

Vzdálené ovládání elektrických spotřebičů pomocí elektrické rozvodné sítě 230V

Bc. Pavel Martinec

STOČ
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

OBSAH

ÚVOD.....	3
1 NÁVRH SBĚRNICOVÉHO SYSTÉMU PRO VZDÁLENÉ OVLÁDÁNÍ SPOTŘEBIČŮ PO ROZVODNÉ SÍTI.....	3
2 PRVKY SBĚRNICOVÉHO SYSTÉMU.....	4
2.1 PC interface.....	4
2.2 GSM brána	6
2.3 Vstupně-výstupní jednotka	7
3 SOFTWAREVÉ ŘEŠENÍ SBĚRNICOVÉHO SYSTÉMU	9
4 KOMUNIKAČNÍ PROTOKOL	9
4.1 Adresa sběrnice	10
4.2 Fyzické adresy zařízení.....	10
4.3 Programovací adresy a skupinové adresy	11
4.4 Odesílaná data	11
ZÁVĚR.....	12
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	12
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	12

ÚVOD

Datové komunikace po rozvodné síti 230V je možné využít v mnoha odvětvích, zejména v oblasti počítačových sítí, v automatizaci budov či v průmyslové automatizaci. Obecně technologie přenosu dat po rozvodné síti 230V nachází největší uplatnění nejčastěji tam, kde není možné použít novou datovou kabeláž, například z důvodů nutnosti stavebních úprav, nebo tam, kde je to ekonomicky výhodnější, než budování nové datové sítě. V některých případech vede k použití této technologie snaha o lepší využití stávajících kabelových rozvodů než „pouze“ pro přenos elektrické energie.

Přenos dat po rozvodné síti 230V přináší celou řadu výhod. Zejména nezanedbatelnou úsporu nákladů na slaboproudou kabeláž a její instalaci. Další výhodou v oblasti automatizace, je skutečnost že ovládané spotřebiče jsou obvykle napájeny přímo z rozvodné sítě, tedy při současném využití rozvodné sítě pro přenos energie a pro přenos dat určených pro vzdálené ovládání příslušného spotřebiče dojde k výraznému zjednodušení elektroinstalace.

Mezi nevýhody datových komunikací po rozvodné síti obecně patří náchylnost na nejrůznější rušení a omezené přenosové rychlosti. Tyto nevýhody jsou způsobeny skutečností, že silnoproudé elektroinstalace po stránce kabeláže i jako takové nejsou uzpůsobeny pro přenos dat na rozdíl od běžně využívaných prostředků v oblasti datových komunikací.

1 Návrh sběrnicevého systému pro vzdálené ovládání spotřebičů po rozvodné síti

Ve snaze, aby navržený systém dosahoval v oblasti své působnosti jisté úrovně univerzality, zvolil jsem, pro účely vzdáleného ovládání spotřebičů po rozvodné síti 230V, řešení formou jednoduché sériové komunikační sběrnice. Tedy navrhl jsem zařízení, která umožňují vzájemnou komunikaci přes rozvodnou síť, přičemž tato zařízení pracují na sběrnicevém principu. Vlastní sběrnice je pak fyzicky tvořena rozvodnou sítí 230V.

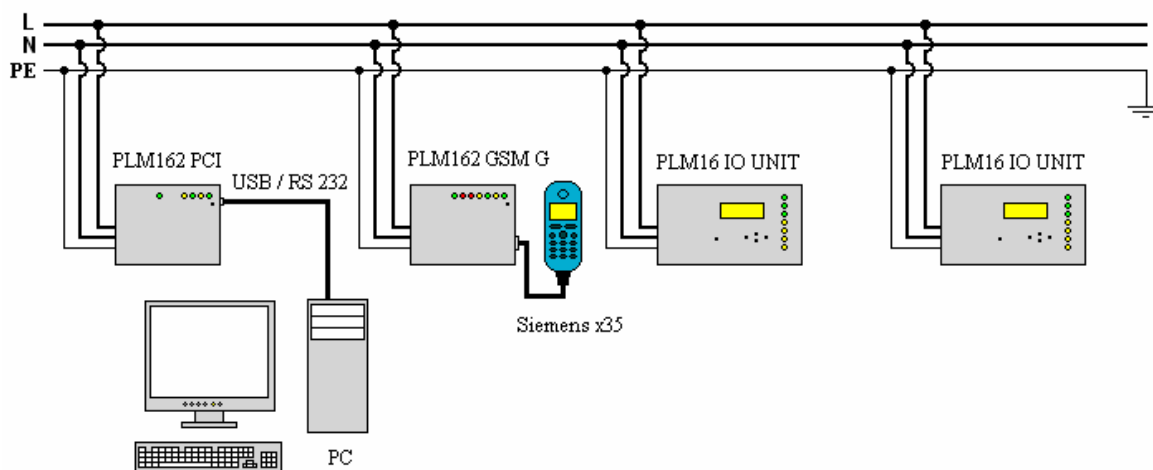
Charakteristické rysy navrženého sběrnicevého systému:

- Oblast využití: automatizace budov (aplikace zejména v rámci rodinného domu).
- Systém je určen zejména pro ovládání typu zapni/vypni.
- Dosah: řádově ve stovkách metrů (dle rozvodné sítě).
- Vzdálené ovládání prostřednictvím: PC, sítě GSM a vstupně-výstupních jednotek.
- Automatizovaný provoz (dvoupolohová regulace)
- Otevřený systém (maximálně 254 zařízení).
- Přenosová cesta tvořena silovým vedením 230V (rozvodné sítě TN-S i TN-C).
- Poloduplexní arytmičný přenos s přenosovou rychlostí 1200b/s.
- ASK modulace přenášených dat (modem TDA5051AT).
- Navržený systém vyhovuje normě EN 50065-1 /literatura [5]/. (Frekvence nosného signálu 115,2 kHz.)
- Nestandardizovaný komunikační protokol. (Možnost aplikovat protokol X-10)

Navržený sběrnicevý systém je koncipován pro využití v rámci rodinného domu, je však obecně využitelný v oblasti automatizace, a to zejména automatizace budov. Je určen pro rozvodné sítě TN-S i TN-C. Navržený systém pracuje s přenosovou rychlostí 1200 bit/s a je řešen jako otevřený (viz kapitola 4. Komunikační protokol), umožňuje přidávání

dalších zařízení které pracují se stejným komunikačním protokolem (maximálně 254 zařízení, v rámci jednoho domu).

Struktura navrženého sběrnicevého systému je znázorněna na obrázku 1. Tento systém se skládá ze tří typů zařízení. Jedná se vstupně-výstupní jednotku (PLM16 IO UNIT), PC interface (PLM162 PCI) a GSM bránu (PLM162 GSM G), přičemž vstupně výstupní jednotka byla prakticky realizována dvakrát, aby bylo možné demonstrovat některé funkce sběrnicevého systému.



Obrázek 1 Struktura navrženého sběrnicevého systému

2 Prvky sběrnicevého systému

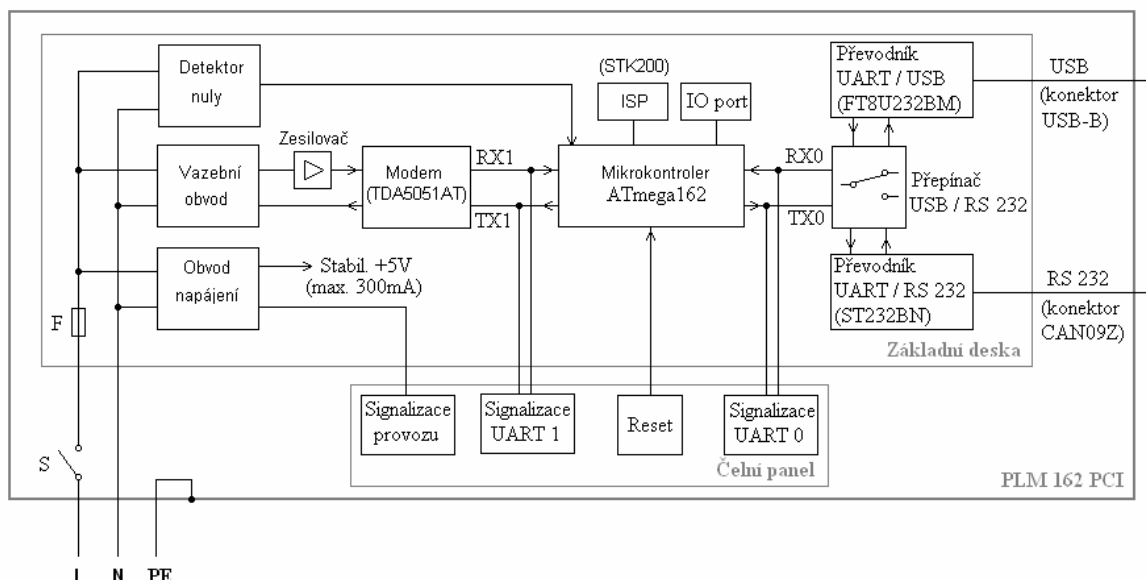
Všechna navržená zařízení (bez ohledu na typ) lze obecně, po konstrukční stránce, charakterizovat následovně:

- Zařízení jsou osazena mikrokontrolery AVR (Atmega162, Atmega16).
- Pro přenos dat po rozvodné síti je využit modem TDA5051AT (v doporučeném zapojení – vazební obvod, zesilovač).
- Zařízení jsou určena pro vnitřní instalaci.
- Zařízení jsou napájena z rozvodné sítě.
- Zařízení jsou vybavena „detektorem nuly“ (detekce průchodu fázového napětí nulou).
- Zařízení jsou osazena konektorem pro připojení programátoru STK200.
- Zařízení disponují tlačítkem pro reset mikrokontroleru.
- Zařízení jsou vybavena kolébkovým spínačem pro zapnutí či vypnutí zařízení (odpojení vodiče fáze L).
- Zařízení jsou osazena tavnou pojistkou (630mA).
- Osazené DPS jednotlivých zařízení jsou umístěny do plechových krabiček (krabičky spojeny se zemí vodičem PE).

2.1 PC interface

Na obrázku 2 je znázorněno blokové schéma zařízení „PC interface“. Zařízení plní funkci rozhraní mezi sběrnici a osobním počítačem. Umožňuje na osobním počítači

s vhodným programovým vybavením (např. sériový terminál Herkules 2.2) monitorovat datové zprávy přenášené po sběrnici a dále umožňuje ovládat a konfigurovat jednotlivé zařízení sběrnice systému.



Obrázek 2 Blokové schéma PC interface

Zařízení PC interface je složeno (stejně jako ostatní zařízení sběrnice) ze dvou modulů (ze dvou DPS) a to z modulu základní desky a modulu čelního panelu. Čelní panel obsahuje LED diody pro optickou signalizaci provozu zařízení a provozu obou rozhraní UART. Dále obsahuje tlačítko RESET, pro případný reset mikrokontroleru. Čelní panel je připojen kabelem k modulu základní desky. Modul základní desky integruje všechny další funkční bloky zařízení.

Zařízení PC interface lze k PC připojit přes rozhraní USB či přes rozhraní RS 232 (k volbě rozhraní slouží přepínač USB / RS 232 na pravé straně zařízení).

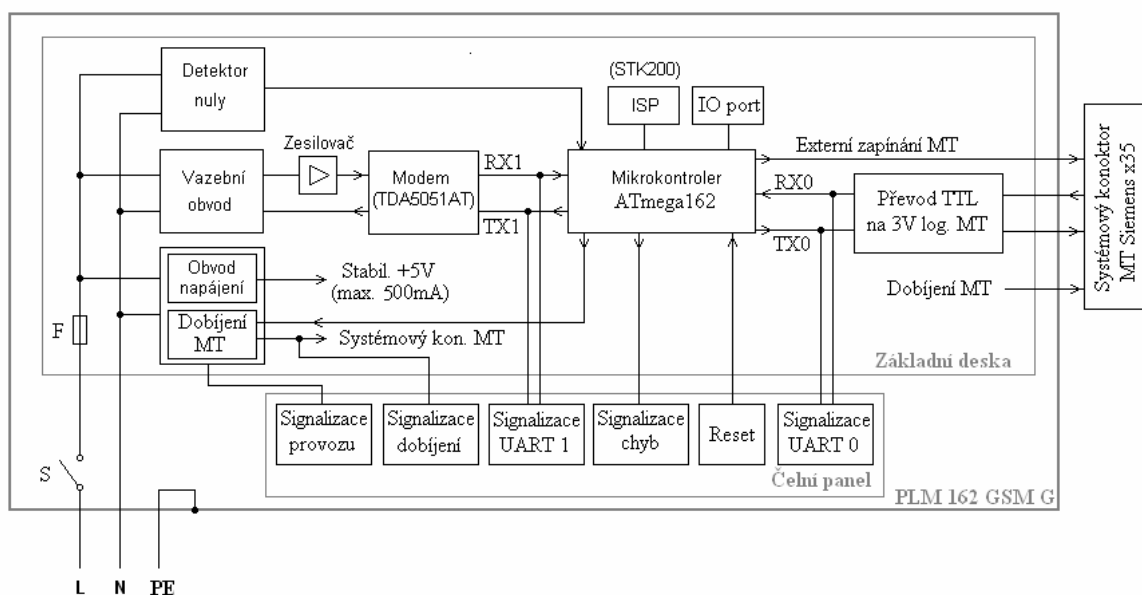
Pro připojení k PC přes rozhraní USB je zařízení PC interface vybaveno obvodem FT8U232BM (lze využít i ekvivalentní obvod FT232BM) od firmy FTDI, který plní funkci převodníku rozhraní UART / USB (obvod FT8U232BM podporuje rozhraní jak USB 1.1 tak rozhraní USB 2.0). Připojení přes rozhraní USB se u jednotky PC interface realizuje USB kabelem typu A-B (kabel, který se standardně používá například pro připojení tiskáren přes USB). Při prvním připojení PC interface k PC přes rozhraní USB počítač oznámí, že bylo nalezeno nové USB zařízení a vyžaduje ovladač. Ovladač k obvodu FT8U232BM lze stáhnout z [www stránek](http://www.ftdi.com) firmy FTDI. Po instalaci ovladačů se na PC vytvoří virtuální sériový port VCP (Virtual Communication Port). Zařízení PC interface komunikuje s PC přes rozhraní USB s využitím tohoto virtuálního sériového portu.

Pro připojení k PC přes rozhraní RS 232 je zařízení PC interface vybaveno obvodem ST232BN, který plní funkci převodníku UART / RS 232. Připojení přes rozhraní RS 232 se u jednotky PC interface realizuje standardním kabelem RS 232 (prodloužení sériového portu, kabel zakončen konektory Cannon 9, zásuvka – vidlice).

Zařízení PC interface (stejně jako GSM brána) má vyvedený jeden vstupně - výstupní port mikrokontroleru (port C). Port s napájením je vyveden konektorem MLW10.

2.2 GSM brána

Na obrázku 3 je znázorněno blokové schéma zařízení „GSM brána“. Zařízení v kombinaci s mobilním telefonem Siemens x35 slouží pro vzdálené ovládání jednotlivých zařízení sběrnice systému přes síť GSM formou SMS zpráv či prozvánění. Zařízení GSM brána zajišťuje i servis připojeného mobilního telefonu (promazávání SMS zpráv a dobíjení akumulátoru mobilního telefonu).



Obrázek 3 Blokové schéma GSM brány

GSM brána je opět sestavená ze dvou modulů. Čelní panel plní obdobné funkce jako u zařízení PC interface. U GSM brány čelní panel dále signalizuje dobíjení mobilního telefonu a chyby komunikace mezi mobilním telefonem a zařízením GSM brány. Modul základní desky opět integruje všechny další funkční bloky zařízení.

Mobilní telefon je spojen s GSM bránou přes systémový konektor. Systémový konektor mobilního telefonu se připojuje stíněným šestižilovým kabelem k základní desce GSM brány. Mobilní telefon komunikuje s mikrokontrolerem GSM brány přes rozhraní UART rychlostí 19200b/s (proto je využit stíněný kabel). Protože mobilní telefony Siemens x35 pracují s třívoltovou logikou, je k UARTu připojen převodník logické úrovně, který pětivoltovou logiku mikrokontroleru převádí na třívoltovou logiku mobilního telefonu. Převodník je tvořen zenerovými diodami a rezistory. Pokud by tento převodník nebyl využit docházelo by k výpadkům signálu mobilního telefonu a telefon by se vypínal.

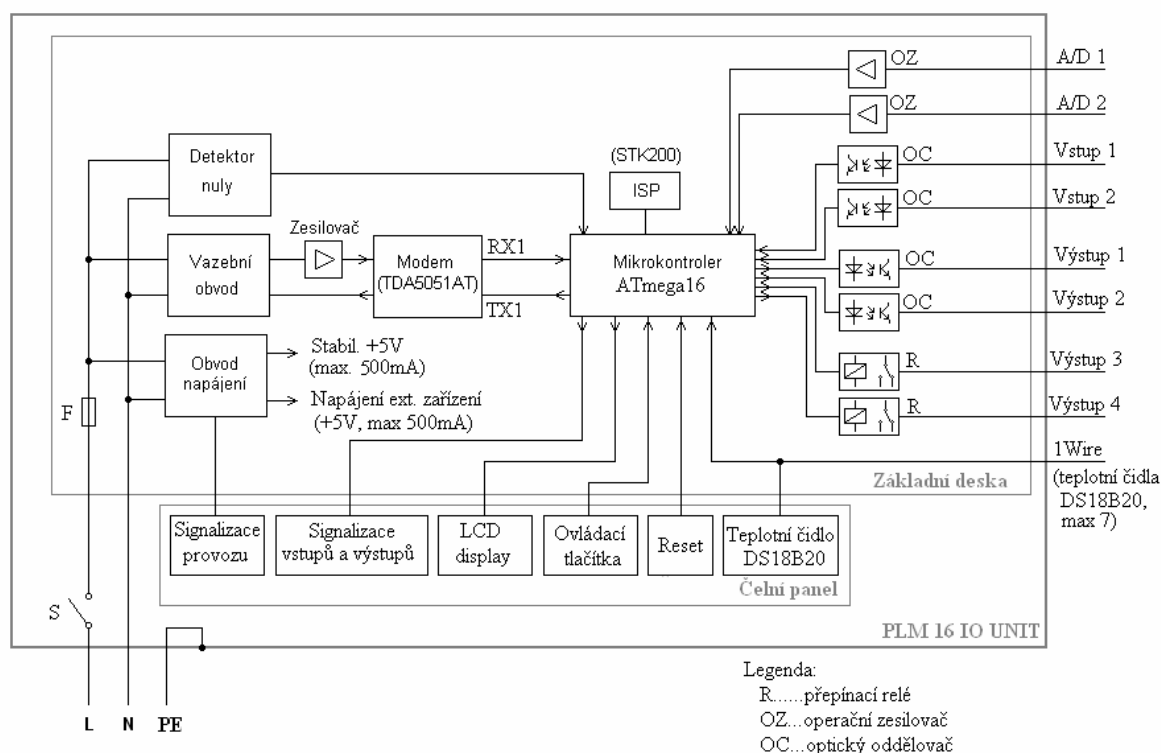
K mobilnímu telefonu je z mikrokontroleru přes systémový konektor přiveden vodič externího zapnutí mobilního telefonu. Je-li na tento vodič přivedena log. 0 a na vodič dobíjení mobilního telefonu je přivedeno napětí (spuštěno dobíjení), telefon se zapne. Pro účely dobíjení akumulátoru mobilního telefonu je zařízení vybaveno obvodem LM2575 (obrázek 3. blok dobíjení mobilního telefonu). Obvod LM2575 plní funkci spínaného stabilizátoru napětí a je ovládán mikrokontrolerem.

Vlastní komunikace GSM brány s mobilním telefonem je řešena tzv. „AT“ příkazy (modemové příkazy pro telefony Siemens x35) /literatura [1]/. Prostřednictvím těchto příkazů GSM brána provádí následující funkce:

- Testuje připojení mobilního telefonu.
- Načítá z mobilního telefonu čas (ve tvaru: hh:mm:ss) a zasílá ho na sběrnici. Mobilní telefon je v provozu i v případě výpadku rozvodné sítě. Vždy po restartu GSM brány (např. po výpadku rozvodné sítě) je z mobilního telefonu načten čas, který je zaslán na sběrnici. Vstupně-výstupní jednotky si následně synchronizují své hodiny z hodinami mobilního telefonu a zobrazují na svém display (v klidovém stavu) čas, který je totožný z časem na display mobilního telefonu.
- Kontroluje stav akumulátoru mobilního telefonu (při úrovni dobití pod 70% je aktivováno dobíjení).
- Načítá ze SIM karty mobilního telefonu telefonní čísla oprávněná k ovládání sběrnice (maximálně 5 telefonních čísel).
- Zjišťuje příchozí volání, vyhodnocuje oprávnění volajícího, ukončuje volání.
- Zjišťuje příchozí SMS, vyhodnocuje oprávnění odesilatele, překládá SMS z formátu PDU na textový řetězec a vyhodnocuje příkaz zadaný SMS zprávou.
- Zjišťuje volné místo v paměti SIM karty mobilního telefonu pro příchozí SMS. V případě, že je v paměti SIM karty místo pro méně než pět příchozích SMS, provádí vymazání všech doručených SMS ze SIM karty.
- Zašle-li, formou SMS, některé z oprávněných čísel příkaz typu dotazu, je mu zaslána zpět SMS s odpovědí. Pro tento účel jsou textové řetězce s odpovědí v mikrokontroleru překládány do formátu PDU a následně mobilním telefonem odesílány jako zprávy SMS.
- Umožňuje formátování SIM karty. V seznamu telefonních čísel SIM karty je vytvořeno pět telefonních čísel ve tvaru: CISLO[1 až 5] „+420 000000000“. „+420“ je národní předvolba, zbývajících šest nul je určeno pro uložení čísla oprávněného k ovládání sběrnice. Při formátování jsou vymazány všechny SMS zprávy ze SIM karty.

2.3 Vstupně-výstupní jednotka

Na obrázku 4 je znázorněno blokové schéma zařízení „Vstupně-výstupní jednotka“. Vstupně-výstupní jednotky jsou klíčovým prvkem celého sběrnicevého systému, slouží pro vlastní ovládání elektrických spotřebičů. Vstupně-výstupní jednotka je opět sestavená z modulů základní desky a čelního panelu.



Obrázek 4 Blokové schéma vstupně-výstupní jednotky

Čelní panel obsahuje LED diody pro optickou signalizaci provozu zařízení a stavu jednotlivých vstupů a výstupů. Dále je osazen LCD displejem a tlačítky (MENU, ENTER, UP, DOWN) pro obsluhu zařízení, přičemž software zařízení byl navržen tak, aby vlastní ovládání bylo intuitivní (tedy aby zařízení mohl obsluhovat každý, kdo zná alespoň základy práce s PC). Tlačítka MENU či ENTER se vstupuje do hlavní nabídky, tlačítka UP a DOWN se realizuje volba položky nabídky a tlačítkem ENTER se potvrzuje volba. Tlačítko MENU slouží pro návrat do předchozí nabídky či pro opuštění hlavní nabídky. V klidovém stavu zařízení (pokud není vyvolána nabídka) je na display zobrazován čas, stav vstupního bufferu a aktivní teplota (viz kapitola 7. Softwarové řešení sběrnice systému). Čelní panel je stejně jako u předchozích zařízení osazen tlačítkem RESET.

Modul základní desky opět integruje všechny další funkční bloky zařízení:

- **A/D převodník.** Zařízení má vyvedeny dva kanály desetibitového A/D převodníku mikrokontroleru. Vstupní měřené analogové napětí v rozsahu -10V až +10V vstupuje do operačního zesilovače (MC1458N, dva OZ v jednom pouzdře) v invertujícím zapojení. Operačním zesilovačem je vstupní měřené napětí převedeno na hodnotu 0 až +5V (A/D převodník mikrokontroleru pracuje pouze s napětím v tomto rozsahu). Upravené napětí je A/D převodníkem mikrokontroleru převedeno na desetibitové celé číslo, jenž je mikrokontrolerem následně přepočítáno na hodnotu vstupního měřeného napětí ve Voltech (reálné číslo zaokrouhlené na jedno desetinné místo) dle vztahů platných pro invertující zapojení operačního zesilovače. Vstupní odpor operačního zesilovače v navrženém invertujícím zapojení je 220kΩ.

- **Opticky oddělené vstupy.** Zařízení disponuje dvěma opticky oddělenými vstupy. Tyto binární vstupy jsou k mikrokontroleru připojeny přes optické oddělovače CNY-17/1. Vstupy jsou aktivovány napětím +5 až +12V, přivedeným na příslušné konektory svorkovnice zařízení.
- **Opticky oddělené výstupy.** Zařízení disponuje dvěma opticky oddělenými binárními výstupy (opět využity optické oddělovače CNY-17/1).
- **Reléové výstupy.** Zařízení disponuje dvěma reléovými výstupy, které jsou obecně určeny pro úlohy přepínání (nikoliv pouze pro spínání či vypínání). Jsou využity přepínací relé RAS0515. Kontakty relé jsou ovládány napětím +5V (udržovací proud 72mA) a jsou dimenzovány na 230V/15A (DPS vstupně-výstupní jednotky je dimenzována pro přepínání maximálně 230V/3A !).
- **Rozhraní 1Wire.** Mikrokontroler umožňuje připojení až osmi teplotních čidel DS18B20 (digitálních teploměrů) společnosti Dallas Semiconductors přes rozhraní 1Wire. Na čelním panelu zařízení je instalováno jedno čidlo DS18B20 (čidlo je umístěno na čelním panelu, aby bylo co nejméně ovlivňováno ztrátovým teplem ze stabilizátorů napětí), tedy k vstupně-výstupní jednotce lze připojit externě dalších sedm čidel DS18B20.
- **Obvod napájení** je u vstupně-výstupní jednotky zdvojen (dva galvanicky oddělené zdroje stabilizovaného napětí). Vstupně-výstupní jednotka je osazena jedním napájecím transformátorem se dvěma sekundárními vinutími (transformátor TRHEI100 230V/2x9V 10VA). Jedno sekundární vinutí v kombinaci s usměrňovačem, stabilizátorem a filtračními kondenzátory slouží pro napájení vlastního zařízení. U tohoto zdroje napětí je stabilizátor osazen hliníkovým chladičem, pro odvod ztrátového tepla (krabice zařízení je na vrchní straně opatřena větracími otvory). Druhé sekundární vinutí opět v kombinaci s usměrňovačem, stabilizátorem a filtračními kondenzátory tvoří stabilizovaný zdroj napětí (+5V, maximálně 500mA) pro napájení externích součástí zařízení (zejména pro účely napájení opticky oddělených vstupů a výstupů).

3 Softwarové řešení sběrnicevého systému

Software navrženého sběrnicevého systému (přesněji software jednotlivých zařízení) byl napsán v jazyce C v prostředí CodeVisionAVR. Software byl řešen dle / literatura [2], [3], [6]/.

Vývojový prostředek CodeVisionAVR obsahuje překladač jazyka C, integrované vývojové prostředí IDE a průvodce (wizard), umožňující automatické generování zdrojového kódu pro mikrokontrolery AVR. Dále obsahuje celou řadu knihovných funkcí. Využití prostředí CodeVisionAVR značně usnadňuje programátorovi práci a čas nutný pro návrh zdrojového kódu.

4 Komunikační protokol

Jednotlivá zařízení navrženého sběrnicevého systému vzájemně komunikují s využitím komunikačního protokolu (nejedná se o standardizovaný komunikační

protokol). Využitý protokol principiálně vychází ze standardu EIB/KNX (ve značně redukované formě). Byl navržen tak, aby vyhovoval účelu sběrnice (vzdálené ovládání spotřebičů), aby vyhovoval hardwarovým možnostem navržených zařízení, dále aby umožnil přidávání dalších zařízení (otevřenost systému) a aby do jisté míry zajistil spolehlivost přenosu.

Navržený komunikační protokol je na modelu ISO/OSI (stejně jako u fieldbusů či jednodušších sériových sběrnic) umístěn mezi aplikační a linkovou vrstvou (dochází k jistému zjednodušení, nejsou využity všechny vrstvy modelu ISO/OSI). Jednotlivá zařízení vzájemně komunikují po sběrnici dle tohoto protokolu formou krátkých datových zpráv, s přesně definovanou strukturou (v terminologii EIB/KNX jsou tyto zprávy nazývány telegramy). Přičemž s ohledem na nízkou přenosovou rychlost sběrnicevého systému (1200bit/s), byl kladen důraz na to, aby četnost odesílaných zpráv byla malá a aby datové zprávy byly krátké (menší náchylnost k chybám přenosu vlivem rušení). Datové zprávy mohou být trojího charakteru. Mohou být určeny pro přenos dat za účelem ovládání zařízení (nejčastější), dále pro přenos dat za účelem konfigurace zařízení, případně mohou mít charakter dotazu (je na ně očekávána odpověď). Struktura datové zprávy je znázorněna v tabulce 1.

Tabulka 1 Struktura datové zprávy

Odesílaný byte:	0	1	2	3	4	5	6	7
Název:	Adresa sběrnice	Adresa odesílatele	Adresa příjemce	Prog. adresa	Skupinová adresa	Data		

Jednotlivé bajty datové zprávy jsou odesílány (resp. přijímány) v pořadí dle tabulky 2, přičemž jejich význam je popsán v následujících kapitolách.

4.1 Adresa sběrnice

Každé zařízení navrženého sběrnicevého systému má v paměti EEPROM uloženou adresu sběrnice. Adresa sběrnice slouží k tomu, aby v rámci jednoho výkonového transformátoru mohlo být instalováno více navržených sběrnicevých systémů (např. v sousedních domech). (Pozn.: amplitudově modulovaný signál modemu TDA5051AT neprochází přes výkonové transformátory.) Přijme-li zařízení navrženého sběrnicevého systému datovou zprávu s adresou sběrnice odlišnou od adresy sběrnice uložené v paměti EEPROM zařízení, datová zpráva není zařízením akceptována. Adresa sběrnice je defaultně u všech zařízení přednastavena na hodnotu 0xFF.

4.2 Fyzické adresy zařízení

Každé zařízení navrženého sběrnicevého systému má v paměti EEPROM uloženou svou fyzickou adresu o velikosti jednoho byte. Fyzické adresy jsou určeny zejména pro účely konfigurace zařízení, vlastní komunikace mezi jednotlivými zařízeními většinou probíhá prostřednictvím skupinových adres (obdobně jako u EIB/KNX).

Adresa 0x00 je vyhrazena pro PC a adresa 0x01 je vyhrazena pro GSM bránu. Adresy 0x02 až 0xFE jsou vyhrazeny pro vstupně-výstupní jednotky (každá vstupně-výstupní jednotka má defaultně, po naprogramování mikrokontroleru, nastavenou adresu

0xFF, ta musí být při konfiguraci změněna). Z tohoto adresování vyplývá i maximální počet zařízení sběrnice. Na sběrnici může být instalováno teoreticky až 252 vstupně-výstupních jednotek, jedna GSM-brána a jedno zařízení PC interface.

Odesílá-li zařízení datovou zprávu vloží svou adresu na pozici adresy odesilatele. Zná-li adresu příjemce vloží ji na pozici adresy příjemce. Pokud odesílatel nezná adresu příjemce vloží na pozici adresy příjemce adresu 0xFF (taková zpráva je pak určena všem zařízením). Odeslaná datová zpráva je následně přijata všemi zařízením (včetně odesilatele). Na přijímací straně je vyhodnocována adresa příjemce. Je-li adresa příjemce odlišná a od fyzické adresy příslušného zařízení a současně je odlišná od 0xFF není příslušným zařízením akceptována.

4.3 Programovací adresy a skupinové adresy

Všechna navržená zařízení (s výjimkou PC interface) mají v paměti EEPROM (v mikrokontroleru) uloženo jednorozměrné pole skupinových (resp. funkčních) adres. Na nulté pozici tohoto pole je uložena adresa sběrnice, na první pozici je uložena fyzická adresa zařízení. Všechny ostatní pozice reprezentují určité funkce zařízení (jsou defaultně nastaveny na hodnotu 0xFF).

Programovací adresa je výhradně vyžita při konfiguraci jednotlivých zařízení (při normální komunikaci musí být nastavena na hodnotu 0xFF). Programovací adresa, při konfiguraci příslušného zařízení představuje index (pozici) pole skupinových adres, na který má být uložena nová skupinová adresa.

Vlastní vzájemná komunikace mezi zařízením pak probíhá zejména prostřednictvím skupinových adres, což umožňuje jednou datovou zprávou ovládat současně větší počet jednotek (malá četnost odesílaných zpráv) a dále odesílatel nemusí bezpodmínečně znát fyzickou adresu příjemce (snadnější konfigurace jednotlivých zařízení a menší nároky na paměť EEPROM).

4.4 Odesílaná data

Po sběrnici jsou přenášena data ve tvaru celých čísel (signed integer), tedy přesněji jejich desetinasobek, to aby byl umožněn přenos reálných čísel zaokrouhlených na jedno desetinné místo (toto řešení je pro potřeby sběrnice vyhovující). K tomu účelu slouží pátý a šestý byte datové zprávy (indexování bajtů je od nuly). Poslední, sedmý byte datové zprávy slouží pro přenos času po sběrnici (5. byte hodiny, 6. byte minuty, 7. byte sekundy). Sedmý byte datové zprávy je dále využíván zařízením GSM brána. GSM brána tento byte využívá pro index oprávněného telefonního čísla (index telefonního čísla na SIM kartě mobilního telefonu), prostřednictvím kterého byla datová zpráva na sběrnici odeslána (resp. na které číslo mají být data formou SMS zaslány). S výjimkou uvedených případů není sedmý byte datové zprávy využíván a namísto něj je odesílána hodnota 0x00.

Má-li odesílaná datová zpráva charakter dotazu nebo je-li určena pro konfiguraci zařízení (data není zapotřebí přenášet) je vždy odesláno osm bajtů, přičemž datové bajty jsou tvořeny nulami (na jejich hodnotě nezáleží). Přijmou-li zařízení nekompletní datovou zprávu, považují ji za chybnou a neakceptují ji.

ZÁVĚR

V této práci byla navržena a prakticky realizována zařízení, která umožňují vzájemnou komunikaci přes rozvodnou síť v rámci rodinného domu. Navržená zařízení pracují na sběrnicovém principu, přičemž vlastní sběrnice je tvořena rozvodnou sítí 230V. Navržený sběrnicový systém je určen zejména pro vzdálené ovládání elektrických spotřebičů. Systém umožňuje ovládat elektrické spotřebiče s využitím sítě GSM, s využitím osobního počítače či přímo ze vstupně-výstupních jednotek, dále umožňuje některé úlohy řešit plně automatizovaně.

Aplikace navrženého systému přispěje ke zjednodušení elektroinstalace a do jisté míry přispěje i ke zvýšení komfortu uživatelů. Výhodou navrženého systému je rovněž skutečnost, že jednotlivé vstupy a výstupy jsou spojeny pouze softwarově a tak se elektroinstalace stává flexibilní, případné požadavky na změny lze řešit pouze změnou konfigurace zařízení. Jako výhodou navrženého systému lze uvést i jeho nízkou cenu, v porovnání s jinými obdobnými systémy.

Navržený systém by obecně mohl nalézt široké uplatnění v oblasti technologie budov a to zejména tam, kde je zapotřebí řešit úlohy vzdáleného ovládání, případně monitorování. Například ovládání a monitorování vytápění, klimatizace, osvětlení atd.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FLAJAR, T.: GSM alarm – přenos poplachu na mobilní telefon. Praha, Ben, 2005.
- [2] VÁŇA, V.: Atmel AVR programování v jazyce C. Praha, Ben, 2003.
- [3] BURKHARD, M.: C pro mikrokontrolery. Praha, Ben, 2003.
- [4] HAVLOVIC, K.: Moduly pro komunikaci po silovém vedení 230V. Bakalářská práce, ČVUT Praha, 2005
- [5] ČSN EN 50065-1, Signalizace v instalacích nízkého napětí v kmitočtovém rozsahu od 3kHz do 148,5kHz
- [6] FOLTÝN, P.: Dokumentace k vývojovému kitu SDKmega16, 2005

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ASK	Amplitude Shift Keying
DPS	Deska plošných spojů
GSM	Global System for Mobile Communication
IDE	Integrated Development Environment
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
PDU	Protocol Description Unit
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
UART	Universal Asynchronous Receiver and Transmitter
USB	Universal Serial Bus
VCP	Virtual Communication Port