KNIHOVNA KOMUNIKACÍ V SIMPLE4 PRO AUTOMATY ŘADY 400

edice 06.2017
verze 1.0

Popis podpůrné knihovny komunikací v SIMPLE4.

http:/www.micropel.cz

OBSAH

REALIZACE GSM BRÁNY PRACUJÍCÍ PODLE NASTAVENÍ Z SMS EDITORU

1 Úvod

Následující text popisuje realizaci SMS brány pracující podle nastavení SMS editorem. Kód obsluhy brány využívá prostředky dále popsané obecné knihovny pro GSM bránu CA5. Do programu PLC řady 400 lze v projektu StudioWin přidat i editor SMS. Editor umožňuje nastavit seznam telefonních čísel, definovat příchozí a odchozí zprávy (SMS) resp. prozvonění a sestavit odchozí dávky. Také definuje umístění, kde má program najít rozhraní pro komunikaci s GSM modulem CA5. Editor před zahájením překladu programu pro PLC automaticky vygeneruje tabulku s nastavením chování brány. Do kódu programu je potřeba doplnit řádek s voláním obslužné funkce, do níž bude tabulka předávána.

1.1 Nastavení propojení na GSM modul CA5 v editoru

GSM bránu je třeba vždy realizovat za pomoci převodníku CA5 (MCA45) s přívlastkem G, pouze takový převodník disponuje GSM modulem. Program obsluhující GSM modul může běžet přímo uvnitř MCA45, nebo i v libovolném jiném PLC řady 400 s přístupem k CA5 v síti MICROPEL. Pokud obsluha poběží přímo v MCA45, je potřeba v editoru nastavit číslo řídícího EXBUS uzlu na 12. Jinak je třeba nastavit, zda bude CA5 dostupná v síti PESNET, v tom případě se zadává přímo PESNET adresa CA5. Poslední možností je dostupnost v síti EXBUS, pak je třeba nastavit hodnotu EXBUS adresy CA5 zvětšené o nastavené číslo vnějšího uzlu SMS brány v rámci nastavení ovladače GSM u CA5.

2 Ovládání SMS brány z programu

V jednom PLC, v tom se SMS editorem v projektu, bude probíhat obsluha rozhraní pro ovládání GSM modulu převodníku CA5. Pouze toto PLC smí přistupovat k rozhraní GSM modulu CA5.
V hlavní programové smyčce PLC je pak třeba volat rutinu *SmsGtCA5* s parametrem @*sms_mem*.

```
; Kód programu, kde hlavní smyčka volá pouze obslužnou funkci SMS brány.
;=== Začátek hlavní smyčky ===
SmsGtCA5(@sms_mem)
;=== Konec hlavní smyčky ===
RESET = 0
end
```

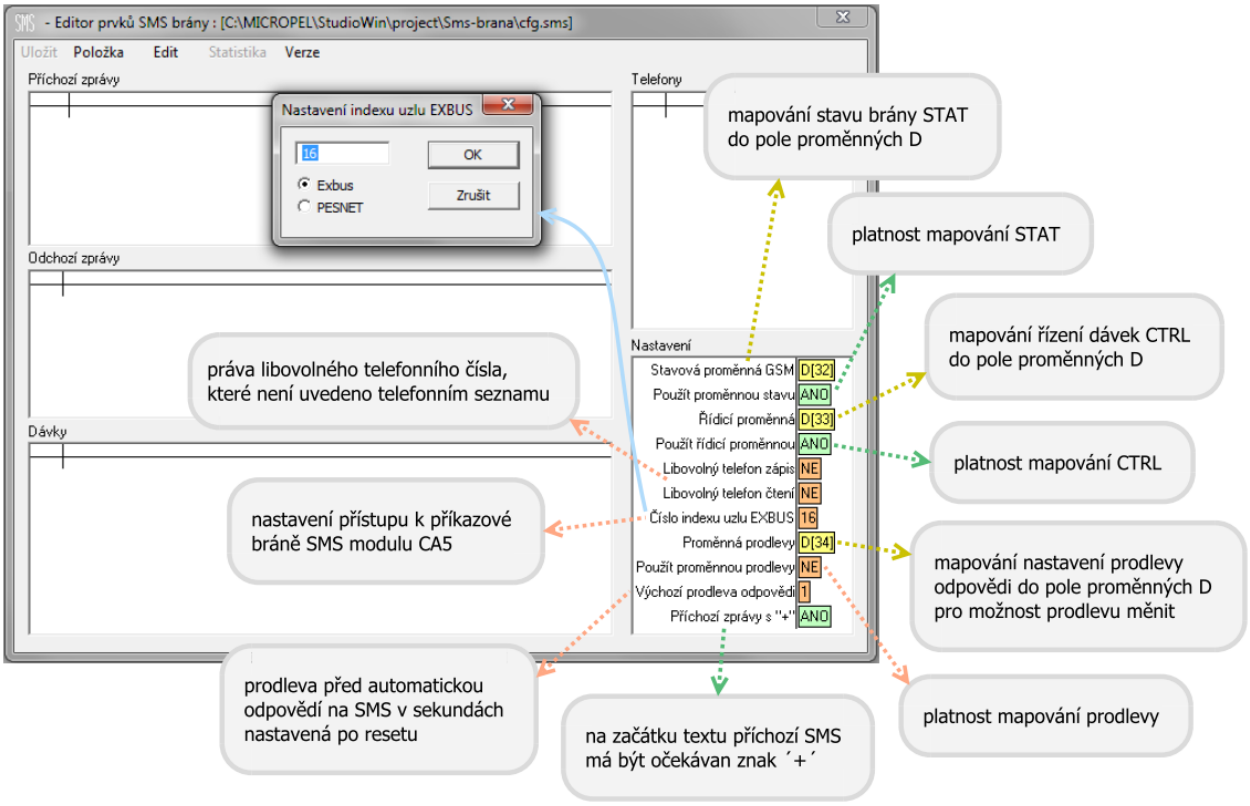
Obslužná funkce zajistí zpracování obsahu příchozích SMS od povolených čísel a odvysílání případných automatických odpovědí. Kromě toho na vyžádání zahájí zpracování přednastavené odchozí dávky.
Funkce neustále obnovuje aktuální stav brány do vyhrazeného wordu v poli *D* (o 64 položkách) dále zmiňovaného jako *STAT*. Dávky lze spouštět nastavením čísla dávky do dalšího vyhrazeného wordu v poli *D* dále zmiňovaného jako *CTRL*. Novou dávku je možno zadat jen za podmínky *(STAT=0* and *CTRL=0)*. Umístění *STAT* a *CTRL* do pole *D* je nastavitelné v editoru SMS, wordy *D[0]* až *D[31]* jsou lokální, wordy *D[32]* až *D[63]* jsou síťové, tedy sdílené mezi všemi automaty v síti PESNET.
Hodnota proměnné *STAT* má následující význam (nezmíněné bity budou vždy nulové):

- bity 0 až 3 … kód aktuálního stavu vyřizování příchozí odchozí akce
  - hodnota 0 → neprobíhá příchozí ani odchozí akce

- hodnota 1 → probíhá zpracování příchozí SMS / automatické odesílání odpovědi
- hodnota 2 → probíhá zpracování dávky
- hodnota 7 → probíhá průchod programovou smyčkou s nastaveným bitem RESET
- jiná hodnota → nedefinovaný stav

- bit 4 … indikátor stavu *offline*, tj. stavu, kdy modul není připojen do GSM sítě
- bit 6 … indikátor chyby při poslední komunikaci na příkazové bráně GSM modulu
- bit 7 … indikátor nedostupnosti příkazové brány GSM modulu

3 Obrázek s popisky parametrů brány v SMS editoru



KNIHOVNA OVLÁDÁNÍ GSM BRÁNY CA5

1 Úvod

Převodník CA5 (MCA45) s GSM modulem a platnou SIM kartou umožňuje přijmout a odeslat SMS a prozvonit telefonní číslo. Přijaté SMS se čtou z obsahu SIM, takže je třeba SMS po přečtení mazat, aby nedošlo k zaplnění SIM a tím pádem i nemožnosti přijmout další zprávu.
Zmíněné úkony lze provádět z SIMPLE4 programu zadáváním příkazů na komunikační bránu v CA5. Zde popisovaná knihovna nabízí sadu funkcí, které uvnitř řeší veškerou potřebnou komunikaci na bráně.

1.1 SMS brána

Brána pro přístup k SMS funkcím GSM modulu CA5 je tvořena 2 EXBUS uzly, uzlem WR_BUF a uzlem RD_BUF. Díky možnosti nastavení přístupnosti brány po EXBUS z jiného automatu není použití knihovny omezeno jen na program běžící uvnitř MCA45. GSM modul tak lze ovládnout i z programu jiného PLC řady 400, a navíc nejen přes EXBUS, ale díky využití firmwarové podpory u řady 400 i přes linku PESNET - u programovaného automatu je potřeba mít nastaven ovladač PLC-DMA.

2 Popis knihovny

Knihovna obsahuje funkce zabezpečující zadávání požadavků ovladači GSM (SMS) modulu převodníku CA5. Název veškerých funkcí knihovny začíná řetězcem „*Sms_*“. Kvůli vestavěné možnosti ovládání modulu přes PESNET knihovna používá i prostředky knihovny *SYNC*, ta zprostředkuje přenos dat pomocí PLC-DMA.

2.1 Proměnné určené k použití

SMS_GStat

Proměnná typu *s_gsm_status* s informacemi o stavu GSM brány naplněná na základě úspěšného vyřízení příkazové funkce *Sms_GetStatus*. Pro více informací viz popis zmíněné funkce.

2.2 Obecné funkce

Sms_Init

Deklarace :	**subroutine Sms_Init(word node)** **subroutine Sms_Init_Pn(byte pnadr, word node)**	
Parametr :	**node**	číslo vnitřního/EXBUS uzlu komunikační brány GSM-SMS
	plc	PESNET adresa automatu, který má přímý přístup k uzlům brány, typicky rovnou adresa CA5-G
Výstup :	- - -	

Funkce inicializuje potřebné proměnné. V programu zavolat jednou před prvním použitím jakékoli jiné „*Sms_*“ funkce.
První verze funkce se použije v programu pro MCA45-G (programovatelná CA5), nebo v programu pro EXBUS-master, kde bude CA5-G EXBUS-slave.

- Parametrem funkce je číslo komunikačního uzlu WR_BUF GSM (SMS) brány.

- V programu pro MCA45 (programovatelnou CA5) se použije číslo vnitřního uzlu vyhrazeného pro GSM (SMS) ovladač, tedy **12**.
- Při obsluze CA5 (EXBUS-slave) z programu pro EXBUS-master se použije jako číslo uzlu EXBUS adresa CA5 zvětšená o hodnotu nastavenou v parametrech GSM (SMS) ovladače u CA5.

```
Sms_Init(12) ; Použít v programu do MCA45-G (programovatelné CA5).
Sms_Init(22) ; Použít v programu do PLC EXBUS-MA, kde má CA5-G EXBUS adresu
        ; 20 a nastavenu viditelnost ovladače SMS na vnějším uzlu 2.
```

Druhá verze funkce se použije v programu pro automat, u něhož bude CA5-G přístupná prostřednictvím linky PESNET.

- Číslo EXBUS uzlu zde má význam čísla uzlu, jak jej vidí vzdálený automat dostupný přes PESNET. Přístup k CA5 bude probíhat s využitím vnitřního ovladače PLC-DMA - ovladač je třeba mít u programovaného automatu povolen.

```
Sms_Init_Pn(4,12) ; Použít v programu, kde má CA5-G PESNET adresu 4.
Sms_Init_Pn(4,22) ; Použije se jen výjimečně, např. v programu pro MT424
        ; (s PESNET), kde má MPC400 (s PESNET + EXBUS-MA) adresu 4 na lince
        ; PESNET a na EXBUS připojen převodník CA5-G s EXBUS adresou 20
        ; a s nastavením viditelnosti ovladače SMS na vnějším uzlu 2.
```

Sms_CmState

Deklarace :	**function byte Sms_CmState()**	
Parametr :	- - -	
Výstup :	**state**	stav vyřizování posledního zadaného příkazu

Funkce vrátí stav naposled zadaného příkazu na SMS bránu. Získaná hodnota má význam:

- 0 … poslední zadaný příkaz zatím probíhá.
- 1 … poslední zadaný příkaz byl úspěšně dokončen.
- > 1 … poslední zadaný příkaz byl ukončen chybou.

2.3 Příkazové funkce

Funkce zadávají příkazy, případně posloupnosti příkazů na rozhraní SMS brány. Pro vyřízení akce je třeba funkci opakovaně volat, typicky v každém průchodu programovou smyčkou, dokud nevrátí hodnotu různou od 0. Dokud funkce vrací 0, nesmí se v programu volat žádná jiná příkazová funkce pro SMS rozhraní. Při úspěšném dokončení akce pak funkce vrátí hodnotu 1. V případě chybové odpovědi na příkaz nebo po timeoutu komunikace vrátí hodnotu > 1. Výstupní hodnotu lze vždy dodatečně získat zavoláním funkce *Sms_CmState()*.

Sms_GetStatus

Deklarace :	**function byte Sms_GetStatus()**	
Parametr :	- - -	
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro vyčtení a uložení aktuálního stavu GSM brány. Uložení proběhne do proměnné *SMS_GStat* se strukturou *s_gsm_status*. Proměnná obsahuje následující informace:

- Stav připojení do GSM sítě.
- Kód poslední chyby.
- Indikátor přítomnosti SMS zprávy k vyčtení. Pokud je přítomna, jsou k ní dostupné další informace:
    - telefonní číslo odesílatele
    - čas přijetí zprávy SMS centrem
    - formát textu zprávy
    - identifikační číslo zprávy (relevantní u SMS rozdělených kvůli délce na více částí)
    - celkový počet částí SMS
    - číslo konkrétní dostupné části SMS

Definice struktury v jazyce simple pak vypadá následovně:

```
type struct
   bit  gsm_on,         ; příznak připojení do GSM sítě
   byte gsm_rssi,       ; síla signálu 0 až 31 (99 znamená neznámý stav)
   byte gsm_error,      ; chyba posledního zadaného příkazu vyjma GetStatus
   byte sms_status,     ; sada příznaků s významem uvedeném níže
   longword sms_time,   ; čas odeslání aktuálně dostupné SMS
   byte sms_id,         ; ID číslo dostupné SMS (u SMS o více částech)
   byte sms_part_num,   ; číslo dostupné části SMS (u SMS o více částech)
   byte sms_part_total, ; celk. počet částí SMS (SMS o více částech)
   byte[17] sms_phone   ; tel. číslo, z něhož SMS dorazila (textový řetězec)
end s_gsm_status
```

Formát položky *sms_status*:

číslo bitu :	7	6	5	4	3	2	1	0
význam :	sms připravena	x	x	x	x	x	16b kódování	sms přečtena

Když není nastaven příznak 16bit kódovaní znaků (UCS-2), je použito 7bit kódování.

Sms_ReadMsg

Sms_ReadDeleteMsg

Deklarace :	**function byte Sms_ReadMsg(var _circular_buffer cbuf, byte bufclr)** **function byte Sms_ReadDeleteMsg(var _circular_buffer cbuf, byte bufclr)**	
Parametr :	**cbuf**	zásobník pro uložení vyčteného textu
	bufclr	příznak, zda před zápisem iniciovat cbuf
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro vyčtení textu SMS zprávy aktuálně dostupné v GSM modulu. Funkce *Sms_ReadDeleteMsg* nakonec zprávu i smaže ze SIM karty - uvnitř volá *Sms_ReadMsg* a poté *Sms_DeleteMsg*.
Vyčítaný text je postupně přidáván do *cbuf*. Pokud je zadán parametr *bufclr* různý od 0, dojde nejdřív k resetu ukazatelů čtení a zápisu *cbuf* (vyprázdnění) a to zavoláním vestavěné funkce *TrResetBuffer*. To, že je nějaká zpráva k dispozici oznamuje GSM modul nastaveným stavovým bitem (viz *Sms_GetStatus*).

Sms_SendMsg

Deklarace :	**function byte Sms_SendMsg(var dstring phone, var _circular_buffer cbuf)** **function byte Sms_SendMsg(const string phone, var _circular_buffer cbuf)**	
Parametr :	**phone** **cbuf**	textově zadané telefonní číslo zásobník pro uložení vyčteného textu
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro odeslání SMS zprávy.
Cílové telefonní číslo je dáno parametrem *phone*, např. "+420111222333". Jako text zprávy se použije řetězec uložený v *cbuf*.
Pro možnost úspěšného provedení je každopádně potřeba, aby byl modul se SIM kartou přihlášen v síti GSM (kontrolovat hodnotu *SMS_GStat.gsm_on*).
Aby bylo zaručeno správné zobrazení znaků SMS na straně přijímače, je třeba text omezit jen na velká a malá písmena bez diakritiky, číslice, mezery a znaky:

```
! " # % & ' ( ) * + , - . / : ; < = > ?
```

Sms_DropCall

Deklarace :	**function byte Sms_DropCall(var dstring phone, byte time)** **function byte Sms_DropCall(const string phone, byte time)**	
Parametr :	**phone** **time**	textově zadané telefonní číslo maximální doba vyzvánění v sekundách
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro prozvonění telefonního čísla.
Cílové telefonní číslo je dáno parametrem *phone*, např. "+420111222333". Parametr *time* udává maximální dobu vyzvánění v sekundách.
Pro možnost úspěšného provedení je každopádně potřeba, aby byl modul se SIM kartou přihlášen v síti GSM (kontrolovat hodnotu *SMS_GStat.gsm_on*).

Sms_DeleteMsg

Deklarace :	**function byte Sms_DeleteMsg()**	
Parametr :	- - -	
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro smazání aktuálně dostupné SMS zprávy v GSM modulu.
Zpráva bude odstraněna ze SIM karty, následně GSM modul sám začne procházet SIM kartu a hledat další přijatou zprávu (uloženou na SIM).

Sms_SkipMsg

Deklarace :	**function byte Sms_SkipMsg()**	
Parametr :	- - -	
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro přeskočení aktuálně dostupné SMS zprávy v GSM modulu.
Přeskočená zpráva bude ponechána na SIM kartě a při správné obsluze ji GSM modul za čas opět nabídne jako aktuálně dostupnou SMS zprávu.
Použije se v případě, kdy se čeká na příjem všech částí zprávy rozdělené do více částí. Jinak je obecně potřeba zprávy po přečtení mazat, aby nedošlo k zaplnění SIM karty a tím pádem i znemožnění příjmu dalších zpráv.

3 Příklad použití

Ukázky funkčních programů lze najít v *SMS-Demo* projektu pro StudioWin. V tomto projektu je pro všechny automaty použit společný kód obsluhy GSM brány CA5-G. Ve společném kódu ale chybí definice některých konstant, proměnných a funkcí (chybějící jsou zmíněny v komentářích ve zdrojovém souboru), ty jsou pak dodefinovány a upraveny podle potřeb v konkrétních ukázkových programech jednotlivých automatů. Projekt vzniknul s myšlenkou, že i programátor ve své aplikaci použije společně sdílený kód mezi automaty v demo-projektu a pouze si uzpůsobí tu část kódu, kterou mají jednotlivé programy odlišnou.

KNIHOVNA URČENÁ K PŘENOSŮM DAT PŘES ETHERNET (CA5), GPRS (CA5) A PESNET

1 Úvod

Pro výměnu dat mezi systémy na základě protokolu EPNP může převodník CA5 disponovat rozhraním ETHERNET či GSM modulem s možností propojení přes GPRS. Kromě toho je v automatech řady 400 k dispozici ovladač komunikace PLC-DMA, který umožní zápisy a čtení do/z jiných automatů řady 400 po lince PESNET. Přenosy iniciované z programu napsaném v SIMPLE4 na zmíněných třech rozhraních se realizují stejným způsobem na příkazové bráně. Proto vznikla společná knihovna, která uvnitř svých příkazových funkcí řeší veškerou potřebnou komunikaci na příkazových bránách rozhraní.

1.1 Komunikační brána

Brána každého rozhraní je tvořena 2 EXBUS uzly, uzlem WR_BUF a uzlem RD_BUF. Díky možnosti nastavení přístupnosti brány po EXBUS z jiného automatu není použití knihovny omezeno jen na program běžící uvnitř automatu s daným rozhraním.

1.2 Přístupné paměťové prostory

Knihovnu lze využít pro přístup z programu automatu jak do vlastní (RAM) paměti programovaného automatu, tak do (RAM) paměti ostatních automatů řady 400 v síti MICROPEL. V programu lze předdefinovat základní přístupné paměti automatů konstantami, např.:

```
const _EPNP_RAM_USER = 0x30000000 ; proměnné programu (včetně fixovaných)
    , _EPNP_RAM_STACK = 0x23000000 ; zásobník
    , _EPNP_RAM_IOND = 0x21000000 ; aktuální stav uzlů EXBUS
    , _EPNP_RAM_IONDDSC = 0x21010000 ; deskriptory uzlů EXBUS
    , _EPNP_RAM_IONDLIST = 0x21030000 ; příznaky přítomnosti EXBUS uzlů
    , _EPNP_RAM_SYSTEM = 0x24000000 ; systémové proměnné (NetLW, D aj.)
```

Velikosti jednotlivých pamětí jsou obecně závislé na typu automatu. Podrobná mapa paměti automatů řady 400 je uvedena ve speciálním dokumentu.

2 Popis knihovny

Knihovna obsahuje funkce zabezpečující komunikaci s ovladači rozhraní ETHERNET, GPRS a PLC-DMA. Název veškerých funkcí začíná řetězcem „*Sync*_“.

2.1 Proměnné určené k použití

SYNC_SelComID

Proměnná typu *byte*, pomocí níž se v programu rozlišují požadavky na jedno synchronizační rozhraní. Její nastavování je potřeba v programu řešit v případě, kdy není zajištěno, že se program pokusí přistupovat k rozhraní až jen poté, co byl ukončen předchozí požadavek. Proměnnou nastavovat před každým voláním funkce *Sync_Select…* Pro více informací viz popis „Řízení přístupu k rozhraní“.

SYNC_DptrOffset

Proměnná typu *longword*, pomocí níž lze funkci *Sync_Read…* stanovit posunutí začátku místa pro ukládání přijatých dat, resp. funkci *Sync_Write…* stanovit posunutí začátku místa, odkud se odesílaná data berou. Pro více informací viz popis funkcí *Sync_Read…* a *Sync_Write…*

2.2 Obecné funkce

Sync_Select

Deklarace :	**function byte Sync_SelectETH(word node)** **function byte Sync_SelectGPRS(word node)** **function byte Sync_SelectPNET(word node)**	
Parametr :	**node**	číslo vnitřního/EXBUS uzlu komunikační brány rozhraní
Výstup :	**selected**	hodnota udávající, zda došlo ke zpřístupnění rozhraní

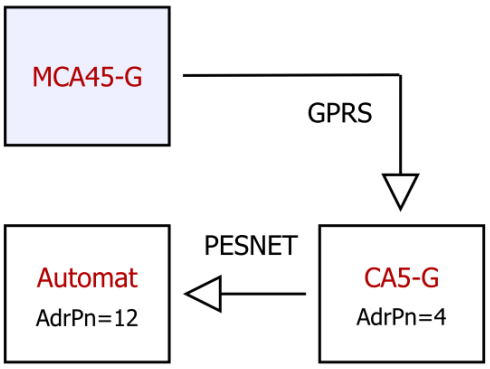
Funkce provádí nastavení cílového rozhraní pro následující volání ostatních funkcí „*Sync_*“. Funkcí vybereme buď lokální rozhraní automatu, nebo vzdálené rozhraní dostupné po síti EXBUS (programovaný automat pak musí být EXBUS-master). Bezprostředně poté, co funkce vrátí hodnotu různou od 0, lze na rozhraní směřovat synchronizační příkazy. Návratová hodnota 0 znamená, že rozhraní nebylo zvoleno, protože je právě používáno v jiné části programu - viz „Řízení přístupu k rozhraní“.
Parametr *node* má význam čísla uzlu příslušného rozhraní. V programu pro automat, kde chceme použít lokální rozhraní (tj. rozhraní téhož automatu) se jako číslo uzlu použije konstanta:

- 8 (*_s4_nd_ETH*) … pro ETHERNET - lze použít jen v programu pro MCA45-E.
- 14 (*_s4_nd_GPRS*) … pro GPRS - lze použít jen v programu pro MCA45-G.
- 10 (*_s4_nd_PNET*) … pro PLC-DMA, tj. u PESNET synchronizace.

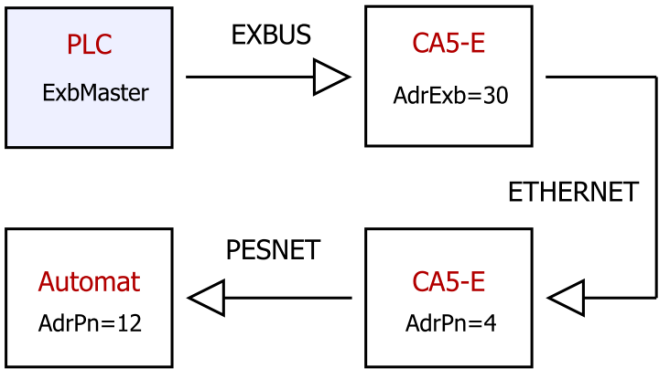
Při obsluze rozhraní vzdáleně, z programu automatu prostřednictvím EXBUS, se jako číslo uzlu použije EXBUS adresa vzdáleného automatu/převodníku zvětšená o hodnotu nastavenou v parametrech ovladače ETHERNET/GPRS/PLC-DMA (u vzdáleného automatu/převodníku).

```
Sync_SelectGPRS(8) ; Použít v programu do MCA45-G (programovatelnou CA5-G).
Sync_SelectETH(32) ; Použít v programu do PLC EXBUS-MA, kde má CA5-E EXBUS
        ; adresu 32 a nastavenu viditelnost ovladače ETH na vnějším uzlu 2.
```

Příklad zapojení pro použití parametru (8)



Příklad zapojení pro použití parametru (32)



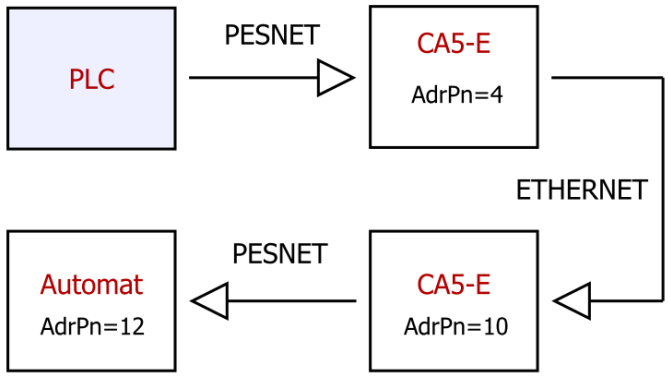
Sync_Select_Pn

Deklarace :	**function byte Sync_SelectETH_Pn(byte pnadr, word node)** **function byte Sync_SelectGPRS_Pn(byte pnadr, word node)**	
Parametr :	**pnadr**	PESNET adresa automatu, který má přímý přístup k uzlům rozhraní, typicky rovnou adresa CA5
	node	číslo vnitřního/EXBUS uzlu komunikační brány rozhraní
Výstup :	**selected**	hodnota udávající, zda došlo ke zpřístupnění rozhraní

Funkce provádí nastavení cílového rozhraní pro následující volání ostatních funkcí „*Sync_*“. Funkcí vybereme vzdálené rozhraní dostupné po síti PESNET. Bezprostředně poté, co funkce vrátí hodnotu různou od 0, lze na rozhraní směřovat synchronizační příkazy. Návratová hodnota 0 znamená, že rozhraní nebylo zvoleno, protože je právě používáno v jiné části programu - viz „Řízení přístupu k rozhraní“.
Parametr *node* má, z hlediska automatu s adresou *pnadr*, stejný význam jako je popsán u první verze funkce s jedním parametrem.
Se zadáním příkazu na zvolené rozhraní dojde zároveň automaticky k zahájení provedení sady příkazů na vnitřním rozhraní PLC-DMA programovaného automatu.

```
Sync_SelectETH_Pn(4,8)  ; Použít v programu, kde má CA5-E na PESNET adresu 4.
Sync_SelectETH_Pn(4,32) ; Použije se spíš jen výjimečně, např. v programu
        ; pro MT424 (s PESNET), kde má MPC400 (s PESNET + EXBUS-MA) adresu 4
        ; na lince PESNET a na EXBUS připojen převodník CA5-E s adresou 30
        ; a s nastavením viditelnosti ovladače ETH na vnějším uzlu 2.
```

Příklad zapojení pro použití parametrů (4,8)



Sync_CmState

Deklarace :	**function byte Sync_CmState()**	
Parametr :	- - -	
Výstup :	**state**	stav vyřizování posledního zadaného příkazu

Funkce vrací stav komunikace na aktuálně zvoleném rozhraní. Návratová hodnota má význam:

- 0 → poslední zadaný příkaz zatím probíhá;
- 1 → poslední zadaný příkaz byl úspěšně dokončen;
- větší než 1 → poslední zadaný příkaz byl ukončen chybou;

Řízení přístupu k rozhraní

Je třeba zajistit, aby se v programu na některém z rozhraní nezahájilo vyřizování nového příkazu, dokud na tomtéž rozhraní probíhá vyřizování jiného příkazu.
Pokud budou v programu řešeny synchronizace tak, že, dokud neskončí jedna synchronizační procedura na libovolném rozhraní (ETHERNET, GPRS nebo PLC-DMA), nemůže nastat požadavek na jinou synchronizační proceduru pro totéž rozhraní, stačí volání příkazových funkcí knihovny jednoduše podmínit nenulovostí návratové hodnoty funkce *Sync_Select…* V opačném případě je navíc ještě potřeba před každým voláním funkce *Sync_Select…* jednoho rozhraní přednastavit proměnnou *SYNC_SelComID* na unikátní - pro jedno konkrétní volání funkce v kódu ale pokaždé stejnou - hodnotu z rozsahu 0 až 199 - aby šlo uvnitř knihovny jednotlivá volání rozlišovat. Po návratu z funkce *Sync_Select…* je proměnná vždy přednastavena do nuly.

```
; Příklad kódu, kde může být v jednom čase nastaveno více požadavků provedení
; synchronizačních příkazů na rozhraní (funkce 'Syn_prikazy' budou obsahovat
; posloupnost vykonávání příkazových funkcí popisovaných dále v dokumentu):
if (synEth[0]) then begin
   SYNC_SelComID = 10
   if (Sync_SelectETH(60) and Syn_prikazy_0()) then
      synEth[0] = 0 ; ukončit požadavek
   end
if (synEth[1]) then
   begin
   SYNC_SelComID = 11
   if (Sync_SelectETH(60) and Syn_prikazy_1()) then
      synEth[1] = 0 ; ukončit požadavek
   end
if (synGprs[0]) then
   begin
   SYNC_SelComID = 10 ; stejná hodnota u GPRS jakou u ETH nevadí
   if (Sync_SelectGPRS(64) and Syn_prikazy_2()) then
      synGprs[0] = 0 ; ukončit požadavek
   end
if (synGprs[1]) then
   begin
   SYNC_SelComID = 67
   if (Sync_SelectGPRS(64) and Syn_prikazy_3()) then
      synGprs[1] = 0 ; ukončit požadavek
   end
```

2.3 Příkazové funkce

Funkce zadávají příkazy, případně posloupnosti příkazů na aktuálně zvolené rozhraní.
Pro vyřízení akce je třeba funkci opakovaně volat, typicky v každém průchodu programovou smyčkou, dokud nevrátí hodnotu různou od 0. Dokud funkce vrací 0, nesmí se v programu volat žádná jiná příkazová funkce pro totéž rozhraní. Při úspěšném dokončení akce pak funkce vrátí hodnotu 1. V případě chybové odpovědi na příkaz nebo po timeoutu komunikace vrátí hodnotu > 1. Výstupní hodnotu poslední volané příkazové funkce na aktuálně zvoleném rozhraní lze vždy dodatečně získat zavoláním funkce *Sync_CmState()*.

Sync_GetStatus

Deklarace :	**function byte Sync_GetStatus(var byte status)**

Parametr :	**status**	bajt pro uložení stavového slova rozhraní
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro získání stavového slova rozhraní.
Získaný stavový bajtu má následující význam:

8. bit ... „ready“ - ovladač (modul) připraven
7. bit ... je navázáno spojení
6. až .1 bit ... výsledek posledního zadaného příkazu vyjma *GetStatus*

U rozhraní PLC-DMA (PNET) budou 8. i 7. bit vždy nastaveny do 1.

Sync_Connect

Deklarace :	**function byte Sync_Connect(var s_sync_connection con)** **function byte Sync_Connect(const s_ sync_connection con)**	
Parametr :	**con**	IP adresa a komunikační port vzdálené CA5 (serveru)
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro navázání vzdáleného spojení na aktuálně zvoleném rozhraní. Určena pro rozhraní ETHERNET a GPRS, u rozhraní PESNET není třeba vůbec spojení navazovat.
Nejdříve čte stav ovladače rozhraní a čeká na příznak 'ready', pak teprve vytvoří nové spojení. Když je potřeba, ukončí se před novým spojením ještě stávající aktivní spojení. Funkce vynechá ukončení a následné navázání spojení, pokud zjistí aktivní spojení a zadaná adresa i port se shodují.
Parametry spojení se předají ve struktuře:

```
type struct
   byte[4] ip, ; IP adresa - ip[0] nese nejvyšší bajt adresy, ip[3] nejnižší,
   word port,  ; např. u adresy 192.168.1.2 bude ip[0]=192, ip[1]=168 atd.
   longint password ; heslo (0 až 999999) komunikace nastavené u vzdálené CA5
end s_sync_connection
```

Pro nekódovanou komunikaci nastavit *password* na hodnotu 0. Pokud má místní CA5 nahrán FW 1.605 nebo starší, použít hodnotu *password* -1, kódování komunikace není podporováno.

Sync_Disconnect

Deklarace :	**function byte Sync_Disconnect()**	
Parametr :	- - -	
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce zadá příkaz k odpojení, tj. zrušení vzdáleného spojení na aktuálně zvoleném rozhraní. Použije se v případě, kdy již dříve došlo k navázání spojení pomocí volání *Sync_Connect* a spojení se pravděpodobně nějaký čas (alespoň cca 20 sekund) nebude používat. Pokud aktivní spojení neexistuje, vrátí funkce chybu.
Funkce je určena pro rozhraní ETHERNET nebo GPRS, u rozhraní PESNET vrací rovnou 1.

- **Sync_ReadBit**
- **Sync_WriteBit**

Deklarace :	**function byte Sync_ReadBit(byte plca, longword addr, byte num, var byte val)** **function byte Sync_WriteBit(byte plc, longword addr, byte num, bit val)**	
Parametr :	**plc** **addr** **num** **val**	PESNET adresa cílového automatu (0-31) bajtová EPNP adresa do paměti cílového automatu číslo cílového bitu (0-7) v bajtu na adrese *addr* přečtená / zapisovaná hodnota bitu – 0 nebo 1
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro přečtení (Read) resp. zápis (Write) bitu z/do automatu po aktuálně zvoleném rozhraní. Parametrem *addr* se zadává EPNP adresa v paměti – viz „Přístupné paměťové prostory“. Parametr *plc* vybere konkrétní automat v místní síti (u rozhraní PLC-DMA) nebo vzdálené síti (u rozhraní ETH/GPRS). Hodnota 31 zacílí do automatu, jehož ovladač PLC-DMA využíváme (většinou půjde přímo o programovaný automat), nebo do paměti vzdáleného převodníku, ke kterému jsme připojeni.

- **Sync_ReadBytes/Words/Lwords**
- **Sync_WriteBytes/Words/Lwords**

Deklarace :	**function byte Sync_ReadBytes(byte plc, longword addr, longword num, dataptr pd)** **function byte Sync_ReadWords(byte plc, longword addr, longword num, dataptr pd)** **function byte Sync_ReadLwords(byte plc, longword addr, longword num, dataptr pd)** **function byte Sync_WriteBytes(byte plc, longword addr, longword num, dataptr pd)** **function byte Sync_WriteWords(byte plc, longword addr, longword num, dataptr pd)** **function byte Sync_WriteLwords(byte plc, longword addr, longword num, dataptr pd)**	
Parametr :	**plc** **addr** **num** **pd**	PESNET adresa cílového automatu (0-31) bajtová EPNP adresa do paměti cílového automatu počet čtených/zapisovaných položek ukazatel na proměnnou pro uložení dat resp. se zapisovanými daty
Výstup :	**state**	stav vyřízení příkazu: 0 probíhá; 1 dokončen; >1 ukončen chybou

Příkazová funkce pro přečtení (Read) resp. zápis (Write) položek typu *byte*, *word*, nebo *longword* z/do automatu po aktuálně zvoleném rozhraní. Parametr *addr* udává EPNP adresu v paměti, viz „Přístupné paměťové prostory“.

Parametr *plc* vybere konkrétní automat v místní síti (u rozhraní PLC-DMA) nebo vzdálené síti (u rozhraní ETH/GPRS). Hodnota 31 zacílí na automat, jehož ovladač PLC-DMA využíváme (většinou půjde přímo o programovaný automat), nebo do paměti vzdáleného převodníku, ke kterému jsme připojeni.
Čtení nebo ukládání dat z/do proměnné proběhne standardně kopírováním požadovaného počtu datových bajtů z/na počáteční adresu proměnné. Pokud je proměnnou např. pole, může být žádoucí posunout počáteční adresu kopírování v příkazu na jiný než první prvek pole. Pro ten účel se použije proměnná *SYNC_DptrOffset* nastavující požadovaný posun. Nastavený posun platí do dalšího zavolání libovolné funkce volby rozhraní *Sync_Select…* s nenulovou návratovou hodnotou, pak je proměnná *SYNC_DptrOffset* nastavena do 0.

```
; Čtení 10 položek StackW z automatu na adrese 7 ve vzdálené síti PESNET,
; přednastavíme čtení dat do pole až od prvku [32]
SYNC_DptrOffset = 32*2 ; 32*velikost(word), o stejnou hodnotu posunujeme
                       ; i počáteční adresu v parametru funkce
if (Sync_ReadWords(7, _EPNP_RAM_STACK + 32*2, 10, @StackW) = 1) then
   hotovo = 1
```

Přenášená data se kopírují do cílové (resp. berou ze zdrojové) proměnné předávané pomocí odkazu *pd* typu *dataptr*. Pokud není velikost předané proměnné zmenšená o hodnotu *SYNC_DptrOffset* dostatečná vzhledem k parametru *num*, nebudou přesahující vyčtená data nikam uložena, přesahující odesílaná data budou nedefinované hodnoty.

3 Příklady

3.1 Ukázkový kód pro přenos dat mezi automaty

Příklad umožňuje nezávisle spouštět dva procesy. První proces realizuje čtení dat z automatu na lokálním PESNETu, druhý pak synchronizaci položek pole *StackW* do automatu ve vzdáleném PESNETu dostupném přes Ethernet. Každý proces lze zahájit nastavením bitu *sync_req[]*. Po úspěšném dokončení procesu bude mít bajt *sync_cmres[]* hodnotu 1, po ukončení díky chybě hodnotu > 1.

```
;--- Definice ---;
const _EPNP_RAM_USER = 0x30000000 ; proměnné programu (včetně fixovaných)
    , _EPNP_RAM_STACK = 0x23000000 ; zásobník
code s_sync_connection con_ca5eth = ((66,121,80,43), 1703) ; IP + PORT
;--- Kód v hlavní smyčce ---;
var byte[40] Ram1000 ; paměť vyčtených USER dat
var bit[2] sync_req
var byte[2] sync_cmres
var byte[2] sync_cmst
if (RESET) then
   begin
   sync_req[0] = 0
   sync_cmres[0] = 1
   sync_req[1] = 0
   sync_cmres[1] = 1
   end
; 1. synchronizační proces
if (sync_req[0] and sync_cmres[0] <> 0) then
   begin ; požadavek zahájení + proces neprobíhá
   sync_req[0] = 0 ; shodit příznak požadavku
   sync_cmres[0] = 0 ; nastavit stav probíhajícího procesu
```

```
   sync_cmst[0] = 0 ; začít sadu příkazů od začátku
   end
if (sync_cmres[0] = 0) then ; proces probíhá
   begin
; kopírovat položky z RAM automatu(12) zafixované na adrese 1000
   if (Sync_SelectPNET(10)) then ; bude se číst z lokálního PESNETu, rozhraní
      begin                      ; PLC-DMA (PNET) je bez navazování spojení
      sync_cmres[0] = Sync_ReadBytes(12, _EPNP_RAM_USER+1000,
        sizeof(Ram1000), @Ram1000)
      end
   end
; 2. synchronizační proces
if (sync_req[1] and sync_cmres[1] <> 0) then
   begin ; požadavek zahájení + proces neprobíhá
   sync_req[1] = 0 ; shodit příznak požadavku
   sync_cmres[1] = 0 ; nastavit stav probíhajícího procesu
   sync_cmst[1] = 0 ; začít sadu příkazů od začátku
   end
if (sync_cmres[1] = 0) then ; proces probíhá
   begin
; kopírovat část zásobníku do automatu(7) ve vzdálené síti
   if (Sync_SelectETH(34)) then ; program v MPC400(EXBUS-MA), kde má CA5-E
      begin       ; EXBUS adresu 30 a Ethernet nastavený na vnější uzel 4
      if (sync_cmst[1] = 0 and Sync_Connect(con_ca5eth) = 1) then
            sync_cmst[1] = 1 ; spojení navázáno
      SYNC_DptrOffset = 40*2
      if (sync_cmst[1] = 1 and Sync_WriteWords(7, _EPNP_RAM_STACK+40*2,
        10, @StackW) = 1) then
            sync_cmst[1] = 2 ; zapsáno StackW[40] až StackW[49]
      if (sync_cmst[1] = 2 and Sync_Disconnect() = 1) then
            sync_cmst[1] = 3
   ; uložíme návratovou hodnotu posledního příkazu
      sync_cmres[1] = Sync_CmState()
      end
   end
```

3.2 Ukázková funkce tisku stavu posledního příkazu

```
table string[33] res_txt = (
 "Probiha..."
; - příkaz dopadl bez chyby
,"OK" ;0+1
; - příkaz skončil chybou
,"Jiz pripojeno" ;1+1,"Plc adresa" ;2+1
,"Nepripojeno" ;3+1
,"Parametr" ;4+1
,"Nelze pripojit" ;5+1
,"Odmitnuto" ;6+1
,"Bez odezvy" ;7+1
,"Adresa" ;8+1
,"Nepripraven" ;9+1
,"Nelze odpojit" ;10+1
,"-ndef-" ;11+1
,"-ndef-" ;12+1
,"-ndef-" ;13+1
```

```
,"-ndef-" ;14+1
,"Iobuf-uzel" ;15+1
,"-ndef-" ;16+1
,"-ndef-" ;17+1
,"-ndef-" ;18+1
,"-ndef-" ;19+1
,"-ndef-" ;20+1
,"-ndef-" ;21+1
,"-ndef-" ;22+1
,"-ndef-" ;23+1
,"Ovladac NOK" ;24+1
,"Prikaz vyprsel" ;25+1
,"OverPesnet" ;26+1
,"-ndef-" ;27+1
,"-ndef-" ;28+1
,"-ndef-" ;29+1
,"-ndef-" ;30+1
,"Volba rozhrani" ;31+1
)
subroutine Sync_DisplejStav()
   var byte res
   res = Sync_CmState()
   if (res > 1) then ; skončil chybou
      Display("Ch:")
   Display(res_txt[res])
return
```