

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

Modul monitorování a řízení dislokovaných provozů.
Control and Monitor Module for Relocated Facility

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lukáš Švec**

Studijní program: N2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2612T025 Informatika a výpočetní technika

Téma: **Modul monitorování a řízení dislokovaných provozů.
Control and Monitor Module for Relocated Facility**

Zásady pro vypracování:

Návrhněte a realizujte GSM modul pro monitorování a řízení techniky v dislokovaných provozech pomocí obousměrné komunikace probíhající přes SMS. Modul bude nastavitelný přes sériové rozhraní a pomocí SMS bude ovládání omezeno jen na vybrané činnosti.

1. Analyzujte požeby řídicích systémů dislokovaných provozů.
2. Vyberte vhodné a dostupné technické prostředky pro realizaci monitorovacího modulu.
3. Navrhněte a realizujte zapojení prototypového zařízení.
4. Narhněte a realizujte programové vybavení řídicího mikropočítače.
5. Otestujte navržené zařízení v některém z vybraných provozů.
6. Závěr, zhodnocení, přínosy.

Seznam doporučené odborné literatury:

Technologický popis dislokovaných pracovišť.
Datové listy vybraných součástek a zvolených standardů.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Olivka**

Datum zadání: 16.11.2012
Datum odevzdání: 07.05.2013



doc. Dr. Ing. Eduard Sojka
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lukáš Švec', written in a cursive style.

Bc. Lukáš Švec

Poděkování

Děkuji Ing. Petru Olivkovi za trpělivost, cenné rady a připomínky, kterých se mi dostalo při psaní této diplomové práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá návrhem a realizací přístroje pro monitorování a řízení dislokovaných pracovišť přes GSM síť pomocí SMS, založeném na mikroprocesoru od společnosti Atmel z řady AVR, který je programovaný v C pro mikrokontroléry.

Část práce se také zabývá analýzou potřeb dislokovaných pracovišť, které jsem nasbíral za svou praxi.

Klíčová slova

mikrokontrolér, dislokované pracoviště, Atmel, AVR, Atmega8, Atmega644, sériová linka, GSM, SMS, Siemens, Cinterion, programovací jazyk C, bitové operace, AD převodník

Abstract

This thesis describes the design and implementation of instruments for monitoring and management of remote workstations via SMS using GSM network, based on a microprocessor Atmel AVR series which is programmed in C for microcontrollers.

Part of the thesis deals with the analysis of the needs of remote workstations from my practice.

Keywords

microcontroller, relocated facility, Atmel, AVR, Atmega8, Atmega644, serial line, GSM, SMS, Siemens, Cinterion, C programming language, bit operations, AD convertor

Seznam použitých zkratek

DC - (Direct current) Stejnoseměrný proud

AVR - (Advanced Virtual RISC nebo Alf and Vegard RISC) Skupina mikrokontrolérů výrobce Atmel

ADC/AD převodník - (Analog/Digital Converter) Analogově digitální převodník

EEPROM - (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) Také E2PROM - elektronicky přepisovatelná programovatelná paměť ROM

USART - (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter) Rozhraní pro obousměrný sériový přenos dat

RS232 - (Recommend Standard number 232) - Standart pro komunikaci přes sériový port

GSM - (z fr. Groupe Spécial Mobile) Globální Systém pro Mobilní komunikaci

SMS - (Smart Message Service) Krátká textová zpráva

SIM - (Subscriber Information Module) Klientská identifikační karta, která slouží pro identifikaci účastníka v mobilní síti

LED - (Light Emitted Diode) Polovodičová dioda emitující světlo

LCD - (Liquid Crystal Display) Displej z tekutých krystalů

MCU - (MicroController Unit) jednotka mikrokontroléru

TTL - (Transistor Transistor logic) Tranzistorově tranzistorová logika, technologie integrovaných obvodů

Pull-up/down - (překlad táhnout nahoru/dolů) Označuje odpor, který má za úkol stáhnout vstupní pin k určité logické úrovni

DPS - Deska plošných spojů

SMD - (Surface Mounted Device) Součástka pro povrchovou montáž

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Potřeby dislokovaných pracovišť	9
2.1	Dostatečný signál	9
2.2	Počet vstupů, způsob ovládání a galvanické oddělení	9
2.3	Počet a typ výstupů a způsob jejich použití	9
2.4	Přítomnost elektrického proudu	10
3	Prostředky pro realizaci	11
3.1	GSM.....	11
3.2	Mikroprocesor.....	11
3.3	LCD.....	12
3.4	Napájecí adaptér.....	12
3.5	Obvod galvanického oddělení vstupů	12
3.6	Výstupní relé	12
3.7	Převodník pro sériovou komunikaci	12
4	Návrh HW.....	13
4.1	Napájecí část	13
4.2	Záložní akumulátor	13
4.3	Logická část	13
4.4	Vstupní část.....	14
4.5	Výstupní část.....	15
5	Návrh SW.....	17
5.1	Komunikace s GSM.....	17
5.1.1	Odeslání SMS AT+CMGS - PDU formát.....	18
5.1.2	Příjem SMS AT+CMGR - PDU formát.....	20
5.1.3	Ovládání přístroje pomocí SMS	22
5.2	Nastavení přístroje EEPROM	23
5.2.1	Telefonní čísla - Cislo[[[14].....	23
5.2.2	Zapnutí a použití vstupu - In	23
5.2.3	Indexová proměnná - odeslaniKO.....	24
5.2.4	Zapnutí a použití výstupů - Out	24
5.2.5	Časovač/zpoždění výstupu - casovacOut	24

5.2.6	Zpoždění vstupů/výstupů (doba sepnutí) - zpIn[], zpOut[]	24
5.2.7	Texty SMS zpráv - zOK[][25], zKO[][25].....	25
5.2.8	Klíčová slova/texty pro ovládání pomocí SMS - klicIn[][25], klicOut[][25]	25
5.3	Nastavení přístroje přes sériovou linku	26
5.3.1	Nastavená telefonní čísla.....	26
5.3.2	Nastavení vstupu	26
5.3.3	Nastavení použití vstupu/výstupu	26
5.3.4	Nastavení výstupu	27
5.3.5	Nastavení časovače/zpoždění výstupu	27
5.3.6	Nastavení časového intervalu zpoždění/časovače pro vstupy/výstupy	27
5.3.7	Nastavení textu odesílaných SMS zpráv	27
5.3.8	Nastavení klíčových SMS zpráv pro ovládání vstupů/výstupů.....	27
5.3.9	Log	28
5.3.10	Vypnutí podsvícení LCD při problému na vstupu 3	28
5.4	Omezení funkčnosti přístroje přes SMS.....	28
5.5	Log	31
5.5.1	Události zaznamenávány do logu.....	31
5.5.2	Chybové proměnné	33
5.6	Zobrazení stavu přístroje.....	35
5.6.1	Výpis vstupů.....	35
5.6.2	Výpis výstupů.....	35
5.6.3	Stavový řádek.....	35
5.7	Rozhodovací části programu.....	36
5.7.1	Vstupní rozhodovací část	36
5.7.2	Výstupní rozhodovací část	38
6	Otestování zařízení.....	40
6.1	Otestování na pstruhařské líhni v Okrouhlici.....	40
6.2	Poznatky.....	41
7	Závěr	42
7.1	Nevýhody, podněty k rozšíření	42
7.2	Závěrečné zhodnocení práce	43
	Použitá Literatura.....	44

1 Úvod

Úkolem diplomové práce je vytvořit zařízení pro vzdálené sledování a ovládání přístrojů přes SMS. K tomuto tématu mě přivedla samotná praxe na nedalekých pstruhařstvích, kde bylo, převážně v létě, nutné bedlivě sledovat hodnotu kyslíku ve vodě. Při poklesu hodnoty kyslíku pod minimum hrozí úhyn ryb mnohdy za několik set tisíc korun. Při pohledu na takovou zkázu je pak cena nějakého zařízení s informační funkcí prakticky zanedbatelná, i když většinou to majitelé bohužel pochopí, až když je příliš pozdě.

Přístroj bude možné pomocí SMS i ovládat. Bude tak možné vyřadit z upozorňování vstup, na kterém je porucha, nebo na kterém kolísá hodnota, která pro nás v daný okamžik není důležitá. Zároveň bude možné poslat si požadavek o odeslání informační SMS, ve které bude vedle stavu vstupů a výstupů i právě změřený signál GSM sítě a informace o připojené baterii. Díky baterii bude možné přístrojem sledovat výpadky elektrické energie, popřípadě sledovat hodnoty, na které její výpadky nemají vliv.

Celý stav přístroje bude vidět na velkém, podsvíceném znakovém LCD displeji 4x20 znaků, což zjednoduší přehled o celém zařízení.

Do návrhu přístroje budou rovněž zapracovány galvanicky oddělené vstupy, díky nimž při problémech v elektrické síti hrozí menší riziko nevratného zničení celého přístroje.

Vedle informování je do návrhu přístroje zahrnuto i ovládání přístrojů pomocí relé. Tato funkce může sloužit od ovládání světel až po řízení chemických procesů, které jsou pro některé provozy alfou a omegou.

První kapitola této diplomové práce se zabývá potřebami dislokovaných pracovišť. Popisují zde hlavně pracoviště, na kterých by byla potřeba využít takový přístroj a taková opatření, se kterými jsem se za dobu své praxe setkal.

V druhé kapitole se věnuji výběru potřebných součástí pro realizaci přístroje.

Třetí kapitola se zabývá samotným návrhem hardwarové části. Je zde podrobněji popsáno samotné zapojení a úloha jednotlivých komponent.

Ve čtvrté části práce se věnuji návrhu softwaru přístroje. V této kapitole je názorně vysvětlena komunikace s GSM modulem a také obsahuje vývojové diagramy nejdůležitějších částí programu.

Následující kapitola obsahuje poznatky z otestování přístroje v provozu pstruhařské líhně v Okrouhlici, kde byl přístroj na více jak měsíčním otestování.

V závěru práce se zabývám zhodnocením celé práce, rozebírám zvláště nedostatky a výhody přístroje. Dále je tato kapitola věnována možnostmi zlepšení přístroje.

2 Potřeby dislokovaných pracovišť

Jak bylo naznačeno v úvodu, zařízení bude vytvářeno pro potřeby pracovišť, se kterými jsem se setkal při mé praxi - tedy rybářské líhně, menší bezobslužné čistírny odpadních vod, případně úpravny vod, dále přečerpávací stanice a podobně. Ale samozřejmě bude možné použití i jinde a to od obchodů a skladů až po domácnost.

Při návrhu byl kladen důraz na několik důležitých aspektů.

2.1 Dostatečný signál

Většina výše uvedených pracovišť se nachází v místech slabého signálu. To je hlavní důvod použití GSM modulu s vyměnitelnou anténou s možností prodlužovacího kabelu. Přístroj tak může být v bezpečí budovy a anténa se podle potřeby umístí na místo s lepším signálem.

Tento bod samozřejmě nevylučuje použití mobilního telefonu, obzvlášť s ohledem na cenu, která se u bazarových kousků mnohdy pohybuje pod hranicí pořizovací ceny GSM terminálu. Vzájemná kompatibilita v ovládání mobilních telefonů značky Siemens a terminálů stejné značky potažmo jejich klonů mě přesvědčila o vhodnosti jejich použití.

2.2 Počet vstupů, způsob ovládání a galvanické oddělení

Nejčastějším typem výstupu na uvedených pracovištích byly reléové výstupy pro komplexnost jejich využití. Na takový výstup se dá snadno připojit zařízení napájené standardní elektrickou sítí nebo i zařízení s TTL logikou. V takové situaci je použití vstupu s pull-up rezistorem vhodnou volbou.

Počet vstupů jsem zvolil v ohledu na nejčastější potřeby na uvedených lokalitách, kdy jsem se nejčastěji dostal k počtu 4 vstupů.

U reléových výstupů jsou dva možné stavy indikace problému. Buď je při klidovém stavu relé sepnuté, nebo rozepnuté. Na tuto skutečnost je potřeba operativně reagovat. Proto byla hned na začátku do návrhu zapracována možnost negování vstupu.

V neposlední řadě bylo potřeba vstupy galvanicky oddělit. V případě přepětí v síti se tak nezničí celý přístroj ale pouze jednoduše vyměnitelný obvod v ceně pár korun.

2.3 Počet a typ výstupů a způsob jejich použití

Vzhledem k použití reléových výstupů u sledovaných přístrojů bude vhodné použít je i u výstupů GSM alarmu.

Nejčastějším požadavkem uživatelů na počet výstupů byly alespoň 2. Pro možnosti dalšího rozšíření bude i zde počet výstupů stejný jako vstupů, tedy čtyři.

Podobně jako u vstupu je i na výstupu třeba zvolit logiku spínání konkrétního relé, což byla další výhoda jejich použití, jelikož mají jak spínací tak rozpínací kontakty.

2.4 Přítomnost elektrického proudu

Pro mnohé provozy je alfou a omegou přítomnost elektrické energie a v případě jejího výpadku tak musí dojít k informování příslušných osob. Tento problém bude vyřešen vcelku jednoduše připojením malého 1,3 Ah olověného akumulátoru, který do zařízení bude připojen v režimu stand-by.

3 Prostředky pro realizaci

3.1 GSM

Zařízení je konstruováno pro komunikaci s GSM terminály siemens (cinterion či netkom), případně s mobilními telefony této značky, které se už bohužel nevyrábějí. Výhodou použití těchto přístrojů je nenáročnost na uvedení do provozu, kdy při použití samotného GSM modulu (který je součástí terminálu) by bylo nutné použití speciálního konektoru, do kterého se připojí GSM modul. Tento konektor má malou rozteč pinů a tím pádem by nebylo možné použít podomácku vytvořenou desku plošného spoje. Navíc by bylo nutné vyřešit slot pro SIM kartu, konektor pro připojení antény a další. Terminál má klasický konektor pro sériový port Canon 9 pin, RJ 11 pro napájení a také klasický anténní konektor. Další výhodou terminálu je HW obsluhu SIM karty, pro kterou je zde připravený slot.

V případě použití telefonu siemens je dobré k němu mít datový kabel nejlépe s nabíjením. Vzhledem k tomu, že společnost přibližně od roku 1998 používala jeden typ konektoru, který v roce 2003 pouze mírně obměnila, by neměl být problém tento kabel sehnat, popřípadě ho vyrobit či upravit.



Obrázek 1: GSM modem (Cinterion-Netkom) ES75

3.2 Mikroprocesor

Hlavní součástí celého přístroje je mikroprocesor Atmel Atmega644. Díky velkému počtu vstupně výstupních pinů bylo možné vše vytvořit s použitím jediného MCU pro celé zařízení. Původně byl v návrhu Atmega 8, který ale neobstál díky malému počtu pinů a celkově malé paměti.

Procesor disponuje 64kB programové paměti, 4kB datové paměti SRAM a také 2kB EEPROM paměti, ve které bude uložena celá konfigurace přístroje a také log. Navíc je možné k procesoru připojit krystal až o frekvenci 20 MHz. Z dalších využitých vlastností nelze opomenout 10 bitový AD převodník, sériový port a také dvojici 8 bitových a jeden 16 bitový časovač.

3.3 LCD

Pro potřeby zobrazení byl vybrán velký, znakový, podsvícený LCD displej 4*20 znaků. Hlavním požadavkem bylo zobrazení celé konfigurace přístroje staticky na celém displeji.

3.4 Napájecí adaptér

Celý přístroj bude napájen z jediného napájecího zdroje. Vzhledem k připojené baterii v režimu stand-by bylo potřeba, aby byl vhodně dimenzován. Proto jsem nakonec zvolil napájecí adaptér s parametry 15V a 1,6A.

Napájení GSM terminálu, ke kterému se standardně dodává adaptér s 12V a 0,6 A bude nahrazeno krátkým kabelem s koncovkou RJ 11. Terminál obsahuje vlastní stabilizátor, takže nebylo potřeba nějak redukovat napětí z výše uvedeného adaptéru. Navíc díky tomu je možné i použití záložní baterie, kdy GSM terminál pracuje už zhruba od 7 V.

3.5 Obvod galvanického oddělení vstupů

Pro galvanické oddělení vstupů byl nakonec vybrán integrovaný obvod LTV847, který obsahuje 4 x optočlen s tranzistorem s izolační pevností 5kV.

Dále bylo potřeba galvanicky oddělit zdroj stejnosměrného napětí 5V, pro napájení vstupů, které obstarává DC-DC měnič AM1S-0505SZ od společnosti Aimtec s izolační pevností 1kV (3kV s verzí 0505SH30).

Vzhledem k tomu, že jsou oba obvody galvanického oddělení vloženy v precizních patcích, je jejich případná výměna jednoduchá a zvládne ji i laik.

3.6 Výstupní relé

Po zvážení všech požadavků na spínaný výstupní výkon jsem se postupně dopracoval až k použití relé RAS-1215, jehož kontakty jsou dimenzovány na 10A při 250V střídavého napětí. Pro připojení obvyklých zařízení tyto parametry dostatečně vyhovují a složitější (jako dmyhadla, čerpadla atp.) jsou stejně spínána přes ovládací prvek, kterému použítá relé vyhoví také.

3.7 Převodník pro sériovou komunikaci

Pro zjednodušení jsem jako převodník TTL úrovní na RS232 použil integrovaný obvod MAX232IN od společnosti Texas Instruments, který je napájený 5V.

4 Návrh HW

4.1 Napájecí část

Napájení přístroje je možné připojit třemi způsoby. Pomocí 15V stejnosměrného zdroje s proudovým zatížením okolo 500mA bez použití baterie, nebo minimálně 1A při použití baterie. Připojitelného buď pomocí klasické dvoudrátové svorkovnice, nebo pomocí sousého konektoru 5,5x2,1 mm.

Třetí možností napájení je připojení olověného 12V akumulátoru.

Napětí 15V z adaptéru se nejdříve sníží pomocí usměrňovacích diod, které musí být dimenzované na maximální proud dodaný napájecím zdrojem. Použil jsem diody BY299, které mají maximální proud $I_F = 2A$, pro dodaný zdroj 15V 1,6A tedy vyhoví. Na každé diodě vznikne úbytek napětí 0,6V, čímž je upraveno napájecí napětí pro potřeby akumulátoru.

Dále už následuje pouze vyfiltrování přes kondenzátory a stabilizace napětí přes obvod 7805.

4.2 Záložní akumulátor

Jak už bylo výše uvedeno, záložní akumulátor je připojen k zařízení v režimu stand-by, jehož výhodou je absence nabíječky. Je tedy trvale připojen na zdroj s napětím 13,8V (za usměrňovacími diodami) a v případě výpadku napájí celé zařízení. Navíc je možné dále monitorovat i řídit ostatní přístroje, jelikož je zařízení neustále funkční.

Nebezpečným by se pro baterii mohlo stát její vybití pod 10,5V, kdy dochází k masivní sulfataci a tím i k velké ztrátě kapacity. Proto je nutné při nízkém napětí baterie snížit odběr proudu na minimum. Tuto problematiku jsem se rozhodl vyřešit pouze programově, vypnutím všech nepotřebných částí hardwaru (GSM a podsvícení LCD) a všech nepotřebných komponent mikroprocesoru (jako jsou časovače, nepotřebné výstupy atd.). Jelikož programově nejsem schopen zaručit nulový odběr z akumulátoru, tak vypnutí všech zmíněných částí proběhne už při napětí 12V, kdy je poté odběr z akumulátoru 60 mA. Doba potřebná k vybití plně nabitého akumulátoru k hranici vypnutí je zhruba 13 hodin.

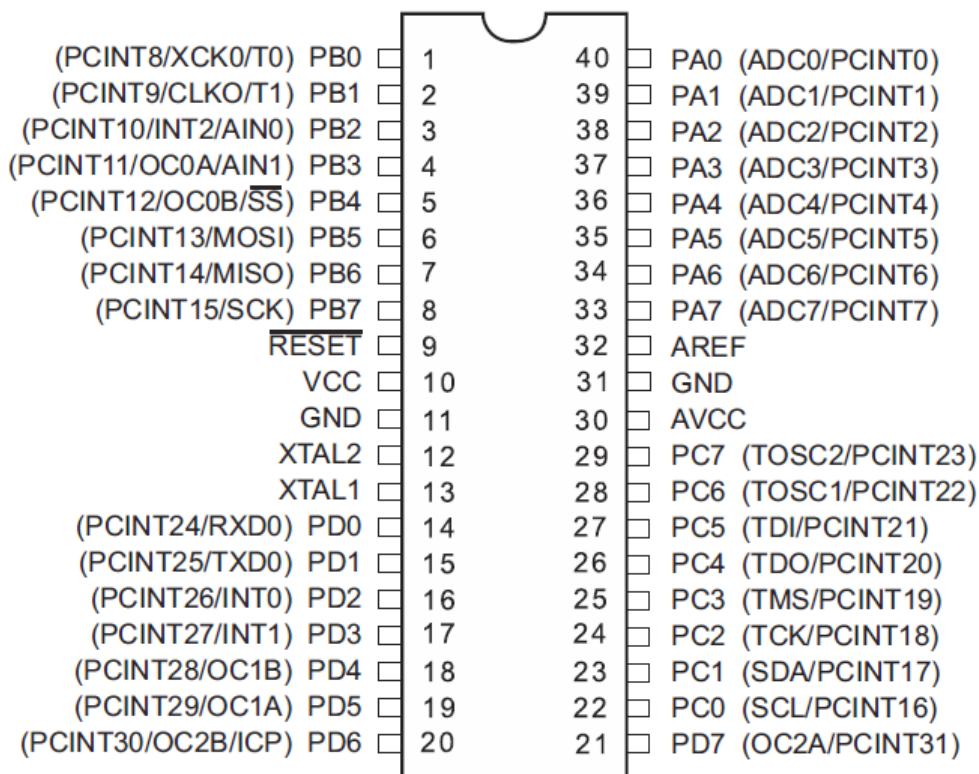
4.3 Logická část

Tuto část zastupuje především mikroprocesor Atmega644 20PU, který je srdcem celého přístroje. Dále je tu převodník pro sériovou komunikaci MAX232IN, zapojen podle katalogového zapojení, krystal 1,8432 MHz, spínací tranzistory BS170 pro podsvícení LCD, ovládání GSM terminálu a také pro každý relé výstup. Také se zde nachází dvojice konektoru Canon 9 pin pro nastavení přístroje přes sériovou linku a kabel s konektorem pro připojení do GSM terminálu, případně pro spojení s mobilním telefonem.

Napájení GSM terminálu je oproti původnímu návrhu zjednodušeno i pro použití levnějších GSM modemů. Ty se vzájemně liší absencí inicializačního a vypínacího vodiče. Proto jsem použil zapojení, které vyhoví oběma přístrojům. Změna spočívá v přidání tranzistoru BS170,

který terminál uzemní v případě zapnutí, spolu s tím dojde i k uzemnění zemního pinu sériového konektoru.

Atmega644 je pomocí 1nF kondenzátoru na pinech AREF a GND hardwarově nastaven pro použití vnitřní reference +5V pro AD převodník. Na jeho kanál č. 7 je připojen dělič napětí pro měření napětí na záložním akumulátoru. Vzhledem k připojení akumulátoru v režimu stand-by není bohužel možné zjistit nepřipojenou baterii. Přes dělič napětí se při nepřipojené baterii změní napětí zdroje. Není tedy rozdíl mezi připojenou plně nabitou baterií a nepřipojenou baterií - což ovšem nevadí, měření napětí na baterii je zde hlavně z důvodů kontroly jejího přílišného vybití. Pokud dojde k poklesu napětí pod 12V, dojde k odstavení celého přístroje včetně samotného procesoru, kde dojde k vypnutí nepotřebných periférií a až po obnovení dodávky elektrické energie se restartuje celý přístroj a funkčnost bude opět obnovena.



Obrázek 2: Rozmístění vývodů MCU Atmega644

4.4 Vstupní část

Vstupní část tvoří galvanické oddělení tvořené trojicí integrovaných obvodů aimtec S0505SZ, LTV847 a LTV817. DC-DC měnič zde slouží pro galvanické oddělení zdroje +5V. LTV847 je zde pro galvanické oddělení samotných vstupů. A konečně LTV817, které nám dává informaci o existenci galvanicky odděleného napětí +5V. Bez tohoto obvodu by procesor neměl informaci o správné funkčnosti DC-DC měniče a tím pádem by se přístroj neustále tvářil, že je na straně vstupů vše OK.

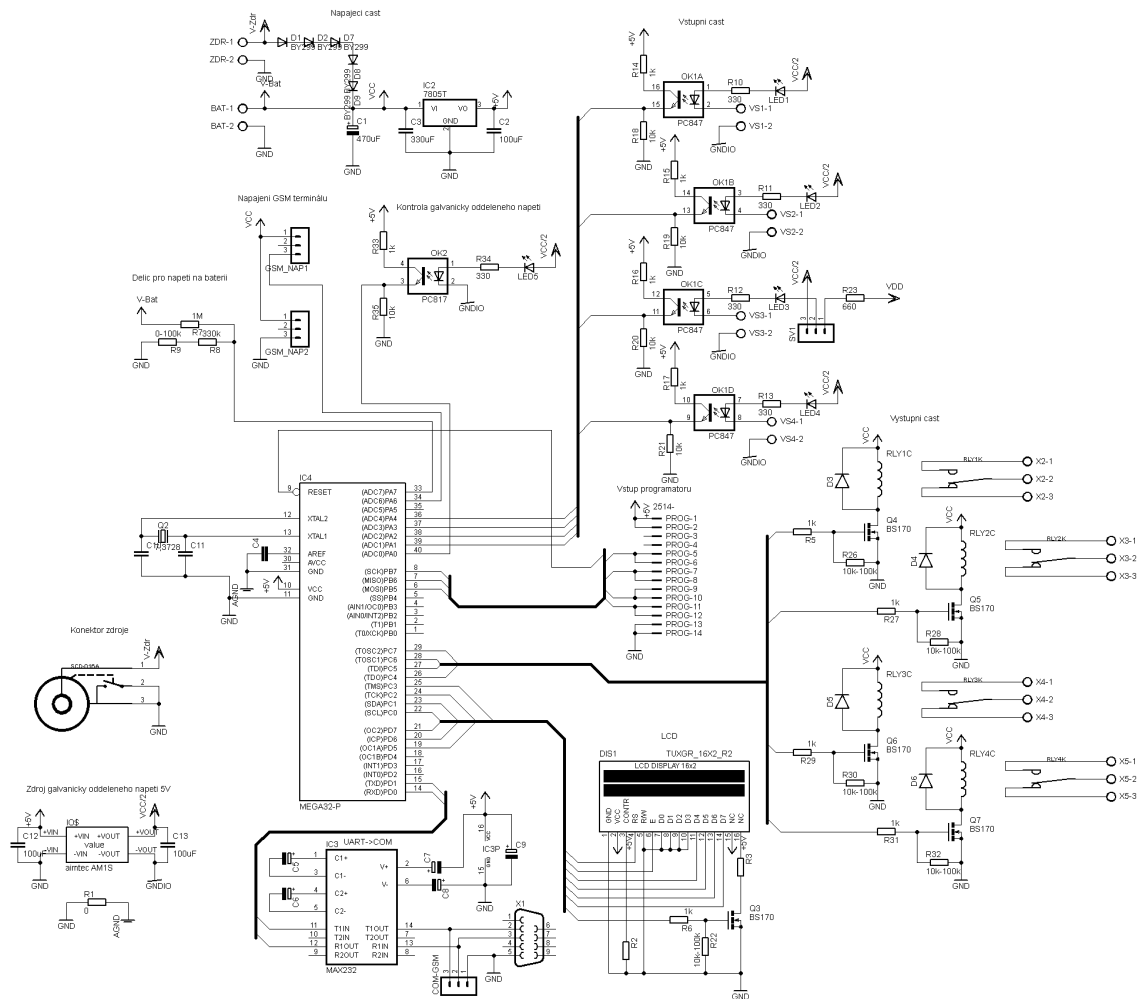
Neméně důležitou složkou vstupní části jsou svorkovnice a indikační LED diody. Tyto diody odrážejí chování připojeného zařízení, bez případné negace, která se provádí až v samotném procesoru. Vstupní svorky jsou připojeny tak, že každá druhá je na společné galvanicky oddělené zemi.

U třetího vstupu je navíc pamatováno na jednoduché zjištění, jestli je dostupná elektrická síť, či nikoli. Tato skutečnost se zjišťuje přítomností napájecího napětí před výše zmíněnými usměrňovacími diodami BY299 a samozřejmě přes příslušný předřadný odpor. Nastavení této funkčnosti probíhá pomocí dvojice jumperů. V případě druhého zapojení má vstup stejnou funkčnost jako ostatní vstupy. Význam zapojení jumperů je vyobrazen na DPS.

4.5 Výstupní část

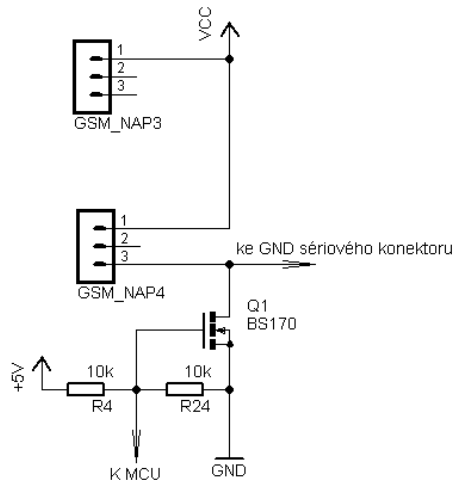
Výstupní část tvoří relé RAS-1215, která jsou spínána přes unipolární tranzistory s N kanálem BS170. Jako ochranná dioda proti proražení tranzistoru při odpojování relé je připojená na vstupní svorky relé dioda 1N4148.

Na výstupní svorky jsou vyvedené všechny kontakty relé. Lze tedy použít jak spínací tak rozpínací kontakty.



Obrázek 3: Schéma zapojení

Změna napajeni pro GSM modem



Obrázek 4: Změna zapojení napajeni pro GSM modemy
první trojice kontaktů je na schématu označena GSM_NAP3
druhá GSM_NAP4

5 Návrh SW

Program pro mikrokontrolér Atmega644 jsem se rozhodl psát v jazyce C pro AVR. Tento programovací jazyk mi je jednak dobře znám z bakalářské práce a také z praxe. Jako kompilátor jsem použil CodeVisionAVR, který se od standardně (a zdarma) dodávaného AVR studia vyznačuje drobnými odlišnostmi v syntaxi, a také lze u něj použít nastavovacího průvodce pro jednotlivé komponenty mikrokontroléru.

Program je pro přehlednost členěný do několika souborů.

GSM

Obsahuje proměnné a funkce pro práci s GSM terminálem nebo mobilním telefonem. Jsou zde i funkce pro ovládání přístroje pomocí SMS, pro práci s PDU formátem a také pro restart GSM a celého zařízení.

USART

V tomto souboru se nachází pouze funkce spojené s komunikací přes sériovou linku mikrokontroléru. Pro komunikaci jak s PC, tak s GSM je použit asynchronní režim s rychlostí 9600 baudu s 8 datovými bity a jedním stop bitem.

nastavení

Obsahuje proměnné s kompletním nastavením přístroje, které jsou hlavně v EEPROM paměti spolu s pamětí pro log. Dále funkce jak pro nastavení, tak pro práci s logem.

LCD

Zde se nacházejí funkce pro práci s LCD displejem.

main

Hlavní část programu, kde jsou hlavní rozhodovací funkce. Je zde také definována práce se záložním akumulátorem.

5.1 Komunikace s GSM

S GSM se komunikuje pomocí AT příkazů, jejichž výpis je vždy ke konkrétní modelové řadě v katalogovém listu. Pro každý model byla bohužel provedena nějaká změna, ale naštěstí základní příkazy jsou většinou stejné. V aplikaci jsou použity příkazy:

AT	otestování komunikace s GSM
ATH	zavěšení hovoru
AT+CSQ	zjištění signálu
AT+CPMS	definice paměti SMS
AT+CMGR	čtení SMS na určité pozici
AT+CMGS	odeslání SMS
AT+CMGD	smazání SMS

Komunikace ve valné většině příkazů probíhá tak, že přístroj odešle příkaz do GSM, který je ukončen znakem CR (znak 13 ASCII tabulky), ten mu příkaz zopakuje i s ukončovacím znakem. Následuje odpověď na daný příkaz, která je uvozena a ukončena znaky CR FL (tedy

znaky 13 a 10 ASCII tabulky), poté v některých případech ještě následuje sekvence OK, která je opět uvozena a ukončena znaky CR LF.

Veškeré tyto příkazy jsou jako textové řetězce uloženy v datové paměti procesoru, aby bylo možné je za běhu programu měnit, například před odesláním SMS je nutné do příkazu doplnit jaký počet znaků má GSM očekávat. Z těchto důvodů nemůžou být uloženy do programové paměti.

5.1.1 Odeslání SMS AT+CMGS - PDU formát

Všechny příkazy, až na příkaz pro odeslání a příjem SMS, jsou vcelku jednoduché na pochopení. Tyto příkazy opět zachovávají výše uvedený postup. Nejdříve dojde k jeho odeslání z přístroje do GSM a ten ho pro kontrolu správnosti zopakuje. Spolu s odpovědí ovšem pošle "startovací" znaky odpovědi a poté znak '>', čímž nám GSM dává najevo, že je připraven pro příjem PDU rámce.

5.1.1.1 PDU rámec

PDU rámec je zjednodušeně řečeno řetězec informací o SMS zprávě, ve kterém je mimo různých parametrů také telefonní číslo příjemce (popřípadě odesílatele) a text zprávy, který je zde uložen v podobě hexadecimálního kódu pro každé písmeno, pro které je navíc místo původních osmi bytů použito pouze sedm.

5.1.1.2 Odeslání příkazu

Před samotným odesláním příkazu s PDU rámcem je nejdříve třeba spočítat jeho konečnou délku. Tu je poté potřeba zadat do příkazu a odeslat jej.

Vzorec pro výpočet délky rámce je: $znakuCMGS = pZ - \frac{pZ}{8}$ kde pZ je počet znaků textu.

Tento výpočet provádíme z důvodu překódování, aby pro každé písmeno nebylo použito klasicky 8 bitů, ale pouze 7, čímž ušetříme na každých 8 znaků jeden bajt.

Poté je potřeba zjistit, v jakém formátu máme uložené telefonní číslo příjemce. Pokud v mezinárodním, tak k vypočtenému číslu přičteme 14, což je počet znaků (28) zbytku rámce dělený dvěma, tedy počet bajtů. Pokud je číslo uloženo v národním formátu, tedy bez státní předvolby +420 (pro ČR), přičteme k číslu pouze 13 (v čísle nebude "24" reprezentující +420 - viz dále).

Nyní můžeme odeslat příkaz ve tvaru: `AT+CMGS=24 <CR>`

Z GSM obdržíme odpověď: `<CR> <LF>`
>

Což je pro procesor příznak, že může odeslat PDU rámec.

5.1.1.3 PDU rámec - odchozí SMS

Vezměme si pro názornou ukázkou PDU rámec SMS zprávy s textem "Ahoj svete!", který vypadá následovně:

00 3100 0C 91 247077214365 0000FF 0B 41F45B0D9ADBCBF47208

Hodnota	Význam
00	Úvodní hlavička PDU rámce, která se nezapočítává do délky
3100	Vlastní hlavička rámce, zde je vynucení doručení od operátora
0C	Počet znaků telefonního čísla
91	Formát telefonního čísla
247077214365	Samotné telefonní číslo. Vždy jsou dvě sousední číslice prohozeny. Zadané telefonní číslo tedy je 420777123456. V případě nezadání mezinárodního čísla by byl počet jeho znaků 9, tedy liché číslo, proto by byla sekvence zakončena písmenem F na předposledním místě-kvůli prohazování.
0000FF	Nastavení doby platnosti SMS zprávy
0B	Počet znaků původního textu zprávy zadaný v HEX
41F45B0D9ADBCBF47208	Samotný text zprávy v PDU

Před zakódováním textu do PDU je možné odeslat rámec bez textu. GSM na to reaguje zopakováním rámce a vyčká na další zadání (podle zadané velikosti celého PDU rámce ví, kolik znaků má přijít).

5.1.1.4 Převod textu zprávy do formátu PDU

Vzhledem k použití písmen bez diakritiky, je u každého písmene z ASCII tabulky nejvyšší osmý bit roven nule. Proto každý znak můžeme o tento jeden bit zkrátit a na jeho místo umístit nejnižší bit/y z následujícího znaku, poté je nově vzniklé číslo ještě převedeno do šestnáctkové soustavy.

Převod pak vypadá následovně:

Znak	A	h	o	j	mezera	s	v	e	t	e	!
ASCII ₁₀	65	104	111	106	32	115	118	101	116	101	33
ASCII ₂	0100 0001	0110 1000	0110 1111	0110 1010	0010 0000	0111 0011	0111 0110	0110 0101	0111 0100	0110 0101	0010 0001
PDU ₂	0100 0001	1111 0100	0101 1011	0000 1101	1001 1010	1101 1011	1100 1011	-	1111 0100	0111 0010	0000 1000
PDU ₁₆	41	F4	5B	0D	9A	DB	CB	-	F4	72	08

- **červeně** jsou vyznačeny nejvyšší byty znaku zapsaného ve dvojkové soustavě
- **modře** jsou vyznačeny bity, které se převádějí z následujícího znaku do nově vznikajícího pro PDU
- **zeleně** značí chování při posledním znaku, kdy se příslušný počet bitů doplní nulami

Tím je hotový převod textu do PDU rámce a můžeme jej nyní odeslat do GSM. Ukončení zadávání provedeme odesláním znaku 26 (znak SUB - Substitute). Ve své práci jsem zjednodušil odeslání rámce tak, že jej odesílám po znaku a hned čekám až ho GSM odešle zpět, což sice mírně zpomalí celou operaci, ale vyvaruji se tak naplnění bufferu GSM, kdy začne GSM okamžitě odesílat zpět to, co mu bylo odesláno. Navíc v případě nesrovnalostí můžu ihned ukončit zadávání a vyvarovat se tak odeslání zmatené SMS zprávy.

5.1.2 Příjem SMS AT+CMGR - PDU formát

Příjem SMS zpráv je maličko složitější než odeslání. Může za to hlavně fakt, že pokud bych vypisoval SMS zprávy pomocí příkazu AT+CMGL=0, kde nula značí zprávy přijaté nepřečtené, tak GSM může vrátit více než jeden PDU rámeček. Což je sice řešitelný problém, ale přístroj byl od začátku koncipován pro příjem jedné SMS z jednoho telefonního čísla, ze kterého zpráva přišla. Je tu sice možnost pozdějšího vyzvednutí dalších zpráv přes příkaz AT+CMGL=1, kde jednička značí zprávy přijaté přečtené. Ovšem tok dat směrem od GSM se mi zdál zbytečně velký na to, aby byl jen tak zahazen.

Z tohoto důvodu vypisuji SMS zprávy po jedné. Při inicializaci GSM definuji paměť pro SMS, kterou nastavím na paměť "telefonu" (příkazem AT+CPMS="ME","ME"). To zařídí příjem zpráv pouze do paměti telefonu. Odpovědí na tento příkaz je počet SMS zpráv v telefonu a celkový počet pozic pro uložení. Pokud je počet SMS zpráv v telefonu jiný než 0, začnou se procházet příkazem AT+CMGR jednotlivé pozice od 1 do zjištěného maxima, dokud se nenarazí na SMS. Ta se po přečtení a po vykonání příslušné akce ihned smaže příkazem AT+CMGD, aby nemohlo dojít k jejímu opětovnému čtení.

Při každém zapnutí přístroje se kontroluje, jestli v paměti GSM není nějaká SMS zpráva, pokud ano, projdou se všechny pozice a na každé se provede příkaz pro smazání AT+CMGD. Tento příkaz lze použít bez předchozího zjištění, jestli je na dané pozici nějaká SMS zpráva, jelikož ani v tomto případě neskončí s chybou.

Příchozí zpráva na rozdíl od odchozí navíc ještě obsahuje časové údaje, které jsou užitečné pro zápis do logu. V případě příjmu doručky k určité zprávě jsou tyto časové údaje hned dva. První značí, kdy byla SMS odeslána z přístroje a druhá, kdy byla SMS zpráva přijata.

5.1.2.1 Odeslání příkazu

Odeslání příkazu pro zjištění, jestli čeká nějaká SMS, je popsáno v dostatečné míře výše. Zaměříme se proto na samotný příkaz AT+CMGR pro přečtení jedné SMS zprávy, tedy jednoho PDU rámce.

Parametrem příkazu je pozice v paměti SMS, do které se zprávy ukládají postupně od nejnižší. Proto začneme obsluhovat jednotlivé zprávy počínaje zprávou na pozici 1.

Odešleme tedy příkaz: AT+CMGR=1<CR>

GSM odpoví:

```
AT+CMGR=1<CR>          - zopakování příkazu
<CR><LF>                - znaky startovací sekvence pro odpověď
+CMGR: 0,,29<CR><LF>    - odpověď, ze které se dozvíme kolik znaků má uložený PDU rámec
(níže)
0791246080006548240C9124707772143650000312101818554400B41F45B0D9ADBCBF
47208
<CR><LF>                - znaky startovací sekvence pro odpověď OK a její ukončení
<CR><LF>                - u doručky se při výpisu na GSM terminálu ES75 navíc odešle tato
sekvence
OK<CR><LF>
```

5.1.2.2 Význam částí PDU rámce příchozí zprávy

Celý PDU rámec můžeme opět rozdělit do několika sekcí.

Hodnota	Význam
07	Udává počet oktetů informací o SMS
91	Formát zadaného střediska SMS zpráv - mezinárodní
246080006548	Číslo střediska SMS zpráv, opět s prohozenými čísli ve dvojici
24	Typ SMS zprávy 24 - klasická SMS zpráva 06 - doručenka
0C	Délka telefonního čísla odesílatele SMS zprávy v HEX
91	Formát telefonního čísla odesílatele - mezinárodní
247077214365	Telefonní číslo odesílatele
00 00	Identifikace protokolu a struktura kódování
31 21 01	Datum doručení zprávy 10.12.2013
81 85 54	Čas doručení zprávy 18:58:45
04	Časová zóna
0B	Počet znaků textu SMS zprávy v šestnáctkové soustavě
41F45B0D9ADBCBF47208	Text zprávy v PDU formátu

Převod textu z formátu PDU na obyčejný text probíhá opačnou metodou, než je zobrazena v předchozí kapitole u odeslání SMS.

5.1.3 Ovládání přístroje pomocí SMS

Po přijetí SMS se spustí funkce, která podle čísla, ze kterého byla SMS odeslána (jiná než nastavená nemůžou přístroj ovládat) a podle shody textu s nastavenými klíčovými slovy nebo slovem "info", rozhodne, co se dál bude dít. V případě shody s některým z klíčových slov se ještě hledí na to, co je přímo za ním po mezeře. Pokud následuje číslice 0, dojde k vypnutí, jestliže číslice 1, dojde k zapnutí vstupu/výstupu. Hned poté se zároveň odešle SMS zpráva na telefonní číslo odesílatele původní zprávy s odpovědí, jestli se akce zdařila, popřípadě SMS s chybou a návodem jak nastavení provést. V případě, že je v SMS pouze text "info", je to podnět k odeslání informační SMS s aktuálním stavem všech vstupů, výstupů, signálu a informací o připojené baterii.

5.2 Nastavení přístroje EEPROM

Veškeré nastavení přístroje je uloženo do paměti EEPROM mikrokontroleru. U použitého Atmega 644 je velikost této paměti 2kB, z této hodnoty je zhruba 80% použito pro log a zbytek pro nastavení konfigurace, která se skládá z těchto částí:

5.2.1 Telefonní čísla - `Cislo[]` [14]

Značí, která telefonní čísla budou kontaktována při výjimečném stavu. Také definují, která telefonní čísla mohou ovládat přístroj pomocí SMS, při přijetí SMS od jiného telefonního čísla je tato zpráva smazána a je zapsán do logu pokus o ovládání přístroje třetí osobou.

Při inicializaci je nastaven první znak každého telefonního čísla na konec řetězce (znak '\\0'). Takové nastavení rovněž značí nezadané telefonní číslo.

Telefonní číslo je zadané v mezinárodním formátu (+420 xxx yyyyyy), což zaručuje komunikaci i s lidmi mimo národní síť, pokud by byla vyžadována.

Vzhledem k zaplnění paměti EEPROM byla definována pouze dvě telefonní čísla. Program je ale zcela připraven pro úpravu na více čísel. Jediné, co ovlivňuje použití více čísel, je paměť pro log, která by se tak musela zmenšit.

5.2.2 Zapnutí a použití vstupu - `In`

Význam této proměnné je rozdělen na horní a dolní čtveřici bytů.

Horní čtveřice bytů

Značí zapnutí (1) nebo vypnutí (0) vstupu, kde nejvyšší byt obsahuje hodnotu pro vstup číslo 1 a nejnižší byt hodnotu pro vstup číslo 4.

Dolní čtveřice bytů

Značí použití jednotlivých vstupů. Při hodnotě 0 je použití vstupu přímé, tedy pokud je vstup v pořádku, je jeho hodnota log. 0. Při chybě je hodnota na vstupu log. 1. Pokud je hodnota bytu pro daný vstup 1, je použití vstupu negované, tedy při klidovém stavu je vstup v log. 1 a při chybě v log. 0. Je už pak pouze na uživateli, kterou z těchto variant si vybere.

Vlastnosti použití vstupu

Přímé

- Vstup nereaguje na výpadek proudu připojeného zařízení. Příklad: připojené dmyhadlo, jehož řídicí jednotka při poruše dmyhadla sepne ovládací prvek. Pokud dmyhadlo není v provozu, nehlásí chybu a tím pádem je vstup v klidovém stavu. Což chceme, ale pokud by při jeho běhu vypadl proud, nebudeme o této události informováni. Tato situace (pokud je nežádoucí) se ovšem dá vyřešit poměrně snadno tím, že jeden vstup obětujeme na hlídání přítomnosti napájecího napětí.

Negované

- Oproti přímému použití zařízení informuje uživatele při jakémkoli výpadku. Tedy pokud chceme kontrolovat přítomnost třífázového proudu, můžeme jednoduše použít relé pro každou fázi a jejich výstupní kontakty spojit do série. V tomto případě při rozepnutí jakéhokoliv z relátek dojde k informování uživatele. Pokud bychom použili přímé použití vstupu, nemělo by nás co informovat o chybě a vstup by zůstal v klidovém stavu.

5.2.3 Indexová proměnná - odeslaniKO

Tato proměnná sice není v paměti EEPROM, ale je úzce spjatá se vstupy zařízení a je potřeba ji vysvětlit k pochopení dalšího (logu). Obsahuje informace o tom, v jakém stavu se nacházejí jednotlivé vstupy. Hodnota pro každý vstup může nabývat hodnot 0 - 2. Proto jsou pro každý vstup použity dva bity, což nám také dává rezervu jedné hodnoty, která může být použita například pro opakované odeslání upozorňovací SMS zprávy.

Význam jednotlivých hodnot: **0** - vstup je v klidovém stavu, možný přechod pouze do stavu **1**
1 - vstup indikuje problém, je nastaven časovač, možný přechod do stavů **0** a **2**
2 - byla odeslána upozorňovací SMS a vstup je stále v problémovém stavu, možný přechod pouze do stavu **0**

5.2.4 Zapnutí a použití výstupů - Out

Obdobně jako u vstupů (In) je i význam této proměnné rozdělen na horní a dolní poloviny bitů. Horní opět značí zapnutí/vypnutí tentokrát výstupu. Ovšem ne jeho hodnotu, ta se nastaví až pomocí SMS. Fakticky nám říká, jestli je daný výstup možné ovládat.

Dolní polovina bitů rovněž značí použití příslušného výstupu. Zde je ovšem hodnota závislá na použití spínacích či rozpínacích kontaktů výstupních relé.

5.2.5 Časovač/zpoždění výstupu - casovacOut

Toto nastavení vybírá, jestli se použije časovač (tedy při aktivaci se výstup na nějakou dobu sepne a po uplynutí této doby opět rozepne), nebo zpožděné sepnutí výstupu. Tato hodnota je pro každý výstup dvoustavová, což nám ušetří další 4 bity (horní) pro zápis dalšího nastavení. Proto se nachází v prvním bitu této proměnné hodnota pro ovládání podsvícení při výpadku elektrické energie.

5.2.6 Zpoždění vstupů/výstupů (doba sepnutí) - zpIn[], zpOut[]

Vstup

Časový údaj v minutách, znamenající jak dlouho musí být vstup sepnut, než se odešle SMS.

Př: Vstup hlídá přítomnost elektrického proudu, nás ovšem zajímá výpadek delší než 10 minut.

Výstup

Význam těchto údajů závisí na nastavení proměnné casovacOut popsané výše.

Př: Zpoždění výstupu - Odblokování zabezpečovací techniky se zpožděním.

Př: Časovač - zapnutí vytápění na určitou dobu.

5.2.7 Texty SMS zpráv - zOK[] [25] , zKO[] [25]

Toto jsou texty, které budou odeslané v případě chybného stavu (zKO) nebo v případě, kdy chyba na vstupu odezní (zOK). Každý text této zprávy může mít maximálně 24 znaků. Posledním a rovněž inicializačním znakem je opět znak konce řetězce (' \0 ').

5.2.8 Klíčová slova/texty pro ovládání pomocí SMS - klicIn[] [25] , klicOut[] [25]

Vstupy a výstupy zařízení je rovněž možné ovládat pomocí SMS. Stačí při konfiguraci nastavit klíčový text pro ovládání. SMS zpráva poté bude vypadat "klíčový_text 0" pro vypnutí vstupu nebo pro vypnutí výstupu (ale nikoli zákaz ovládání výstupu, pouze nastavení jeho hodnoty). Pro zapnutí je nastavena sekvence "klíčový_text 1".

5.3 Nastavení přístroje přes sériovou linku

Pro nastavení přístroje je nutné se s přístrojem spojit přes sériovou linku. Přístroj komunikuje rychlostí 9600 baudů s 8 datovými bity, 1 stop bitem, není použita parita a ani nastavení řízení datového toku.

Přístroj po připojení napájení čeká na odeslání speciálního znaku z PC. Tímto znakem je znak procenta '%', po jehož přijetí přístroj hned vypíše celou nastavenou konfiguraci i s možnostmi pro přenastavení. Také se zablokuje další náběh přístroje do provozního režimu. Přístroj se dále ovládá pouze odesláním klíčových znaků (jsou použita pouze malá písmena), které jsou popsány na závěr výpisu konfigurace. Na závěr nastavení je potřeba odeslat opět znak procenta '%', pro opuštění nastavovacího cyklu. Poté by mělo následovat odpojení kabelu od PC z konektoru na základní desce přístroje a připojení GSM do konektoru na kabelu. Konektory mají naprosto stejné zapojení, lze je bez jakéhokoli problému zaměnit, ale počítá se s použitím popsaným výše, obzvláště vzhledem k typu konektoru. Na GSM terminálu/modemu je v tomto případě použit konektor Canon 9 pin samice a datový kabel od PC má nejčastěji pro připojení Canon 9 pin samec.

5.3.1 Nastavená telefonní čísla

Zobrazuje nastavení telefonních čísel, která budou při výjimečném stavu zalarmována.

Telefonní čísla je možné nastavit po zadání písmene 'c'. Poté se přístroj zeptá, které z čísel chcete nastavit. Následující zadání je tedy '1' nebo '2'. Po zadání čísla je potřeba zadávání ukončit odesláním znaku procento. Následně se zobrazí opět celá konfigurace přístroje s už změněným telefonním číslem.

5.3.2 Nastavení vstupu

Tato položka značí, které vstupy jsou aktivní a které nikoli.

Nastavení je možné po odeslání znaku 'i', kdy se následně přístroj zeptá, který vstup chcete zapnout či vypnout. Je tedy možné zadání '1' až '4'. Následuje otázka, jestli chcete vstup vypnout '0' nebo zapnout '1'. Vzhledem k zadání vždy pouze jedné číslice není potřeba sekvenci zadávání nijak ukončovat.

5.3.3 Nastavení použití vstupu/výstupu

Definuje, jestli se má daný vstup použít přímo nebo negovaně.

Nastavení je možné po odeslání znaku 'p'. Poté se přístroj zeptá, jestli chcete měnit použití u vstupů 'i' či výstupů 'o'. Následuje opět volba konkrétního vstupu/výstupu, tedy možné zadání '1' až '4'. A nakonec nastavení samotného použití, tedy přímé '0' nebo negované '1'. Sekvenci zadávání opět není potřeba ukončovat.

5.3.4 Nastavení výstupu

Zobrazuje nastavení **možnosti ovládní výstupu** pomocí SMS.

Změna nastavení je možná po odeslání znaku 'o'. Nastavení je dále obdobné jako u nastavení vstupu.

5.3.5 Nastavení časovače/zpoždění výstupu

Značí, jestli se pro daný výstup použije časovač nebo zpoždění. Popis byl v dostatečné míře uveden výše.

Nastavení je možné změnit po odeslání znaku 'q'. Přístroj se zeptá, u kterého výstupu chcete změnit nastavení (opět '1' až '4') a poté se už jen zvolí, kterou volbu chcete nastavit. Pro časovač je potřeba odeslat '1', pro zpoždění '0'.

5.3.6 Nastavení časového intervalu zpoždění/časovače pro vstupy/výstupy

Tato položka zobrazuje nastavené časové intervaly k jednotlivým vstupům či výstupům, bez ohledu na to, jestli je použito zpoždění nebo časovač (u výstupu). Opět jsou zde čtyři položky nejdříve pro vstupy, poté čtyři položky pro výstupy.

Nastavení těchto hodnot proběhne po odeslání znaku 'z'. Poté se přístroj zeptá, na nastavení u vstupu 'i', nebo výstupu 'o' a následně, u kterého vstupu/výstupu chcete toto nastavení provést. Zde je možné nastavit interval v minutách od 0 do 255 minut. Interval zde není omezen a je zde ponechán celý rozsah hodnot proměnné typu char. Nastavení probíhá stejným stylem jako u zadávání telefonního čísla, tedy jako na kalkulačce, od nejnižšího čísla po největší. Sekvenci odesílání je opět potřeba ukončit odesláním znaku procento.

5.3.7 Nastavení textu odesílaných SMS zpráv

Následující dvě položky definují texty SMS zpráv pro jednotlivé vstupy. Nejdříve jsou uvedeny (možná trochu nelogicky) zprávy z takzvanými OK stavy. Jsou to texty zpráv, které se odešlou po navrácení vstupu do klidového stavu. Poté následují texty zpráv s KO stavy, což jsou problémové stavy. Toto je tedy text, který uvidíme potom, co přejde vstup do problémového stavu.

Změna nastavení je možná po odeslání znaku 't'. Následuje výběr mezi OK 'o' a KO 'k' zprávami a konečně zadání samotného textu zprávy, kdy ukončení zadávání opět ukončíte odesláním procenta. Každá zpráva může mít maximálně 24 znaků. Je třeba mít na paměti, že při zadávání (z terminálu) není možná oprava, pro opravu je potřeba ukončit zadávání a opět projít celým nastavením od začátku. Je to daň za nastavování přes terminál.

5.3.8 Nastavení klíčových SMS zpráv pro ovládní vstupů/výstupů

Definuje texty klíčových SMS zpráv, které je třeba odeslat pro ovládní konkrétního vstupu či výstupu. V samotné zprávě pak ještě musí být za mezerou hodnota 1 nebo 0 pro určení, jestli chceme danou položku zapnout či vypnout. Jediným klíčovým slovem, které zde nebude uvedeno je slovo 'info', které slouží pro zjištění stavu zařízení a nemá tak další vliv na zařízení.

Nastavení těchto položek probíhá po odeslání znaku 'k'. Dále se zvolí ovládání buď vstupů 'i', či výstupů 'o'. Další nastavení už je podobné jako u nastavení textu SMS zpráv pro vstupy výše. Tedy volba konkrétního vstupu a definice samotného textu, dokončení je opět potřeba potvrdit odesláním znaku procenta.

5.3.9 Log

Pro vstup do logu je potřeba odeslat znak 'l'. Přístroj vypíše problémové proměnné a poté hned začne vypisovat jednotlivé položky logu v textové podobě a každou na zvláštní řádek.

Na samotný závěr je možné log i s chybovými proměnnými restartovat odesláním znaku 'r', nebo se jakoukoli jinou klávesou vrátit zpět do nastavení.

5.3.10 Vypnutí podsvícení LCD při problému na vstupu 3

Tato volba je do zařízení přidána ze dvou důvodů. Jednak indikuje nepřipojené napájecí napětí, nebo výpadek proudu, a to přímo na zařízení. A za druhé snižuje odebíraný proud z baterie, čímž se sníží odebíraný proud o cca 100 mA a razantně se tak prodlouží výdrž na baterii. Podsvícení LCD je vypnuto hned při zjištění problému, nečeká se tedy na případný časovač. Je to z toho důvodu, že časovač může být nastaven i na nejdelší možný rozsah (někoho mohou zajímat jen výpadky delší než 4 hodiny) mezi tím by došlo ke značnému (a zbytečnému) vybití záložního akumulátoru.

Ovládání podsvícení LCD je možné po odeslání znaku 's'. Možné je pouze vypnutí '0' nebo zapnutí '1' této volby.

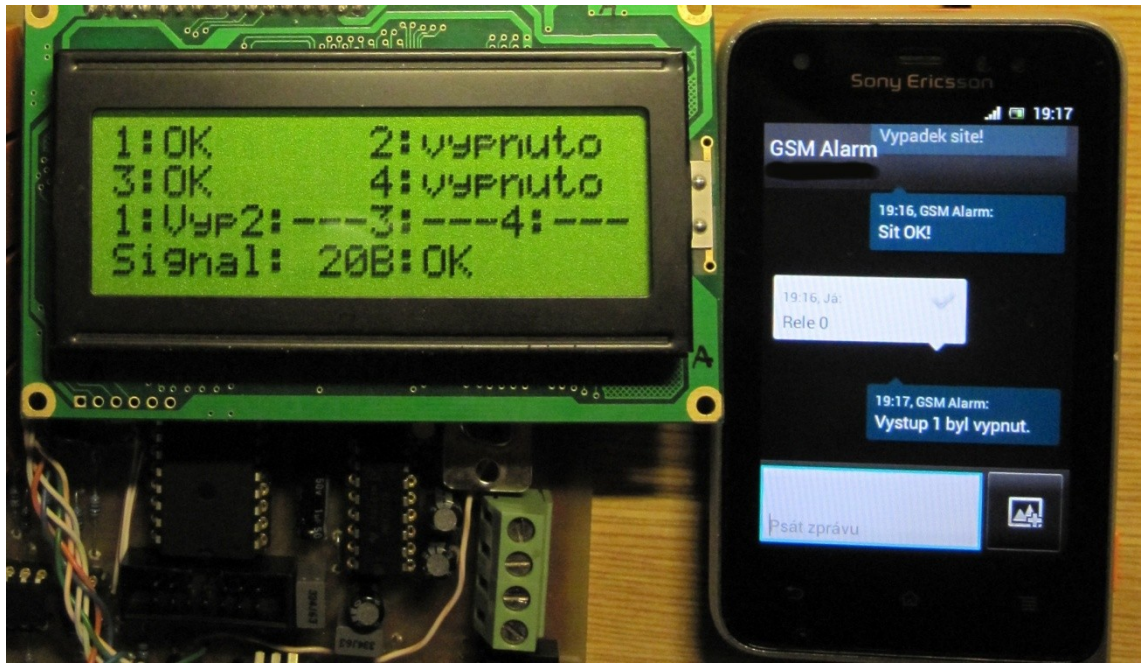
5.4 Omezení funkčnosti přístroje přes SMS

Jak již bylo v úvodu naznačeno, jedním z hlavních požadavků na přístroj bylo omezení funkčnosti pomocí SMS příkazů. Aby nemohlo dojít k ovládní přístroje třetí (nepovolanou) osobou, je programově kontrolováno, z jakého telefonního čísla přišla SMS zpráva s ovládacím příkazem. SMS z jiného telefonního čísla jsou ignorovány a takový pokus o ovládní je zapsán do logu a jako všechny SMS zprávy je hned smazána pro případ úplného zaplnění SMS paměti. Je však nutné dodat, že takovou SMS může odeslat i sám operátor, v každém případě se stejně jedná o nevyžádanou SMS.

Při odeslání jakékoliv SMS na přístroj bude vždy logováno přesné datum a čas, kdy SMS byla odeslána. Pokud bude příkaz srozumitelný, zaloguje se i, co bylo s přístrojem provedeno. Logování proběhne i v případě, že se akce nezdaří, například pokud budeme chtít vypnout již vypnutý vstup atp.

Jedinou nastavenou a nezměnitelnou ovládací SMS zprávou je informační zpráva o zařízení, ve které jsou informace o vstupech, výstupech, signálu a také o připojené baterii. Požadavkem na takovou SMS je zpráva s textem 'info'.

Ostatní klíčové texty je třeba definovat výše uvedeným postupem.



Obrázek 5: Příklad komunikace s GSM alarmem

```

Nastaveni GSM alarmu: <LF>
Nastavena cisla: <LF>
Cislo 1: +420777666555<LF>
Cislo 2: nezadano<LF>
Nastaveni vstupu:<LF>
Vstup c.1: Zapnuto<LF>
Vstup c.2: Vypnuto<LF>
Vstup c.3: Zapnuto<LF>
Vstup c.4: Vypnuto<LF>
Pouziti vstupu:<LF>
Vstup c.1: Prime<LF>
Vstup c.2: Vypnuto<LF>
Vstup c.3: Zapnuto<LF>
Vstup c.4: Vypnuto<LF>
Pouziti vstupu:<LF>
Vstup c.1: Prime<LF>
Vstup c.2: Prime<LF>
Vstup c.3: Negovane<LF>
Vstup c.4: Prime<LF>
Nastaveni vystupu:<LF>
Vystup c.1: Zapnuto<LF>
Vystup c.2: Vypnuto<LF>
Vystup c.3: Zapnuto<LF>
Vystup c.4: Vypnuto<LF>
Pouziti vystupu:<LF>
Vystup c.1: Prime<LF>
Vystup c.2: Prime<LF>
Vystup c.3: Negovane<LF>
Vystup c.4: Prime<LF>
Pouziti casovace/zpozdeni vystupu:<LF>
Vystup c.1: Zpozdeni<LF>
Vystup c.2: Zpozdeni<LF>
Vystup c.3: Casovac<LF>
Vystup c.4: Zpozdeni<LF>
Zpozdeni vstupu:<LF>
Vstup c.1: 000<LF>
Vstup c.2: 000<LF>
Vstup c.3: 005<LF>
Vstup c.4: 000<LF>
Zpozdeni/casovac vystupu:<LF>
Vystup c.1: 000<LF>
Vystup c.2: 000<LF>
Vystup c.3: 005<LF>
Vystup c.4: 000<LF>
Zpravy vstupu - OK stavy:<LF>
Vstup c.1: Kyslik OK<LF>
Vstup c.2: <LF>
Vstup c.3: Sit OK<LF>
Vstup c.4: <LF>
Zpravy vstupu - KO stavy:<LF>
Vstup c.1: Nedostatek kysliku!<LF>
Vstup c.2: <LF>
Vstup c.3: Vypadek site!<LF>
Vstup c.4: <LF>
Klicove texty SMS pro ovladani vstupu:<LF>
Vstup c.1: Kyslik<LF>
Vstup c.2: <LF>
Vstup c.3: Sit<LF>
Vstup c.4: <LF>
Klicove texty SMS pro ovladani vystupu:<LF>
Vystup c.1: Dmyhadlo<LF>
Vystup c.2: <LF>
Vystup c.3: Svetlo<LF>
Vystup c.4: <LF>
Vypnuti podsviceni pri problemu na vstupu 3: Zapnuto<LF>
Pro dalsi nastaveni odeslete:<LF>
-c pro nastaveni cisel k odeslani<LF>
-i pro zapnuti nebo vypnuti vstupu<LF>
-o pro zapnuti nebo vypnuti vystupu<LF>
-p pro nastaveni primeho nebo negovaneho pouziti vstupu a vystupu<LF>
-q pro nastaveni pouziti casovace/zpozdeni vystupu<LF>
-t pro nastaveni textu SMS zprav<LF>
-k pro nastaveni klicovych zprav dalkoveho nastaveni pres SMS zpravy vstupy i vystupy<LF>
-z pro nastaveni zpozdeni u jednotlivych vstupu a vystupu<LF>
-l pro zobrazeni logu<LF>
-s pro nastaveni podsviceni LCD pri problemu na vstupu 3<LF>
-% pro ukonceni nastaveni<LF>
<LF>
Zadejte kombinaci pro nastaveni:

```

Obrázek 6: Výpis nastavení přístroje

5.5 Log

V přístroji je rovněž zahrnuto jednoduché logování. Na základě klíčových stavů se do řetězce logu zanesou příslušný číselný kód, který náleží tomuto stavu. V některých případech za tímto kódem následuje ještě datum a čas. Ten je bohužel možné zjistit (díky absenci reálného času) pouze u příchozích SMS a doručenek. U akcí, které bezprostředně předcházejí odeslání SMS, je tak čas možné alespoň přibližně určit. Každá sekvence je ukončena znakem "Line Feed" (znak 10).

Velikost řetězce je 1480 znaků, což je při 6 znacích na 1 událost přes 240 událostí, které log dokáže pojmout. Navíc je řetězec definován jako kruhová fronta, takže při jeho naplnění dojde k přemazávání nejstarších událostí novými.

5.5.1 Události zaznamenávány do logu

Všeobecné

Událost	Zápis do logu	Text při výpisu logu
Zjištění nulového signálu	1	Zjisteni nuloveho signalu
Nedostupnost žádné mobilní sítě	2	Nedostupnost zadne site
Nezadána telefonní čísla pro odeslání SMS	3	Nezadana telefonni cisla pro odesilani SMS
Příliš nízké napětí na AKU-vypnutí přístroje	4	Prilis nizke napeti na AKU-vypnuti pristroje
Výpadek galvanicky odděleného napětí	5	Zkontrolujte obvod galvanickeho oddeleni-volejte servis! Pristroj nebude do opravy funkni!!!

Vstupy

Změna indexu	Zápis do logu	Text při výpisu
0->1	6q	Problem na vstupu q/nastavení časovače
1->2	7q	Odeslana SMS s KO stavem pro vstup q
1->0	8q	Problem odeznel pred vyprsenim casovace, vstup q
2->0	9q	Vstup q napraven, odeslana SMS s OK stavem

q – značí, o který vstup se jedná

po odeslání SMS bude přijata doručenka, ve které bude datum a čas odeslání z přístroje a datum a čas přijetí u uživatele

Ovládání vstupů

Akce	Zápis do logu	Text při výpisu
Aktivace vstupu q přes SMS	15qxxy	Vstup q aktivovan pres SMS prijatou xxy
Deaktivace vstupu q přes SMS	16qxxy	Vstup q deaktivovan pres SMS prijatou xxy

q – značí, o který vstup se jedná

xyy - je zkrácený zápis data a času přijetí SMS a značí kompaktní uložení těchto informací do 4 bajtů (rozpis jednotlivých bajtů bude popsán později)

Ovládání výstupů

Akce	Zápis do logu	Text při výpisu
Zapnutí výstupu q přes SMS	17qxxy	Vystup q zapnut pres SMS prijatou xxy
Vypnutí vstupu q přes SMS	18qxxy	Vystup q vypnut pres SMS prijatou xxy

Další události

Akce	Zápis do logu	Text při výpisu
Přijetí SMS s klíčovým slovem "info"	19xxy	Prijat pozadavek na odeslani info SMS xxy
Přijetí SMS zprávy s neznámým požadavkem	20xxy	Prijata zprava s neznamym pozadavkem xxy
Přijetí SMS od neznámého čísla	21xxy	Prijeti SMS od neznameho cisla xxy
Přijetí doručky zprávy	30wxxyssaa	Prijata dorucenka, zpravy odeslane na cislo w xxy, prijate ssaa

Zápis data a času

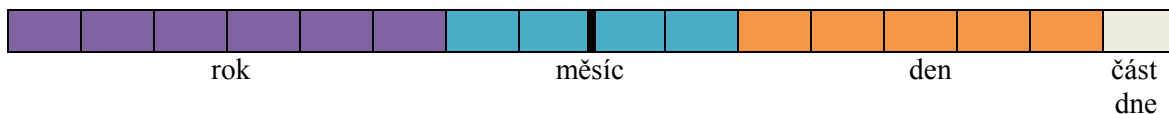
Aby byl zápis data a času co nejkratší, je každá z těchto položek uložena do jedné 16 bitové proměnné, která je potom rozdělena na horní a dolní osmici bitů, která je poté uložena do textového pole log[].

Uložení času



Hodiny jsou uloženy ve 12 hodinovém formátu.

Uložení data



V datové části je ještě část dne pro určení 24 hodinového formátu.

Časová zóna byla pro zjednodušení vypuštěna.

5.5.2 Chybové proměnné

Pro zjištění stavu přístroje jsou v EEPROM mimo logu ještě další proměnné, které se při nastalé situaci inkrementují. K výpisu a resetu těchto proměnných dochází rovněž při výpisu logu.

Signal0 - nese informaci kolikrát signál klesl pod nastavenou mez 5 z 32 možných.

Signal99 - vyjadřuje horší případ Signal0, v této situaci není dostupná mimo mateřské sítě ani žádná jiná. V této situaci se s klasickým telefonem není možno dovolat na nouzová telefonní čísla (112, 158 a další).

Další proměnné se týkají logování havárií komunikace přístroje s GSM, kdy přístroj nejdříve odešle příkaz, GSM ho zopakuje a poté vrací odpověď, která je uvozena a ukončena znaky <CR> <LF> (10 a 13). V ojedinělých případech se může stát, že komunikace na některém z výše uvedených kroků selže. S těmito stavy se počítá a řeší se několika způsoby:

opakovani - pokud GSM neodpovídá, zkusí se příkaz nejdříve zopakovat. Tato proměnná poté nese informaci, kolikrát došlo k opakování příkazu. Tento způsob nápravy je nejrychlejší a zdržení v komunikaci je zhruba kolem 3 vteřin.

resetuGSM - pokud zopakování příkazu nepomůže, je zřejmě chyba na straně GSM. Proto jej restartujeme. Po opětovném připojení napájení je ještě potřeba počkat, než proběhne inicializace GSM a přihlášení do sítě operátora. Tato náprava zdrží komunikaci zhruba o 30 vteřin.

resetuZar - pokud nepomůže ani restartování GSM, restartuje se kompletně celé zařízení. V tomto případě je časové zdržení srovnatelné s restartem GSM. Ovšem je potřeba myslet na zálohu celého stavu zařízení, indexových proměnných vstupů, hodnoty výstupů, hodnot časovačů a dalších.

U obou restartů je rovněž potřeba před vypnutím GSM vypnout sériovou komunikaci na straně přístroje a opět jí zapnout až po zapnutí GSM. Může totiž dojít k odeslání znaků, se kterými by si musel přístroj zvlášť poradit.

Kontrola - při komunikaci může dojít ještě ke stavu, kdy při příjmu kontrolní sekvence příkazu obdržíme jinou sekvenci znaků, než jsme odesílali. V tomto případě se přejde k restartu GSM a inkrementuje se pouze tato proměnná.

```
Zadejte kombinaci pro nastaveni:
19.1.2014 19:23:31.130 [TX] - 1
19.1.2014 19:23:31.147 [RX] - Vypis logu:<LF>
Vypis chybovych promennych:<LF>
Signal=0: 00000<LF>
Signal=99: 00000<LF>
Komunikace: 00000<LF>
Kontrola: 00000<LF>
Resetu samotneho GSM: 00000<LF>
Opakovani prikazu: 00000<LF>
Vypis logu: <LF>
problem na vstupu 3 /nastaveni casovace<LF>
odeslana SMS s KO stavem pro vstup 3<LF>
prijata dorucenka, zpravy odeslane na cislo 1 dne: 19.01.2014 v: 19:15:40 hodin, prijate dne: 19.01.2014 v: 19:15:43 hodin<LF>
vstup 3 napraven, odeslana SMS s OK stavem<LF>
prijata dorucenka, zpravy odeslane na cislo 1 dne: 19.01.2014 v: 19:16:15 hodin, prijate dne: 19.01.2014 v: 19:16:18 hodin<LF>
vystup 1 byl vypnut pres SMS dne: 19.01.2014 v: 19:16:48 hodin<LF>
prijata dorucenka, zpravy odeslane na cislo 1 dne: 19.01.2014 v: 19:17:11 hodin, prijate dne: 19.01.2014 v: 19:17:14 hodin<LF>
vstup 3 deaktivovan pres SMS prijatou dne: 19.01.2014 v: 19:18:25 hodin<LF>
prijata dorucenka, zpravy odeslane na cislo 1 dne: 19.01.2014 v: 19:18:41 hodin, prijate dne: 19.01.2014 v: 19:18:45 hodin<LF>
prijat pozadavek na odeslani info SMS dne: 19.01.2014 v: 19:20:25 hodin<LF>
prijata dorucenka, zpravy odeslane na cislo 1 dne: 19.01.2014 v: 19:20:47 hodin, prijate dne: 19.01.2014 v: 19:20:52 hodin<LF>
Konec logu<LF>
Pro srazeni logu stisknete (x), jinak pokracujte libovolnou klavesou...
```

Obrázek 7: Výpis logu

5.6 Zobrazení stavu přístroje

Použitím LCD displeje s možností zobrazení 4*20 znaků je možné zobrazit veškeré důležité údaje najednou.

5.6.1 Výpis vstupů

Pro výpis vstupů jsou použity dva řádky, kdy každý vstup má pro svůj výpis určeno 10 znaků. První dva znaky slouží pro určení čísla vstupu, následující už říkají v jakém stavu vstup je.

Možné výpisy:

OK	- vstup je bez problému
ceka 5	- vstup indikuje problém, ale je nastavená prodleva před odesláním SMS, číslo značí, kolik minut se ještě bude čekat
odesilam	- odesílá se upozornovací SMS
odeslano	- SMS zpráva byla úspěšně odeslána, vstup je stále v problémovém stavu
napraven	- vstup indikuje nápravu problému, odesílá se informační SMS (po odeslání se zobrazí OK)
vypnuto	- vstup je v konfiguraci vypnut (značí i vypnutí přes SMS)

5.6.2 Výpis výstupů

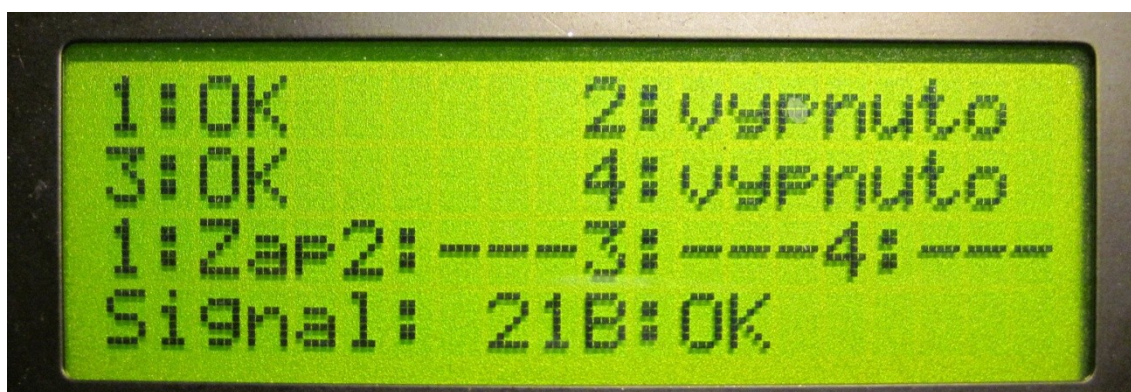
Pro výpis výstupů je použit jediný řádek, kdy každý výstup je vypsán 5 znaky. První znak určuje, o který výstup se jedná, druhý většinou tvoří dvojtečku, jen ve výjimečných případech, aby se údaj vešel na displej, je nahrazen písmenem značícím jeho stav.

Možné výpisy:

---	- výstup není pro ovládání zapnut v konfiguraci (není možné jej ovládat)
Zap	- značí, že daný výstup je zapnutý
Vyp	- daný výstup je vypnutý
Z 5	- výstup je zapnut a bude ještě dalších 5 minut (případně Z255)
C 5	- čekání 5 minut před sepnutím (případně C255)

5.6.3 Stavový řádek

Na posledním řádku displeje jsou zobrazeny už jen informace o aktuálním signálu a stavu akumulátoru.



Obrázek 8: Zobrazení na LCD

5.7 Rozhodovací části programu

5.7.1 Vstupní rozhodovací část

Před čtením vstupů je nejdříve nutné přečíst, jaké mají nastavení v konfiguraci. Potřebujeme zjistit, jestli je daný vstup zapnutý, jaké má použití, v jakém stavu se nacházel v předešlém čtení a jakou hodnotu má teď. Jelikož je každý tento údaj jedním nebo dvěma bity určité proměnné, je potřeba si jej patřičně vymaskovat pomocí bitových operací.

Zapnutí vstupu

Jako první se vyhodnotí, jestli je daný vstup zapnut.

```
zapnuti=(In&(128>>q))>0;
```

Kde In je výše popsána proměnná určující zapnutí vstupu a q je číslo nabývající hodnot 0-3 a značí, o který vstup se jedná.

Hodnota vstupu

V první části výpočtu zjistíme, jakou má daný vstup hodnotu a poté jí v druhé části porovnáme s použitím na čtveřici spodních bitů proměnné In. To nám dá jednobitovou hodnotu 1 v případě problému a 0 v případě klidového stavu.

```
hodnota=((PINA&(128>>(q+3)))>>(4-q))==(!((In&(128>>(q+4)))>>(3-q)));
```

Kde PINA je hodnota vstupů pro port A procesoru. Ostatní hodnoty jsou popsány výše a značí to samé.

Stav z předchozího čtení

Tato hodnota je pro rozhodnutí důležitá obzvláště proto, abychom jednoduše zjistili, jestli už byl nastaven časovač, došlo k odeslání zprávy, nebo jestli je potřeba odeslat informační SMS, že už na vstupu není chyba. Aktualizace této hodnoty probíhá až na závěr celého rozhodovacího cyklu.

```
index=(odeslaniKO&(192>>(2*q)))>>(6-(2*q));
```

Kde odeslaniKO je proměnná, ve které se nacházejí stavy všech čtyř vstupů, a protože jde vždy o dvojici bitů, vymaskování probíhá pomocí hodnoty 192 (tedy 1100 0000₂) a jejího bitového posunu podle toho, o který vstup jde.

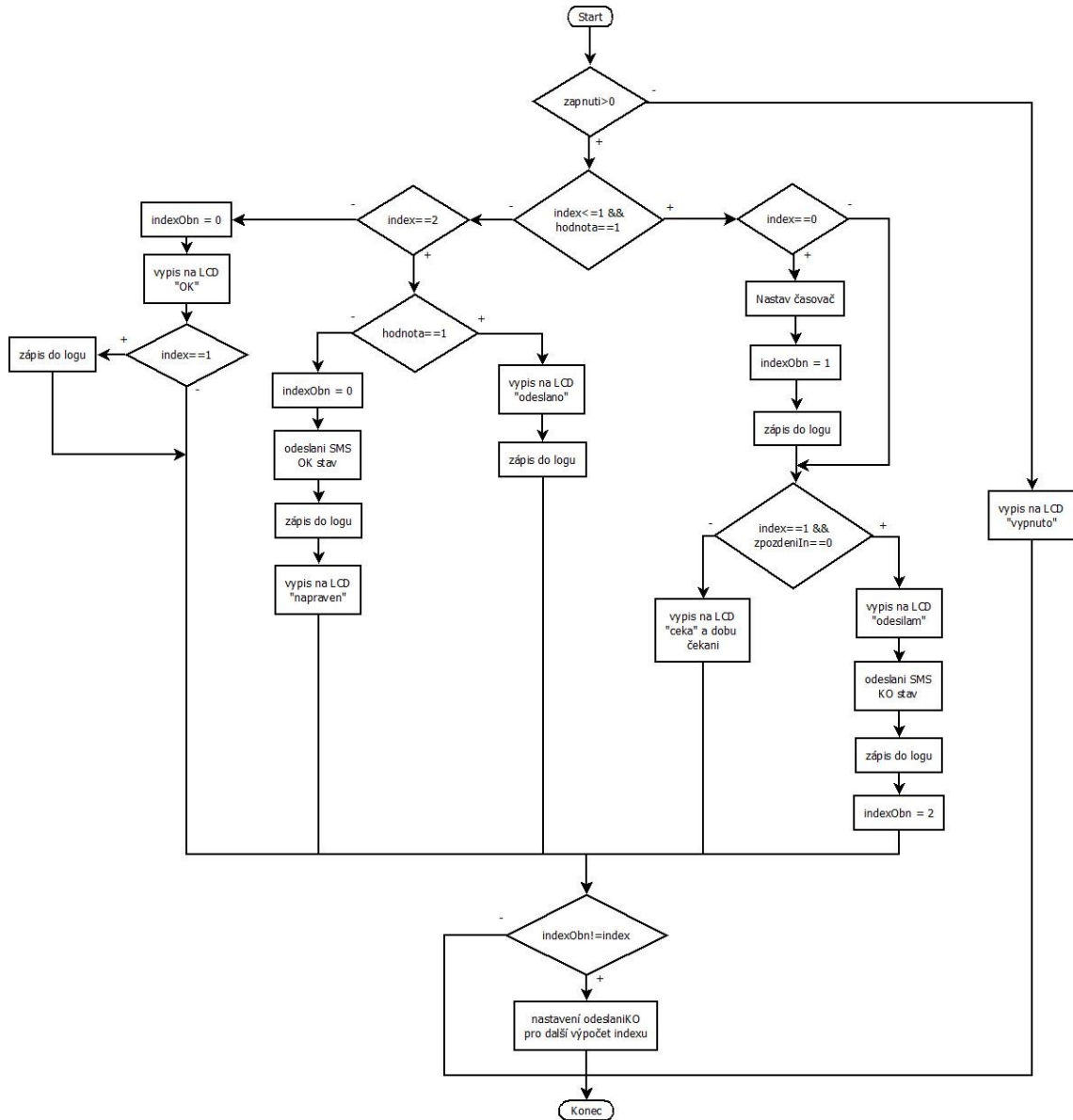
Nastavení hodnoty z předchozího čtení

Tato hodnota se nastavuje až na samý závěr celého cyklu a samozřejmě pouze v případě, kdy byla změněná. Nové nastavení tedy zjistíme až v dalším kroku při dalším čtení, což nám nepřímo definuje minimální doby mezi sepnutím vstupu a odesláním upozorňovací SMS.

```
odeslaniKO=(indexObn<<((3-q)*2)| (odeslaniKO & ~(192>>(2*q)))
```

Obdobně jako u čtení je zde použita stejná maska, pouze je pro účely nastavení negována, čímž opět změním jen ty bity, které potřebujeme.

5.7.1.1 Vývojový diagram vstupní rozhodovací části pro jeden vstup



5.7.2 Výstupní rozhodovací část

Stejně jako u vstupů je potřeba před čtením zjistit, jakou mají jednotlivé výstupy nastavenou konfiguraci. Tentokrát je pro přečtení celé konfigurace potřeba zjistit čtveřici údajů.

Tato funkce rovněž obsluhuje ovládání výstupů při nastaveném časovači nebo zpoždění výstupu.

Zapnutí výstupu

Jak už bylo uvedeno výše, tato hodnota znamená, jestli je daný výstup možné ovládat.

```
zapnuti=(Out&(128>>q))>0
```

Negace výstupní hodnoty

Tato hodnota se pojí s tím, které svorky relé jsou použity. V případě, že použijeme rozpínací kontakty a chceme, aby standardně po zapnutí přístroje bylo relé sepnuté, tak hodnota tohoto výstupu bude zapnuto.

```
negace=(Out&(128>>(q+4)))>>(3-q)
```

Hodnota výstupu

Hodnota této proměnné se porovnává s předchozí hodnotou negace, abychom zjistili, jestli je relé zapnuté nebo vypnuté.

```
hodnota=((PORTC&(128>>(3-q)))>>(4+q))==!negace
```

Použití časovače/zpoždění sepnutí

Zjišťuje, jestli je nastavená hodnota časovače nebo zpožděného sepnutí. Podle této hodnoty se poté řídí, jak se bude dále pracovat se sepnutím výstupu, potažmo s příslušným časovačem.

```
index=(casovacOut&(128>>(q+4)))>0
```

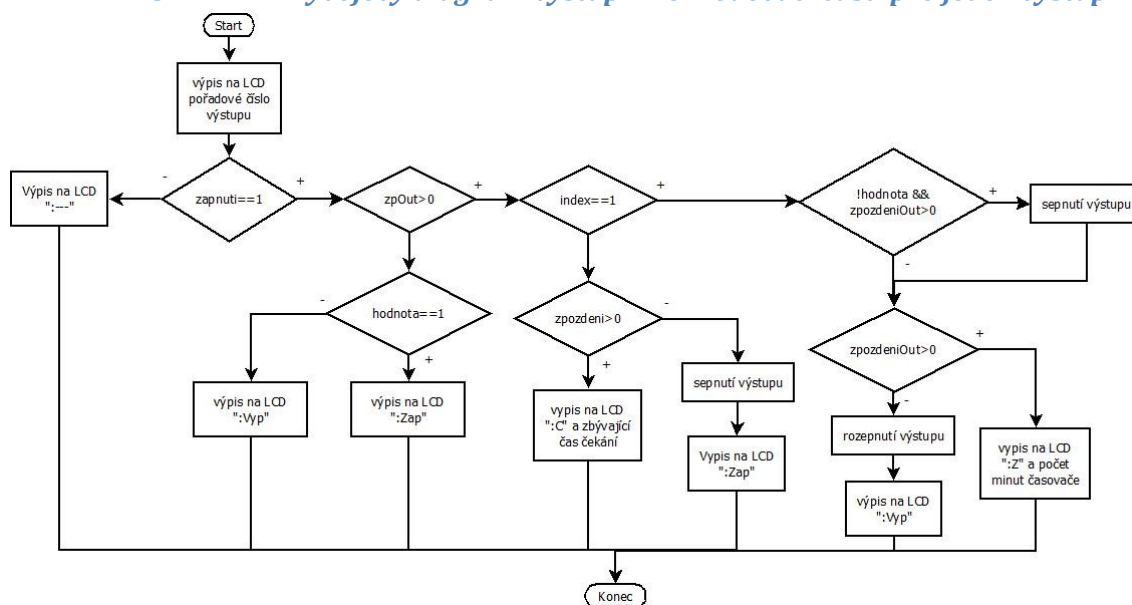
Ovládání výstupu

Kvůli použití negovaného nebo přímého výstupu je nutné rozhodnout, jaká logická rovnice bude vybrána pro nastavení.

```
if(negace) PORTC=~(1<<(4+q))&PORTC;  
else PORTC=(1<<(4+q))|PORTC;
```

Takto postavená podmínka slouží pro zapnutí výstupu, v případě prohození samotných rovnic dojde k vypnutí výstupu.

5.7.2.1 Vývojový diagram výstupní rozhodovací části pro jeden výstup



6 Otestování zařízení

6.1 Otestování na pstruhařské líhni v Okrouhlici

Tuto líheň vlastní dva majitelé, kteří pracují pro rychlou záchrannou službu. Vzhledem k pracovnímu vytížení byl pro ně GSM alarm velkým přínosem. Testování zde probíhalo rovných 40 dní.

Dvě telefonní čísla majitelům vyhovovala a počet vstupů a výstupů také. Zvláště se jim líbila funkčnost informační SMS zprávy, přes kterou si jednak mohli ověřit funkčnost přístroje, tak i to, že všechna připojená zařízení jsou OK.

Zařízení zde bylo testováno v konfiguraci zapojení:

Vstupy: 1) měření koncentrace kyslíku ve vodě 2) hladinový spínač 3) kontrola přítomnosti třífázového proudu 4) neosazen

Výstupy: 1) dmychadlo pro zvýšení koncentrace kyslíku ve vodě 2) čerpadlo pro zvýšení hladiny vody v líhni 3) osvětlení areálu 4) neosazen

Zapojení měření koncentrace kyslíku a dmychadla bylo zapojeno jednak ze samotného měřiče přes relé do dmychadla, kdy při určitém poklesu sepnulo dmychadlo a tím se koncentrace zvýšila. A navíc ještě přes GSM alarm, pro případ, že by byla porucha na straně měřiče koncentrace kyslíku, kdy v takovém případě by byla možnost sepnout dmychadlo ručně.

U hladinového snímače a čerpadla byla situace naprosto opačná. Samotný hladinový spínač neměl dostatečně dimenzované relé, a tak se s výhodou použilo relé z GSM alarmu. Navíc při snížení koncentrace kyslíku je možné (a dokonce vhodné) zapnout i čerpadlo, čímž se do líhne začne pumpovat čerstvá voda, která jednak ochladí vodu v líhni a také zvýší koncentraci kyslíku. GSM alarm byl právě pro toto použití stavěný.

A v neposlední řadě, pokud by při jednom nebo druhém popsaném stavu navíc ještě vypadl proud a to v jakékoli fázi. V takovém případě už bohužel nepomůže vůbec nic a je nutné se na líheň dostavit osobně, popřípadě zařídit nějakou třetí osobu. Ale alespoň jsou majitelé o takovém stavu informováni.

Použití třetího výstupu můžeme označit za ryze komfortní. Brána je totiž od obslužné maringotky notný kus cesty a vypínač na světla je právě pouze zde. Proto při příjezdu v noci bylo možné odeslat SMS s textem 'svetlo 1', která aktivovala 3 reflektory. Při odjezdu opět jen stačilo od zamčené brány napsat SMS s textem 'svetlo 0' pro vypnutí.

Dále byl v konfiguraci použit časovač pro vstup číslo 3, tedy pro hlídání výpadku elektrické energie, který byl nastaven na 2 minuty.

Celkově bylo hodnocení přístroje výborné. Nikdy nedošlo k jeho výpadku a za celou dobu informovalo o osmi poruchách, kdy ve třech případech posloužilo i k jejímu vyřešení (chyba na vstupu 2 - nízká hladina, vyřešeno dálkovým spuštěním čerpadla). Dvakrát šlo o výpadek

proudu a o zbylé se postarala kyslíková sonda, kdy se dokonce vyzkoušelo i odstavení vstupu, když v noci začala špatně měřit a došlo k odeslání všech třech upozornění v řádu jedné hodiny.

Bohužel v této době ještě nebyl hotový log, ale oba majitelé dostali za úkol zaznamenávat chování přístroje.

Co se týče stability GSM alarmu, tak z chybových proměnných, které již v programu byly, se později zjistily dvě nápravy komunikace pomocí opakování příkazu. Tyto chyby mohly vzniknout při přechodu z nastavení do provozního režimu. Jinak přístroj pracoval bez chyby.

6.2 Poznatky

Společnými silami jsme přišli na nápad vypnutí podsvícení LCD při výpadku proudu, díky čemuž se razantně zvýšila výdrž akumulátoru.

Také byl vznesen podnět pro ovládání výstupů automaticky podle změn hodnot na vstupu. To by však znamenalo nemalé zásahy do SW přístroje a tak zatím nebyl tento návrh realizován.

Tento test rovněž odhalil potřebu zaznamenávání důležitých událostí do logu.

7 Závěr

Zadání diplomové práce vytvořit přístroj, který bude monitorovat dislokované pracoviště pomocí SMS, bylo splněno. Navíc byl přístroj uzpůsoben na odeslání SMS při výpadku proudu, kdy zůstane přístroj dále aktivní.

Nastavení zařízení přes sériovou linku se osvědčilo jako jednoduše nastavitelné a s mnoha možnostmi úprav, které nastavením například přes LCD, tlačítka nejsou možná, nebo jen velmi složitě.

Při návrhu programové části jsem se potýkal s problémem chybovosti komunikace se zařízením GSM. Problém byl způsoben nevhodnou frekvencí interního RC oscilátoru, která nejdříve byla 1 MHz. Nevhodně zvolená frekvence oscilátoru měla za následek nestandardní hodnotu časovače pro sériový kanál, ale stále byla v její 0,2% toleranci. Na tomto faktu se podepsalo i použití interního oscilátoru, jehož přesnost není tak dobrá jako nyní použitého krystalu. Komunikace s počítačem a i prostřednictvím něho s GSM (při monitorování přes připojené dva sériové kabely) byla bezproblémová, ale v momentě přímého propojení docházelo k nevysvětlitelným výpadkům.

Vyřešení problémů s komunikací došlo až po připojení externího krystalu s frekvencí 1,8432 MHz přizpůsobenou pro sériovou linku a po přečasování celé aplikace. Nyní je hodnota časovače nastavená přesně na vypočtenou hodnotu a tak problémy v komunikaci prakticky nejsou.

Tato začátečnická chyba však vedla k řešení výpadku komunikace a to dokonce až ve čtyřech stupních. Tedy pokud by stále existovala nějaká šance chyby v komunikaci (jako že existovat bude vždy), dojde k jejímu vyřešení bez jakéhokoli zásahu "vyšší moci".

Realizace tohoto zařízení nesla několik úskalí, jedním z nich bylo právě sladit souběh 5 hlavních částí a to vstupů, výstupů, samotného zařízení a hlavně zařízení GSM spolu se sítí GSM. Navíc lze prakticky říci, že každé zařízení může existovat samo o sobě. Což ale v praxi nemusí být vždy výhodou. Každopádně si myslím, že soulad se zdařil, o čemž svědčí i provedená zkouška na Okrouhlickém pstruhařství.

7.1 Nevýhody, podněty k rozšíření

Hlavní nevýhodou takto navrženého zařízení je bohužel jeho cena. Obzvláště, když se budeme soustředit na kusovou výrobu. Pokud by se návrh předělal a změnila by se kusová výroba na alespoň malosériovou, už by se určitě nechala cena snížit na zlomek původní. Další výhodou by bylo zmenšení zařízení, kde při použití SMD součástek bychom se byly schopni dostat také na zlomek velikosti původního DPS. Jediné co by nejspíš zůstalo rozměrově zachováno, jsou svorky, výstupní relé a hlavně LCD displej.

Co se týče dalších požadavků na zařízení, ty vyvstaly už po pár dnech nasazení do Okrouhlického pstruhařství. Přístroj by mohl obsahovat nějakou základní logiku pro automatické ovládání výstupních relé na základě vstupů zařízení.

Dalším zlepšením by mohlo být nastavení zařízení přes nějakou aplikaci spustitelnou pod běžně dostupnými operačními systémy na PC. Odpadly by tak problémy při zadávání delších textů, kdy by bylo možné se v průběhu psaní opravit. Navíc by to mohl být další krok k nastavení na dálku například pomocí aplikace pro android, popřípadě přes webové rozhraní. To už je ale běh na delší trať.

7.2 Závěrečné zhodnocení práce

Závěrem bych dodal, že zařízení bylo realizováno podle mých původních představ. Vytvoření takového zařízení mi dodalo další odvahu pustit se do větších projektů a nezaleknout se tak komunikace s dalšími zařízeními přes různé sběrnice.

Také jsem si opět ověřil tvrzení, že chybami se člověk učí, a že zacyklení se v problému je opravdu nepříjemná věc, která se musí řešit vždy od samotného začátku algoritmu a to s čistou hlavou.

Použitá Literatura

- [1] DH SERVIS. Vývoj a výroba elektroniky na zakázku [online]. 2012-2014. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: www.dhservis.cz
- [2] SIEMENS. Manual Reference AT Command Set for the SIEMENS Mobile Phones S35i, C35i, M35i [online]. 2000-03-15. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: http://www.dhservis.cz/docs_soubory/at_pro_c35i-gsm_07.07_a_07.05.pdf
- [3] ATMEL. Datasheet Atmel AVR Atmega644 [online]. 2008-07. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/432/222/atmega644-20pu-datasheet-1.pdf>
- [4] AIMTEC. Datasheet AM1 Series [online]. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/332/209/am1s-0505sz-datasheet-1.pdf>
- [5] TEXAS INSTRUMENTS. MAX232, MAX232I dual EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS [online]. 1989-02, 2004-03 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/329/036/max232in-datasheet-1.pdf>
- [6] SIEMENS. AT Commands set for Siemens MC75: mc75_atc_v04001.pdf [online]. 2007-09-04 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.wirelessmodules.cz/download/DOKUMENTACE%20MC75.zip>
- [7] LITE-ON. LTV-817/827/847 [online]. 2001-08-27 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/523/247/ltv847-datasheet-1.pdf>
- [8] SUN HOLD ELECTRIC INC. Sun hold, relays, electric relay, relay, reed realy, relay socke... [online]. 2009-12-15 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.gme.cz/img/cache/doc/634/243/reiras1215-datasheet-1.pdf>