



Středoškolská technika 2016

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

GPRS DATA LOGGER

Jiří Štěpanovský

Gymnázium Třebíč
Masarykovo nám. 9/116, Třebíč

Poděkování

Děkuji Ondřeji Vomlelovi za spolupráci na tomto projektu a firmě Kompresory PEMA, s.r.o. za poskytnutí materiálů a prostředků potřebných k realizaci.

Anotace

GPRS komunikátor Pema je průmyslové zařízení určené k měření a diagnostice kompresorů. V reálném čase schromažďuje data z teplotních a tlakových senzorů připojených ke kompresoru a přes mobilní datovou síť je odesílá na servery společnosti Kompresory PEMA. Tato práce se zabývá vývojem nového komunikátoru, který nahradí předešlou a nedostačující verzi. Nové zařízení musí být na jednu stranu zpětně plně kompatibilní, na druhou stranu musí obsahovat několik dalších funkcí, mezi něž patří například zálohování dat na SD kartu nebo implementace sběrnice Modbus.

Klíčová slova: GPRS; data logger; analyzátor; komunikátor; hardware; Modbus; hardwarový klíč

Obsah

Úvod	5
1 GPRS komunikátor Pema	6
1.1 Parametry	6
1.2 Nedostatky	7
2 Vývoj nové verze	8
2.1 Požadované vlastnosti	8
3 GPRS data logger	9
3.1 Zapojení	9
3.2 Výroba prototypu	10
3.3 Firmware	11
4 Hardware klíč	11
5 Software	12
Shrnutí	13
Závěr	13
Seznam použitých zdrojů	14

Úvod

Cílem práce je vyvinout novou verzi GPRS komunikátoru pro firmu Kompresory Pema, s.r.o [1]. Od nové konstrukce se očekává naprostá spolehlivost a plná kompatibilita s existující verzí, což v některých kritických momentech značně omezuje možnosti.

Firma sice poskytla několik vzorků, ale nedodala téměř žádnou dokumentaci. Bylo tedy nejprve potřeba provést reverse engineering a pochopit základní principy všech funkcí komunikátoru. Každá funkce se pak musela přizpůsobit novým požadavkům, případně rozšířit, a nakonec detailně popsat.

Bez podrobné dokumentace začínal vývoj nového zařízení v podstatě od nuly. Nebyla určená platforma, materiál, nástroje ani postup. Existoval jen prázdný papír, trocha volného času a soubor několika parametrů, které musí budoucí zařízení splňovat.

Na projektu spolupracuji od samého počátku s Ondřejem Vomlelem. Obecnější problémy se snažíme řešit společně, konkrétnější spíše individuálně. Já se soustředím převážně na sestavování software a firmware, Ondřej se specializuje na hardwarovou stránku projektu. K dokonalosti chybí snad už jen pracovní doba nezasahující hluboko do noci.

1 GPRS komunikátor Pema

Stávající komunikátor je využíván převážně k dálkovému monitorování kompresorů instalovaných v průmyslové výrobě. Primárním úkolem je zobrazit varování, případně informovat o poruše, či jakékoliv jiné odchylce od plně fungujícího stavu. Sekundárním úkolem je informovat o stavu motohodin a sledovat účinnost.

Zařízení je maximálně bezúdržbové, k operaci nevyžaduje žádný zásah uživatele. Uchycuje se pomocí DIN lišty běžně se nacházející v elektrorozvaděči. Veškerá data se odesílají přes mobilní datovou síť na servery, které je zpracují a prostřednictvím tabulek zobrazí obsluze.



Obrázek 1 – GPRS komunikátor Pema

1.1 Parametry

Komunikátor je napájen střídavým nebo stejnosměrným napětím 8-24V. Jako vstupy mohou být připojeny maximálně 3 teplotní čidla, 2 senzory tlaku a jeden elektroměr (motohodiny) s binárním výstupem. Na zařízení se nachází konektor pro externí GSM anténu a přihrádka pro SIM kartu, potřebnou k přístupu k mobilní datové síti. USB konektor slouží k připojení k počítači a aktualizaci firmware. Display nebyl v sériové výrobě osazen, neboť zobrazuje identické údaje, jaké jsou odesílány na server, a které mohou být zobrazeny na připojeném počítači.

1.2 Nedostatky

Největším nedostatkem je jednoznačně absence zálohy dat. Při výpadku signálu jsou data ztraceny. Když se ještě vezme v úvahu obecně špatný telefonní signál v průmyslových halách, je zřejmé, že lokální záloha dat je nutně vyžadována.

Nízký počet vstupů se taktéž ukázal jako značné omezení. Software ani nenabízel možnost připojit ke vstupům jiné než teplotní a tlakové senzory. Bohužel ani kalibrace těchto senzorů nebyla zcela bezproblémová a při měření mohla nastat významná odchylka.

Další, spíše nepatrné, nedostatky původního zařízení se objevily až při konstrukci nové verze. Sami o sobě by pravděpodobně nevyvolaly potřebu po nové verzi.

2 Vývoj nové verze

Nedostatky GPRS komunikátoru Pema nakonec dovedly společnost k vývoji nové verze. Nový komunikátor by měl být schopen plně nahradit starou verzi a pouze jako nástavbu přidat nové funkce.

Dostupná dokumentace nebyla nikterak rozsáhlá. K dispozici byla pouze původní verze komunikátoru a uživatelská příručka. Zdrojové kódy nebo popis hardware byly samozřejmě chráněny.

Dále byl ještě dostupný dokument shrnující všechny parametry, které budoucí zařízení musí splňovat. Z tohoto dokumentu se převážně vycházelo a sloužil jako centrální bod vývoje.

2.1 Požadované vlastnosti

Napájecí napětí by se mělo zachovat. Rozsah 8-24V je ideální pro případné připojení 12V autobaterie, která by zařízení udržela v provozu i při výpadku elektrické sítě.

Zařízení bude nadále posílat data na server pomocí mobilní datové sítě ve stanoveném intervalu, který se pohybuje od 1 do 60 minut. Počítá se s přihrádkou pro SIM kartu, pravděpodobně uzamčenou kódem PIN, a s konektorem pro externí GSM anténu.

Záloha dat při výpadku mobilní datové sítě a možnost extrahovat tyto data a připojit k již existujícím záznamům na serverech. Preferuje se použití SD karty.

3 proudové vstupy 4-20mA, 2 napěťové vstupy 0-20V a 3 napěťové vstupy 0-5V k nimž lze připojit libovolné senzory s odpovídajícím výstupem. V software bude možnost nastavit typ senzoru a měřonou jednotku. Výstupem bude měřená veličina (teplota, tlak...) nikoliv surová hodnota proudu, napětí.

2 pulzní vstupy s podobnými vlastnostmi jako výše popsané s tím rozdílem, že mohou být připojeny nejenom senzory, ale takéž elektroměry.

4 binární vstupy, k nimž je možné připojit krátký popis (například: „Stav sítě“).

Sběrnice Modbus, přes kterou může být počet senzorů v rámci možností libovolně rozšířen.

Pro komunikaci s počítačem musí být připojen hardware klíč, který zabrání přístupu nepovolané osoby k citlivým datům. Bez připojení hardware klíče nesmí být možno stáhnout data, změnit nastavení či aktualizovat firmware.

3 GPRS data logger

Budoucí zařízení již nebude pouze komunikovat, ale spíše zaznamenávat data. Tento rozdíl nakonec vedl k jeho přejmenování na GPRS data logger, název, který daleko lépe reflektuje jeho primární využití.

Vytvořit zcela nové elektronické zařízení není z časové ani finanční stránky příliš jednoduché, a tak jsme využili každou zkratku, kterou jsme našli. Aneb, okopírovat se dá vše, co nemá na zadní straně ochrannou známku.

3.1 Zapojení

Zapojení vznikalo po částech, ty se jednotlivě testovaly na nepájivém poli. Celek se nikdy netestoval, spoléhalo se na robustnost jednotlivých částí a to, že se navzájem nebudou ovlivňovat. Tento předpoklad možná nebyl ideální, ale nakonec se projevil správný a přitom ušetřil množství času.

Napájecí část byla první. Vstupní napětí 24V se nejprve usměrní diodovým můstkem a následně pomocí step-down regulátoru převede na 5V. Vyvíjet vlastní regulátor by bylo finančně nevýhodné, a tak se použil již hotový regulátor s čipem LM2596 dostupný z Číny.

Komunikaci s mobilní datovou sítí zajišťuje modul SIM900 [2].

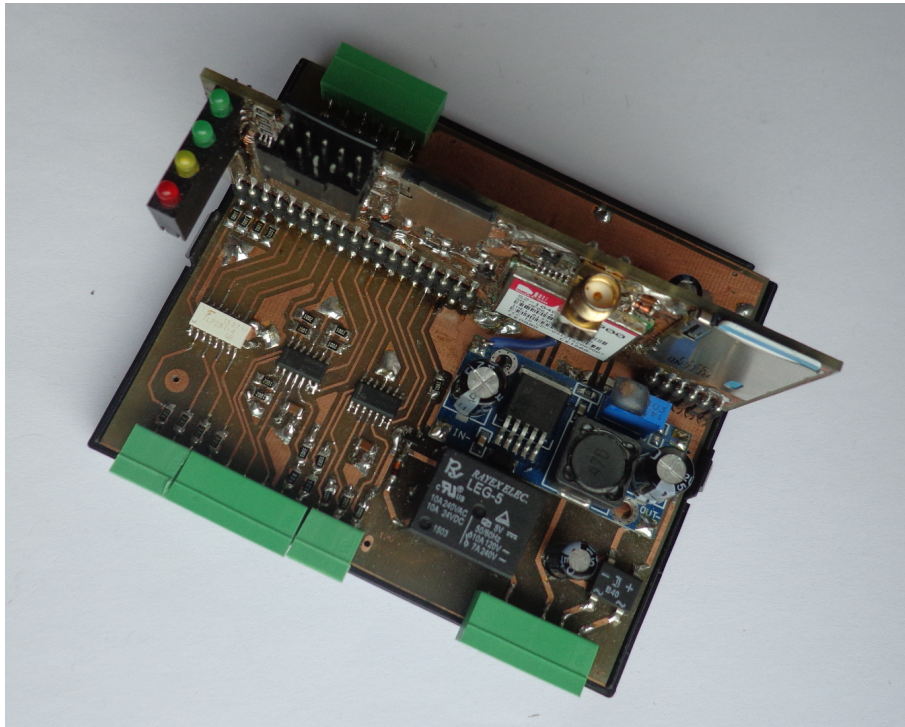
Datové úložiště podle přání zprostředkovává micro SD karta velikosti až 32GB. Protože vyžaduje napájení 3,3V, musel se speciálně kvůli ní přidat ještě napěťový regulátor 3,3V z původních 5V.

Zapojení binárních, analogových a proudových vstupů bylo převzato z původní verze komunikátoru. Pro ochranu interní elektroniky se využilo několika optočlenů a operačních zesilovačů.

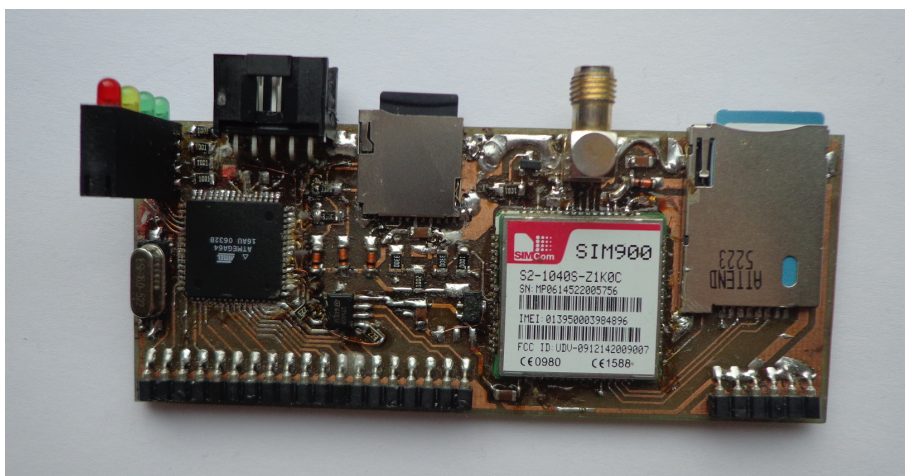
Jako řídicí jednočip byl nakonec zvolen AVR mikrokontrolér Atmega128, převážně díky své nízké ceně a dobré dostupnosti. V prototypu byl použit kompatibilní čip Atmega64.

3.2 Výroba Prototypu

Prozatím se vytvořily 2 prototypy. Desky plošných spojů se vyleptaly v domácích podmínkách fotocestou a ručně osadily součástkami. Do budoucna se plánuje malosériová výroba desek plošných spojů specializovanou firmou. Osazování součástkami bude ale nadále probíhat ručně, neboť průmyslové osazování se při malosériové výrobě nevyplácí.



Obrázek 2 – Prototyp GPRS data loggeru



Obrázek 3 – Prototyp GPRS data loggeru

3.3 Firmware

Firmware v mikrokontroléru Atmega128 se řídí sekundovými tiky. Většina operací se tedy vykonává v sekundových intervalech. Měření hodnot senzorů, komunikace po sběrnici Modbus, ukládání dat na SD kartu. Sekunda byla zvolena jakožto dostatečně malý časový interval, který nadále nezkrusuje měření. Reakční doba většiny senzorů je většinou daleko vyšší, ať už se jedná o teplotní čidlo či senzor tlaku. Speciální péče byla věnována pouze binárním a pulzním vstupům, které mohou svůj stav změnit ve zomku vteřiny, a je tedy potřeba je sledovat nepřetržitě.

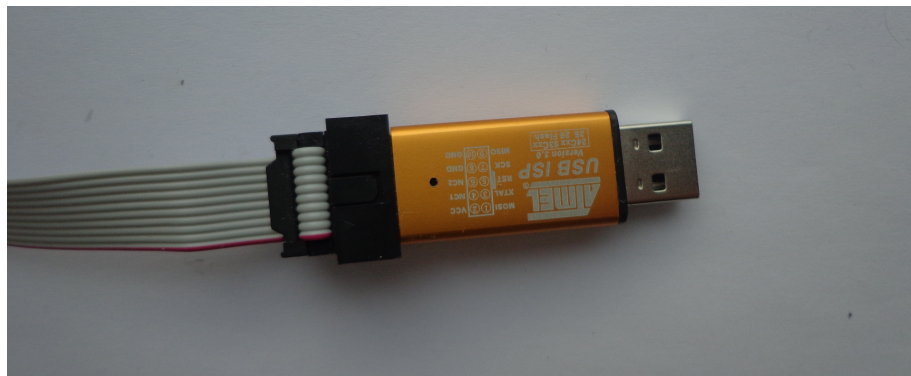
Data jsou synchronizována s časem, který se získává z mobilní sítě. Není tak problém doplnit případně chybějící data na serverech daty uloženými na SD kartě v zařízení a při tom mít stále zaručenou časovou kontinuitu.

4 Hardware klíč

Smyslem hardware klíče má být zamezení přístupu neoprávněných osob a prevence proti kopírování GPRS data loggeru jinými firmami. Bohužel v průmyslu nikdo příliš nedůvěřuje šifrované komunikaci, a tak bylo potřeba vytvořit další elektronické zařízení, tentokrát takové, které propojí počítač s GPRS data loggerem a bude šifrovat komunikaci.

Vývoj takového zařízení by ovšem zabral množství času a prostředků a daleko lepší cesta je použít již existující klíč, v našem případě spíše programátor. Místo vývoje hardware klíče se nakoupilo několik USB ISP programátorů a pouze se přehrál jejich firmware.

USB ISP programátor je levný programátor AVR čipů, který již v základu zvládne aktualizovat firmware uvnitř GPRS data loggeru. A pokud již slouží k aktualizaci firmware nebyl, důvod jej nepoužít i jako šifrovacího zařízení. Stačilo pozměnit firmware uvnitř USB ISP programátoru a přidat několik šifrovacích funkcí a požadovaný hardware klíč byl na světě.

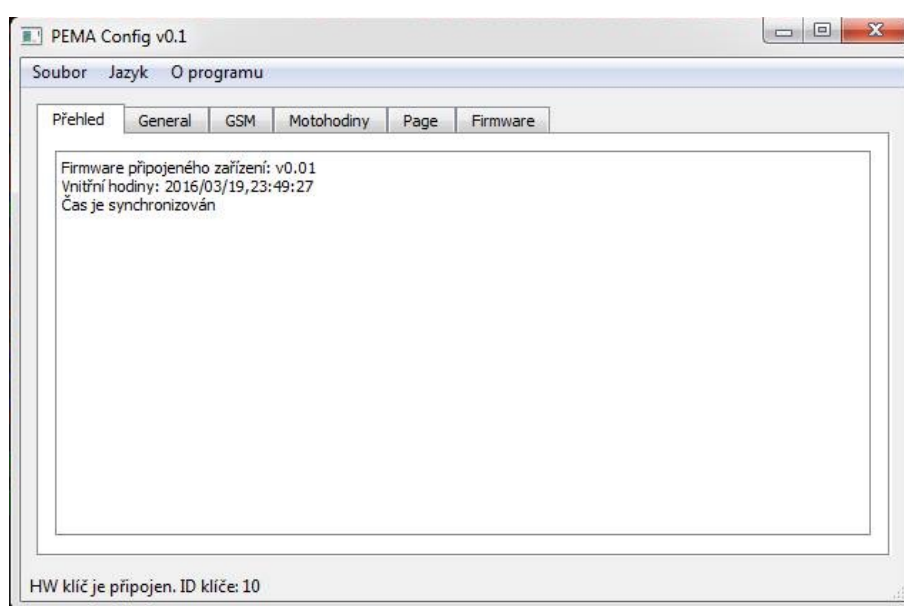


Obrázek 4 – Hardware klíč

5 Software

Software je zatím ještě ve fázi vývoje. Jeho hlavní funkce je aktualizace firmware v GPRS data loggeru a nastavení počtu a typu senzorů, nebo časových intervalů měření. Dále musí být schopen zobrazit měřené hodnoty všech senzorů, aby umožnil snadnou instalaci a ulehčil případné hledání chybně zapojeného senzoru.

Beta verze softwaru je teď nepřetržitě testována v provozu a postupně se vyladuje. Zatím ale software není odladěn natolik, aby jej bylo možno použít ve finálním produktu.



Obrázek 5 – Software

Shrnutí

Úspěšně jsme dokázali vytvořit průmyslové zařízení určené k zaznamenávání dat, které je připravené na malosériovou výrobu. Zařízení se nyní aktivně testuje a hledají se poslední drobné nedostatky. Uvedení na trh se plánuje v druhé polovině roku 2016, do té doby se ještě musí vytvořit plastové krabičky a dokončit software.

Závěr

Vytváření GPRS data loggeru pro průmyslovou sféru se značně lišilo od domácí kutilské tvorby. V průmyslu je kladen obrovský důraz na stabilitu, odolnost a bezúdržbovost, vše za účelem snížení sekundárních nákladů za údržbu.

Vývoj každého průmyslového zařízení je tak do značné míry ovlivněn i dostupnými finančními prostředky. Často se hledá kompromis mezi kvalitou a cenou, a při tom všem se musí zachovat spolehlivost. Jedná se o svět plný protikladů.

Seznam použitých zdrojů

- [1] Kompresory Pema, s.r.o. Web společnosti. 2016. Dostupné z:
<http://www.kompresorypema.cz>

- [2] SIMCOM Wireless Solutions. SIM900. 2016. Dostupné z:
<http://www.simcom.ee/modules/gsm-gprs/sim900/>