

Modernizace šestivřetenového obráběcího stroje Schütte SF67 s využitím sběrnice Profibus

Modernization of six-spindle machining automat Schütte SF67
using the Profibus

Bc. Radim Pijáček



*** nascannované zadání str. 1 ***

*** nascannované zadání str. 2 ***

ABSTRAKT

Obsahem této práce je vytvoření podprogramu pro PLC Simatic S7-300, který bude mít na starost komunikaci pomocí sběrnice Profibus mezi PLC a pohony motorů včetně a posuvů obráběcího stroje Schütte SF67. Dále vytvoření obrazovek pro použitý displej Simatic OP77B.

V první části je zmíněn způsob činnosti stroje a jeho řízení před a po modernizaci. Následně je popsána sběrnice Profibus, její rozdělení, topologie a přenosová média. Blíže jsou uvedeny metody cyklické komunikace.

Praktická část obsahuje popis jednotlivých kroků pro zprovoznění komunikace po sběrnici Profibus, tvorbu podprogramu pro PLC Simatic S7-300 a obrazovek pro displej Simatic OP77B.

Klíčová slova: Simatic S7-300, Profibus, Siemens, Simodrive, PZD komunikace, PKW komunikace, Simatic Manager, SimoCom U, WinCC Flexible.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with creating the program to control the communication between the logic controller Simatic S7-300 and the drives for the spindles and the feeds of the machining automat Schütte SF67. Next part deals with creating the screens for the display Simatic OP77B.

The first part of the work describes the solution of the machining automat before and after the modernization. The Profibus, divisions, topology and the transmission media are described in the next part. Methods of the cyclic communication are more precisely described at the end of the theoretical part.

The practical part contains description of the single steps which lead to the commissioning of the Profibus communication. The creation of the logic controller program and the display screens are described at the end of the practical part.

Keywords: Simatic S7-300, Profibus, Siemens, Simodrive, PZD communication, PKW communication, Simatic Manager, SimoCom U, WinCC Flexible.

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu mé diplomové práce Ing. Tomáši Sysalovi, Ph.D. za odborné vedení a také za ochotu v průběhu vzniku této práce.

Rád bych také poděkoval konzultantovi z firmy KEZ s.r.o. Ing. Františku Kučeříkovi za trpělivost a ochotu, kterou měl při tvorbě práce.

Díky patří také pracovníkům firmy ZPS – Generální opravy, a.s. za vstřícnost a ochotu při zapojování elektrických částí stroje.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PŮVODNÍ ŘEŠENÍ STROJE.....	11
2 MODERNIZOVANÉ ŘEŠENÍ STROJE.....	13
3 PROFIBUS.....	16
3.1 ROZDĚLENÍ SÍTĚ PROFIBUS	16
3.1.1 Profibus FMS (Fieldbus Message Specification).....	16
3.1.2 Profibus DP (Decentralized Periphery).....	16
3.1.3 Profibus PA (Process Automation).....	17
3.2 TOPOLOGIE SÍTĚ	17
3.2.1 Rozdělení zařízení.....	18
3.2.2 Komunikace	18
3.2.3 Master - Slave komunikace	19
3.2.4 Segmenty.....	19
3.2.5 Zakončení segmentu.....	20
3.2.6 Rychlosti sítě Profibus	20
3.3 PŘENOSOVÁ MÉDIA	21
3.3.1 Profibus DP (RS-485 networks).....	21
3.3.2 Profibus PA	22
3.3.3 Optická média	22
3.3.4 Bezdrátový přenos.....	25
4 PŘENOS V SÍTI PROFIBUS DP	27
4.1 CYKlický PŘENOS	27
4.2 ACYKlický PŘENOS	29
4.3 PŘEHLED CONTROL WORDS (ŽÁDANÉ HODNOTY), PZD KOMUNIKACE.....	31
4.3.1 Popis řídicích slov CONTROL WORDS, PZD komunikace.....	32
4.4 PŘEHLED STATUS WORDS (AKTUÁLNÍ HODNOTY), PZD KOMUNIKACE.....	35
4.4.1 Popis stavových slov STATUS WORDS, PZD komunikace	36
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	38
5 VYTVOŘENÍ PROFIBUS KONFIGURACE.....	39
6 NASTAVENÍ POHONŮ.....	45
7 PROGRAMOVÁNÍ.....	46
7.1 PLC.....	46
7.1.1 Systémové funkce.....	46
7.1.2 Funkční blok FB, datový blok DB	47
7.1.2.1 PZD komunikace	47
7.1.2.2 PKW komunikace	49
7.2 TVORBA OBRAZOVEK DISPLEJE.....	52
8 VYUŽITÍ SBĚRNICE PROFIBUS	54

ZÁVĚR	55
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	56
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	58
SEZNAM OBRÁZKŮ	59
SEZNAM TABULEK.....	61
SEZNAM PŘÍLOH.....	62

ÚVOD

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval tvorbou podprogramů pro PLC typu S7-300, které bylo řídicí částí podobného obráběcího stroje, jako je ten, kterým se budu zabývat v této diplomové práci. Jedním z podprogramů bylo řešení zadávání otáček motoru včetně a posuvů. Toto řízení se provádělo pomocí analogového signálu, tedy s využitím D/A převodníku. Tento analogový napěťový signál v rozsahu 0 až 10 V přijímaly pohony jednotlivých motorů. Jediný způsob zadávání spočíval v určení požadovaných otáček, výpočtu výstupního napětí a odeslání hodnoty na výstupní analogovou kartu.

Pohony, které jsou nyní používány, poskytují možnost komunikace s PLC pomocí sítě Profibus. S využitím tohoto propojení je možné získat nejen velké množství informací, které pohony nabízejí, ale hlavně zpětnou vazbu, kterou výše zmíněné řešení nemělo. Pomocí sítě Profibus je možné zadávat požadované hodnoty (otáčky), ale také sledovat aktuální hodnoty (např. točivého momentu nebo proudového zatížení motoru).

Mým úkolem je tedy příprava a zprovoznění komunikace přes síť Profibus a využít její výhody pro nastavení a provoz obráběcího stroje Schütte SF67.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŮVODNÍ ŘEŠENÍ STROJE

Schütte SF67 je obráběcí stroj, který slouží k obrábění rotačně symetrických součástí do průměru 67 mm. Přes složitou převodovku a vačkové hřídele byly poháněny vřetena a posuvy stroje. Použití jen jednoho motoru mělo obrovskou nevýhodu ve složitosti nastavení a seřízení stroje. Tyto úkony trvaly mechanikům velmi dlouhou dobu.

Vřetenový buben nese 6 vřeten, ve kterých současně probíhá obrábění. Buben se po vykonání pracovní operace přetočí o jednu pozici dále a rozpracovaný obrobek se tak dostane k další výrobní operaci. Obráběcí nástroje jsou umístěny na příčných a podélných suportech, takže v každé z šesti pracovních pozic může být k obrábění použito více nástrojů. Cyklus stroje je rozdělen na dvě části:

1. Pracovní část – samotné obrábění dílce
2. Rychloposuv – neproduktivní cyklus stroje. Obráběcí nástroje nejsou v záběru, dochází k otočení vřetenového bubnu.

Od asynchronního motoru je odvíjena poloha stroje 0 až 360 °. V tomto rozsahu jsou přes vačky mechanicky ovládány pohyby stroje, např. posuvy obráběcích nástrojů.



Obr. 1. Schütte SF67 - Původní řešení stroje

Řízení přídatných zařízení bylo prováděno pomocí reléové techniky.



Obr. 2. Schütze SF67 – původní rozvaděč

2 MODERNIZOVANÉ ŘEŠENÍ STROJE

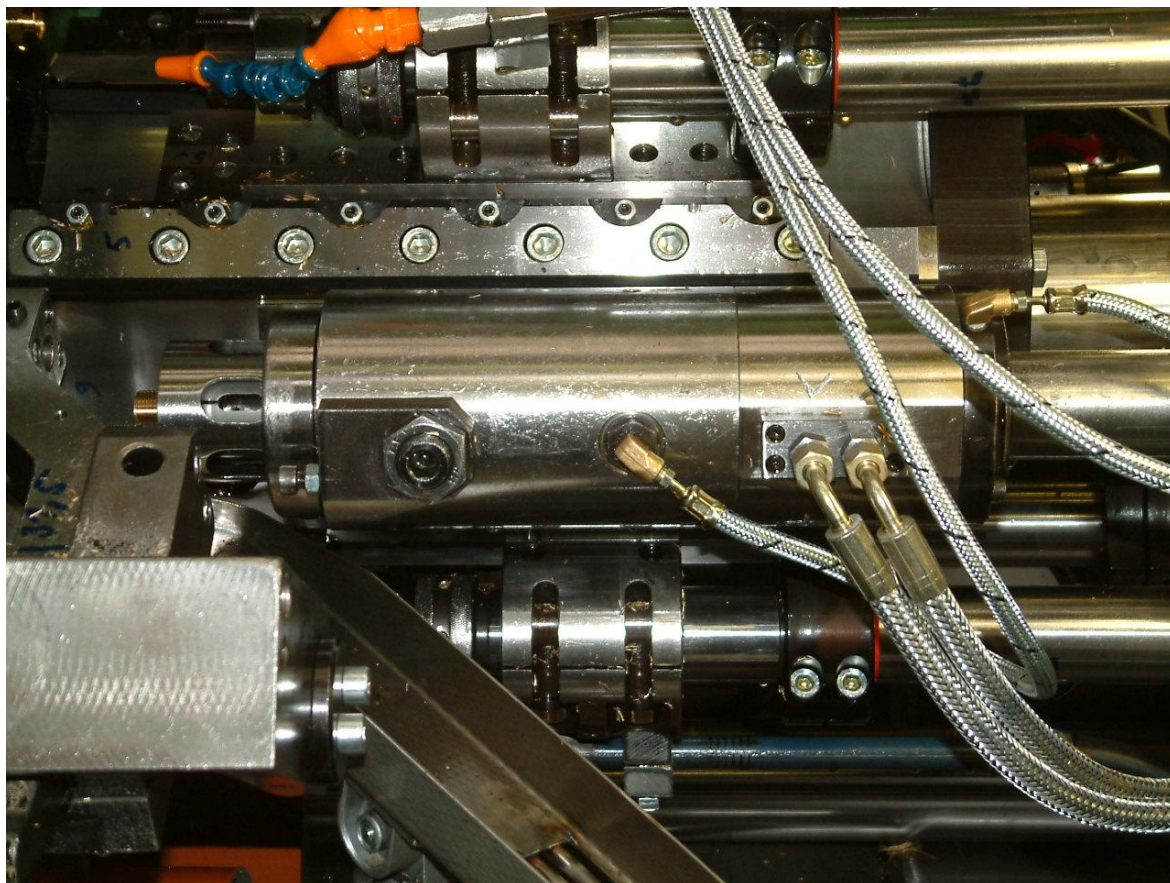
Původní asynchronní motor je nahrazen dvěma servomotory. První je určen k pohonu vřeten, druhý k pohonu posuvů. Vřetena a posuvy na sobě tedy nejsou závislé a nastavení se tak stává jednodušší.



Obr. 3. Schütte SF67 – po modernizaci, pohled na motory

Pohyb obráběcích nástrojů je stále řešen mechanicky pomocí vaček a jeho nastavení je úlohou strojních mechaniků.

Vřetenový buben a některá ozubená kola byla nahrazena novými. Původní převodové skříně byly nahrazeny servomotorem s neměnným převodem. Vyměněny byly i rozvody hydrauliky, mazání a chlazení.



Obr. 4. Schütte SF67 – pohled do pracovního prostoru stroje

Původní elektroinstalace byla nahrazena novou dle požadavků majitele a doporučení firmy KEZ. Byla namontována nová rozvodná skříň s novými jističi, bezpečnostními relé, stykači a servopohony pro motory vřeten a posuvů. Jsou použita nová ramena s ovládacím panelem, který obsahuje ovládací prvky a multifunkční displej OP77B.



Obr. 5. Schütte SF67 – ovládací panel

Ke zjišťování polohy stroje je použit absolutní inkrementální snímač. Informace o poloze se odvíjí od motoru posuvů a jsou získávány v grayově kódu.

Náhradou za reléovou techniku je PLC firmy Siemens, typ Simatic S7-300 s CPU 315-2 DP. To obsahuje tři karty digitálních vstupů (jedna karta obsahuje čtyři osmice vstupů), tři karty digitálních výstupů (opět čtyři osmice na kartu) a dvě smíšené karty, které obsahují dvě osmice digitálních vstupů a dvě osmice digitálních výstupů. Podporovaná komunikace u tohoto typu PLC je Profibus-DP a MPI.

3 PROFIBUS

PROFIBUS (Process Field Bus), podle normy EN 50170-1-2 (dříve DIN 19245), určuje technické a funkční charakteristiky sériové systémové sběrnice, pomocí které mohou být propojovány rozdělené části digitálních automatizovaných zařízení. Vývoj této sběrnice začal roku 1987 v Německu.

Jedná se o velmi silný komunikační protokol, který může fungovat i při chybách v síti, elektromagnetickém rušení, chybách instalace apod. Jinými slovy, Profibus přestane fungovat při jedné fatální chybě (např. zkrat) nebo při více malých chybách (špatné zakončení segmentu, rušení měničů, nadměrně dlouhém kabelu, špatném konektoru apod.).

3.1 Rozdělení sítě Profibus

3.1.1 Profibus FMS (Fieldbus Message Specification)

Tato specifikace vznikla jako první. Umožňuje vzájemnou komunikaci automatizačních zařízení a komunikaci automatizačních zařízení s inteligentními částmi a zřízením. U FMS je možná funkčnost důležitější než krátká reakční doba systému. V mnoha případech u aplikací probíhá výměna dat převážně acyklicky na požadavek procesu uživatele.

Jazyk této komunikace je orientovaný na zprávy. Protokol FMS nejen že předepisuje normu pro význam zprávy (sémantika), nýbrž také formáty dat pro výstavbu zprávy (syntaxe).

3.1.2 Profibus DP (Decentralized Periphery)

Tato specifikace vznikla v roce 1993. Jedná se o nejjednodušší a nejrozšířenější variantu Profibusu. Je koncipována pro rychlou výměnu dat v rovině snímač – akční člen. Centrální řídicí zařízení zde komunikují přes rychlé sériové spojení s decentralizovanými vstupními a výstupními zařízeními. Výměna dat s těmito zařízeními probíhá převážně cyklicky. Centrální zařízení (Master) čte vstupní informace a píše výstupní informace podřízených zařízení (Slave). Doba cyklu sběrnice přitom musí být kratší než doba cyklu programu centralizovaného řízení.

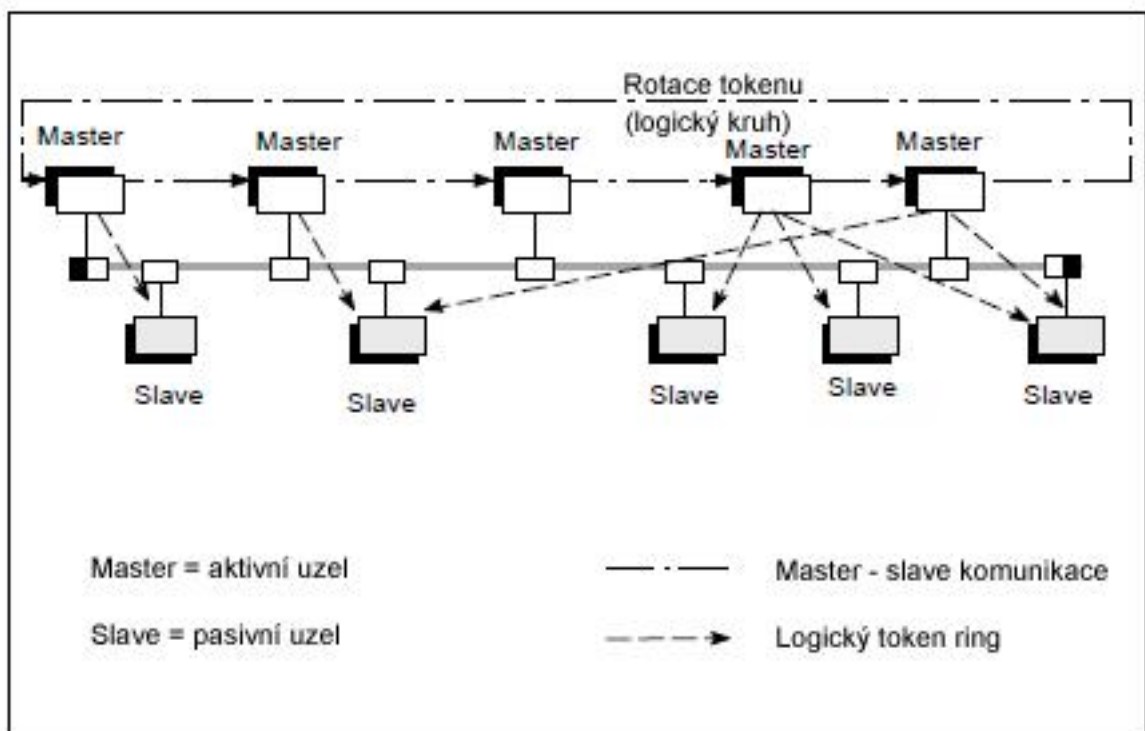
Pomocí Profibus DP mohou být realizovány systémy Mono nebo Multimaster.

- **Mono-master systém** – Na sběrnici je aktivní pouze jeden Master. Je tak dosaženo nejkratší doby cyklu sběrnice.
- **Multi-Master systém** – Na jedné sběrnici se nachází více zařízení Master.

3.1.3 Profibus PA (Process Automation)

Spojuje komunikační protokol Profibus DP s normou IEC 61158-2. Používá se v procesní automatizaci a najdeme ho spíše v petrochemických provozech, kde se sbírají data z velkých vzdáleností, a kde není kladen důraz na rychlost čtení/zápis hodnot. Používá se například ve výbušném prostředí. Na rozdíl od Profibus DP zde není možný výběr rychlosti komunikace. Data jsou přenášena rychlostí 31,25 kbit/s. Vodiče sítě Profibus PA jsou zároveň využívány k napájení připojených zařízení.

3.2 Topologie sítě



Obr. 6. Topologie sítě Profibus [5]

3.2.1 Rozdělení zařízení

Master zařízení označujeme jako aktivní uzly. Ty definují přenos dat po sběrnici.

- MASTER
 - Master Class 1 (DPMC 1)
 - Jedná se o centrální systém, který vyměňuje data s pasivními uzly v definovaném cyklu zpráv, např. Simatic S7.
 - Master Class 2 (DPMC 2)
 - Zařízení pro konfiguraci, řízení a monitorování během prováděných operací, např. Programovací jednotka, ovládací panely HMI.
- SLAVE
 - Tyto zařízení mohou jen přijímat, potvrzovat a přenášet zprávy Master zařízení jen když je o ně požádáno, např. pohon Simodrive 611U.

3.2.2 Komunikace

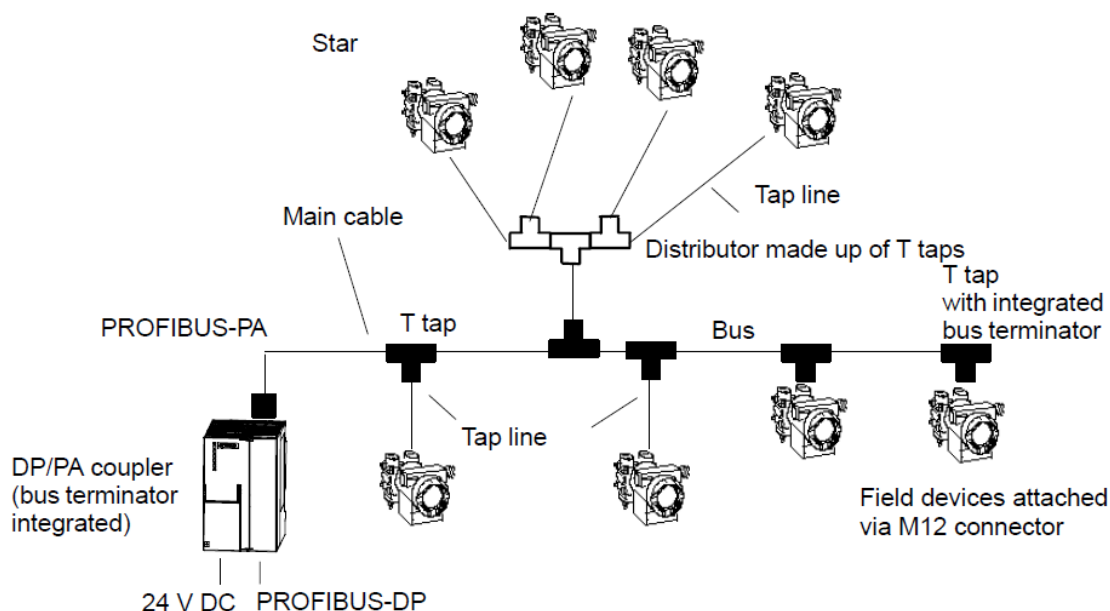
Přístupová technika nezávisí na přenosovém médiu. Všechny aktivní uzly (Master) tvoří kruh s pevně daným pořadím. Každý aktivní uzel zná ostatní uzly a jejich pořadí v kruhu. Právo přístupu k médiu (token) je předáváno aktivním uzlem na následující aktivní uzel v pořadí logického kruhu. Pokud uzel přijme token, který mu byl adresován, může začít odesílat data. Vyhrazený čas je specifikován (token holding time). Jakmile tento čas uplyne, uzel má dovoleno odeslat pouze jednu zprávu s vysokou prioritou. Pokud uzel nemá k odeslání takovou zprávu, předá token následujícímu uzlu v kruhu. Pro každý uzel je možné konfigurovat maximální vyhrazený čas (maximum token holding time).

Pokud má aktivní uzel token, může dotazovat (např. čtení hodnot) nebo odesílat data pasivním uzlům pomocí Master – Slave komunikace. Pasivní uzly nikdy nemohou obdržet token.

Tato přístupová technika dovoluje aktivním uzlům vstoupit nebo opustit kruh za běhu.

3.2.3 Master - Slave komunikace

Aktivní uzly (Master) mohou být s pasivními uzly (Slave) propojeny v zapojení „sběrnice“ nebo „hvězda“.



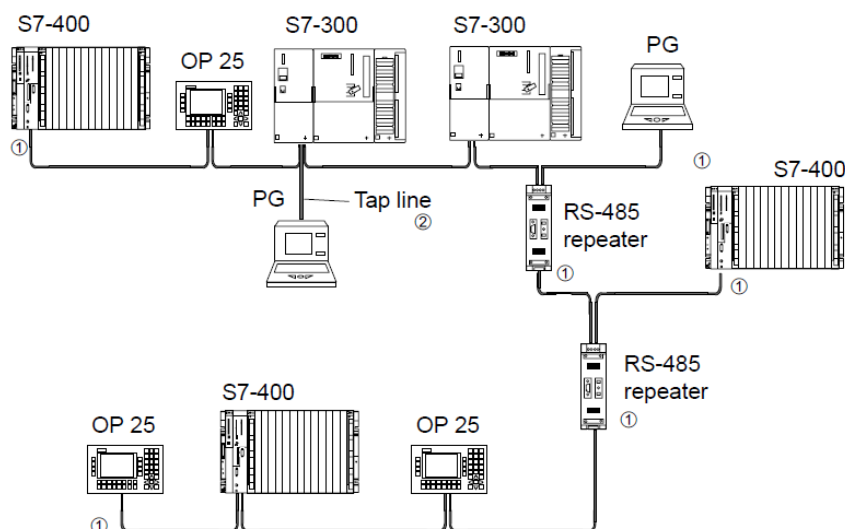
Obr. 7. Zapojení „sběrnice“ a „hvězda“ [5]

Ke strukturování sítě je použito SplitConnect odboček (T tap). Na obrázku je znázorněno možné zapojení těchto odboček, kdy můžeme docílit zapojení do „sběrnice“ nebo kaskádováním do „hvězdy“. Tyto odbočky obsahují také zakončovací odpor, který může sloužit k vytvoření segmentu.

3.2.4 Segmenty

Síť Profibus umožňuje propojení 32 uzlů (terminál, repeater) v jedné části označované jako segment. Maximální délka segmentu v metrech závisí na zvolené rychlosti přenosu a také na zvoleném kabelu.

Pomocí repeaterů je možné propojovat více segmentů sítě profibus. Repeater zesiluje amplitudu signálu a používá se tam, kde je potřeba spojit více než 32 uzlů nebo pokud je překročena maximální délka mezi dvěma uzly. Mezi dvěma uzly je možné použít maximálně 9 repeaterů. Implementována může být jak struktura „sběrnice“, tak „hvězda“.



Obr. 8. Typické zapojení se třemi segmenty a dvěma repeatery [5]

Znak „1 v kruhu“ znamená aktivní zakončovací člen.

Rostoucí délka sítě za použití repeaterů způsobuje delší časy potřebné k přenosu informace. S touto skutečností je potřeba počítat při konfiguraci sítě.

3.2.5 Zakončení segmentu

Každý segment sítě je potřeba na obou stranách zakončit charakteristickou impedancí. Tento zakončovací člen (označován také jako koncový rezistor) je integrován v repeatech, terminálech, ILM (viz dále) a v konektorech. V případě potřeby je možné jej aktivovat.

Segment sítě Profibus je správně zakončen pouze tehdy, když je zapnutý zdroj energie uzlu, v němž je vložen zakončovací člen.

Další možností je použít aktivní zakončovací člen, který má stálý přívod energie nezávislý na přívodu jiných komponent.

3.2.6 Rychlosti sítě Profibus

Rychlosti sítě Profibus jsou 9,6 kbit/s, 19,2 kbit/s, 45,45 kbit/s, 93,75 kbit/s, 187,5 kbit/s, 500 kbit/s, 1,5 Mbit/s, 3 Mbit/s, 6 Mbit/s nebo 12 Mbit/s. Volba rychlosti závisí na zvoleném přenosovém médiu, síťových komponentách a délkách segmentu.

Komponenty sítě Profibus DP můžeme rozdělit do dvou skupin. Podle toho rozdělení je možné volit maximální rychlost sítě:

1. komponenty pro rychlost 9,6 kbit/s až 1,5 Mbit/s
2. komponenty pro rychlost 9,6 kbit/s až 12 Mbit/s

Pro první skupinu mohou být použity všechny komponenty SIMATIC NET. Komponenty druhé skupiny jsou uvedeny například na webových stránkách firmy Siemens.

Optické sítě Profibus dokážou komunikovat na všech výše zmíněných rychlostech kromě 3 a 6 Mbit/s. Rychlost je detekována automaticky.

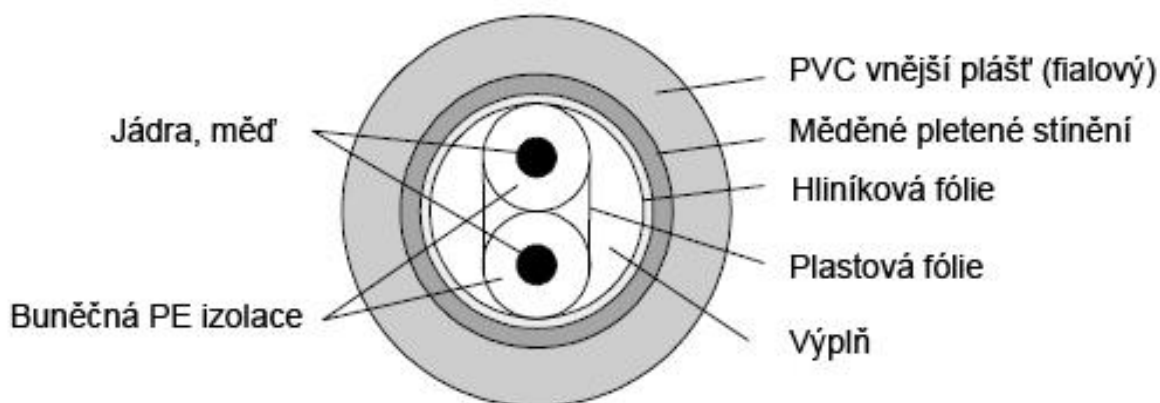
Bezdrátové sítě Profibus komunikují na rychlostech 9,6 kbit/s až 1,5 Mbit/s.

3.3 Přenosová média

3.3.1 Profibus DP (RS-485 networks)

Používá se kroucená-stíněná dvojlinka, přičemž stínění slouží zároveň jako uzemnění. Dvě hlavní žíly jsou barevně odlišeny zelenou a červenou barvou. Zelený je označován jako linka A (přenos/příjem), červený jako linka B (přenos/příjem). Při připojení konektorů je nutné dodržovat stejné uspořádání kabelů (barev) v celé síti. Vnější obal je nejčastěji fialové barvy.

- FC Standard Cable
- Profibus FRNC Cable
- FC Food Cable (použití v potravinářském průmyslu)
- FC Robust Cable (mechanicky odolný)
- Profibus Flexible Cable (ohybný kabel určený k propojení pohyblivých částí)
- a další.



Obr. 9. FC standardní kabel [5]

3.3.2 Profibus PA

Stejně jako u specifikace DP jsou i zde použity dva vodiče k přenosu informace. Ty jsou ale navíc využity také k napájení připojených zařízení. Vnější obaly těchto kabelů bývají často modré nebo černé.

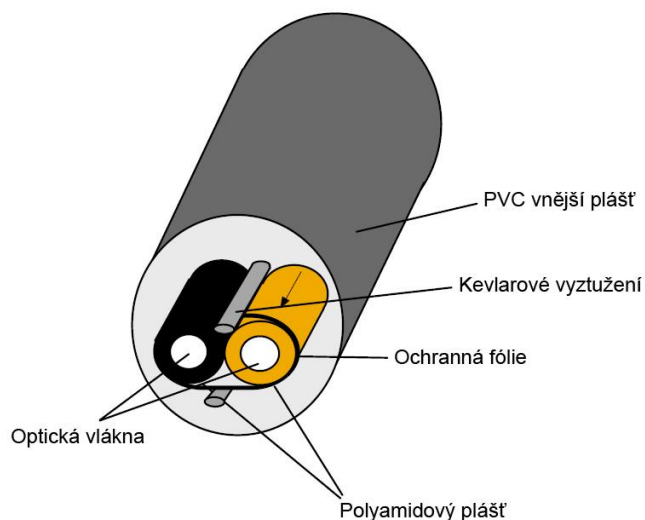
3.3.3 Optická média

Optickými kabely FO (Fiber Optic) jsou data přenášena pomocí modulace elektromagnetických vln v rozsahu od viditelného až po neviditelné světlo. Použité materiály jsou vysoce kvalitní plast a sklo.

Výhody optických kabelů jsou elektrické oddělení uzlů a segmentů, odolnost vůči vnějším ruchům, není potřeba ochrana před světlem, žádné elektromagnetické záření, které by mohlo ovlivňovat další přístroje, nízká váha, přenos informace na velmi vysokou vzdálenost (v řádu kilometrů) při použití vysokých rychlostí (použití různých rychlostí nemá vliv na délku kabelu).

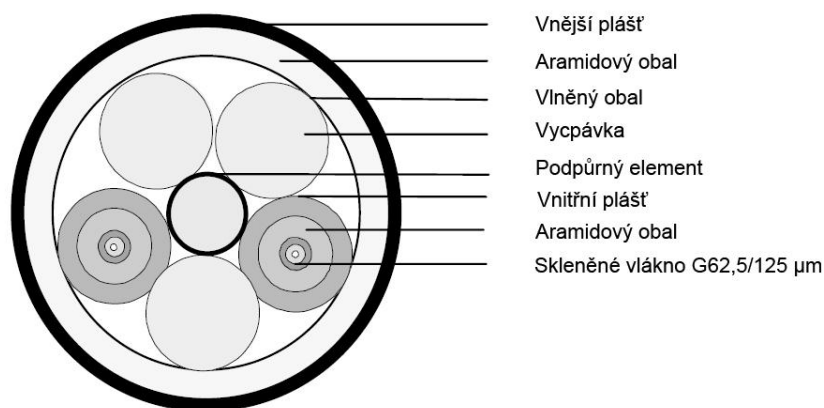
Z technologických důvodů je u optických kabelů možné použít jen Point-to-Point propojení. Jinými slovy, vysílač je připojen na přijímač. Pro duplexní přenos mezi uzly je nutné použít dvě vlákna (každé pro jeden směr přenosu).

- Kabely s plastovými optickými vlákny (levnější alternativa ke kabelům se skleněnými vlákny)
 - Duplex Cord
 - Standard Cable
 - PCF Cable

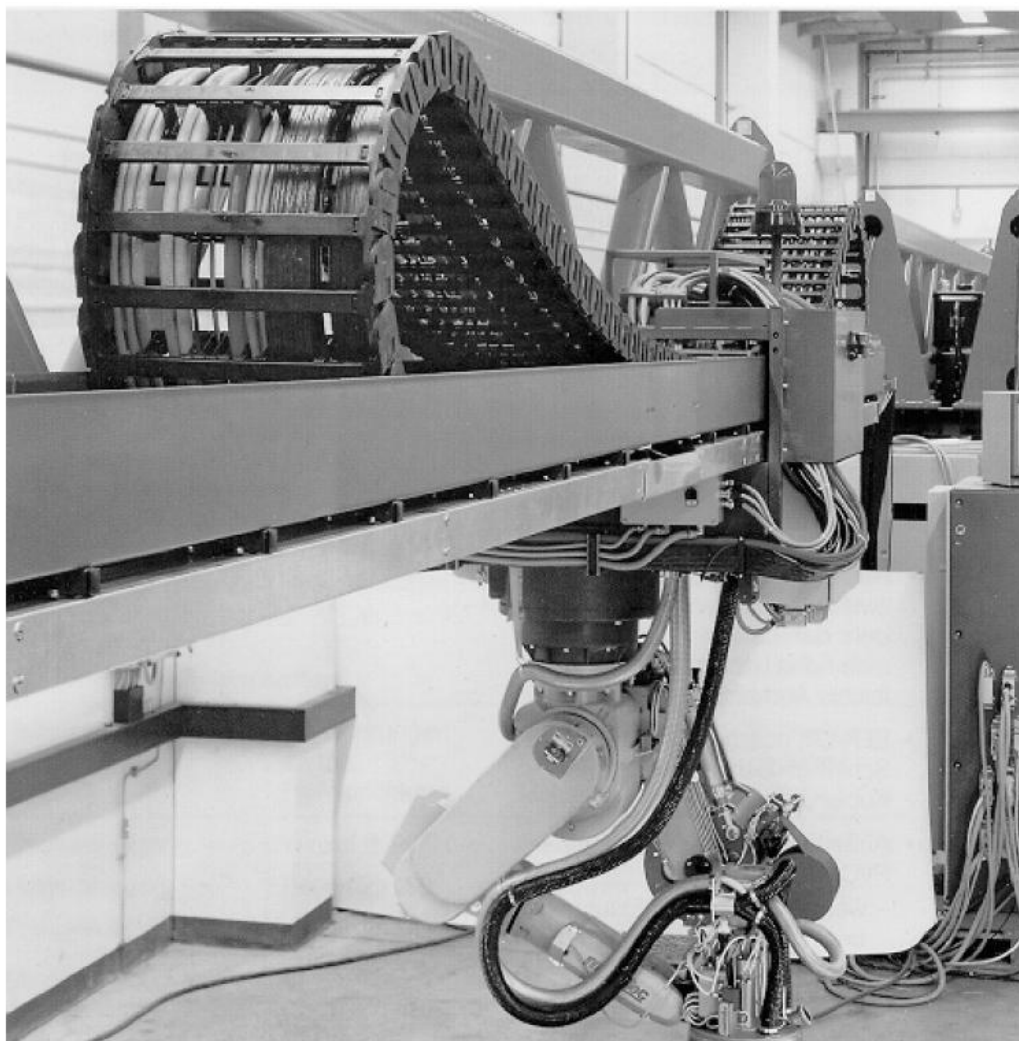


Obr. 10. Standardní kabel [5]

- Kabely se skleněnými optickými vlákny
 - Standard Cable
 - INDOOR Cable
 - Flexible Trailing Cable



Obr. 11. Flexible Trailing kabel [5]



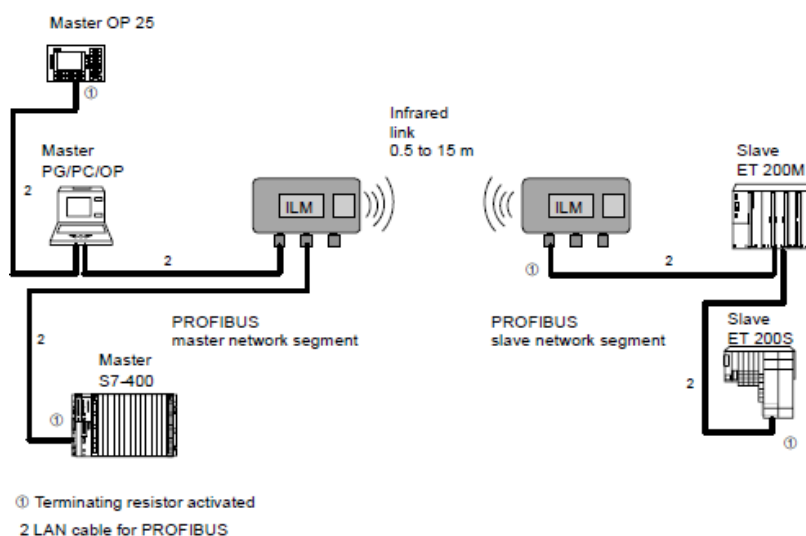
Obr. 12. Aplikace Flexible Trailing kabelu [5]

3.3.4 Bezdrátový přenos

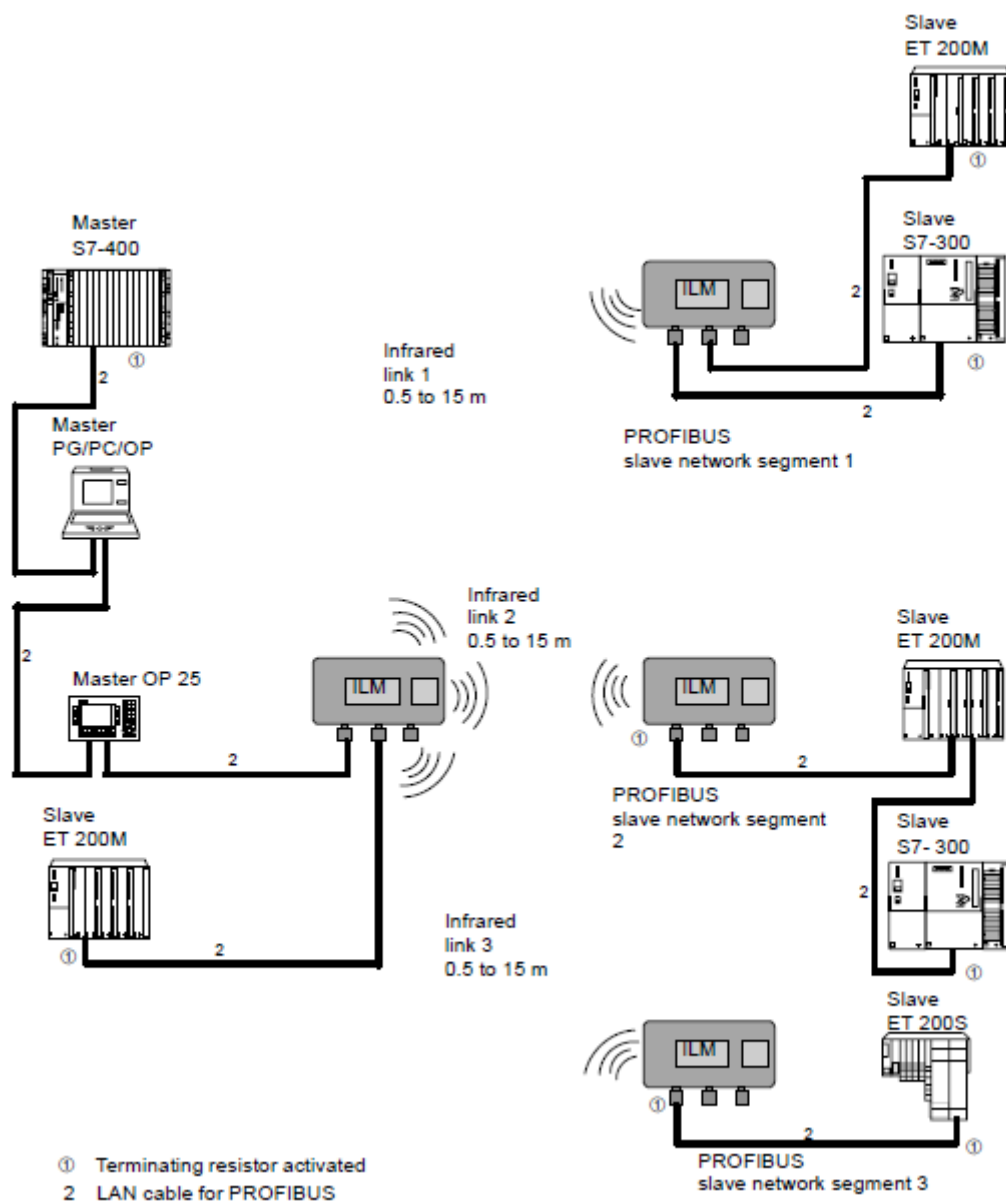


Obr. 13. Infračervený propojovací modul ILM (Infrared Link Module) [5]

Tento modul se používá k bezdrátovému propojení v síti Profibus na krátké vzdálenosti do 15 metrů. Data jsou vyzařována v úhlu $\pm 10^\circ$ kolem střední osy. To znamená, že na vzdálenost 11 metrů ILM ozáří kruh o průměru 4 metry. Komunikující partner musí být umístěn v tomto kruhu. Mezi partnery je nutné zachovat přímou viditelnost. Při použití více partnerů je doporučeno vyhnout se křížení paprsků. Pomocí ILM je možné propojit jeden (Point-to-Point) nebo více (Point-to-Multipoint) segmentů. ILM dovoluje komunikaci mezi pohybujícími se uzly. ILM může být použito k instalaci komunikačních systémů nebo pro dočasné účely, například testování.



Obr. 14. Bezdrátová komunikace Point-to-Point [5]



Obr. 15. Bezdrátová komunikace Point-to-Multipoint [5]

Přerušení v komunikaci je možné detekovat a zobrazit pomocí LEDek. Pokud se objeví pokles kvality přenosu, je indikován pomocí LED ještě před tím, než dojde k zastavení přenosu. Modul funguje za denního světla díky integrovanému filtru. ILM modul umožňuje komunikaci v rychlostech 9,6 kbit/s až 1,5 Mbit/s.

4 PŘENOS V SÍTI PROFIBUS DP

Sběrnice může být použita pro cyklický a acyklický přenos dat mezi aktivním (master) a pasivním (slave) uzlem.

4.1 Cyklický přenos

Struktura cyklického přenosu uživatelských dat je označena jako PPO (Parameter Process data Object) a je rozdělena do dvou částí.

- **Parametrová část (PKW)**

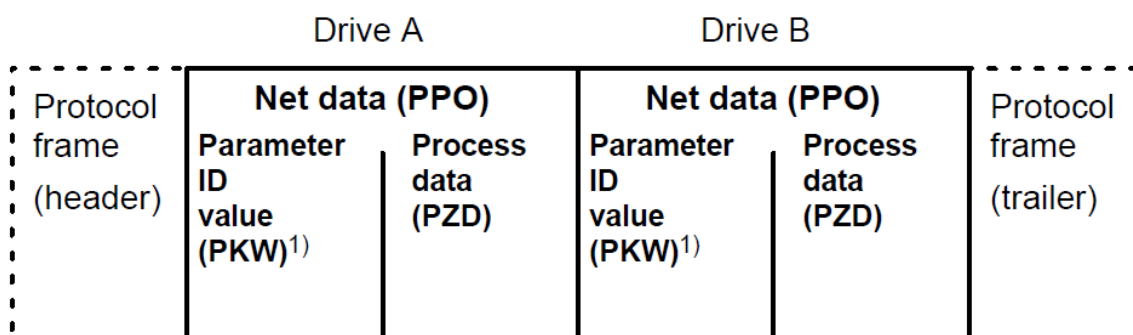
Tato část telegramu je využita pro sledování nebo změnu parametrů a ke čtení chyb. Přenos těchto dat není povinný.

- **Část procesních dat (PZD)**

Tato část obsahuje řídicí slova, žádané hodnoty, informace o stavu a aktuální hodnoty. Přenášena jsou například následující data:

řídicí slovo a žádaná hodnota (úkol: master -> drive)

stavové slovo a aktuální hodnota (odpověď: drive -> master)



Obr. 16. Struktura telegramů cyklické komunikace [7]

Pro standardní DP operace se nový telegram odešle hned po skončení starého. Pro isochronní operace je nový telegram odesílán podle zvoleného cyklového času T_{DP} .

Následující obrázek ukazuje různé typy PPO telegramů.

- Net data bez parametru s délkou procesních dat 2 až 16 datového typu word (PPO3 a PPO4).
- Net data s parametrem s délkou procesních dat 2 až 16 datového typu word (PPO1, PPO2 a PPO5).

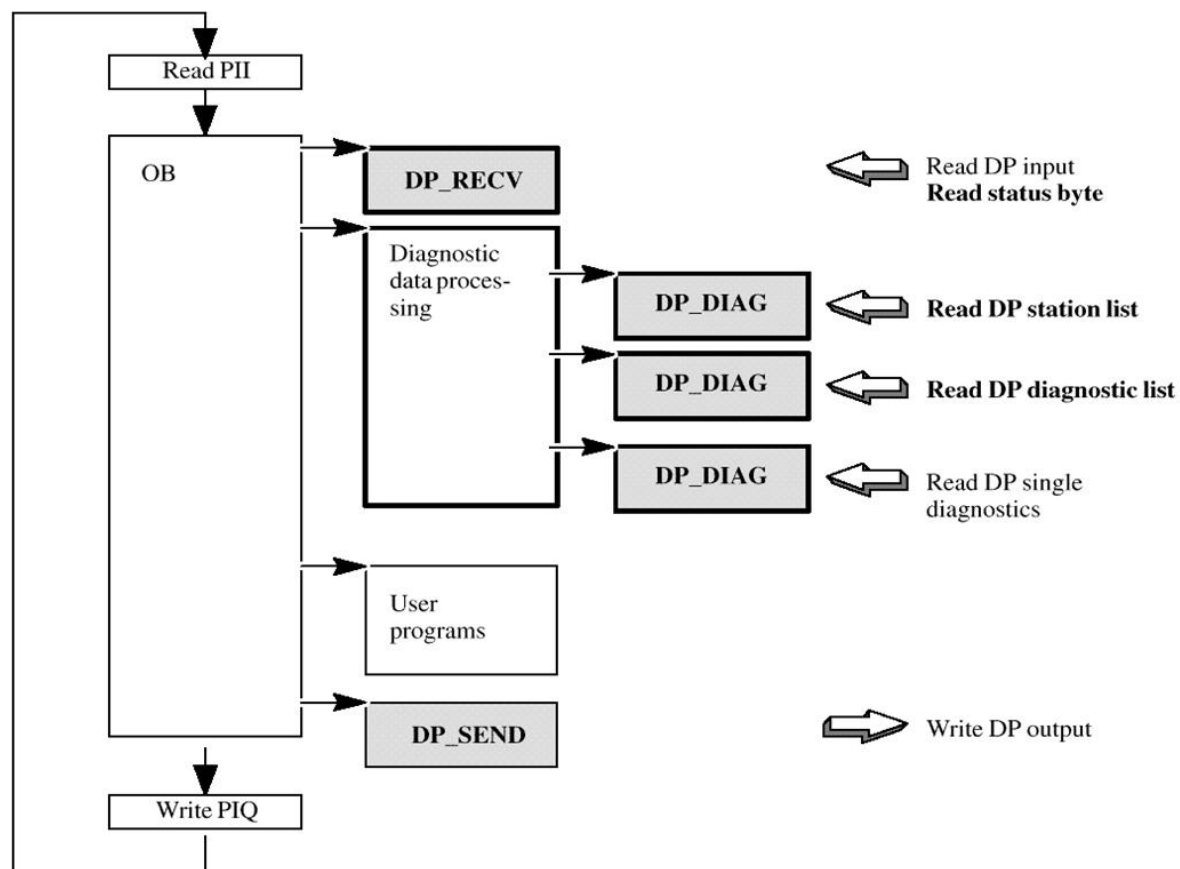
Obrázek ukazuje, že délka procesních dat může být různá. Záleží na zvoleném úkolu, který je určen ke zpracování pohonem. PZD budou popsány dále.

	Net data													
	PKW				PZD									
					<ul style="list-style-type: none"> • In closed-loop speed controlled operation • In the positioning mode 									
	PKE	IND	PWE		PZD 1	PZD 2	PZD 3	PZD 4	PZD 5	PZD 6	PZD 7	PZD 8	PZD 9	PZD 10
	1st word	2nd word	3rd word	4th word	1st word	2nd word	3rd word	4th word	5th word	6th word	7th word	8th word	9th word	10th word
PPO1														
PPO2														
PPO3														
PPO4														
PPO5														
Abbreviations:														
PPO	Parameter process data object						IND	Sub-index, sub-parameter number, array index						
PKW	Parameter identifier value						PWE	Parameter value						
PKE	Parameter ID						PZD	Process data						

Obr. 17. PPO typy [7]

Net data je také možné konfigurovat ručně pomocí programu PLC.

Na obrázku 18 je zobrazeno použití funkčních bloků pro cyklickou komunikaci. Organizační blok OB se stále opakuje. Na konci cyklu je odeslán požadavek na slave zařízení. Na začátku cyklu jsou ze slave zařízení data čtena a tak můžeme pracovat s aktuálními hodnotami.

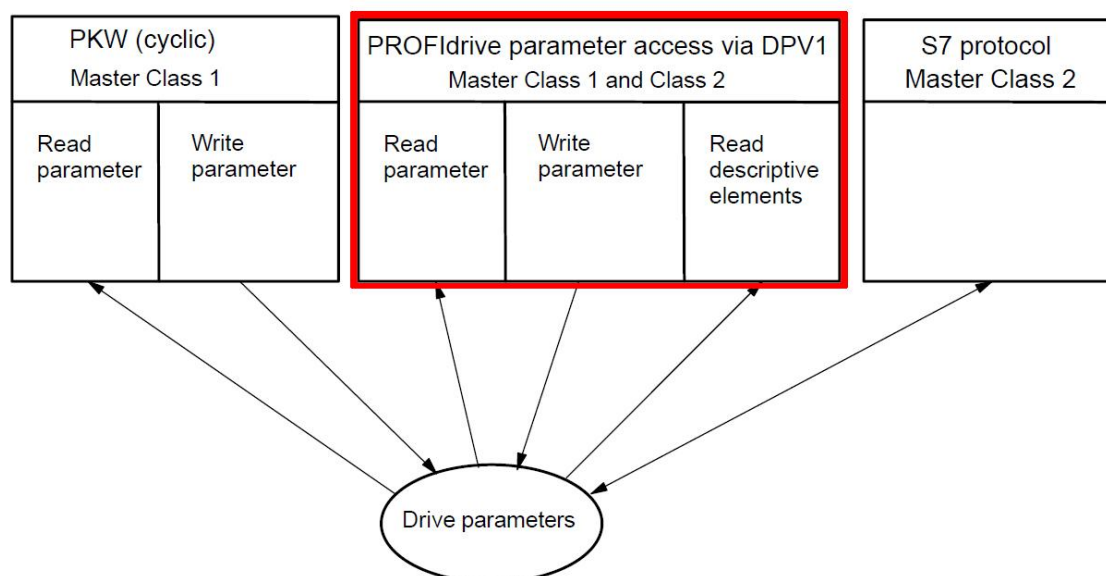


Obr. 18. Integrace funkčních bloků SFC do cyklu CPU [7]

4.2 Acyklický přenos

Jedná se o rozšiřující funkci Profibus DP – DPV1.

Existují 3 kanály, kterými lze přes Profibus DP acyklicky přistupovat k parametrům pohonu. Obrázek níže zobrazuje všechny možnosti přístupu. Kanály acyklického přenosu jsou zvýrazněny červenou barvou.



Obr. 19. Přístup k parametrům pohonu [7]

Acyklický přenos dat může být zpracován paralelně s přenosem cyklickým. Tento přenos umožňuje výměnu velkého množství uživatelských dat a současný přenos dalším Master zařízením.

4.3 Přehled CONTROL WORDS (žádané hodnoty), PZD komunikace

Zkratka	Význam stavového slova	Datový typ ⁴⁾	Číslo signálu ¹⁾	Mód	
				n-set	pos
STW1	Control word 1	U16	50001	x	
STW1	Control word 1	U16	50001		x
STW2	Control word 2	U16	50003	x	x
NSOLL_A	Hodnota žádané rychlosti, nejvíce významný word	I16	50005	x	
NSOLL_B	Hodnota žádané rychlosti, nejvíce a nejméně významný word	I32	50007	x	
G1_STW	Encoder 1, control word ²⁾	U16	50009	x	
G2_STW	Encoder 2, control word ³⁾	U16	50013	x	
G3_STW	Encoder 3, control word ²⁾	U16	50017	x	
XERR	System deviation (DSC)	I32	50025	x	
MomRed	Redukce točivého momentu	U16	50101	x	x
DAU1	Analogový výstup, terminál 75.x/15	I16	50103	x	x
DAU2	Analogový výstup, terminál 16.x/15	I16	50105	x	x
DIG_OUT	Digitální výstupy, terminály 00.x až 03.x	U16	50107	x	x
XSP	Cílová pozice "pozicování vřeten"	I32	50109	x	
DezEing	Disturbed inputs	U16	50111	x	x
MsollExt	Externí žádaná hodnota kroutícího momentu	I16	50113	x	
QStw	Control word, slave-to-slave komunikace	U16	50117		x
SatzAnw	Volba bloku	U16	50203		x
Over	Override	U16	50205		x
Xext	Externí referenční hodnota pozice	I32	50207		x
dXcorExt	Korekce, externí referenční hodnota pozice	I32	50209		x
MDIPos	MDI pozice	I32	50221		x
MDIVel	MDI rychlost	U32	50223		x
MDIAcc	MDI acceleration override	U16	50225		x
MDIDec	MDI deceleration override	U16	50227		x
MDIMode	MDI mode	U16	50229		x

Tab. 1. Přehled řídicích slov (Control Words) PZD komunikace [7]

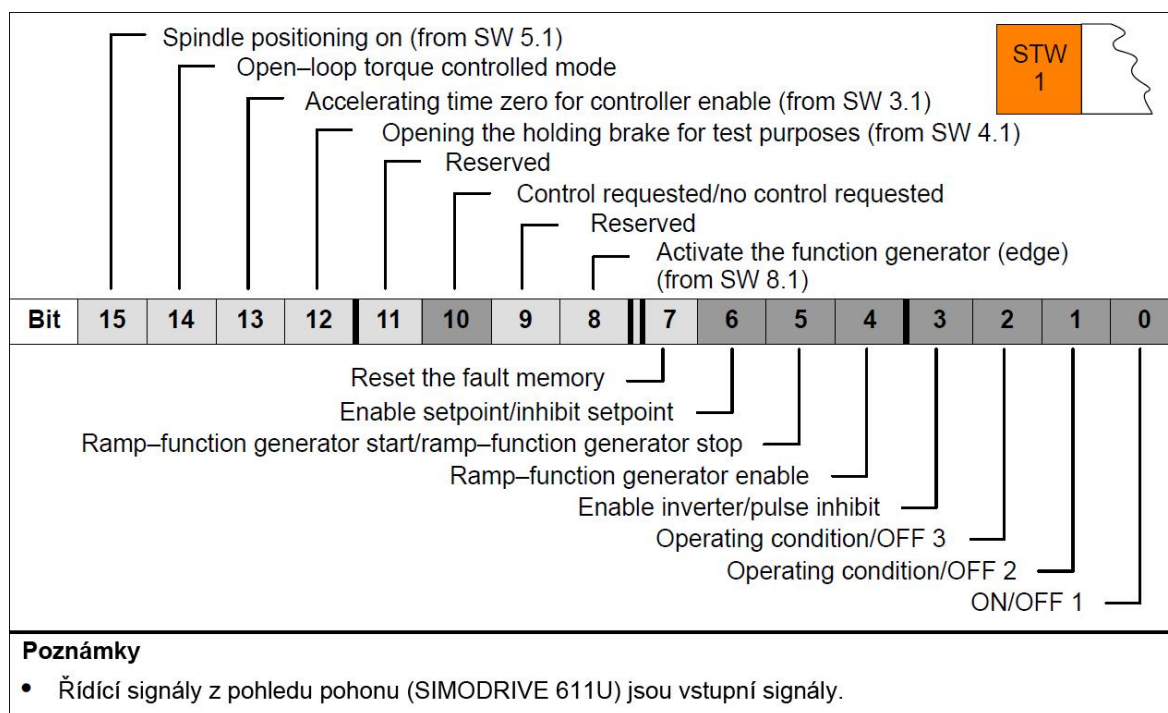
- 1) Signály jsou přiřazeny procesním datům v telegramech žádaných hodnot používajících P0915:17.
- 2) Tyto procesní data jsou přístupná pouze, pokud probíhá cyklo-synchronní operace.
- 3) Procesní data pro Encoder 2 musí být aktivovány přes P0879.12.
- 4) Datové typy: U16/U32 -> unsigned integer 16/32 bit; I16/I32 -> integer 16/32 bit.

4.3.1 Popis řídicích slov CONTROL WORDS, PZD komunikace

Pro řízení pohonu Simodrive 611U jsou využívána jen stavová slova v módu n-set. V tomto režimu pohon vychází ze zadaných otáček. U „pos“ (pozičního) módu se vychází z aktuální pozice motoru.

V následující části jsou blíže popsány jen ty slova, které jsou využity v praktické části.

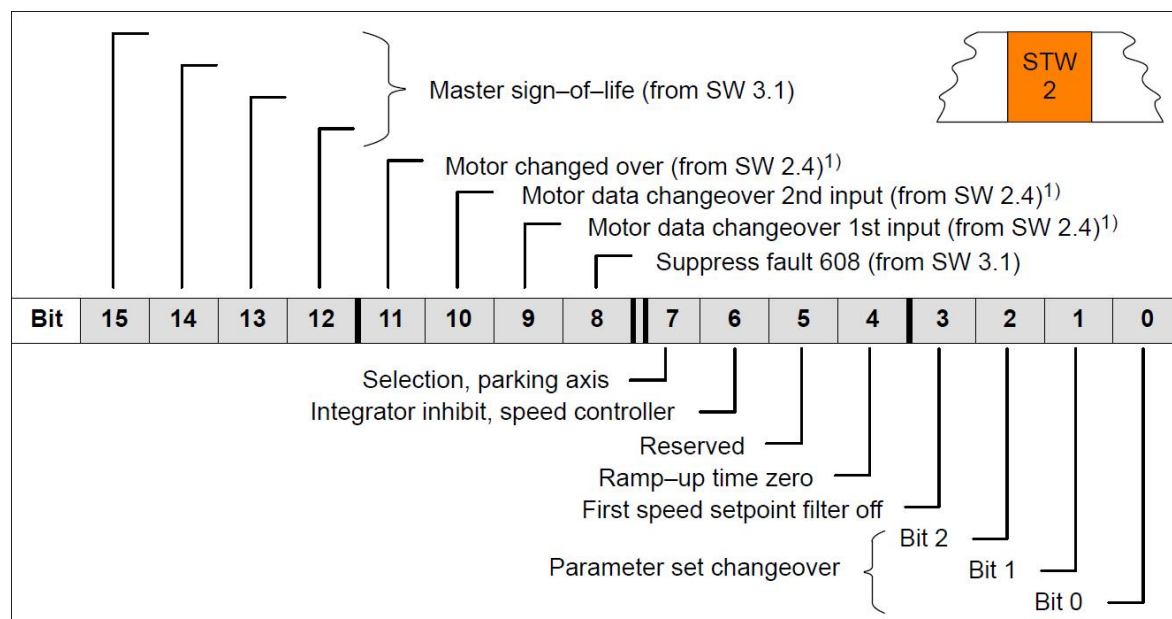
STW1 (n-set mód)



Obr. 20. STW1 v módu n-set [7]

Signály označeny tmavou barvou musí být v logické „1“ pro zadávání otáček pomocí dvojitého slova NSOLL.

STW2



Obr. 21. STW2, dostupný jen v módu n-set [7]

NSOLL_A – nižší rozlišení; nastavení rychlosti motoru

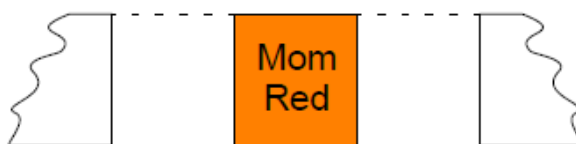
NSOLL_B – vyšší rozlišení; nastavení rychlosti motoru

NSOLL_B										Poznámka
NSOLL_A (nsoll-h)				nsoll-l ¹⁾				Desítková hodnota		
Bit 31 ²⁾	24	23	16	15	8	7 ³⁾	0 ³⁾	nsoll-h	nsoll-h + nsoll-l	
7	F	F	F	F	F	F ³⁾	F ³⁾	+32 767	2 147 483 647	Nejvyšší hodnota ⁴⁾
:				:				:	:	:
4	0	0	0	0	0	0	0	+16 384	1 073 741 824	Hodnota pozitivní normalizace (0880)
:				:				:	:	:
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nset = 0
F	F	F	F	F	F	F	F	−1	−1	nset = −1
:				:				:	:	:
C	0	0	0	0	0	0	0	−16 384	−1 073 741 824	Hodnota negativní normalizace (P0880)
:				:				:	:	:
8	0	0	0	0	0	0	0	−32 768	−2 147 483 648	Nejnižší hodnota ⁴⁾

Obr. 22. NSOLL, nastavení otáček motoru [7]

- 1) Rozlišení žádané hodnoty rychlosti roste s $nsoll-1$.
- 2) Znaménkový bit: 0 -> kladná hodnota, 1 -> záporná hodnota
- 3) Pohon neuvažuje tyto hodnoty (nižší bit $nsoll-1$)
- 4) Rychlost je omezena nejnižším nastavením v P1401/P1405/P1146 nebo P1147

MomRed – pomocí tohoto slova je možné redukovat aktuální točivý moment motoru



Obr. 23. MomRed [7]

4.4 Přehled STATUS WORDS (aktuální hodnoty), PZD komunikace

Zkratka	Význam stavového slova	Datový typ 4)	Číslo signálu 1)	Mód	
				n-set	pos
ZSW1	Status word 1	U16	50002	x	
ZSW1	Status word 1	U16	50002		x
ZSW2	Status word 2	U16	50004	x	x
NIST_A	Hodnota aktuální rychlosti, nejvíce významný word	I16	50006	x	x
NIST_B	Hodnota aktuální rychlosti, nejvíce a nejméně významný word	I32	50008	x	x
G1_ZSW	Encoder 1, status word ²⁾	U16	50010	x	
G1_XIST 1	Encoder 1, hodnota 1 aktuální pozice ²⁾	U32	50011	x	
G1_XIST 2	Encoder 1, hodnota 2 aktuální pozice ²⁾	U32	50012	x	
G2_ZSW	Encoder 2, status word ³⁾	U16	50014	x	
G2_XIST 1	Encoder 2, hodnota 1 aktuální pozice ³⁾	U32	50015	x	
G2_XIST 2	Encoder 2, hodnota 2 aktuální pozice ³⁾	U32	50016	x	
G3_ZSW	Encoder 3, status word ²⁾	U16	50018	x	
G3_XIST 1	Encoder 3, hodnota 1 aktuální pozice ²⁾	U32	50019	x	
G3_XIST 2	Encoder 3, hodnota 2 aktuální pozice ²⁾	U32	50020	x	
MeldW	Message word	U16	50102	x	x
ADU1	Analogový vstup, terminal 56.x/14	I16	50104	x	x
ADU2	Analogový vstup, terminal 24.x/20	I16	50106	x	x
DIG_IN	Digitální vstupy, terminály I0.x až I3.x	U16	50108	x	x
AusI	Utilization	U16	50110	x	x
Pwirk	Active power	U16	50112	x	x
Msoll	Smoothed torque setpoint	I16	50114	x	x
IqGl	Smoothed, torque-generating current Iq	I16	50116	x	x
QZsw	Status word, slave-to-slave komunikace	U16	50118		x
UZK1	DC link voltage	U16	50119	x	x
AktSatz	Aktuálně zvolený blok	U16	50202	x	x
PosZsw	Poziční status word	U16	50204		x
XistP	Aktuální hodnota pozice	I32	50206		x

XsolIP	Referenční hodnota pozice	I32	50208		x
dXcor	Korekce, referenční hodnota pozice	I32	50210		x

Tab. 2. Přehled stavových slov (Status Words) [7]

1) Signály jsou přiřazeny procesním datům v telegramech aktuálních hodnot používajících P0916:17.

2) Tyto procesní data jsou přístupná pouze, pokud probíhá cyklo-synchronní operace.

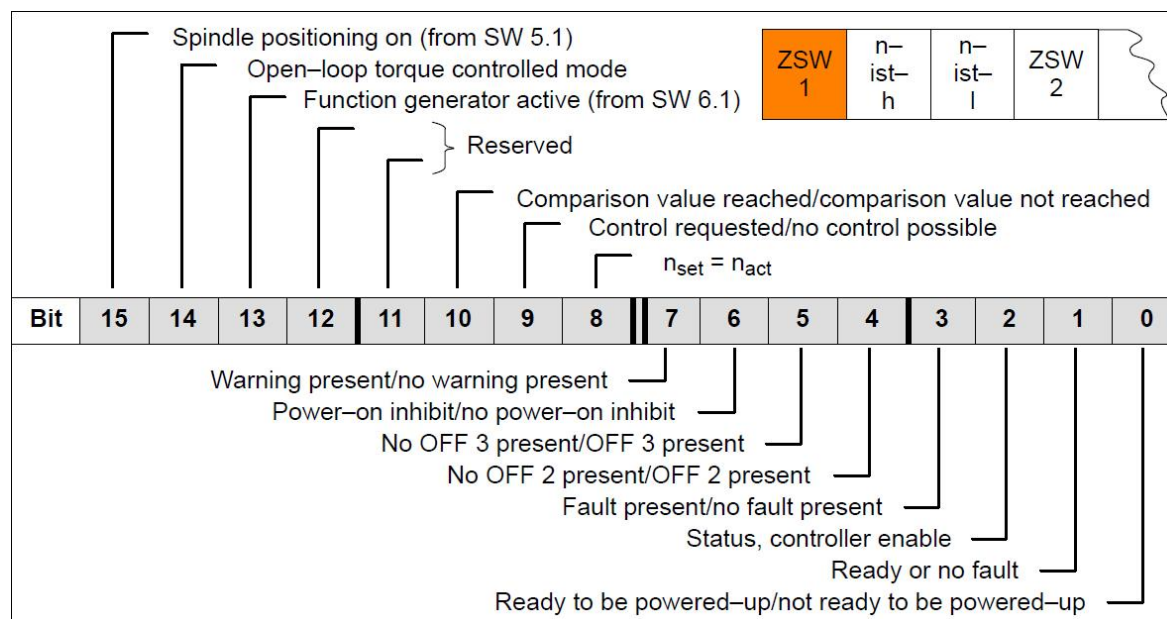
3) Procesní data pro Encoder 2 musí být aktivovány přes P0879.12.

4) Datové typy: U16/U32 -> unsigned integer 16/32 bit; I16/I32 -> integer 16/32 bit.

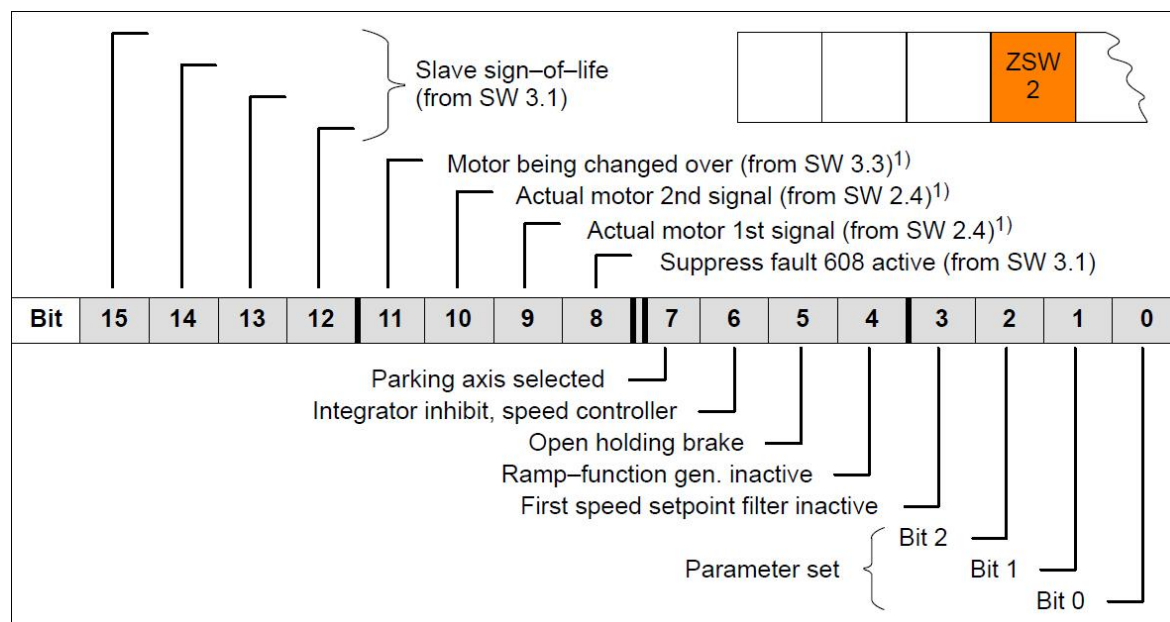
4.4.1 Popis stavových slov STATUS WORDS, PZD komunikace

Stejně jako u řídicích slov jsou využity jen ty, které jsou v módu n-set. V následující části jsou uvedeny jen ty, které jsou k řízení pohonu využity v praktické části.

ZSW1 (n-set mód)



Obr. 24. ZSW1 v módu n-set [7]

ZSW2 (n-set mód)

Obr. 25. ZSW2 v módu n-set [7]

NIST_A – nižší rozlišení; zobrazuje aktuální otáčky motoru zadané pomocí NSOLL_A

NIST_B – vyšší rozlišení; zobrazuje aktuální otáčky motoru zadané pomocí NSOLL_B



Obr. 26. NIST, zobrazení aktuálních otáček [7]

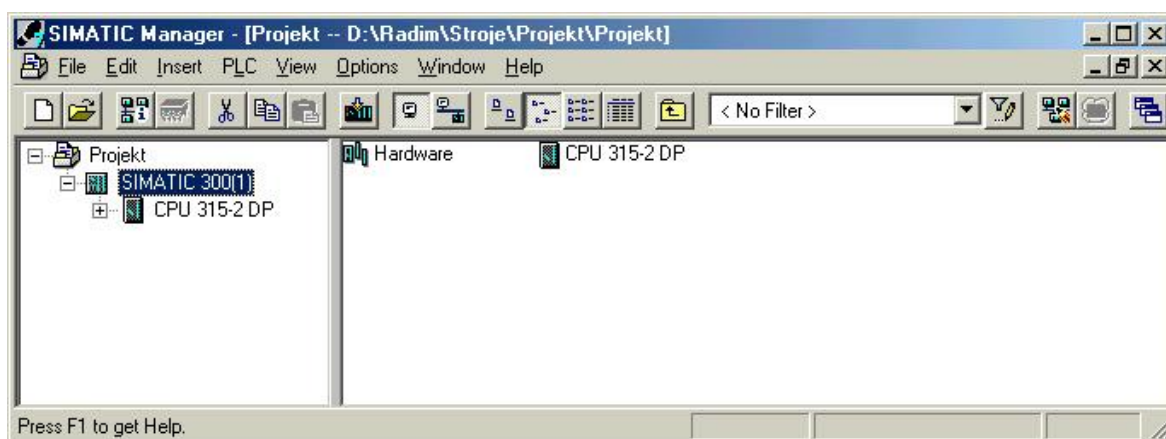
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 VYTVOŘENÍ PROFIBUS KONFIGURACE

Pro vytvoření Profibus komunikace v Simatic Manageru je potřeba, aby byly splněny následující požadavky:

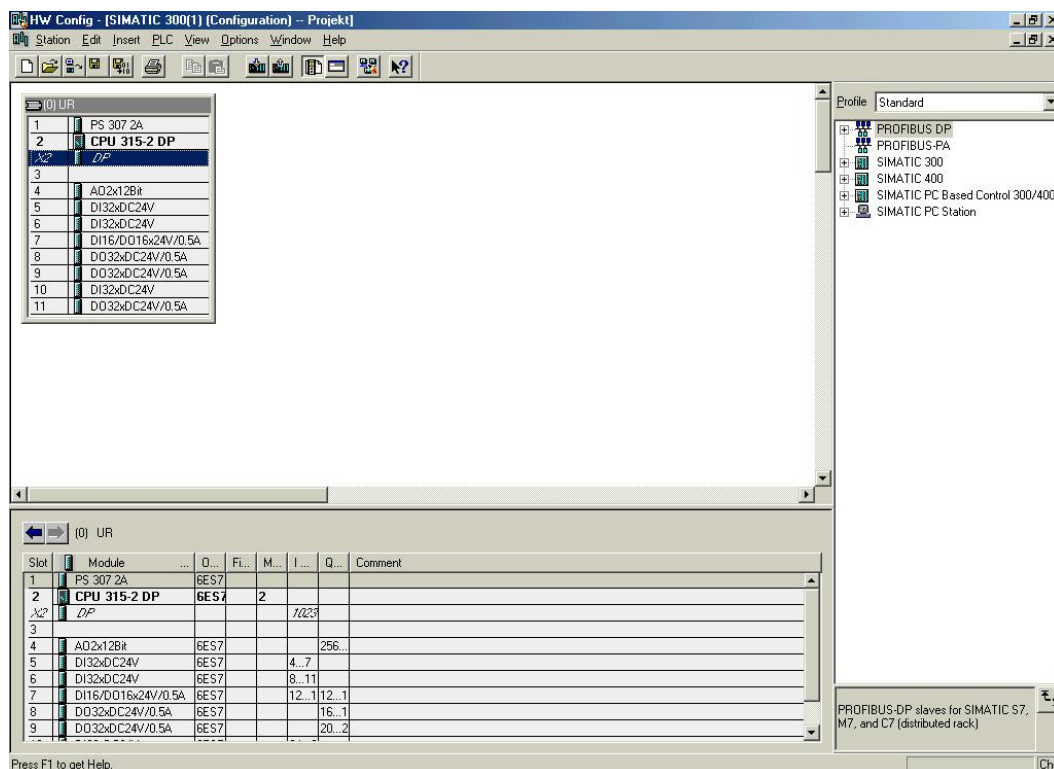
- vytvořený S7 projekt
- vytvořená stanice SIMATIC 300

Pro otevření HW Config je potřeba dvakrát kliknout na položku Hardware na obrázku 27.



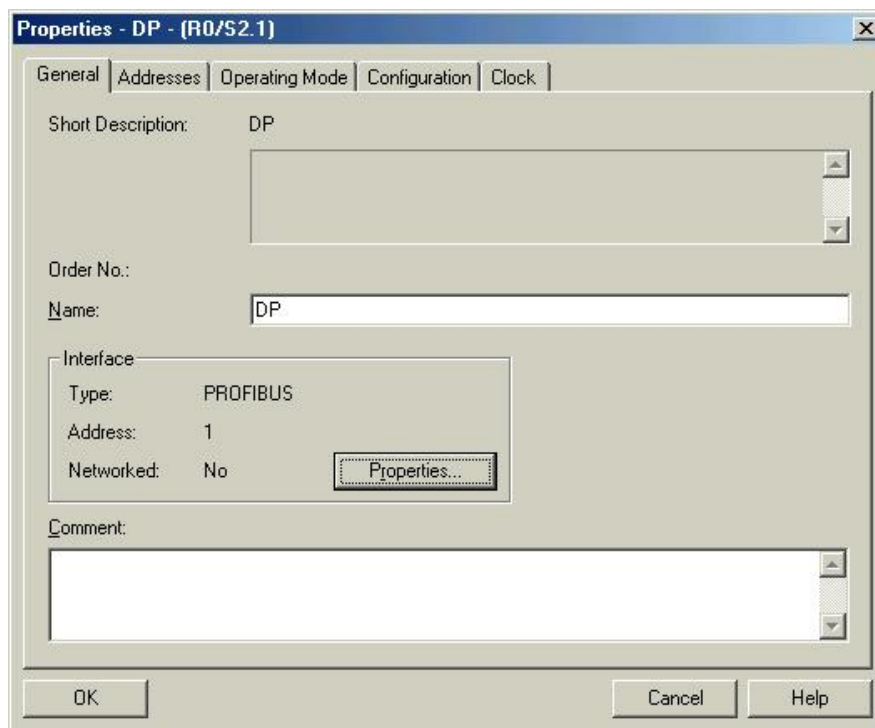
Obr. 27. Simatic Manager – Projekt

Zde je rack, do kterého bylo dříve vloženo PLC (CPU 315-2 DP). To má dvě rozhraní Profibus DP (DP) a MPI (není zobrazeno). K vytvoření komunikace je potřeba tyto rozhraní nakonfigurovat.



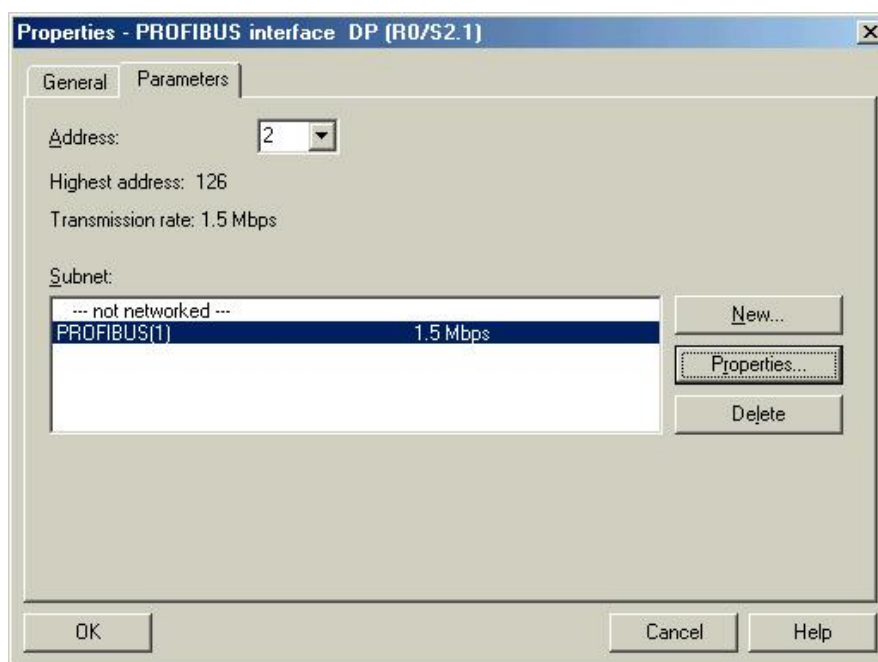
Obr. 28. Simatic Manager – HW Config

Dvojklikem na položku DP (X2) se zobrazí následující možnosti.



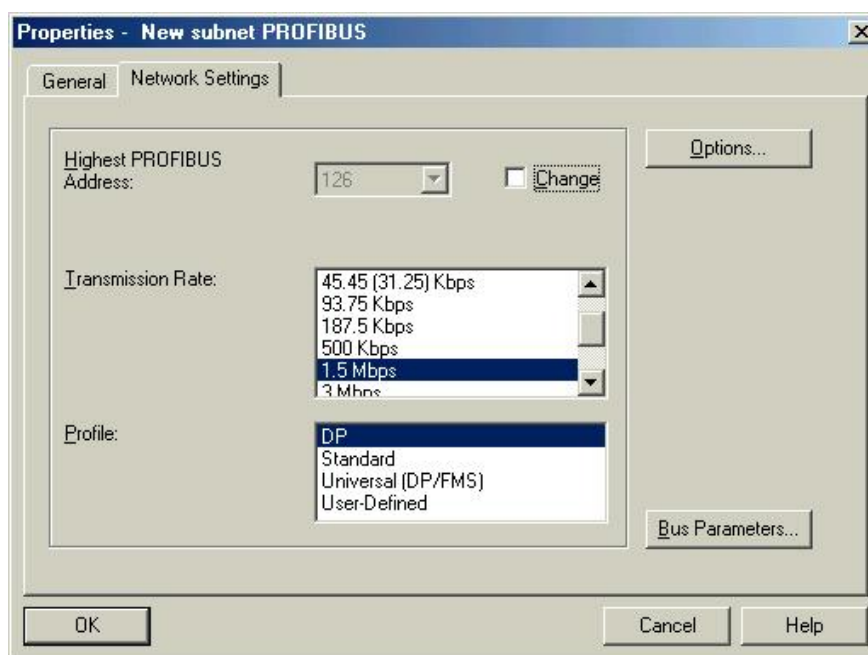
Obr. 29. Simatic Manager – Properties DP

Položka Networked: „No“ označuje, že rozhraní není v provozu. Kliknutím na tlačítko Properties se zobrazí další možnosti nastavení.



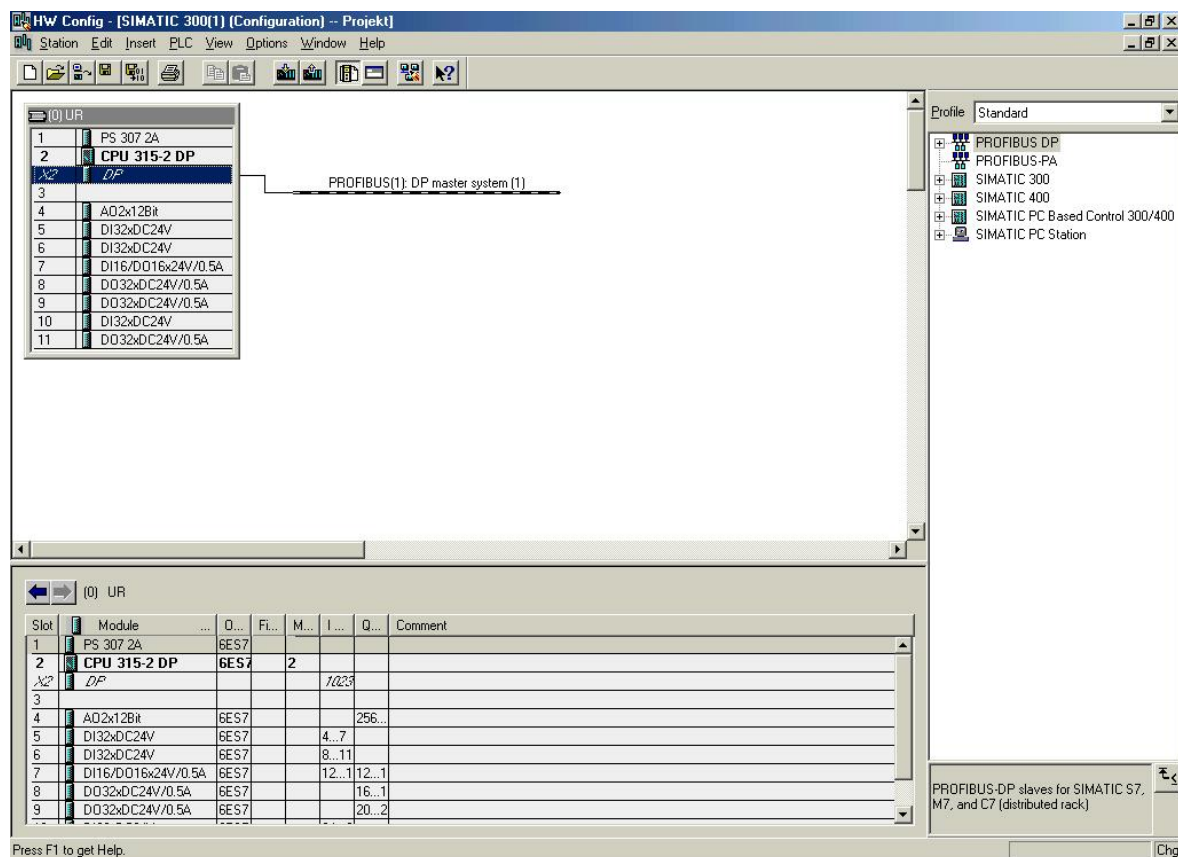
Obr. 30. Simatic Manager – Properties Profibus interface

Označením PROFIBUS(1) a kliknutím na Properties se vytvoří Subnet. Na výběr je několik rychlostí přenosu a profilů.



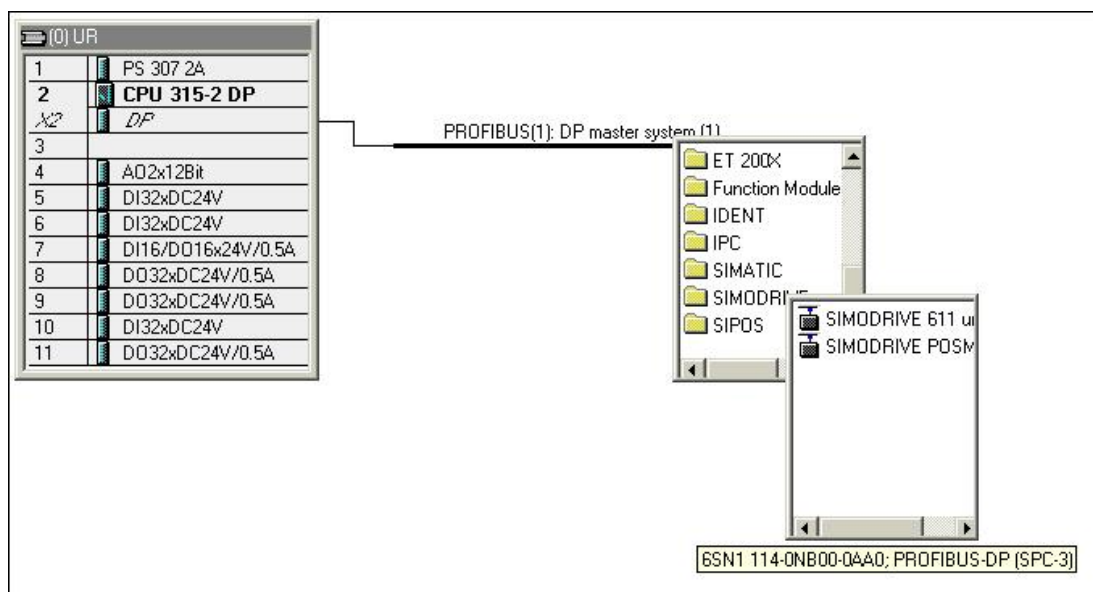
Obr. 31. Simatic Manager – New Subnet Profibus

Rychlost přenosu byla nastavena na 1,5 Mbit/s, profil na DP. Potvrzením „OK“ se vytvoří Profibus DP master system (1). Obdobně je možné zprovoznit také MPI komunikaci. Profibus DP master system (1) se v HW Configu zobrazí následovně.



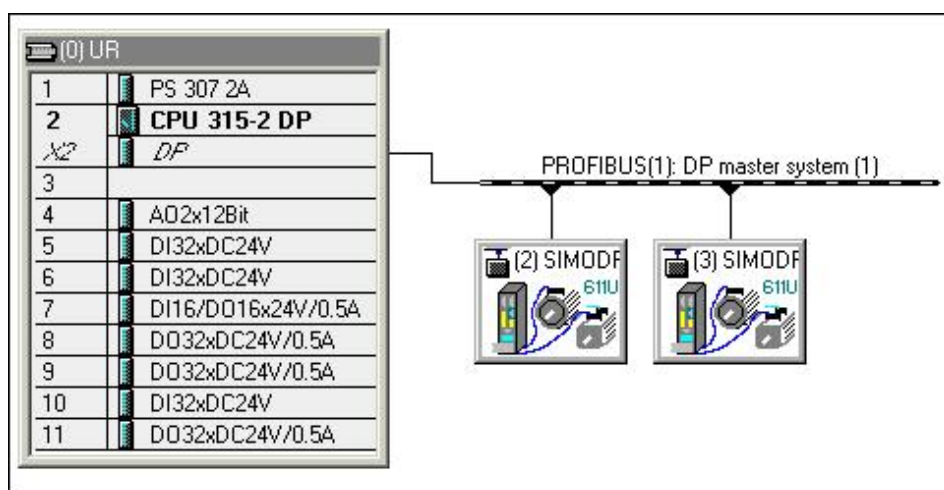
Obr. 32. Simatic Manager – HW Config s DP master system

Do tohoto systému je poté potřeba přidat DP slaves. V našem případě pohony Simodrive 611 U. Ty je možné vložit kliknutím pravým tlačítkem myši na DP master system (1). Z nabídky je vybráno SIMODRIVE/SIMODRIVE 611 universal.



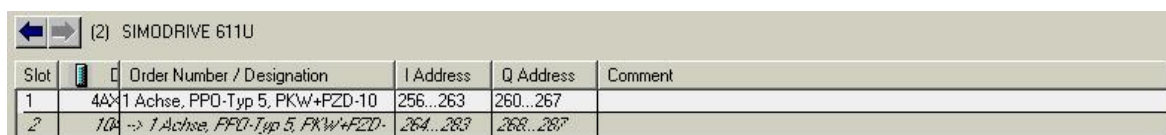
Obr. 33. Simatic Manager – vložení pohonu

Stejným způsobem je potřeba vložit i druhý pohon.



Obr. 34. Simatic Manager – komunikace přes Profibus

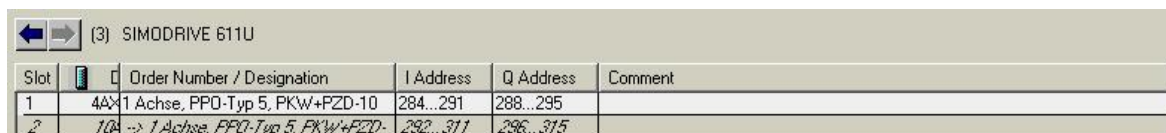
Posledním krokem v hardwarovém nastavení je volba způsobu komunikace mezi pohonem a PLC. V našem případě bylo vybráno „1-axis, PKW+PZD 10/10 (PPO5)“. Na obrázcích níže jsou vypsány „I Address“ a „Q Address“ obou pohonů. Adresy v řádku 1 jsou určeny pro PKW komunikaci, v řádku 2 pro PZD komunikaci (viz obr. 12, Type PPO5).



Slot	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	4AX1 Achse, PPO-Typ 5, PKW+PZD-10	256...263	260...267	
2	10A -> 1 Achse, PPO-Typ 5, PKW+PZD-	264...283	268...287	

Obr. 35. Výběr komunikace mezi pohonem včetně a PLC

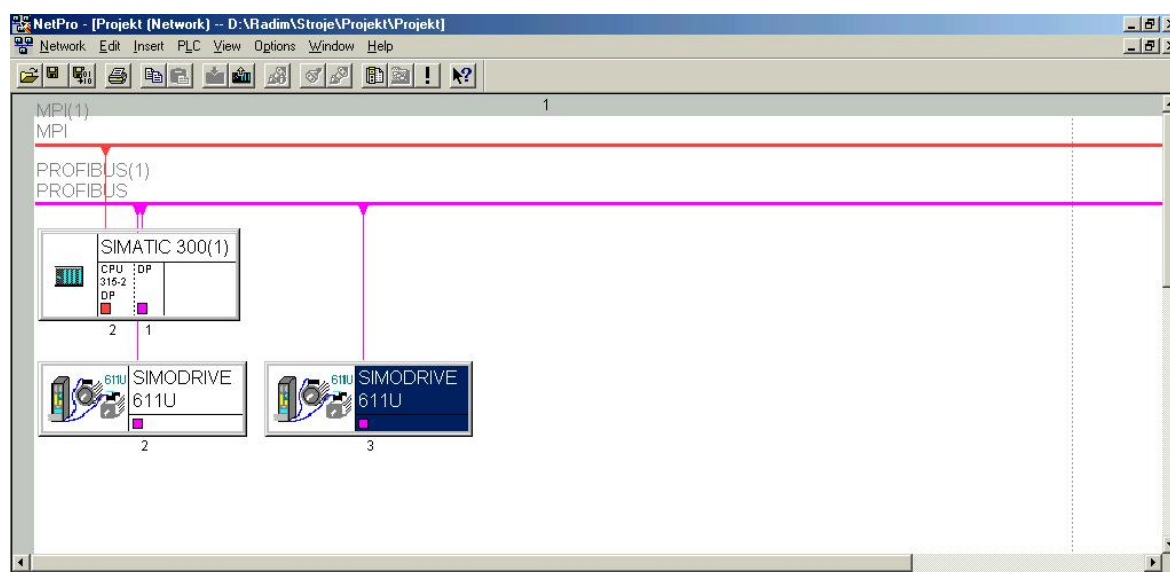
Stejný krok je potřeba provést i pro pohon posuvů.



Slot	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	4AX1 Achse, PPO-Typ 5, PKW+PZD-10	284...291	288...295	
2	10A -> 1 Achse, PPO-Typ 5, PKW+PZD-	292...311	296...315	

Obr. 36. Výběr komunikace mezi pohonem posuvů a PLC

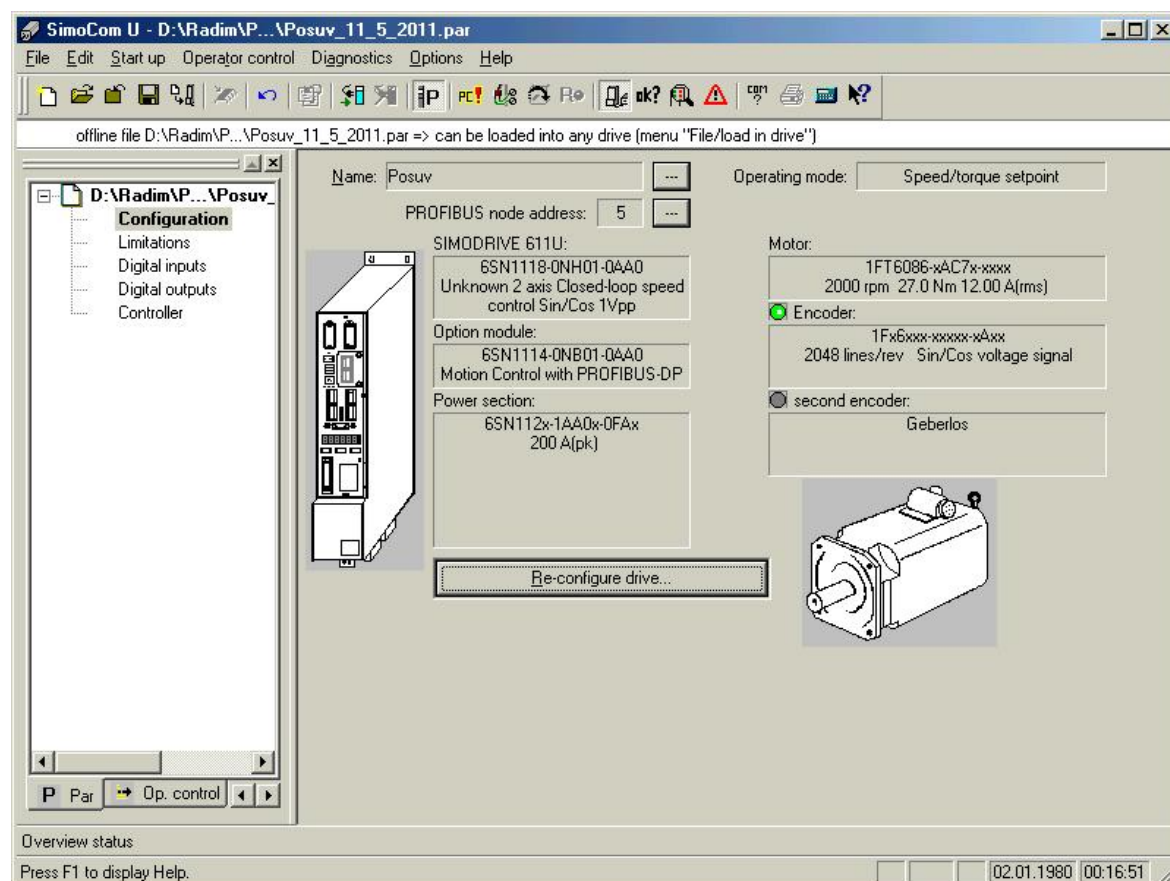
V programu NetPro vypadá potom komunikace následovně.



Obr. 37. Simatic Manager – NetPro

6 NASTAVENÍ POHONŮ

Dalším krokem je konfigurace pohonů pomocí programu SimoCom U. Jedná se o prvotní nastavení pohonu, ve kterém je nutné přiřadit operační mód, motor, komunikaci s PLC, případně zvolený encoder.



Obr. 38. SimoCom U – Configuration

Na obrázku výše je zobrazeno nastavení pohonu posuvu. Konfigurace je samozřejmě nutná i u pohonu vřeten.

SimoCom U obsahuje větší množství funkcí. Je možné jej použít k samotnému řízení pohonu, volby ramp nebo nastavování veškerých hodnot. Pro nás je také zajímavá diagnostika komunikace Profibus (viz dále).

7 PROGRAMOVÁNÍ

7.1 PLC

Pro programování PLC řady Simatic 300 bylo využito vývojového prostředí Simatic Manager. Zde je možné volit jazyk, kterým je program psán. Na výběr jsou:

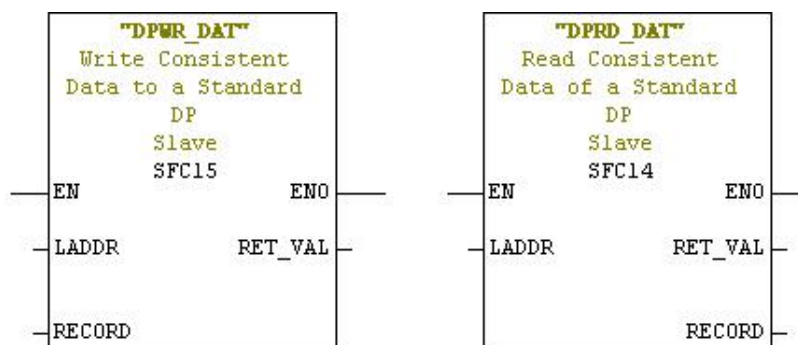
- LAD – jazyk kontaktních releových schémat
- STL – jazyk mnemokódu
- FUP – jazyk logických schémat, logických bloků

Pro svoji práci jsem kombinoval LAD a STL.

7.1.1 Systémové funkce

Ze zdrojů poskytnutých firmou Siemens jsem zjistil, že pro komunikaci po síti Profibus je vhodné použít systémové funkce. Tyto funkce jsou součástí programového vybavení každého PLC řady Simatic 300. Není tedy nutné je do PLC zvlášť nahrávat.

Ke čtení dat ze zařízení slave (pohon) slouží systémová funkce SFC 14. Pro zápis dat na pohon je použita systémová funkce SFC 15.



Obr. 39. Systémové funkce SFC14 a 15 v jazyku kontaktních schémat

Parametry EN a ENO slouží jen k aktivaci funkcí.

Obě funkce mají vstup **LADDR**. Jedná se o adresu o velikosti 2 B, pomocí které je vybráno periferní zařízení. V mém případě se jedná o adresy uvedené na obrázcích 35 a 36 (Výběr komunikace mezi pohonem a PLC). Tato adresa musí být zapsána v hexadecimálním tvaru, např. #W#16#100 (decimálně 256).

Obě funkce dále obsahují výstup **RET_VAL**. Při chybě se z tohoto výstupu čtou kódové hodnoty v hexadecimálním tvaru, které vzniklé chyby identifikují. Vysvětlení kódu je možné nalézt v nápovědě aplikace Simatic Manager.

Poslední parametr, který obsahují obě funkce je **RECORD**. U SFC 14 se jedná o výstup. Slouží pro čtení vyžádaných hodnot od pohonu. Naopak u SFC 15 je tento parametr použit jako vstup a slouží pro zadávání informací nebo požadavků pohonu.

7.1.2 Funkční blok FB, datový blok DB

Jedná se o blok uživatelského programu (FB), který může mít libovolný počet vstupních a výstupních parametrů a také statických a dočasných proměnných. Funkční bloky mají přiděleny privátní data, v nichž si mohou „pamatovat“ stavy procesu z minulého volání. Tyto privátní data jsou uložena pomocí instančních datových bloků DB. Funkční bloky je možné volat z OB, dalších FB nebo z FC.

Pro Profibus komunikaci byl vytvořen blok **FB14 (PZD+PKW_KOMUNIKACE)**. Nejdříve byly vytvořeny statické proměnné. Ty jsou potřeba k uložení dat čtených z pohonu. Jsou také využity pro uložení informací, které mají být na pohon odeslány. Stavy všech těchto statických proměnných jsou uloženy v instančním datovém bloku **DB14 (FB14_INSTANCE)**.

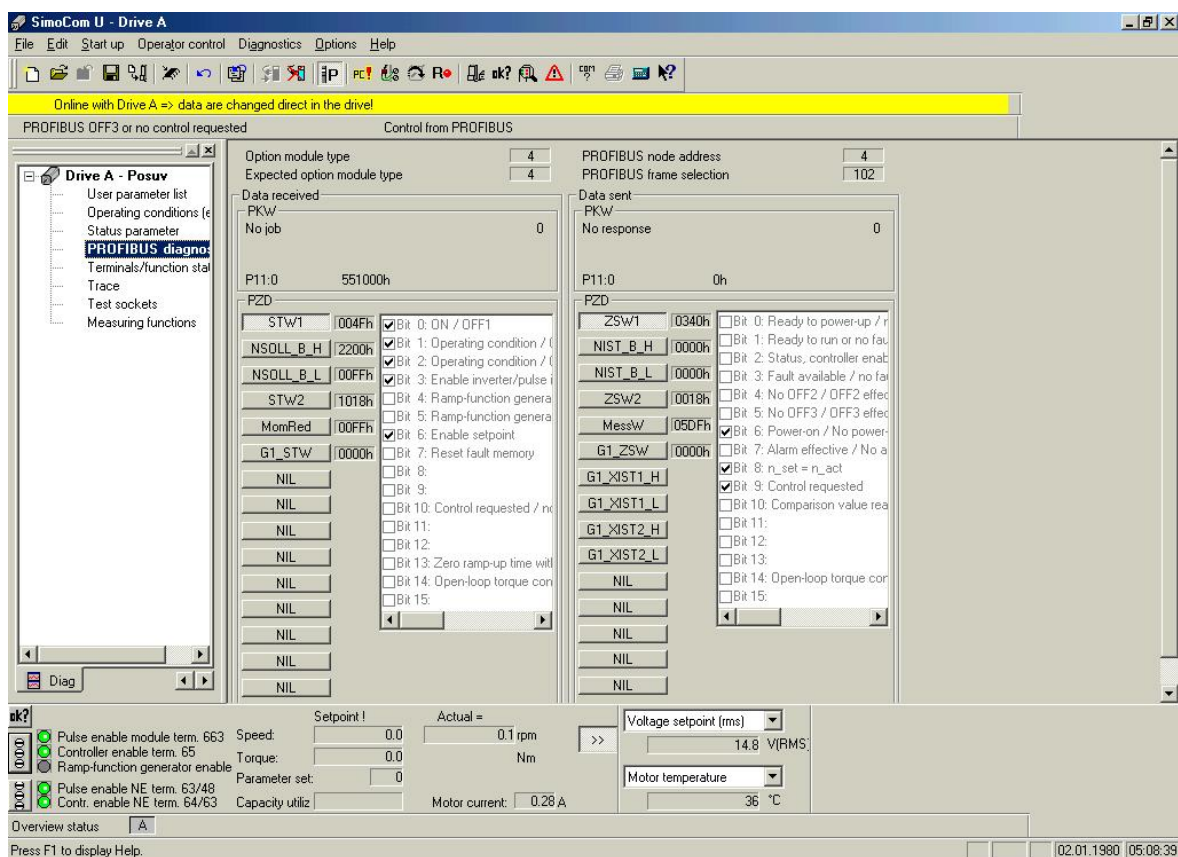
Do funkčního bloku byly následně vloženy systémové funkce pro samotnou komunikaci s pohonem. Oproti teorii na obrázku 13 jsem funkci pro zápis na pohon umístil na začátek OB.

7.1.2.1 PZD komunikace

Vzhledem k tomu, že byl pro cyklickou komunikaci použit telegram typu PPO5, je pro PZD komunikaci odesíláno 20 B a zároveň přijímáno 20 B dat. Adresy pro PZD komunikaci jsou uvedeny na obrázcích 35 a 36. Pro čtení z pohonu motoru včetně jsou použity I 264 až 283, pro zápis Q 268 až 287. Adresy pro čtení z pohonu motoru posuvů jsou I 292 až 311, pro zápis Q 296 až 315.

Komunikace zde funguje poměrně jednoduše. SFC 14 je určeno ke čtení, SFC 15 pro zápis předem daných informací.

Při testování se objevil poměrně zásadní problém. Data, která jsou s pohonem reálně vyměňována, se neshodují s daty, která jsou uvedena v technické dokumentaci firmy Siemens (tab. 1 a 2, obr. 20, 21, 24 a 25). Řešením bylo využití programu SimoCom U. Ten dokáže diagnostikovat komunikaci Profibus a zobrazit tak aktuálně vyměňovaná data.



Obr. 40. SimoCom U – Profibus Diagnostic

Na obrázku je možné vidět slova (words), které jsou přenášeny. K dispozici máme 20 B, tzn. 10 slov. Zvolený pohon 611 U obsahuje pro zápis jen 6 slov (levé okno), ostatní jsou nevyužity. Pro čtení je k dispozici 10 slov (pravé okno).

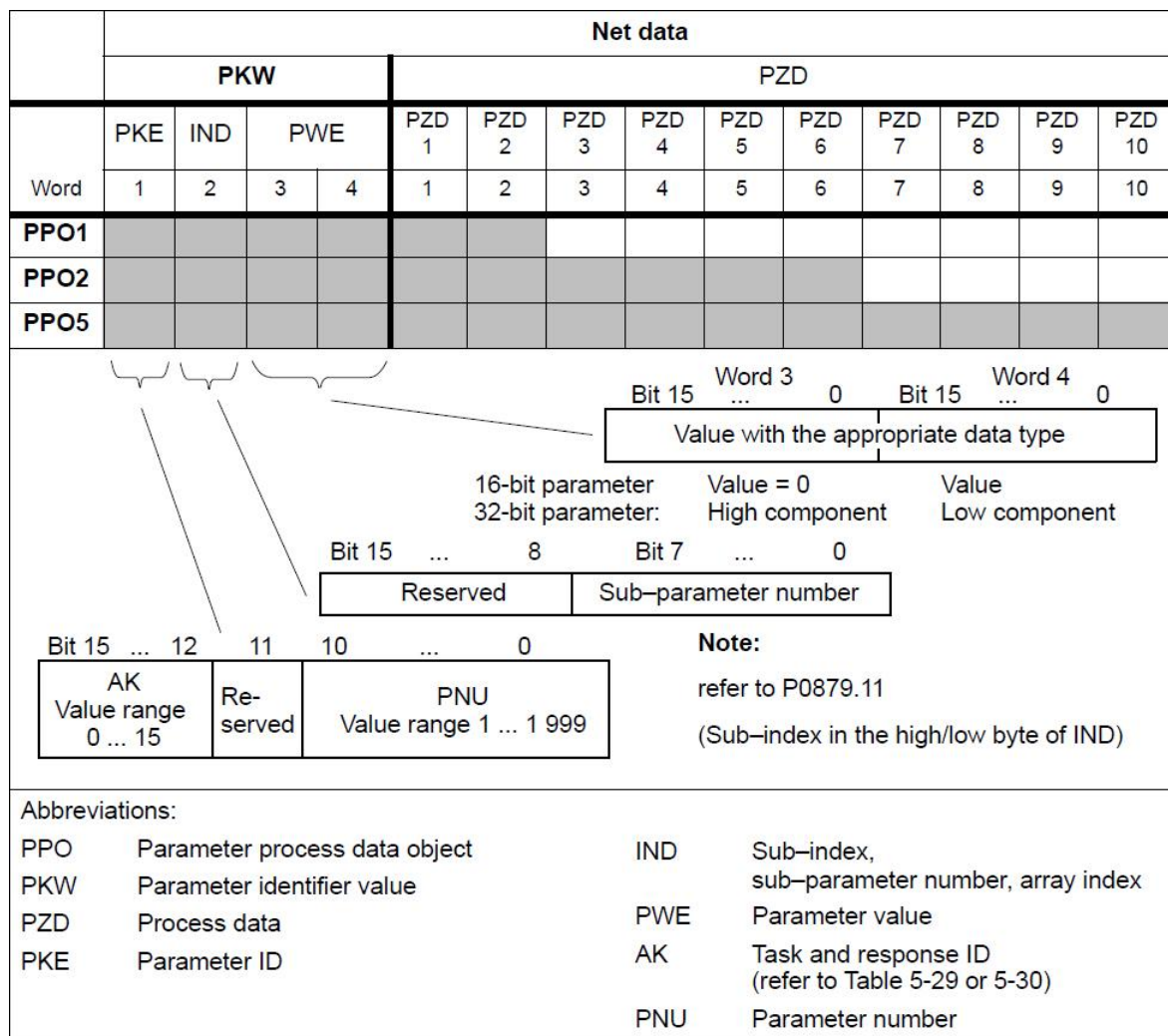
Na levé straně (odesílaná data) je aktivní slovo STW1. Jedná se o stavové slovo. Jednotlivé bity aktivují nebo deaktivují určité funkce. Na pravé straně (přijímaná data) je aktivní stavové slovo ZSW1. Jednotlivé bity zde označují aktuální stav určitých funkcí.

7.1.2.2 PKW komunikace

Opět vycházíme z cyklické komunikace typu PPO5. K dispozici je tedy 8 B pro příjem a 8 B pro odesílání dat. Adresy pro PKW komunikaci pohonů motorů jsou opět uvedeny na obrázcích 35 a 36. Pro příjem z pohonu motoru vřeten jsou použity adresy I 256 až 263, pro odesílání Q 260 až 267. Pro čtení z pohonu motoru posuvů jsou použity I 284 až 291, pro zápis Q 288 až 295.

PKW se od PZD komunikace poměrně liší. Nejedná se o čtení a zápis předem určených dat, ale o zasílání požadavků na určitý parametr.

Systémová funkce SFC 15 slouží k výše zmíněnému zaslání požadavku, který má velikost 8 B (4 slova).



Obr. 41. PKW struktura telegramu [7]

Jak je na obrázku uvedeno, první slovo (PKE) se skládá ze dvou částí. Bity 15 až 12 jsou určeny k zadání identifikátoru (AK). Bity 10 až 0 nesou informaci o požadovaném parametru (PNU, například teplota motoru - 603). Druhé slovo (IND) nese informaci jen v bitech 7 až 0. Zde může být uveden sub-parametr. Příkladem může být parametr „Fixed Speed Point“ označený jako 641:0. Skládá se z adresy 641 (bity 10 až 0 slova PKE) a sub-adresy 0 (bity 7 až 0 slova IND). Poslední dvě slova (PWE) určují hodnotu parametru. U výše zmíněné teploty motoru se bude jednat o Floating point hodnotu s velikostí 2 B.

Identifikátor (AK) slouží k určení požadavku, který je na pohon odeslán. Následující tabulka ukazuje, které identifikátory je možné použít.

Identifikátor	Funkce	Odpověď
0	Žádný úkol	0
1	Požadavek hodnoty parametru	1, 2
2	Změna hodnoty parametru (word)	1
3	Změna hodnoty parametru (double word)	2
4, 5	-	-
6	Požadavek hodnoty parametru (array)	4, 5
7	Změna hodnoty parametru (array word)	4
8	Změna hodnoty parametru (array double word)	5
9	Žádost čísla array elementu	6
10	Rychlá změna hodnoty parametru (array, double word)	5

Tab. 3. Identifikátory požadavku PKW komunikace [7]

Podle dokumentace k pohonu Simodrive 611 U je možné použít identifikátory 6 a 8 pro zpracování všech parametrů. V mém případě byl navíc použit identifikátor 2.

Při požadavku na čtení hodnoty parametru se PWE část PKW komunikace nevyhodnocuje. Naopak pokud je potřeba zvolenou hodnotu parametru změnit, PWE část nahradí stávající hodnotu parametru.

Po odeslání dat s vhodně zvoleným parametrem je pomocí systémové funkce SFC 14 přijata zpráva. Ta má stejnou strukturu, jako je na obrázku 35. Od odeslané zprávy se ale liší přijatou hodnotou identifikátoru. Tyto identifikátory jsou vysvětleny v následující tabulce.

Identifikátor	Funkce
0	Žádná odpověď
1	Přenos hodnoty parametru (word)
2	Přenos hodnoty parametru (double word)
3	-
4	Přenos hodnoty parametru (array word)
5	Přenos hodnoty parametru (array double word)
6	Přenos čísla array elementu
7	Úkol nebyl proveden (chybová hodnota)
8, 9 a 10	-

Tab. 4. Identifikátory odpovědi PKW komunikace [7]

Shrnutí PKW

Pokud tedy odešlu požadavek na změnu hodnoty parametru pomocí SFC 15, identifikátor nastavím například na hodnotu 2. Zvolím parametr a část PWE vyplním požadovanou hodnotou.

Pokud se nevyskytnou žádné chyby, pomocí SFC 14 obdržím zprávu. Ta bude obsahovat identifikátor s hodnotou 1, číslo změněného parametru, případně sub-parametru a jeho aktuální hodnotu.

Čtení hodnoty bude probíhat obdobně. Identifikátor nastavím například na 6 a zvolím požadovaný parametr.

Odpovědí bude zpráva s identifikátorem na hodnotě 4 nebo 5.

V případě vzniku chyby se její kód zobrazí v PWE části přijaté zprávy. Vysvětlení chybového kódu je opět možné dohledat v nápovědě programu Simatic Manager.

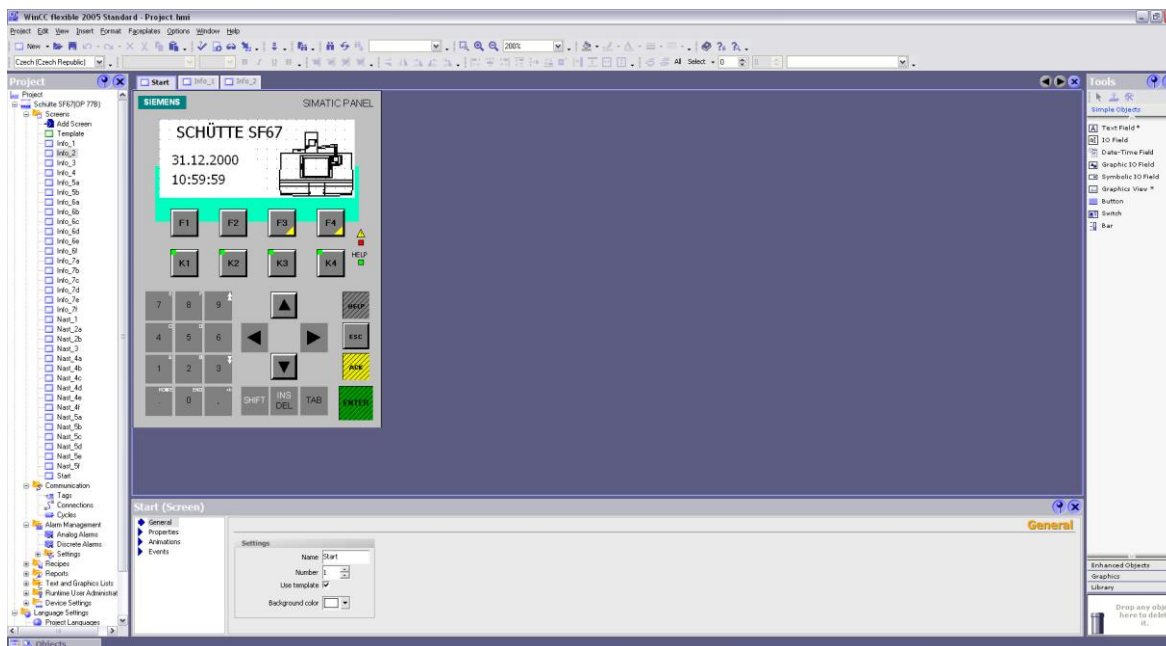
7.2 Tvorba obrazovek displeje

K ovládání stroje slouží obsluze panel umístěný na otočném rameni. Tento panel se skládá z ovládacích prvků (tlačítek, přepínačů), kontrolky a multifunkčního displeje. V případě stroje Schütte SF67 byl použit displej Simatic OP77B.



Obr. 42. Multifunkční displej Simatic OP77B

K programování tohoto displeje slouží program WinCC Flexible. Jde o vytváření obrazovek, jejich propojení, konfigurace tlačítek, proměnných a další. Program má intuitivní ovládání, takže samotné vytváření obrazovek není složité.



Obr. 43. WinCC Flexible 2005

Pro účely Profibus komunikace mezi PLC a pohony bylo vytvořeno několik nastavovacích a informativních obrazovek.

Nastavovací obrazovky slouží k zadávání hodnot. Ty jsou přeneseny do určitého místa v paměti PLC (datový blok – DB21). Odtud jsou dále zpracovány. Proměnné, které slouží k nastavení parametru pohonu, jsou odemčeny, jen když je aktivovaný přepínač indikující „programování“ (místo v paměti M100.2). Všechny proměnné sloužící k zadávání parametrů musí zároveň zobrazovat svůj aktuální stav. To znamená, že musí být nastaveny do módu Input/Output. Pro nastavování byly vybrány jen parametry, které jsou získány z PZD komunikace – otáčky motoru, omezení točivého momentu a stavové slovo STW1.

Informativní obrazovky slouží jen k zobrazení informací, které pohon poskytuje. Bylo vybráno několik parametrů PKW komunikace a stavové slovo ZSW1 PZD komunikace.

Navíc byl umožněn manuální výběr PKW parametru pomocí zadání PKE a IND částí. K obsluze této části je ale nutná dokumentace k pohonu Simodrive 611 U.

8 VYUŽITÍ SBĚRNICE PROFIBUS

U původního řízení vřetenového a posuvového servopohonu byl využit D/A převodník, pomocí něhož byla požadovaná rychlost zadávána analogovým napětím. Nevýhodou tohoto řešení byla nemožnost zjištění aktuálního stavu, ve kterém se motor nacházel, tzn. aktuální otáčky, zatížení, oteplení. Na tyto parametry bylo nutné používat externí program SimoCom U, pomocí něhož je možné tyto parametry zjišťovat.

Přechodem na Profibus bylo získáno několik zajímavých výhod. Všechny výše uvedené parametry je možné zobrazovat, případně zadávat na ovládacím panelu s displejem. Další využití sběrnice Profibus je sběr signálů na stroji. Tím lze dosáhnout využití menšího počtu vstupních a výstupních karet řídicího PLC.

Přechodem na Profibus bylo dosaženo další úrovně, ve které je možné přidávat složité přídatné zařízení a velmi jednoduše s ním komunikovat, případně ho řídit. Příkladem může být použití tzv. křížových suportů. Jedná se o autonomní systém, který je schopen komunikovat se stávajícím řídicím systémem stroje právě přes sběrnici Profibus.

Tento způsob výstavby a řízení stroje je zajímavý hlavně pro zákazníka, protože mu umožňuje modernizovat stroj postupně. Z globálního hlediska je toto řešení levnější, než použití CNC řízení.

ZÁVĚR

Tématem mé diplomové práce bylo využití sběrnice Profibus pro řízení motorů stroje Schütte SF67.

V teoretické části bylo uvedeno původní řešení stroje, ve kterém byl pohyb vřeten a posuvů ovládán výhradně jedním asynchronním motorem a složitou převodovkou. Popsáno je modernizované řešení, ve kterém je původní asynchronní motor nahrazen dvěma servomotory. Ty pohání vřetena a posuvy nezávisle.

Dále je popsána sběrnice Profibus, která je v praktické části použita k ovládání servopohonů. Bylo uvedeno rozdělení sběrnice, její topologie a přenosová média. Popsány byly také samotné typy přenosu dat na sběrnici Profibus. V praktické části je použit cyklický přenos, takže je zde více rozveden. Uvedeny jsou také seznamy slov, které slouží pro přenos informací pomocí PZD části cyklické komunikace na sběrnici Profibus. Vybrané slova jsou popsána blíže.

V praktické části je uveden postup pro zprovoznění komunikace přes sběrnici Profibus. To obnášelo vytvoření DP master systému a přidání DP slave pohonů Simodrive 611 U, které jsou použity k řízení obou motorů.

Dále je popsána prvotní konfigurace pohonů pomocí programu SimoCom U.

Následuje hlavní část, kterou je samotné programování PLC. Byl vytvořen funkční blok, který spravuje veškerou komunikaci mezi PLC a pohony motorů. Vytvořen byl také datový blok, který slouží jako instanční blok funkčního bloku. Ten je využit také pro předávání parametrů mezi multifunkčním displejem OP77B a pohony motorů. Dále je popsána tvorba obrazovek pro výše zmíněný multifunkční displej.

Na závěr jsem uvedl další možnosti využití sběrnice Profibus, např. sběr informací na stroji, kterým se sníží počet použitých vstupních a výstupních karet PLC, použití složitých přídatných zařízení, kterými mohou být křížové suporty a také možnost modernizovat stroj postupně.

Využití sběrnice Profibus přineslo zpětnou vazbu při řízení pohonů motorů vřeten a posuvů. V programu PLC je tedy možné použít informace o aktuálním zatížení motorů, aktuálních otáčkách, teplotě a dalších. To přináší široké množství možností při řízení stroje.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The topic of my diploma thesis was control of the machining automat Schütte SF67 via Profibus.

In theoretical part was described the original solution of the machine where one asynchronnous engine controls spindles together with feeds by the complicated gearbox. The asynchronnous engine is replaced by two servomotors in the modernized solution. Spindles and feeds are controlled separately.

The Profibus is described in the next part. Profibus is used in the practical part for the control of the servodrives. The divizioni of the bus, topology and transmission medium are mentioned. Types of data transmission are also included in the description. Cyklic transmission is used in practical part therefore it is described in more details here. Word lists of the PZD communication are included. Some of these words are described more precisely.

The practical part describe the way of launching of the communication via Profibus. It takes creation of the DP master system and adding DP slave drives Simodrive 611 U. These drives are used for control of both engines.

The configuration of the drives by SimoCom U is described as next.

The main part contains programming of the PLC. The function block for the communication between PLC and drives was made. The instance data block was also created. This data block is used for data exchange between drives and display OP77B. The creation of the screens for the display is described as next.

The next usage of the Profibus is mentioned at the end. For example collection of the machine informations which leads to the reduction the number of the input and output PLC modules or the possibilities of the gradual modernization of the machine.

The usage of the Profibus brings feedback. It is possible to use the actual informations in the PLC program. It provides wide possibilities for the control of the machine.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Martinásková, M., Šmejkal, L.: *Řízení programovatelnými automaty*, Vydavatelství ČVUT, Praha 1998.
- [2] Martinásková, M., Šmejkal, L.: *Řízení programovatelnými automaty II*, Vydavatelství ČVUT, Praha 2000.
- [3] Bernard, J.-M., Hugon, J., Le Corvec, R.: *Od logických obvodů k mikroprocesorům I*, Překlad Drábek, V., Hlavička, J., Pokorný, Z., Vydavatelství Editions Eyrolles, Paříž 1979.
- [4] FOXON s.r.o.: *Základní informace o průmyslové sběrnici PROFIBUS* [online]. Liberec: FOXON s.r.o. [cit. 2011-3-29]. Dostupný z WWW: <http://www.foxon.cz/index.php?main_page=faq_info&fcPath=30_42&faqs_id=164ca>
- [5] SIEMENS: *SIMATIC NET, PROFIBUS Networks, Manual*. Nürnberg: Siemens AG 1999 [cit. 2011-4-25].
- [6] SIEMENS: *Statement List (STL) for S7-300 and S7-400 Programming, Reference Manual, Edition 03/2003*. Nürnberg: Siemens AG 2006.
- [7] SIEMENS: *SIMODRIVE 611 universal, Control Components for Closed-Loop Speed Control and Positioning, Function Manual, Edition 08/2006*. Nürnberg: Siemens AG 2006.
- [8] SIEMENS: *SIMATIC HMI, HMI device OP 73, OP 77A, OP 77B (WinCC Flexible), Operating Instructions, Edition 09/2007*. Nürnberg: Siemens AG 2007.
- [9] Firemní literatura k programovatelným automatům Simatic S7
- [10] PIJÁČEK, Radim. *Modernizace a řízení obráběcího šestivřetenového automatu*. Zlín, 2009. 54 s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta aplikované informatiky. Dostupné z WWW: <https://portal.utb.cz/wps/PA_StagPortletsJSR168/KvalifPraceDownloadServlet?typ=1&adipidno=11315>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AK	Task and response ID.
CPU	Central Processing Unit.
DP	Decentralized Periphery.
DB	Data blok (programování PLC).
FB	Funkční blok (programování PLC).
FC	Funkce (programování PLC).
FC	Fast Connect.
FMS	Fieldbus Message Specification.
HMI	Human Machine Interface.
ILM	Infrared Link Module.
IND	Sub-parameter index.
LED	Light Emitting Diode.
MPI	Message Passing Interface.
OB	Organizační blok.
PA	Process Automation.
PKE	Parameter ID.
PKW	Parameter Identification Value.
PNU	Parameter Number.
PPO	Parameter Process Data Object.
PROFIBUS	Process Field Bus.
PWE	Parameter Value.
PZD	Process Data.
SFB	Systémový funkční blok (programování PLC).
SFC	Systémová funkce (programování PLC).

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Schütte SF67 - Původní řešení stroje.....	11
Obr. 2. Schütte SF67 – původní rozvaděč	12
Obr. 3. Schütte SF67 – po modernizaci, pohled na motory	13
Obr. 4. Schütte SF67 – pohled do pracovního prostoru stroje.....	14
Obr. 5. Schütte SF67 – ovládací panel.....	15
Obr. 6. Topologie sítě Profibus [5]	17
Obr. 7. Zapojení „sběrnice“ a „hvězda“ [5]	19
Obr. 8. Typické zapojení se třemi segmenty a dvěma repeatery [5]	20
Obr. 9. FC standardní kabel [5]	22
Obr. 10. Standardní kabel [5].....	23
Obr. 11. Flexible Trailing kabel [5]	23
Obr. 12. Aplikace Flexible Trailing kabelu [5].....	24
Obr. 13. Infračervený propojovací modul ILM (Infrared Link Module) [5].....	25
Obr. 14. Bezdrátová komunikace Point-to-Point [5]	25
Obr. 15. Bezdrátová komunikace Point-to-Multipoint [5]	26
Obr. 16. Struktura telegramů cyklické komunikace [7].....	27
Obr. 17. PPO typy [7]	28
Obr. 18. Integrace funkčních bloků SFC do cyklu CPU [7]	29
Obr. 19. Přístup k parametrům pohonu [7]	30
Obr. 20. STW1 v módu n-set [7]	32
Obr. 21. STW2, dostupný jen v módu n-set [7].....	33
Obr. 22. NSOLL, nastavení otáček motoru [7].....	33
Obr. 23. MomRed [7]	34
Obr. 24. ZSW1 v módu n-set [7]	36
Obr. 25. ZSW2 v módu n-set [7]	37
Obr. 26. NIST, zobrazení aktuálních otáček [7]	37
Obr. 27. Simatic Manager – Projekt	39
Obr. 28. Simatic Manager – HW Config	40
Obr. 29. Simatic Manager – Properties DP.....	40
Obr. 30. Simatic Manager – Properties Profibus interface	41
Obr. 31. Simatic Manager – New Subnet Profibus.....	41

Obr. 32. Simatic Manager – HW Config s DP master system.....	42
Obr. 33. Simatic Manager – vložení pohonu	43
Obr. 34. Simatic Manager – komunikace přes Profibus	43
Obr. 35. Výběr komunikace mezi pohonem vřeten a PLC	44
Obr. 36. Výběr komunikace mezi pohonem posuvů a PLC.....	44
Obr. 37. Simatic Manager – NetPro.....	44
Obr. 38. SimoCom U – Configuration.....	45
Obr. 39. Systémové funkce SFC14 a 15 v jazyku kontaktních schémat.....	46
Obr. 40. SimoCom U – Profibus Diagnostic	48
Obr. 41. PKW struktura telegramu [7]	49
Obr. 42. Multifunkční displej Simatic OP77B	52
Obr. 43. WinCC Flexible 2005	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Přehled řídicích slov (Control Words) PZD komunikace [7]	31
Tab. 2. Přehled stavových slov (Status Words) [7]	36
Tab. 3. Identifikátory požadavku PKW komunikace [7]	50
Tab. 4. Identifikátory odpovědi PKW komunikace [7]	51

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Elektronická verze DP včetně vytvořeného software