízení, v tomto případě Řízení váhy a podprogramů Navažování a Výsyp. Tento program na základě stavů vstupů, výstupů a parametrů zadávaných operátorem pomocí HMI, provádí řízení technologie.



Obr. 15: Příklad realizace HMI pro režimy Manual, HMI Manual a Automat

Tento obrázek zjednodušeně prezentuje HMI. V horní části je zobrazena interakce mezi člověkem a PLC pomocí tlačítek přivedených na digitální vstupy a výstupy. Člověk stisknutím tlačítka zadává povel a PLC při provedení povelu příslušné tlačítko pomocí DO podsvítí resp. zhasne. Například povel Start -> Tlačítko start se vysvítí zeleně na znamení chodu, nebo při diagnostice alarmu se podsvítí tlačítko pro potvrzení alarmu červeně, při úspěšné kvitaci alarmu (stiskem tlačítka) zhasne.

V dolní části je prezentováno HMI pomocí OP resp. PC. Pomocí komunikace se předávají stavy vstupů, výstupů a PLC (datová paměť) do OP resp. PC, kde jsou graficky zobrazeny. Obsluha pomocí grafického rozhraní OP resp. PC může vytvářet receptury navažování, nastavovat a ovládat technologii.

2.7 ZPRACOVÁNÍ PROCESNÍCH DAT

Zpracování dat z technologického procesu má velký význam pro chod výroby jako celku. Dle vlastního pohledu tuto problematiku dále rozdělují na data výroby a údržby.

2.7.1 Data výroby

Cílem těchto dat je zpřístupnit operátorovi a osobám plánujícím výrobu co nejvíce informací pro krátkodobé i dlouhodobé plánování výroby.

Vlastní data lze dále dělit na:

- Aktuální
- Statistická

AKTUÁLNÍ DATA VÝROBY

Jde převážně o sledování aktuálních procesních dat technologie s vyhodnocením příslušných operativních zásahů např.

- Informace o aktuálním stavu výroby (převážně kde, co, jak a pro co se vyrábí).
- Sledování aktuálního stavu materiálu v zásobnících. Po dosažení dolní limitní hranice se provede upozornění operátora, aby provedl příslušné zásahy nutné pro doplnění materiálu do zásobníku.
- Kontrola navážené dávky. V případě špatného navážení operátor provede rozhodnutí, zda tuto dávku pustit do výroby nebo odpadu, případně provést jiný zásah (např. úprava následující dávky tak, aby se po promísení obou dávek v navazující technologii dosáhlo požadovaného poměru).
- Informace nutné ke sledování stavu výroby na navazujících částech technologie tak, aby operátor mohl provádět odpovídajícími zásahy do výrobního procesu navažování (např. neplánovaná odstávka navazující části technologie, zvýšení požadavku na odběr materiálu apod.).
- Sledování alarmových zpráv s odpovídajícími zásahy operátora do krátkodobého výrobního plánu. Například při závadě vztahující se pouze na část technologie např. k jednomu zásobníku.

STATISTICKÁ DATA VÝROBY

Zpracování těchto dat slouží k nastavení maximálního výkonu technologie, zvyšování kvality výrobků, snižování nákladů, zjednodušení administrace atd..

Jedná se převážně o:

- Sledování spotřeby materiálu za účelem plánování objednávek. Výrobu na sklad tak, aby navazující výroba mohla pokračovat během plánovaného odstavení výroby příp. vytváření 24h rezervy pro neplánovanou odstávku.
- Evidence navážených dávek, sledování souvislostí mezi naváženými dávkami a kvalitou výrobků v navazující výrobě. Využití nachází při zavádění nových výrobků, příp. při hledání příčin výskytu zmetkovitosti v navazující výrobě.
- Sledování a kontrola časových průběhů výrobního cyklu. Hledání optimalizace výrobního procesu tak, aby časové nároky byly co nejkratší = maximální výkon.
- Sledování toku materiálu. Množství materiálu, které prošlo vahami, dopravními cestami a klíčovými body technologie. Ve srovnání s časovým průběhem výrobního cyklu, lze provádět další optimalizace výroby. Např. modernizace nejvytíženějších dopravních cest, případně změna rozmístění zdrojů tak, aby se rovnoměrně rozdělilo zatížení technologie.

2.7.2 Data údržby

Cílem zpracování dat údržby je získat dostatečné informace pro provedení okamžité opravy nebo pravidelné údržby.

Okamžitá oprava je provedením souhrnu činností nutných pro odstranění vzniklých závad a uvedení technologie do stavu schopného výrobního procesu.

Pravidelná údržba je souhrn činností zabezpečující technickou způsobilost, pohotovost a hospodárnost provozu technologie. Jde převážně o pravidelné technické prohlídky, ošetření, doplnění nebo výměna maziva, olejových náplní, šnekovnic apod. Cílem této činnosti je zpomalit, odstranit či předejít následkům fyzického opotřebení resp. vzniku závad.

Vlastní data údržby lze dále rozdělit na:

- Aktuální
- Statistická

AKTUÁLNÍ DATA ÚDRŽBY

Jedná se převážně o upravený výpis aktuálních alarmů z technologie pro usnadnění servisního zásahu. Zatímco operátorovi výroby stačí pouze jedna souhrnná alarmová zpráva např. typu „Porucha motoru šnekového podavače ze zásobníku 1“. Pro pracovníka údržby se požaduje podrobnější popis včetně postupu odstranění.

Vzorový příklad podrobného výpisu alarmových zpráv pro údržbu

Pro akční člen motor je generováno celkem pět alarmů.

- „100, M1 překročen čas pro sepnutí stykače KM1“
- „101, M1 překročen čas pro rozepnutí stykače KM1“
- „102, M1 neočekávané rozepnutí stykače KM1“
- „103, M1 neočekávané sepnutí stykače KM1“
- „104, M1 výpadek jističe QM1“

Součástí textu je číselný odkaz na položku v dokumentaci a kódy M1, KM1 a QM1 odkazující v příslušné technické dokumentaci na motor M1, stykač KM1 a jistič QM1 motoru šnekového podavače.

Příslušný odkaz na alarm v dokumentaci:

100 - Automat vydal povel k sepnutí stykače (zapnutí motoru), nicméně v časovém limitu nenastal signál stykač 2KM1 sepnut. Proved'te kontrolu stykače.

101 - Automat vydal povel k rozepnutí stykače (vypnutí motoru), nicméně v časovém limitu nenastal signál stykač 2KM1 rozepnut. Proved'te kontrolu stykače.

102 - Během automatického provozu automat udržoval motor v chodu, nicméně došlo k nečekané ztrátě signálu stykač motoru sepnut (vypnutí motoru). Proved'te kontrolu stykače.

103 - Během automatického provozu automat udržoval motor v klidovém stavu, nicméně došlo k nečekanému objevení signálu stykač motoru sepnut (zapnutí motoru). Proved'te kontrolu stykače.

104 - Došlo k výpadku jističe QM1. Proved'te kontrolu jističe.

Je takřka nemožné vytvořit u nové technologie ideální dokumentaci pro údržbu. Tyto materiály jsou „živé“ a doplňují se na základě praktických zkušeností a zjištěných souvislostí získaných z provozování technologie.

STATISTICKÁ DATA ÚDRŽBY

Vhodně zpracovaná data slouží k vedení skladu náhradních dílů, plánování údržby případně společně se zpracovanými daty výroby k plánování modernizace technologie.

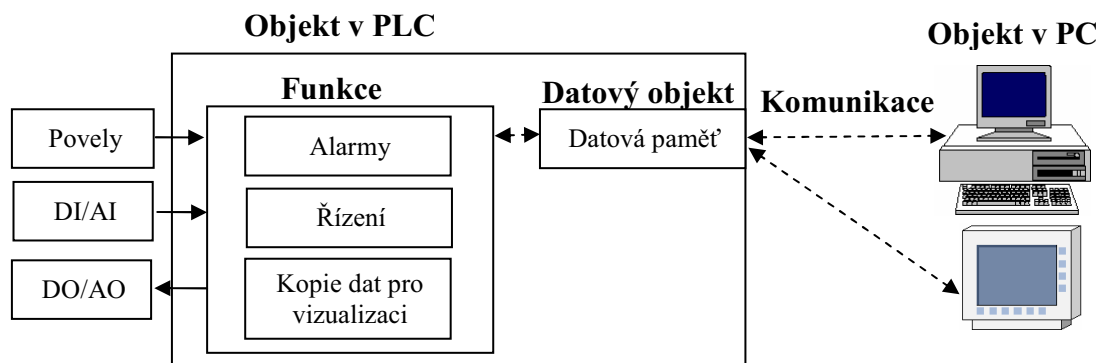
Za tímto účelem se sledují tyto parametry:

- Motohodiny, počítání provozních hodin pohonů s možností nastavení limitních časů. Při překročení limitního času je signalizován požadavek na provedení údržby.
- Sledování Start/Stop cyklů.
- Sledování toku materiálu, u některých typů vysoce abrazivních materiálů je vhodné sledovat i množství materiálu, které bylo přepraveno příslušnou dopravní cestou. Při překročení nastavené limitní hmotnosti je signalizován požadavek na provedení údržby.
- Alarmy, počítání četnosti alarmů u jednotlivých akčních členů. Vyhodnocování nejporuchovějších míst technologie.
- Alarmy, sledování jak dlouho je příslušný akční člen v poruše. Vyhodnocení doby nutné na odstranění poruchy, příp. jak dlouho byl v období od-do vybraný akční člen v poruše.
- Sledování a kontrolu časových průběhů výrobního cyklu. Hledání optimalizace výrobního procesu tak, aby jednotlivé části technologie nebyly přetěžovány. Dochází ke kolizi s požadavky výroby, kdy je požadován maximální výkon. Ideálním řešením optimalizace výrobního cyklu je dosažení rovnováhy mezi požadavky údržby a výroby.

3. KONCEPCE OBJEKTŮ TYPICKÝCH KOMPONENT

V současné době se rostoucí nároky na zvyšování konkurenceschopnosti a kvality projevují tlakem na urychlování realizace řízení a vizualizace technologických linek. Odpovídající reakcí firem, které se zabývají programováním PLC a vizualizačního SW, je hledání způsobů standardizace řídicích funkcí a rozhraní HMI. Tato kapitola je věnována návrhu koncepce pro vytvoření systému základních objektů popisujících nejnižší úroveň řízení (akční členy případně senzory).

Základním cílem této koncepce by mělo být vytvořením systémových objektů s definovanými vstupy a výstupy, vnitřními funkcemi a datovým rozhraním, určeným pro parametrizaci objektu, jeho funkcí a pro uchovávání aktuálních informací, alarmů, signálů atd., pro další zpracování případně vizualizaci na OP příp. PC.



Obr. 16: Příklad objektu definovaného v PLC a PC

Takovýto objekt (viz. obr. 16) je v PLC složen z funkce s definovanou skupinou vstupů pro povely, DI/AI a skupinou výstupů pro DO/AO a přiděleným datovým objektem. Tento datový objekt slouží pro uložení vstupních, výstupních a stavových dat funkce, parametrizaci objektu a vstupní/výstupní interface vizualizačního HMI v PC nebo OP. Od objektu se očekává, že bude umožňovat různé režimy řízení (Deblok, Manual, HMI Manual nebo Automat viz. kapitola 2.6).

Objekt bude obsluhovat pouze ty DI/AI a DO/AO, které bude mít v parametrizační části povoleny.

Odpovídající objekt ve WinCC 6.0 SP4 bude odkazovat na paměťové místo PLC. V základním provedení bude připraven pro vizualizaci tzn. umožňovat zobrazení stavů DI, AI, DO, AO, stavových a alarmových bitů a jeho grafická část bude v různých velikostních provedeních. Po importu definice struktury proměnné a objektu do pracovního projektu se vlastní vizualizace provede pouze vytvořením proměnné, umístěním objektu na obrazovku a změnou názvu předdefinované proměnné (ve vloženém objektu). Pro každý realizovaný objekt bude připraven ovládací panel s podrobným výpisem stavů a parametrů (s možností editace) a s předpřipravenými povely pro ovládání v režimu HMI manual.

Jaké mohou být výhody tohoto řešení ?:

- Programátorovi PLC stačí provést parametrizaci objektu napojit vstupy a výstupy a definovat povely, poté se může věnovat programování vyšší úrovně řízení s tím, že ošetření alarmových stavů, některých specifických funkcí akčních členů a spojení s vizualizačním HMI má již předpřipraveno
- Programátorovi vizualizace na vytvoření přehledu technologie a definici alarmů pro logování stačí definovat strukturované proměnné, vložit objekty do obrazovek a popis alarmových slov do alarmového prohlížeče. Nemusí znát přesné adresy vstupů/výstupů a parametrů atd.. Stačí znát počáteční adresy strukturovaných proměnných, případně je doplnit později.
- Další výhoda se projeví při výskytu úprav případně oprav chyb v technické dokumentaci. Při změně zapojení jako je přepojení vstupů a výstupů bude nutné provádět úpravu SW pouze na PLC.

Jako základní prvky pro realizaci pomocí objektů jsem vybral:

- Vyhodnocení měřícího **AI**
- Akční člen typu **Klapka** apod.
- Akční člen typu **Motor** apod.
- **Frekvenční měnič** umožňující samostatné řízení akčního členu vysokofrekvenční motor případně jako doplněk objektu akční člen **Motor**

3.1 PRAVIDLA TVOŘENÍ NÁZVU PROMĚNNÝCH A SIGNÁLŮ

Při programování aplikací se často řeší problém stanovení názvu použitých proměnných a vstup/výstupních signálů. Cílem této kapitoly je stanovit souhrn pravidel pro vytváření názvů proměnných, signálů a vstupů/výstupů funkcí. V dosavadní praxi jsem se většinou setkával s řešením názvu z pohledu programátora tak, aby měl co nejvíce informací o použití a typu proměnné (boolean, int, real atd.). V průběhu oživování zakázek a následné podpory zákazníka resp. kvalifikované údržby (schopné diagnostiky automatu s pomocí Step 7) jsem zjistil, že největší problémy nastávají při souběžné orientaci v programu a projektové dokumentaci. Když jsem se začátkem roku 2007 začal problematikou standardizace programování zabývat, rozhodl jsem se pokusit najít vzájemné spojení SW programu a technické dokumentace tak, aby se co nejvíce usnadnila práce osob ne zcela znalých programu a programování tj. servisu resp. údržby.

Cílem těchto pravidel je, aby tyto osoby za použití určitých pravidel byly schopny:

- Vyhledat proměnné vztahující se k určitému akčnímu členu nebo části technologie.
- Z názvu proměnné bez problému určit do jaké skupiny patří, příp. že se jedná o signál z procesu, tak jej vyhledat v schématu technologie či rozvaděče.

Výsledný souhrn podmínek pro vytváření názvu proměnných a signálů jsem sestavil ve spolupráci s kolegou p. Jiřím Pecinou (Vedoucí projekce fy. Satec s.r.o.).

- Názvy signálů určuje projektant dle vytvořených tabulek.
- Zkratky v tabulkách jsou anglické, tj. nerozlišuje se česká projektová dokumentace a zahraniční .
- V případě DI a DO jsou příslušné tabulky vytvořeny pro pro stav True, pokud stav True je pro opačný význam signálu, pak se před koncovku přidá „n“ .
- Názvy proměnných definuje programátor tak, aby souvisely přímo s technickou dokumentací.
- Vstupy a výstupy funkce volí programátor tak, aby odpovídaly konci názvu signálu nebo proměnné.

- Případné rozšiřování tabulek pravidel projekce a programátorů provádí osoba s příslušným oprávněním.

Soubor tabulek těchto pravidel je součástí přílohy „InterniSlovník.doc“ na příloženém CD. Níže je uveden příklad tabulek pro akční člen motor.

Typ	Hodnota		Označení	Překlad	Poznámka
DI	True	Chod	RNNG	running	Zpětné hlášení stykače – chod
DI	True	Tepelka	TP	Thermal protection	Tepelná ochrana je v pořádku
DI	True	Pohyb, rotace	SPN	Spin	Signál rotace motoru – trvale sepnuto
DI	True/False	Pohyb, rotace	SPNG	Spinning	Signál rotace motoru – signál mění signál true/false
DO	True	Rychlost x	SPDx	Speed x	Předvolba rychlosti x
DO	True	Start	STRT	Start	Výstup na stykač – obecné označení startu

Tab. č. 1: Projekce, příklad tabulky koncovek názvů signálů pro motor příp. frekvenční měnič

Typ		Označení	Překlad	Poznámka
Předpona proměnné	Kód	Kód_		Kód popisující příslušný vstup, výstup, kód zařízení, skupiny, atd. vytváří – projekce a je součástí technické dokumentace
Součást proměnné		_0_		Příslušná proměnná reaguje na stav jiné proměnné typu boolean (DI) která zůstala v hodnotě 0, (byla očekávána změna na 1)
Součást proměnné		_1_		Příslušná proměnná reaguje na stav jiné proměnné typu boolean (DI) která zůstala v hodnotě 1, (byla očekávána změna na 0)
Součást proměnné		_RE_	Rising edge	Příslušná proměnná reaguje na stav jiné proměnné typu boolean (DI) která neočekávaně změnila hodnotu z 0 na 1
Součást proměnné		_FE_	Falling edge	Příslušná proměnná reaguje na stav jiné proměnné typu boolean (DI) která neočekávaně změnila hodnotu z 1 na 0

Tab. č. 2: Programátoři, část tabulky pravidel sestavení názvu proměnné

Typ		Označení	Text alarmu (HMI), dále může obsahovat kód motoru, signálu atd.
BOOL	Souhrnný alarm	Kód_RNNG_ALRM	Chyba spínání stykače
BOOL	Podrobný alarm	Kód_RNNG_0_ALRM	Překročen čas zapnutí stykače
BOOL	Podrobný alarm	Kód_RNNG_1_ALRM	Překročen čas vypnutí stykače
BOOL	Podrobný alarm	Kód_RNNG_RE_ALRM	Neočekávané sepnutí stykače
BOOL	Podrobný alarm	Kód_RNNG_FE_ALRM	Neočekávané rozepnutí stykače
BOOL		Kód_TP_ALRM	Výpadek tepelné ochrany

Tab. č. 3: Programátoři, příklad sestavení tabulky alarmů pro motor dle tabulky č.1 a č. 2

Z výsledné tabulky sestavených alarmů je takto zřejmé, že prvních pět alarmů se týká stykače motoru a jeden tepelné ochrany. Z proměnné lze jednoznačně určit název signálu, ze kterého byl alarm vyhodnocen. Vzniká cesta Program → Projektová dokumentace, kdy lze dojít až k prvku v rozvaděči pro který byl příslušný alarm vyhodnocen.

Výše uvedená pravidla jsem se rozhodl vytvořit a použít v tomto projektu, protože věřím jejich kladnému přínosu. Tuto bakalářskou práci považuji za začátek dlouhodobé koncepce, ve které chci v rámci firemního a svého osobního rozvoje dále pokračovat.

3.2 SYSTÉM MĚŘENÍ ČASU

Při prozkoumání technologických listů lze zjistit, že i nejnižší PLC řady S300 má v systému integrováno 128 časovačů, proto je otázkou, proč se vůbec nějakým systémem měření času zabývat. Pokud se však na problematiku podíváme z praktického hlediska, tak pokud jeden objekt akčního členu bude potřebovat v průměru pět různých časovačů, pak u menšího projektu, tj. použití 10 objektů, je potřeba přidělit 50 různých časovačů. U větší zakázky, např. 40 objektů, je nutné přiřadit 200 časovačů. Při zachování některých dobrých programátorských mravů, jako přidělení symboliky, aby bylo jasné k jakému objektu byl daný časovač přidělen, je zřejmé, že tento způsob řešení by nebyl zcela efektivní.

Pro získání jiných možností jsem prostudoval dokumentaci fy. Siemens [8] a zaujaly mě tyto možnosti.

- Rozšíření objektů o měření času pomocí funkce SFC 64 TIME_TICK
- Realizace měření času pomocí vnitřních parametrů organizačního bloku OB1

3.2.1 Rozšíření objektů o měření času pomocí funkce SFC 64 TIME_TICK

Tato systémová funkce vrací čas (s přesností 10ms), který uběhl od spuštění PLC po Warm nebo Cold restartu (rozsah 0 až 2147483647ms) případně se resetuje při přetečení. Použití této funkce přímo v objektu by umožňovalo, při zahájení sledování příslušné odezvy, uložit aktuální čas a poté při každém volání kontrolovat, zda se příslušná podmínka splní v daném časovém limitu. Tento algoritmus měření musí mít ošetřen případ při vynulování časovače. Toto řešení odstraní nutnost přidělování časovačů, nicméně má určitý vliv na zpomalení chodu programu viz. tab. č. 4.

Typ PLC		
S312	S31x, S147, S151	S317
55μs	50μs	9μs

Tab. č. 4: Časová náročnost provedení funkce SFC 64 TIME_TICK u různých typů PLC [6]

Z tabulky je zřejmé, že u PLC S312 při použití 10 objektů bude časová náročnost 550μs plus čas za provedení instrukcí nutných pro obsluhu sledování změn času. Datová náročnost bude odpovídat počtu měření tj. 4byte (délka paměťového místa pro proměnnou typu TIME) za jedno sledování.

3.2.2 Realizace měření času pomocí vnitřních proměnných OB1

Tento cyklický blok, ve kterém se realizuje hlavní program, obsahuje informace, které lze využít pro použití v systému měření času.

- OB1_SCAN_1, v této proměnné typu BYTE je uložena informace, zda OB1 nebylo prvně spuštěno po Cold, Hot nebo Warm restartu, případně po přepnutí přepínače PLC z pozice STOP do RUN.
- OB1_PREV_CYCLE, v této proměnné typu INT je uložen čas, který uplynul od předchozího zavolání OB1

Tyto proměnné lze zpracovat (ošetřit první spuštění OB1) a poté převést OB1_PREV_CYCLE na formát TIME a tyto informace uložit pro další zpracování v příslušných objektech. Toto zpracování by bylo nutné provést pouze 1x za scan a může být např. realizováno pomocí samostatné funkce FC.

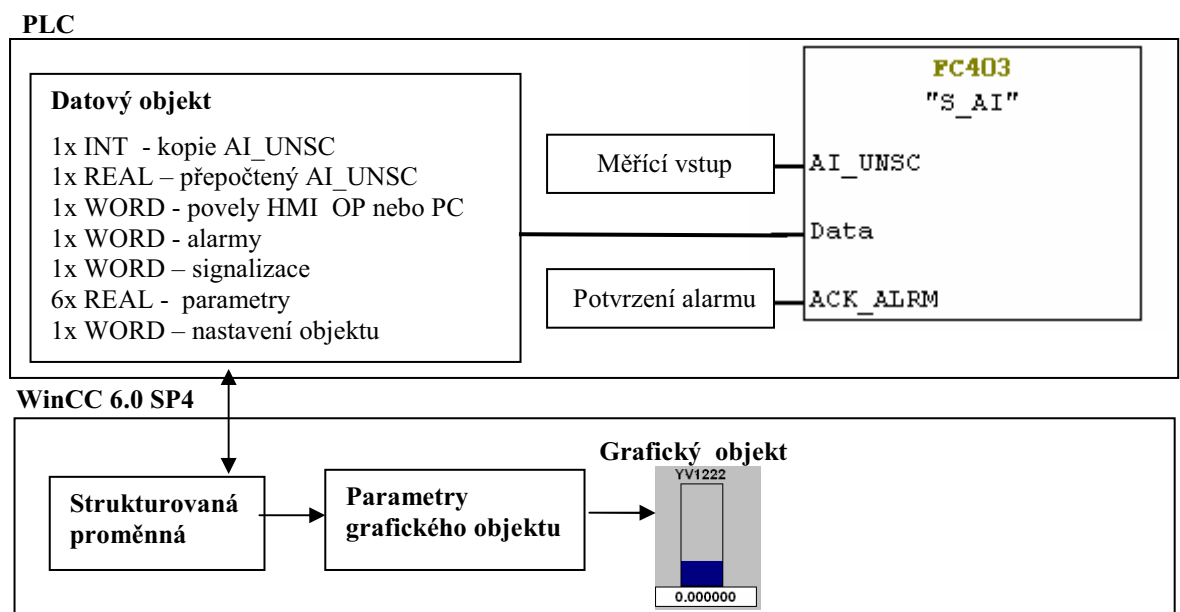
Typ PLC		
S312	S31x, S147, S151	S317
15,6μs	7,5μs	1,72μs

Tab. č. 5: Časová náročnost zavolání bloku typu FC u různých typů PLC [6]

Při stanovení časové náročnosti jsem použil pouze odhad. Například pro S312 nepředpokládám, že při započtení známého času pro zavolání FC by celkový čas překročil 50μs. Způsob a nároky na další zpracování takto připravených informací jsou podobné jako po použití SFC 64 TIME_TICK.

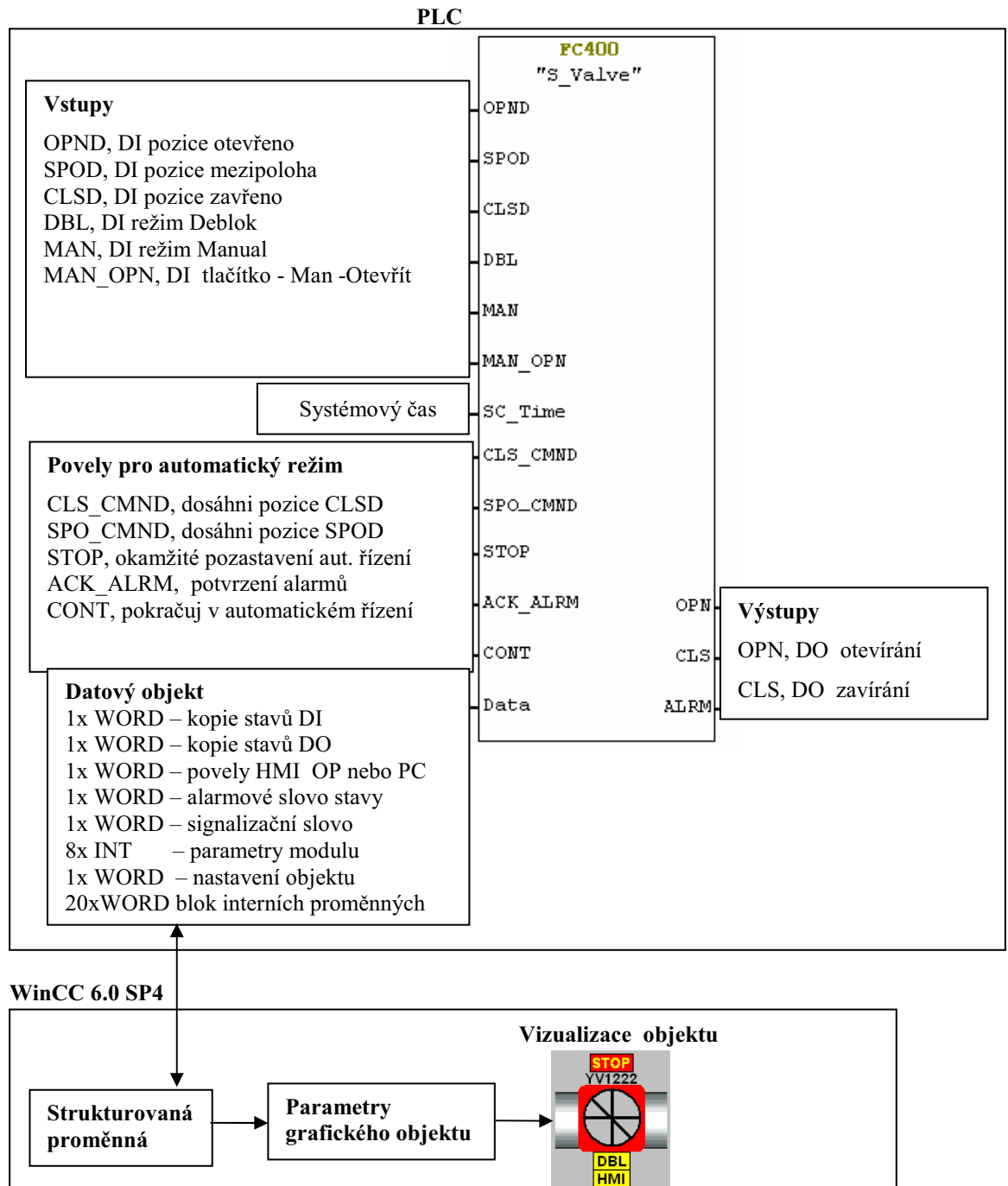
3.3 OBJEKT ANALOGOVÉHO VSTUPU

Tento objekt bude převádět rozsah hodnot analogového vstupu na rozsah hodnot měřené fyzikální veličiny. Dále bude provádět kontrolu, zda nebylo poškozeno čidlo, vyhodnocení alarmu nebo signalizace, že se měřená hodnota nachází nad resp. pod kontrolní úroveň. Přibližný návrh objektu viz. obr. 17.



Obr. 17: Návrh objektu analogového vstupu

3.4 OBJEKT AKČNÍ ČLEN TYPU KLAPKA, VENTIL, RYCHLOUZÁVĚR



Obr. 18: Návrh objektu akčního členu typu Ventil, Klapka nebo Rychlouzávěr

Tento objekt bude v PLC složen z funkce a datového objektu.

Funkce je definována takto:

- Vstupy
 1. Skupina DI z technologie
 2. Skupina řídicích povelů pro automatický režim
 3. Systémový čas, pro měření času uvnitř funkce
 4. Ukazatel na datový objekt
- Výstupy
 1. Skupina DO pro řízení technologie.

Datový objekt je určen pro uložení kopií DI/DO, parametrizaci objektu a uchování dat pro zpracování v následujícím volání funkce. Ve slově „Nastavení objektu“ bude možné nastavit, které DI a DO jsou použity a chování objektu během detekce alarmů, dosažení koncových pozic atd..

Chování objektu bude závislé na režimu řízení

V režimech Manual resp. HMI_Manual objekt bude reagovat na stav povelu MAN_OPN resp. HMI_MAN_OPN provedením příslušného zásahu na výstupy.

V režimu Automat je chování objektu dáno tabulkou

CLS_CMND	SPO_CMND	Chování objektu
FALSE	FALSE	Objekt se snaží dosáhnout pozice otevřeno – OPND
FALSE	TRUE	Objekt se snaží dosáhnout pozice mezipoloha SPOD
TRUE	FALSE	Objekt se snaží dosáhnout pozice zavřeno – CLSD
TRUE	TRUE	Objekt se snaží dosáhnout pozice zavřeno – CLSD

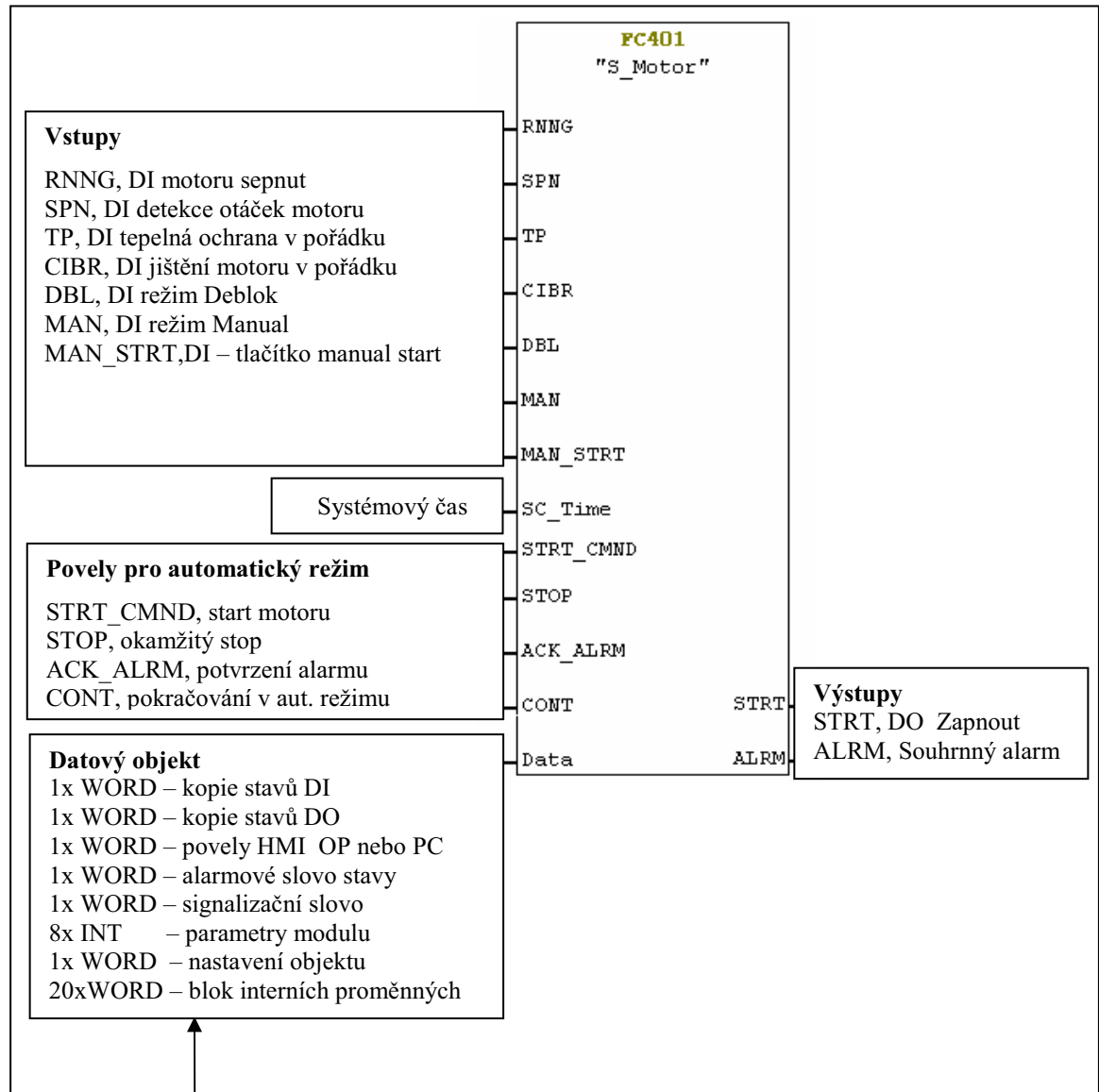
Tab. 6: Řídící tabulka pro režim automat.

V režimu automat bude objekt provádět kontrolu času zavírání resp. otvírání (při překročení vyhodnotí alarm). Chování objektu bude možné parametrizovat pomocí časových parametrů např. max. čas otvírání, zpoždění zahájení otvírání resp. zavírání atd.

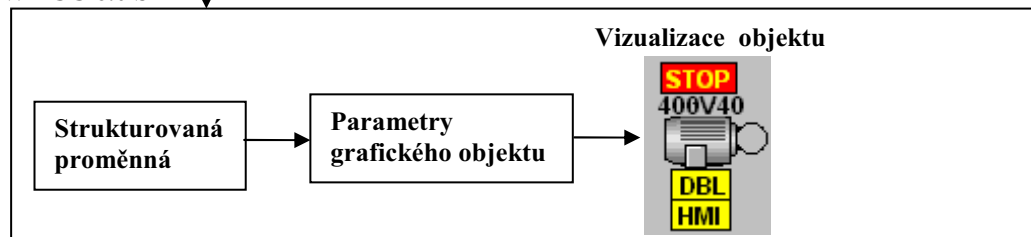
U WinCC bude strukturovaná proměnná propojená s parametry grafického objektu umožňovat vizualizaci stavu řízení akčního členu. Obecné chování objektu ve vizualizaci je popsáno v kapitole 3.

3.5 OBJEKT AKČNÍ ČLEN TYPU MOTOR

PLC



WinCC 6.0 SP4



Obr. 19: Návrh objektu akčního členu typu Motor

Tento objekt bude v PLC složen z funkce a datového objektu.

Funkce je definována takto:

- Vstupy
 1. Skupina DI z technologie
 2. Skupina řídicích povelů pro automatický režim
 3. Systémový čas, pro měření času uvnitř funkce
 4. Ukazatel na datový objekt
- Výstupy
 1. Skupina DO pro řízení technologie.

Datový objekt je určen pro uložení kopií DI/DO, parametrizaci objektu a uchování dat pro zpracování v následujícím volání funkce. Ve slově „Nastavení objektu“ bude možné nastavit, které DI a DO jsou použity, chování objektu (např. chování akčního členu jako vibrátor) atd..

Chování objektu bude závislé na režimu řízení.

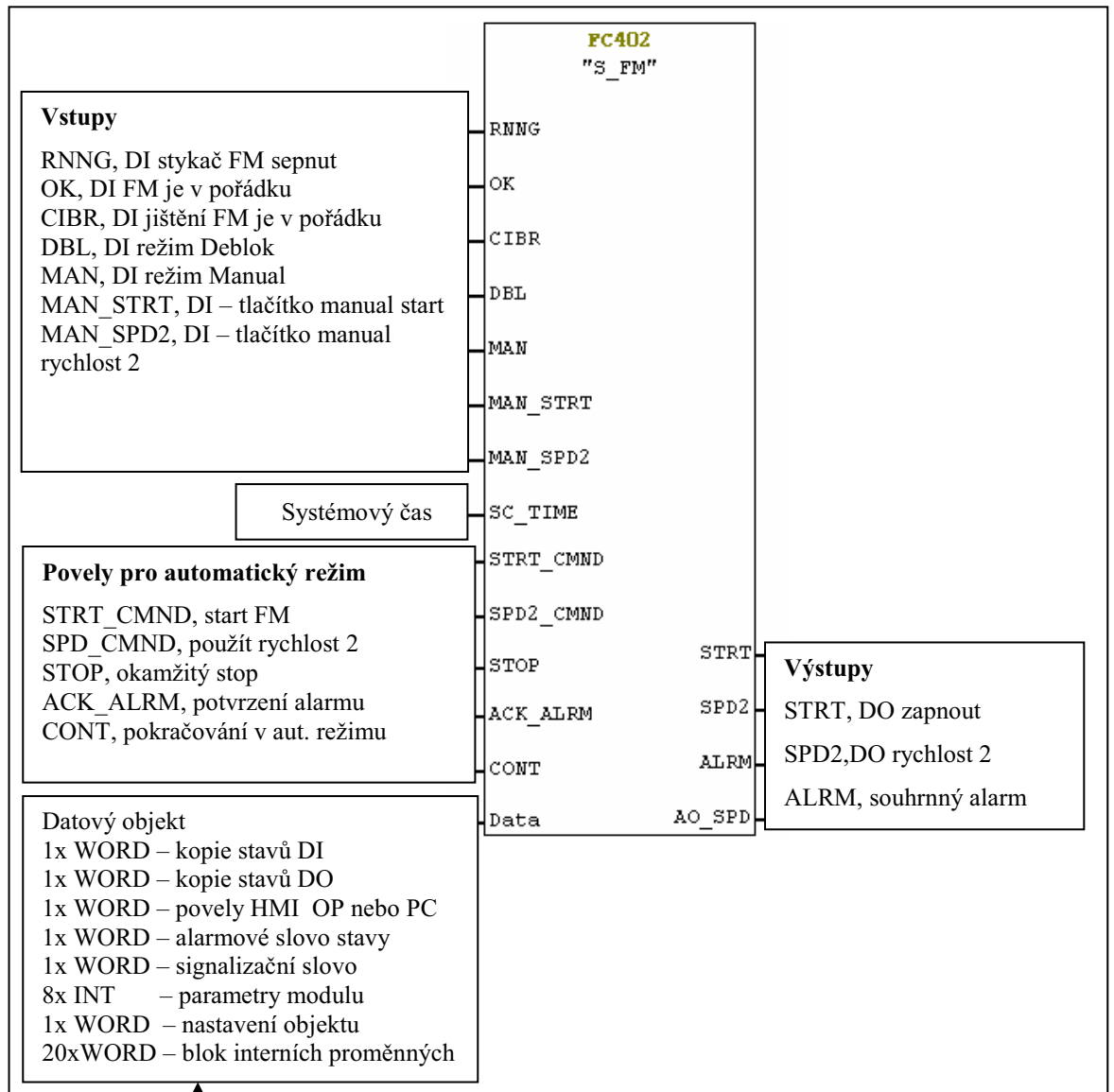
V režimu **Manual** resp. **HMI_Manual** bude objekt kopírovat stav povelu MAN_STRT resp. HMI_MAN_STRT na výstup STRT bez vyhodnocení příslušné odezvy.

V režimu **Automat** bude objekt reagovat na povely v aut. režimu a vyhodnocovat časy sepnutí resp. rozepnutí stykače, detekci otáček motoru atd.. Chování objektu v režimu automat bude možné upravit nastavením některých časových parametrů např. zpoždění zahájení zapnutí resp. vypnutí motoru, nastavení času chodu/klidu při požadavku na chování objektu jako vibrátoru atd..

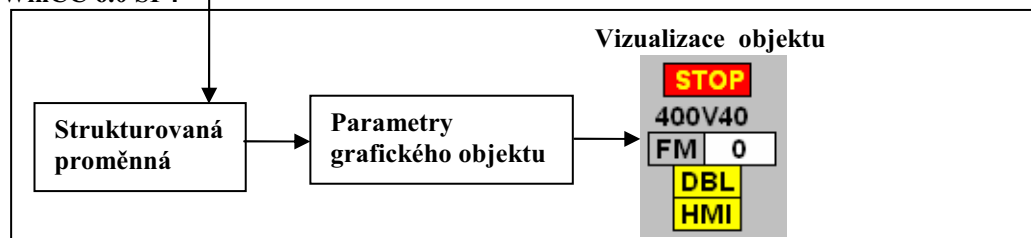
U WinCC bude strukturovaná proměnná propojená s parametry grafického objektu umožňovat vizualizaci stavu řízení akčního členu. Obecné chování objektu ve vizualizaci je popsáno v kapitole 3.

3.6 OBJEKT FM

PLC



WinCC 6.0 SP4



Obr. 20: Návrh objektu akčního členu typu Frekvenční měnič

Tento objekt bude v PLC složen z funkce a datového objektu.

Funkce je definována takto:

- Vstupy
 1. Skupina DI z technologie
 2. Skupina řídicích povelů pro automatický režim
 3. Systémový čas, pro měření času uvnitř funkce
 4. Ukazatel na datový objekt
- Výstupy
 1. Skupina výstupů DO a AO pro řízení technologie.

Datový objekt je určen pro uložení kopií DI, DO a AO, parametrizaci objektu a uchování dat pro zpracování v následujícím volání funkce. Ve slově „Nastavení objektu“ je možné nastavit, které DI, DO a AO jsou použity, chování objektu atd..

Chování objektu bude závislé na režimu řízení

V režimu **Manual** resp. **HMI_Manual** bude objekt kopírovat stav povelu MAN_STRT resp. HMI_MAN_STRT na výstup STRT, bez vyhodnocení odezvy. Dále umožní pomocí příkazu MAN_SPD2 resp. HMI_MAN_SPD2 zvolit rychlost 2.

V režimu **Automat** objekt bude reagovat na povely v aut. režimu a vyhodnocovat časy sepnutí resp. rozepnutí stykače atd.. Chování objektu v režimu automat bude možné upravit nastavením některých časových parametrů např. zpoždění zahájení zapnutí resp. vypnutí Frekvenčního měniče případně nastavit hodnotu analogového výstupu pro rychlost 1 resp. 2. atd.

U WinCC bude strukturovaná proměnná propojená s parametry grafického objektu umožňovat vizualizaci stavu řízení akčního členu. Obecné chování objektu ve vizualizaci je popsáno v kapitole 3.

4. REALIZACE PROJEKTU

Tato kapitola je věnována popisu realizace projektu typických komponent ve vývojových prostředích Step 7 a WinCC. Tato část práce se si neklade za cíl přiblížit čitatelům tato vývojová prostředí, ale pouze jejich vlastosti, které byly použity. Větší důraz je kladen na přiblížení postupu realizace a rozhodování. Od čtenáře se předpokládá úroveň alespoň základních znalostí prostředí Step 7 a WinCC.

4.1 REALIZACE V PROSTŘEDÍ STEP 7

Cílem této kapitoly je popsat postup realizace objektů akčních členů v prostředí Step 7. Rozhodnutí, která považuji za důležitá, jsem se snažil doplnit o informace na jejichž základě jsem se rozhodoval.

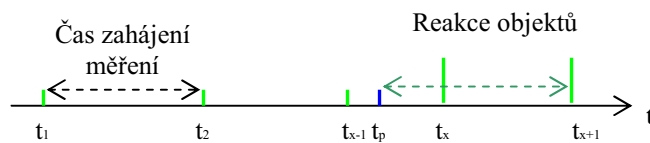
Vlastní postup realizace projektu v Step 7 lze rozdělit takto

- Výběr systému měření času
- Zapracování ukazatele do systému
- Volba realizace objektů pomocí funkcí FC nebo funkčních bloků FB
- Vlastní realizace objektů akčních členů

4.1.1 Výběr systému měření času

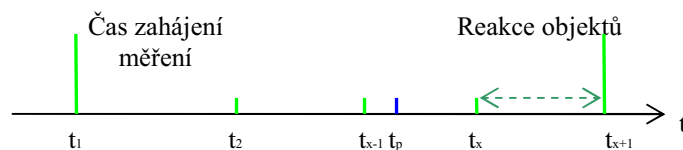
V první fázi jsem se rozhodoval mezi systémy, které jsou popsány v kapitolách 3.2.1 Rozšíření objektů o měření času pomocí funkce SFC 64 TIME_TICK a 3.2.2 Realizace měření času pomocí vnitřních proměnných OB1.

Během této volby jsem provedl srovnání, jakým způsobem budou objekty reagovat za běhu programu na stejné vstupní podmínky. Výsledek srovnání jsem zakreslil do obr. 21 a 22. Časové okamžiky t_1 , t_2 , t_{x-1} , t_x a t_{x+1} vyznačují čas začátku scanu OB1 tj. čas, kdy jsou obrazy vstupů a výstupů aktualizovány. Signál pro začátek měření přichází v čase t_1 a t_p je cílový čas.



Obr. 21 : Příklad hlídání časového okamžiku t_p pomocí SFC 64 TIME_TICK

Přestože více objektů reaguje na stejné vstupní podmínky, tak každý z nich zahájí vlastní měření odpovídající času zavolání objektu tj. v $\langle t_1, t_2 \rangle$. V čase t_2 je zahájeno měření ve všech objektech, nicméně každý objekt má uložen jiný čas zahájení měření. S ohledem na přesnost měření 10ms může po dosažení času t_p část objektů zareagovat zápisem do obrazů výstupů což se projeví v čase t_x . Reakce zbývajících částí objektů se projeví v čase t_{x+1} . Tzn. že odpovídající reakce objektů je rozdělena do dvou scanů programu.



Obr. 22 : Příklad hlídání časového okamžiku t_p pomocí OB1

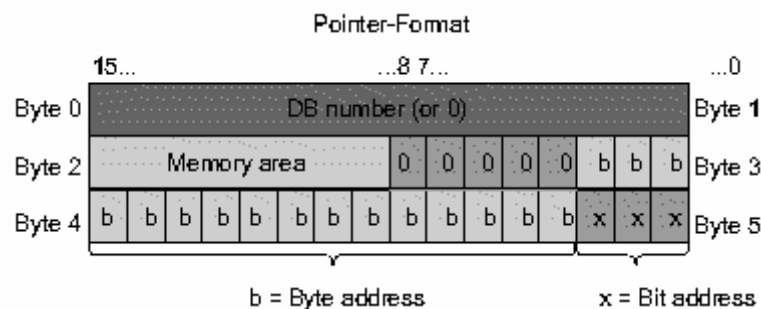
V tomto případě se měřený čas vztahuje pouze k zahájení scanu tj t_1 . V čase t_2 je zahájeno měření na všech objektech. Časový okamžik t_p je detekován až od času t_x , odpovídající reakce objektů se projeví ve stejném čase t_{x+1} .

Při tomto porovnání se mi jeví jako lepší řešení použít měření času pomocí informací obsažených v OB1, protože poté je toto měření synchronizováno se začátky scanu OB1, kdy dochází k aktualizaci vstupů a výstupů.

Základní požadavky popsané v kapitole 4.2.2. jsem naprogramoval do funkce FC 451 S_Timer, která na základě vstupních informací získaných z OB1 zapíše do výstupní proměnné typu TIME čas od posledního zavolání OB1. Tato proměnná následně vstupuje do objektů akčních členů, které ji dále zpracují. Postup použití je popsán v příloze „Manual.doc“ na přiloženém CD.

4.1.2 Zapracování ukazatele do systému

V průběhu realizace projektu jsem se zabýval možnostmi spolupráce objektů akčních členů typu **Motor** a **Frekvenční měnič** v rámci úsporného zapojení, kdy jeden měnič může řídit více motorů (popsáno v kap. 2.4.1). Pro toto řešení by bylo vhodné, aby Frekvenční měnič používal některé parametry objektu **Motor** (např. parametr rychlosti pomalu resp. rychle). Jako možné řešení mne napadla možnost, kdy by objekt **Frekvenčního měniče** dostával informaci o umístění datového objektu aktuálně řízeného **Motoru**. Toto je možné pomocí použití proměnné typu Pointer, která by na tento objekt odkazovala. Hlavní problém, který se vyskytl bylo, že ukazatel může být definován pouze jako vstupní proměnná funkce. Nelze jej v závislosti na aktuálních parametrech programu dynamicky měnit a uchovávat v datových blocích. Pro řešení tohoto problému jsem se rozhodl prozkoumat formát tohoto typu proměnné.



Obr. 23: formát proměnné typu Pointer [8]

V bitech označených písmeny **b** resp. **x** je informace, na který byte resp. bit v paměťové oblasti ukazatel odkazuje. Typ paměťové oblasti (např. datový blok, obrazy vstupů, výstupů) je definován v byte 2 (Memory area). Pokud je zde nastavena paměťová oblast typu datový blok, pak v se v prvních dvou bytech (DB number) ukládá informace o čísle datového bloku.

Výše popsané požadavky jsem zpracoval do funkce FC 452 S_Poinger, která vstupní ukazatel rozdělí na číslo datového bloku (typ INT) a proměnnou typu DWORD popisující paměťovou oblast, na kterou příslušný ukazatel odkazuje. V rámci bakalářského projektu tato funkce našla uplatnění pro provázání objektů Motorů a Frekvenčního měniče. Nicméně ji považuji za důležitou a předpokládám její použití pro další vývoj projektu.

4.1.3 Volba mezi použitím funkčních bloků FB nebo funkcí FC

Prostředí Step 7 umožňuje uživateli vytvářet uživatelské funkce FC a funkční bloky FB. Takto vytvořené části programu lze jednoduše přenášet mezi projekty a jsou základem standardizovaných řešení. Po porovnání vlastností FC, FB a zvážení praktických zkušeností jsem se rozhodl pro funkci FC. Pro vysvětlení tohoto rozhodnutí nejdříve popíši funkční bloky FB a funkce FC.

Funkční bloky FB

Funkční blok je funkce nebo sekvence logických funkcí v logickém operačním bloku, kterému lze přidělit statickou paměť. V datovém bloku lze definovat proměnné, které si uchovávají hodnoty do zavolání v následujícím scanu OB1. Statická paměť se přiděluje při použití funkčního bloku přidělením instančního datového bloku. Vývojové prostředí umožňuje uvnitř funkčního bloku FB volat další funkční bloky FB, kterým lze přidělit statickou paměť – vytvořit lokální instanci uvnitř bloku FB.

Funkce FC

Logický blok podobný FB, kterému nelze přidělit statickou paměť.

U FB i FC lze definovat vstupní, výstupní parametry a lokální proměnné (hodnoty jsou platné pouze po dobu zpracování bloku).

Datový blok DB

Jedná se o přidělovanou paměť pro uchovávání uživatelských dat. Při vytváření datového bloku se definuje pořadí, název a typ proměnných. U proměnných lze nastavovat defaultní a aktuální hodnoty proměnných.

Instanční datový blok DI

Jedná se o paměť DB kterou využívají uživatelské bloky FB tzn. DI = DB s tím rozdílem, že nelze přidávat proměnné a editovat defaultní hodnoty proměnných. Defaultní hodnoty jsou definovány ve funkčním bloku FB.

Pro úplnost: aktuální hodnota proměnné je hodnota, která se použije po nahrání DB do paměti PLC. Zatímco defaultní hodnota je hodnota proměnné, která se použije při reinicializaci DB (např. při detekci chyby kontrolního součtu paměti).

Dle výše uvedeného popisu a základních požadavků na objekt akčního členu (tj. navázání funkce a datového objektu viz. kapitola 4. obr 16) se jako vhodné řešení jeví použít funkční blok FB. Přesto jsem se rozhodl provést složitější řešení pomocí funkce FC, která bude s datovým objektem pracovat jako s vstup/výstupní strukturovanou proměnnou.

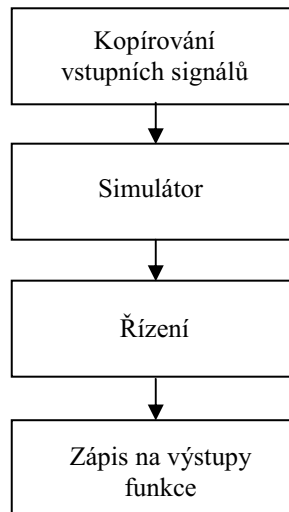
Toto rozhodnutí jsem provedl na základě praktických zkušeností, kdy za hlavní nevýhody použití funkčního bloku FB považuji tyto vlastnosti:

- U instančního datového bloku nelze měnit defaultní hodnoty. V praxi se mi už několikrát stalo, že došlo k reinitializaci paměti tj. uvedení aktuálních hodnot v datových blocích na defaultní hodnoty. Pokud nejsou hodnoty důležitých parametrů, které si zákazník během rozjezdu technologie doladil někde zaznamenány, pak musí nastat znovu proces doladění. Abychom zákazníka těchto problémů ušetřili, tak v rámci pravidelných návštěv provádíme nastavení aktuálních hodnot důležitých parametrů jako defaultní. Při použití funkčního bloku např. pro motor by toto nebylo možné, protože defaultní hodnoty se vztahují pro všechny instance motorů.
- Při přidání statické proměnné do funkčního bloku se musí znovu vygenerovat datový blok, dochází ke ztrátě aktuálních hodnot parametrů. V případě rozšiřování technologie je nutné zvažovat zásahy do funkčních bloků resp. do datových instančních bloků, protože pak dochází ke ztrátě hodnot aktuálních parametrů. V případě datových bloků DB lze při správném postupu zachovat původní hodnoty. Tento postup se skládá z těchto kroků tj. připravit si změny do nového DB, připojit se k PLC a nahrát původní datový blok z paměti PLC do vývojového prostředí Step 7, přidat změny a nahrát DB zpět do PLC.

4.1.4 Realizace objektů akčních členů

Po rozhodnutí, že použiji funkce FC, které budou s datovým objektem pracovat jako se vstup/výstupní strukturovanou proměnnou, jsem se zaměřil na způsob provedení obecného řídicího algoritmu. Jako hlavní požadavek jsem si stanovil, aby dokázal řídit všechny kombinace dané parametry daného objektu (základní požadavky na tyto objekty byly stanoveny v kapitolách 3.3 až 3.6). Jako vhodné řešení jsem se rozhodl vytvořit řídicí algoritmus pro nejsložitější variantu

(použity všechny vstupy/výstupy z/do procesu), odladit ji a poté rozšířit objekt o simulátor.



Obr. 24: Schéma hlavních kroků algoritmu objektu akčních členů

Kopírování vstupních signálů

Uloží stav kopírováním vstupních signálů do datové části.

Simulátor

Zpracuje použité vstupní signály, stavy výstupů z předchozího cyklu, nastaví nepoužité signály a výsledek zapíše do datové části objektu. Simulace nepoužívaných signálů odpovídá bezporuchovému chodu akčního členu.

Řídící algoritmus

Provádí vyhodnocení alarmů, které se vztahuje pouze na používané signály, protože u nepoužívaných je simulován bezchybný stav. Poté se provede zpracování požadavků na řízení a odpovídající nastavení stavů výstupů v datovém objektu.

Zápis na výstupy

Na konci funkce se provádí kopírování stavů výstupů z datového objektu na výstup funkce.

Jako první jsem dle zvoleného řešení začal realizovat funkci pro objekt akčního členu typu Ventil, klapka a rychlouzávěr. Při programování jsem narazil na problém, kdy se velikost funkce FC neúměrně zvětšovala (nárůst neodpovídal paměťové náročnosti použitých instrukcí [6]). Během hledání příčiny jsem zjistil, že se vstupní strukturovaná proměnná je zpracována pomocí nepřímé adresace

v adresových registrech. Toto zpracování je pomalejší a má přibližně 3-4x větší nároky na paměť v porovnání s přímou adresací.

Během analýzy jsem zvažoval tyto možnosti řešení.

- Využít lokální paměť funkce. Tzn. na začátku funkce zkopírovat data do lokální paměti, provést zpracování programu a na konci funkce uložit data zpět do datového objektu.
- Návrat k řešení pomocí funkčního bloku FB

Nevýhodou kopírování dat na začátku a konci funkce programu jsou zvýšené časové nároky na čas procesoru.

Automat typ	312	31X, 147, 151	317
Náročnost pro jedno zavolání funkce	90 μ s + 2 μ s/Byte	75 μ s + 1,6 μ s/Byte	16 μ s + 0,05 μ s/Byte
Použití na začátku a konci funkce pro datový objekt klapky o velikosti cca 70byte	460 μ s	374 μ s	39 μ s

Tab. č. 7: Časové nároky funkce BLKMOVE pro kopírování dat objektu klapky [6]

Dále jsem během zjišťování příčin zvýšených nároků na paměť zjistil závislost mezi rychlostí zpracování instrukcí a typem používané paměťové oblasti.

Automat typ	312		31X, 147, 151		317	
	L	DB	L	DB	L	DB
A	0,7 μ s	2,9 μ s	0,3 μ s	1,4 μ s	0,06 μ s	0,17 μ s
O	0,7 μ s	2,9 μ s	0,3 μ s	1,4 μ s	0,06 μ s	0,20 μ s
AN	0,8 μ s	3 μ s	0,4 μ s	1,5 μ s	0,06 μ s	0,17 μ s
ON	0,8 μ s	3 μ s	0,4 μ s	1,5 μ s	0,06 μ s	0,17 μ s
=	0,8 μ s	3,4 μ s	0,4 μ s	1,7 μ s	0,06 μ s	0,23 μ s
S	0,9 μ s	3,4 μ s	0,4 μ s	1,7 μ s	0,12 μ s	0,23 μ s
R	0,9 μ s	3,4 μ s	0,4 μ s	1,7 μ s	0,12 μ s	0,23 μ s
L	1,1 μ s	3,5 μ s	0,6 μ s	1,8 μ s	0,1 μ s	0,24 μ s
T	0,5 μ s	3,2 μ s	0,2 μ s	1,6 μ s	0,12 μ s	0,3 μ s

Tab. č. 8 : Časová nároky vybraných instrukcí při práci s lokální pamětí nebo pamětí typu DB [6]

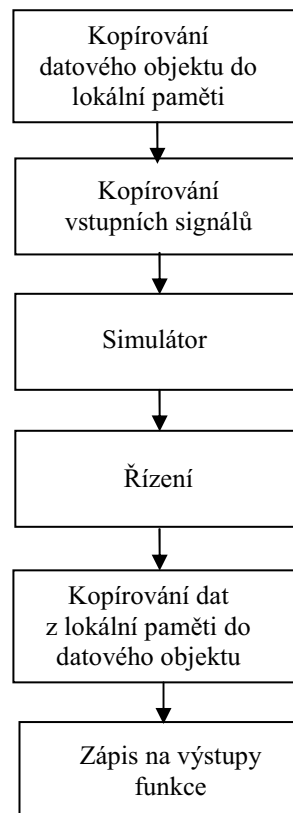
Na základě výše uvedených informací jsem se rozhodl dokončit hrubou realizaci funkce pro objekt klapky tak, aby program s minimem úprav bylo možné použít pro funkci FC nebo funkční blok FB. Poté zjistit přibližný počet použitých instrukcí a provést srovnání mezi použitím ve funkci FC (s kopírováním dat do lokální paměti a zpět) nebo ve funkčním bloku FB.

Automat typ		312		31X, 147, 151		317	
Instrukce	Počet použití	L	DB	L	DB	L	DB
A	94	65,8 μ s	272,6 μ s	28,2 μ s	131,6 μ s	5,64 μ s	15,98 μ s
O	16	11,2 μ s	46,4 μ s	4,8 μ s	22,4 μ s	0,96 μ s	3,2 μ s
AN	46	36,8 μ s	138 μ s	18,4 μ s	69 μ s	2,76 μ s	7,82 μ s
ON	16	48 μ s	180 μ s	24 μ s	90 μ s	3,6 μ s	10,2 μ s
=	24	12,8 μ s	54,4 μ s	6,4 μ s	27,2 μ s	0,96 μ s	3,68 μ s
S	60	54 μ s	204 μ s	24 μ s	102 μ s	7,2 μ s	13,8 μ s
R	52	46,8 μ s	176,8 μ s	20,8 μ s	88,4 μ s	6,24 μ s	11,96 μ s
L	46	50,6 μ s	161 μ s	27,6 μ s	82,8 μ s	4,6 μ s	11,04 μ s
T	29	14,5 μ s	92,8 μ s	5,8 μ s	46,4 μ s	3,48 μ s	8,7 μ s
Použití funkce BLKMOVE		460 μ s	-	374 μ s	-	39 μ s	-
Celkem		800,5 μ s	1326 μ s	534 μ s	659,8 μ s	74,44 μ s	86,38 μ s

Tab. č. 9: Přibližný odhad časových nároků funkce FC a funčního bloku FB pro objekt Klapka

Výsledné časové nároky je nutné brát pouze orientačně. Celkový počet instrukcí byl získán pomocí elektronického zpracování, které nebralo ohled na podmíněné zpracování sekvencí instrukcí. Dále u instrukcí typu L (Load) a T (Transfer) jsou časové nároky pro zpracování 16bitové proměnné, protože použitý způsob statistického zpracování nedokázal odlišit 8/16/32 bitové instrukce L a T. Po zvážení získaných informací jsem se rozhodl pokračovat v realizaci projektu pomocí funkcí FC a využívat lokální paměť.

Dále jsem se pouze zaměřil na kontrolu simulátoru, hlavně zda pro nepoužívané signály dochází k potlačení generování alarmových stavů a správné reakci výstupů funkce na různé stavy. Protože se nevyskytl žádný problém, tak jsem konečné řešení prohlásil za vhodné a opakovaně použil při realizaci zbývajících objektů akčních členů.



Obr. 25: Schéma konečného řešení objektu akčního členu

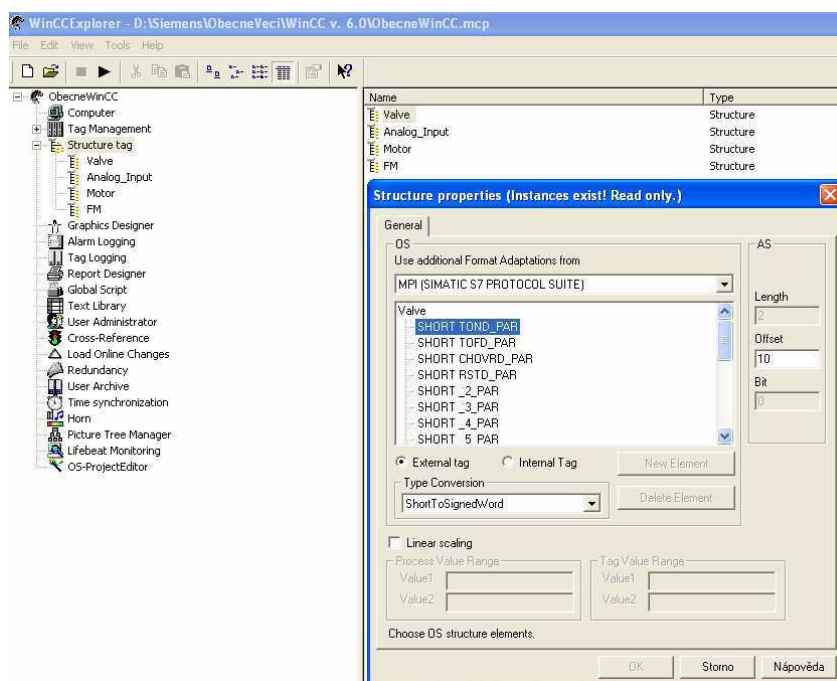
4.2 REALIZACE V PROSTŘEDÍ WINCC

Realizaci objektů v prostředí vizualizace jsem zahájil po dokončení prací v prostředí Step 7. V tomto stádiu bylo připraveno řídicí i datové rozhraní objektů na straně PLC. V případě vizualizace zbývalo realizovat tyto body.

- Definovat datové objekty v prostředí WinCC
- Grafické objekty
- Realizace obrazovek s podrobnými informacemi o objektu s možností parametrizace.

4.2.1 Definice datových objektů

Příslušným datovým objektům je nutné v prostředí vizualizace definovat adresy pro komunikaci a následně je přiřadit grafickým objektům pro animaci stavu. V případě, že by se datový objekt definoval po jednotlivých proměnných, pak se zde vyskytne prostor pro vytváření chyb. Provedení definice a následná kontrola chyb se odrazí ve zvýšených časových nárocích na realizaci vizualizace. Řešení tohoto problému jsem provedl pomocí standardních prostředků prostředí WinCC, protože datové objekty jsou přímo podporovány pomocí definice tzv. struktur proměnných.



Obr. 26: Příklad editace definice strukturované proměnné v prostředí WinCC

Definici struktury proměnné lze editovat pouze, pokud její instance není použita v projektu. V rámci struktury lze definovat proměnné, jejich formát (bit, integer, word, real atd) a dále určit, zda se jedná o interní proměnnou (v rámci WinCC) nebo externí proměnnou (komunikovaná proměnná). V případě externí proměnné se definuje její offset. Tento offset znamená adresu proměnné vztahující se k počáteční adrese struktury.

Vytvořené struktury lze použít při vytváření komunikovaných proměnných. Při vytváření komunikované proměnné se zvolí název, jako typ se zvolí příslušná

struktura a zadá se počáteční adresa v PLC. Vývojové prostředí poté dle definice vygeneruje celý datový objekt včetně přiřazení adres. V případě správně definované a odzkoušené struktury se riziko chybného zadání adresy proměnné omezí pouze na počáteční adresu. WinCC dále podporuje použití strukturovaných proměnných. Například možností opakovaně načíst jednu grafickou obrazovku pro různé proměnné se stejnou strukturou.

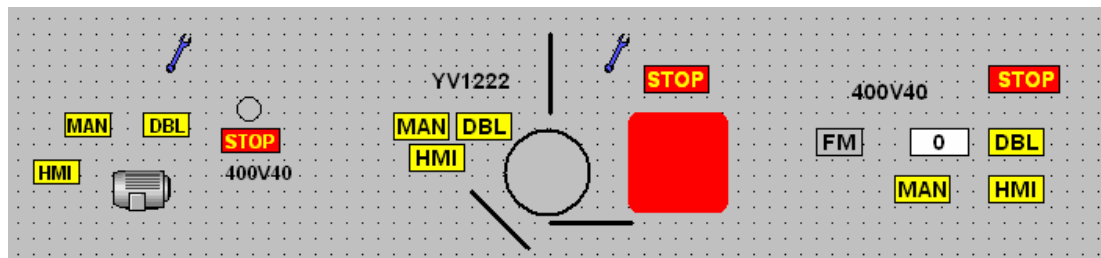
Vytvořené struktury se podobají datovým objektům definovaným ve Step 7. Jediným rozdílem v porovnání se Step 7 je, že ve WinCC jsem se rozhodl používat bitové proměnné pomocí maskování v rámci jednoho slova WORD. Toto rozhodnutí bere ohled na výslednou cenu projektu s použitím standardních modulů. Cenová politika fy. Siemens určuje konečnou cenu licence WinCC dle počtu komunikovaných proměnných. Proto sloučení šestnácti jednobitových proměnných do jedné proměnné typu WORD výrazně sníží nároky na cenu projektu.

4.2.2 Realizace grafických objektů

Grafický objekt akčního členu je určen pro vytváření obrazovek přehledů technologie. Tento objekt by měl mít připravené funkce pro animaci stavů chodu, poloh, alarmů, režimů řízení atd. s možností změny velikosti případně provedení v několika velikostech (pokud nelze provést editaci velikosti objektu).

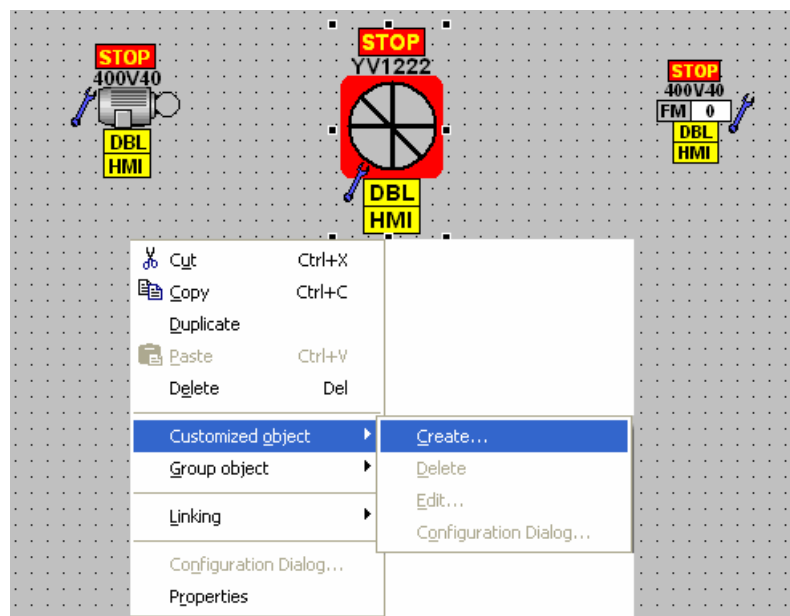
Pro realizaci výše uvedených požadavků je vhodná funkce customize objekt, která je součástí grafického editoru obrazovek WinCC. Při použití této funkce je nutné dodržet následující postup.

- Vybrat vhodné grafické komponenty WinCC a vložit je na obrazovku
- Provést poskládání komponent v požadovaný grafický objekt a poté vytvořit customized objekt
- Vybrat vlastnosti komponent vhodné pro animaci a použít je pro vytvoření uživatelských vlastností nového grafického objektu



Obr. 27: Vybrané standardní komponenty WinCC pro vytvoření grafického objektu

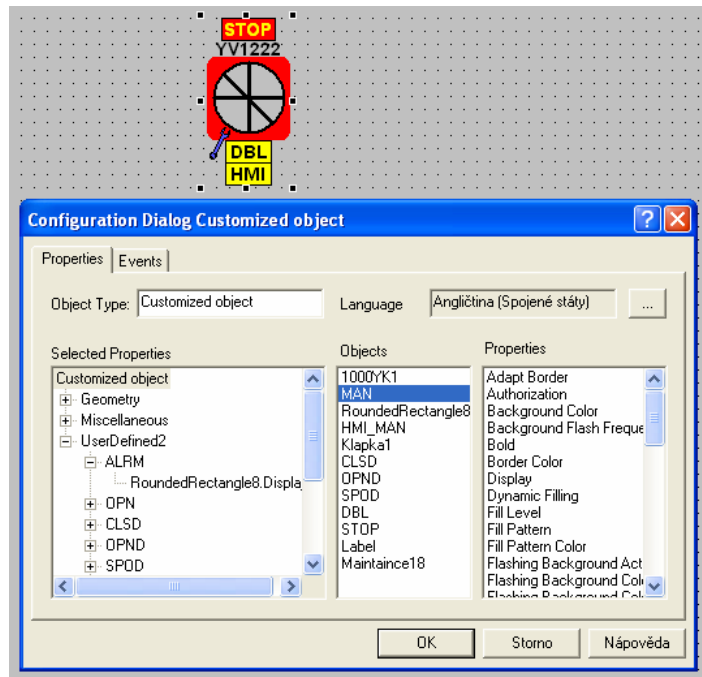
Z obr. 27 je zřejmé, že základem grafických objektů jsou jednoduché texty pro signalizaci režimů deblok, manual a HMI manual, příznaku STOP a popisu. Pro symboliku jednotlivých akčních členů je v případě motoru vybrán obrázek ze standardní knihovny. U klapky je tímto symbolem kruh a tři čáry pro signalizaci poloh „Otevřeno“, „Zavřeno“ a „Mezipoloha“. V případě frekvenčního měniče text FM a políčko pro zobrazení % hodnoty rychlosti.



Obr. 28: Vytvoření customized objektu pomocí standardních objektů WinCC

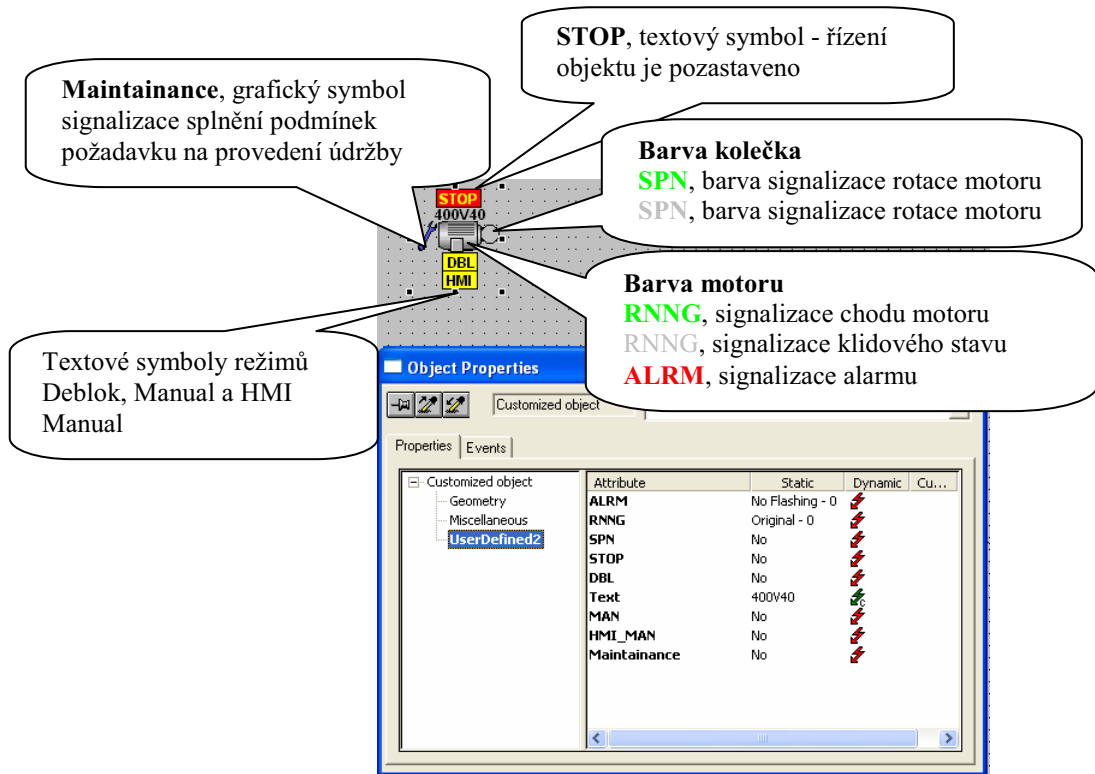
Poskládáním jednotlivých částí do celku se vytvoří grafický základ, poté se označením všech částí a kliknutím na pravé tlačítko myši spustí dialog pro vytvoření customized objektu. Vytvoření objektu pomocí dialogu se provede vybráním položky Create v menu Customized objekt. WinCC automaticky vygeneruje některé standardní položky objektu, např. pro nastavení polohy na obrazovce, povolení

zobrazení objektu apod. Pro povolení animace jednotlivých grafických komponent je nutné provést konfiguraci objektu.

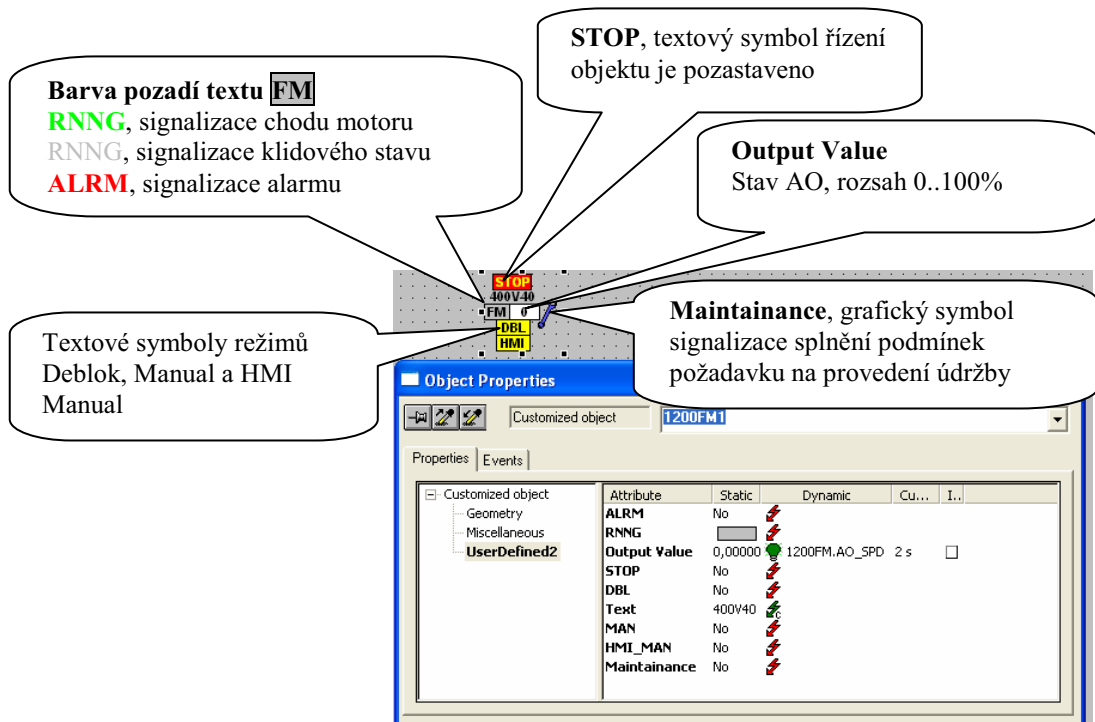


Obr. 29: Konfigurační dialog pro grafický objekt

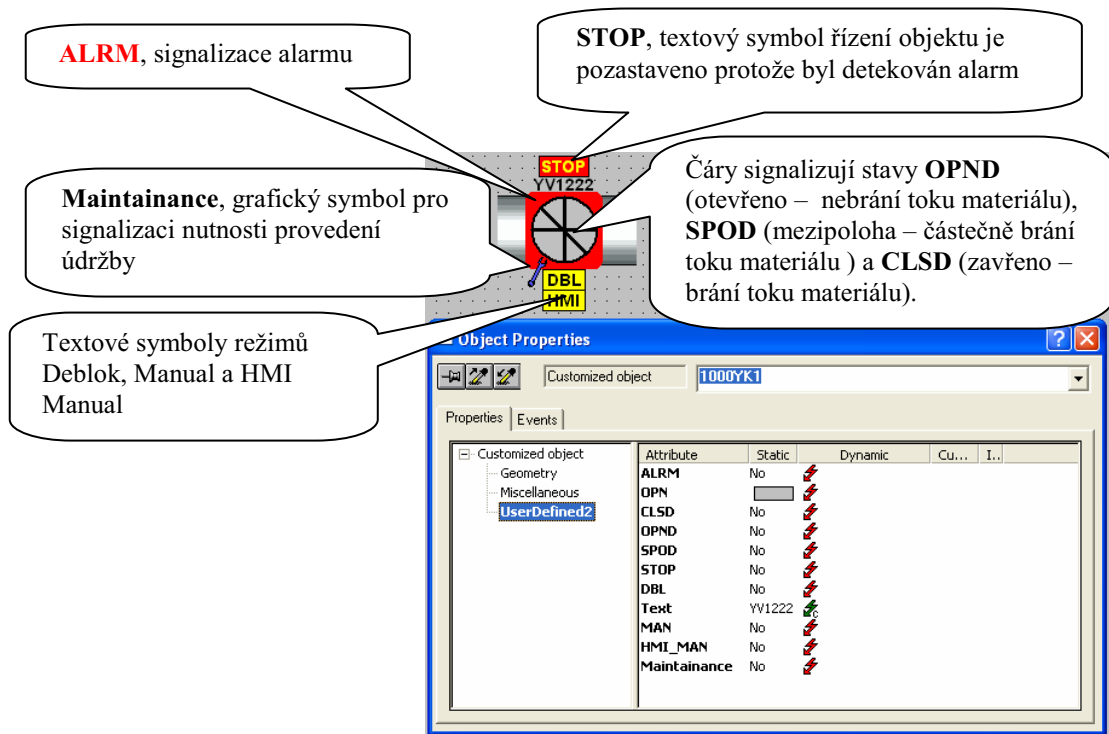
Konfigurační dialog se provede vybráním již vytvořeného customized objektu. Poté kliknutím na pravé tlačítko myši se zobrazí stejný dialog jako na obr. 28. V tomto dialogu se vybere položka „Configuration dialog“ v menu Customized object. Tímto se zobrazí konfigurační dialog pro nastavení systémových vlastností customized objektu. V rámci dialogu se v prostředním sloupci vybírají komponenty, které tvoří customized objekt. V pravém sloupci jsou zobrazeny vlastnosti vybrané komponenty. Z tohoto seznamu lze provést výběr vlastností vhodných pro uživatelské vlastnosti vytvořeného objektu. Nejčastěji používané jsou položky Display (povolení zobrazení) a BackGround Color (animace barvy pozadí komponenty). Výběr vlastnosti se provede podržením levého tlačítka myši nad vlastností a přetažením vlastnosti do sloupce – „Selected properties“ menu „User Defined“. V tomto menu se automaticky vygeneruje název vlastnosti, který lze uživatelsky změnit na název popisující příslušnou animaci. Pro programátora vizualizace jsem předpřipravil tyto animace stavů akčních členů.



Obr. 30: Dialogové okno pro nastavení animací objektu akčního členu typu Motor

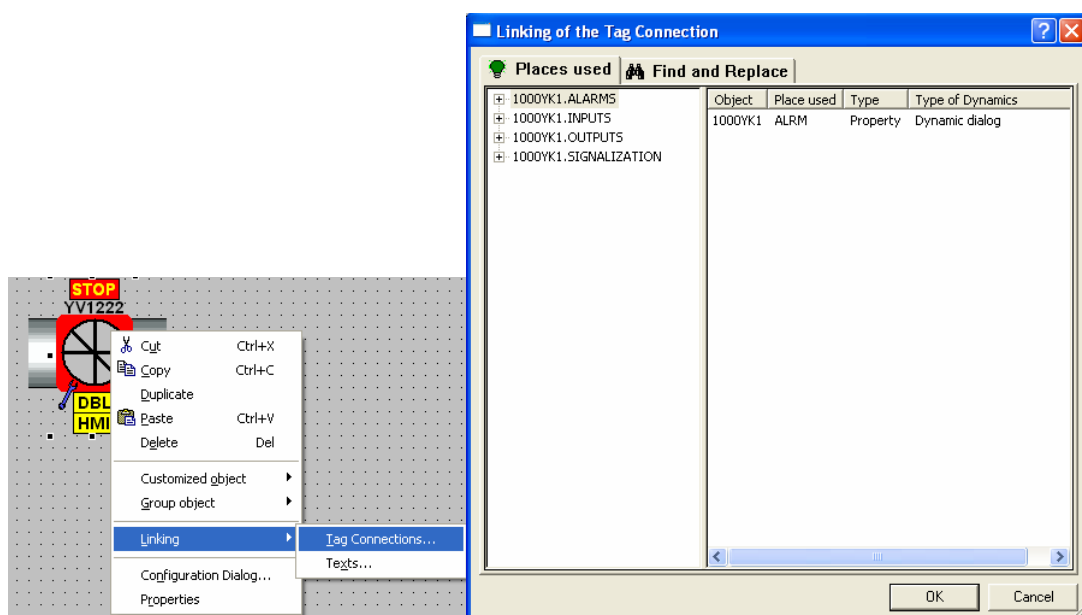


Obr. 31: Dialogové okno pro nastavení animací objektu akčního členu typu Frekvenční měnič



Obr. 32: Dialogové okno pro nastavení animací objektu akčního členu typu Klapka

Příslušné animace jsou nastaveny s defaultními strukturovanými proměnnými. Po zkopírování objektu do obrazovky stačí změnit název objektu na název strukturované proměnné, která je pro akční člen použita a provést přelinkování objektu na novou proměnnou.



Obr. 33: Příklad přelinkování objektu na novou proměnnou

4.2.3 Realizace obrazovek s podrobnými informacemi

Smyslem těchto obrazovek je zpřístupnit uživateli funkce pro parametrizaci, ovládání a zobrazení podrobných informací u vybraného akčního členu. Pro obecné provázání s grafickými objekty akčních členů bylo nutné vyřešit způsob dynamické změny obrazovky za běhu aplikace tak, aby např. pro N objektů akčního členu typu motor bylo možné použít jedinou předpřipravenou obrazovku. Prostředí WinCC tyto požadavky přímo podporuje pomocí tzv. prefixu strukturovaných proměnných. V tomto případě se v rámci grafického návrhu obrazovky nastaví odkazy na vnitřní proměnné příslušné struktury a až během běhu programu se dynamicky definuje prefixace, kdy systém WinCC automaticky vygeneruje výsledný název proměnné. Toto jsem využil tak, že jsem pro grafické objekty akčních členů vytvořil funkci pro zobrazení obrazovky podrobných informací. Tato funkce provede vyvolání příslušné obrazovky a dle názvu grafického objektu, ve kterém byla zpracována, provede příslušné nastavení prefixu. Pro správný chod této funkce je nutné nastavit název grafického objektu dle názvu strukturované proměnné příslušného akčního členu.

HMI Manual
Ovládání akčního členu v režimu HMI Manual

Parameters
Uživatelské parametry akčního členu

Parameter	Value	Unit
Turn ON delay	0,0	[s]
Turn OFF delay	0,0	[s]
Max. change over time	0,0	[s]
Spin delay parameter	0,0	[s]
Speed 1 for FM	0	[%]
Speed 2 for FM	0	[%]
Vibr. mode RNING time	0,0	[s]
Vibr. mode CALM time	0,0	[s]
Max. on-state cycles	0	[]
Maintenance cycle	0	[hours]

Read only Parameters
Výpis pevného nastavení akčního členu

INPUTS	OUTPUTS	Param
- RNING	- STRT	- use FM
- SPN	Reserved	- vibratory drive mode
- TP	Reserved	
- CIBR	Reserved	
Reserved	Reserved	
Reserved		

ALARMS
Oblast podrobného výpisu alarmových stavů

SIGNALIZATION
Oblast podrobného výpisu signalizačních stavů

Statistics
Statistické nástroje

Alarm meter is used [] [Reset]

Maintenance cycle timer is used [] [Reset]

On-state cycles count is used [0] [Reset]

Obr. 34: Příklad obrazovky s podrobnými informacemi pro akční člen typu Motor

Vlastní obrazovku podrobných informací jsem rozdělil na šest částí

- **HMI Manual**, možnost přechodu do ručního řízení akčního členu.
- **ALRMS**, podrobný výpis aktuálních alarmů. Uživatel zde má předpřipravené funkce **ACK ALARMS** a **CONTINUE** pro potvrzení alarmů a pokračování v automatickém řízení vybraného akčního členu.
- **SIGNALIZATION**, podrobný výpis aktuálně signalizovaných stavů řízení.
- **PARAMETERS**, nastavení uživatelských parametrů akčního členu jako je např. časy zpoždění zapnutí resp. vypnutí, časy pro vyhodnocení alarmových stavů případně parametrů pro statistiku.
- **Read only Parameters**, pevné nastavení akčního členu tak, jak jej provedl programátor PLC. Z těchto parametrů lze vyčíst, které DI a DO jsou použity atd.
- **Statistics**, možnost zapnutí resp. vypnutí vyhodnocování případně nulování doby chodu, počtu zapnutí a doby v alarmu.

5. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provést návrh koncepce objektového popisu řídicích a vizualizačních bloků pro akční členy vyskytující se v linkách navažování sypkých hmot.

První část práce zabývající se problematikou skladování, dopravy a navažování materiál se zaměřila na seznámení s technologií navažování sypkých hmot. Technologická řešení ve většině případů směřovala k výsledky, že tato řešení se skládají z uskupení určitého počtu akčních členů, které lze dělit na tři typy tj. objekt typu *Motor*, *Motor s FM*, nebo *Klapka*. Tyto členy byly popsány určitým počtem DI, DO a AO.

Druhá část se zabývala návrhem koncepce objektového popisu řídicích a vizualizačních bloků akčních členů, které byly popsány v první části. V rámci této koncepce vznikl požadavek na vytvoření a dodržování určitého souboru pravidel pro vytváření názvů signálů, proměnných a vstupních/výstupních parametrů funkcí. Dále byla definována potřeba vytvoření vlastního systému měření času (byly navrženy dvě varianty) a provedena definice jednoho objektu AI a tří objektů akčních členů.

Poslední část byla věnována realizaci navržené koncepce. V případě PLC resp. vývojového prostředí Step 7 byla provedena některá systémová rozhodnutí, jako výběr systému měření času a rozhodnutí pro realizaci objektů pomocí funkcí FC. V případě vizualizace resp. grafické části objektů ve WinCC se jednalo o prověření návrhu datové části v PLC s využití některých standardních systémových vlastností, které navržené koncepci vyhovovaly.

6. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] MOŠA, Jan. Mechanika sypkých hmot [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.jmosa.com/nase-sluzby/mechanika-sypkych-hmot/>>.
- [2] Fy. Taurus s.r.o.. Stroje a zařízení pro zemědělství [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.taurus-sro.cz/katalog/stroje-a-zarizeni.htm>>.
- [3] Fy, Techkon s.r.o.. Vibrační dopravníky a podavače [online]. 2006. Dostupný z WWW: <http://www.techkon.cz/nase_produkty_2.html>.
- [4] Fy. SCHUBERT&SALZER CONTROL SYSTEMS. Katalog : Uzavírací a regulační ventily. 2007.
- [5] Fy. ASCO JOUCOMATIC. Katalog : Solenoid and pressure operated valves for fluid control. 2007.
- [6] Fy. Siemens. Manuál : S300 Instruction list. 2006. 152 s.
- [7] Fy. Rox s.r.o.. ROX : Výrobky, vibrační dopravníky [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.rox.cz/>>.
- [8] Fy. Siemens. Dokumentace integrovaná ve Step 7 v. 5.4 SP2. 2007.