

Řídicí a komunikační software geologické ústředny

Bc. Matěj Kolář, Ing. Lubomír Slavík Ph.D.

Abstrakt

Příspěvek popisuje konkrétní požadavky na geologickou měřicí ústřednu, koncept a podobu konečného zařízení. Představuje projekt, pro který je zařízení primárně vyvíjeno a definuje úkoly autora. Dále popisuje současný stav vývoje. Ve zkratce hardwarové provedení, jeho výhody, nedostatky a postup dalšího vývoje. Hlavní část je věnována vývoji software. Je popsáno vývojové prostředí a programovací jazyk, využití součástí třetích stran a především nově vytvořené softwarové moduly a koncept celé aplikace. Závěr příspěvku hodnotí aktuální stav vývoje, vzniklé problémy a další postup v jejich řešení.

Úvod

Úkolem práce je software pro nově vyvíjený funkční model univerzálního měřicího celku pro on-line monitoring geofyzikálních jevů a procesů. Systém se skládá ze sítě měřících ústředí, každá ústředna pak slučuje měřicí moduly různých geofyzikálních veličin. Součástí ústředny je záložní zdroj energie a lokální uživatelské rozhraní. Důraz je kladen na minimální spotřebu celého systému.

Na úkolu spolupracuji s Ing. Lubomírem Slavíkem Ph.D., který navrhuje hardwarovou část systému. Celé zařízení je vyvíjeno jako co možná nejuniverzálnější. Systém by měl být nasazen v rámci projektu dlouhodobého sledování geologických jevů v reálném prostředí granitů českého masivu pro bezpečnostní výpočty a pro návrh požadavků, indikátorů a kritérií na výběr vhodného prostředí pro hlubinné úložiště jaderného odpadu v České republice, který probíhá v bedřichovském tunelu a je veden doc. Ing. Milanem Hokrem Ph.D. Naše ústředna by měla sjednotit již probíhající systém měření.

Systém komunikuje pomocí komunikační sběrnice RS-485, případně bezdrátově. Každá ústředna by měla mít možnost lokálně ukládat naměřená data pro případ výpadku komunikace a umožnit vzdálenou i lokální konfiguraci a kontrolu stavu měření. Případně komunikovat pomocí rozhraní Ethernet a TCP/IP protokolu.

Experiment a metody

Hlavní prvek celé ústředny i měřících modulů je mikroprocesor. Zvolili jsme 32-bitovou architekturu ARM Cortex M3/M4 a to zejména z důvodu nezávislosti jádra na výrobci, rozšířenosti a výkonu. Konkrétně se jedná o procesory STM32F4 (ústředna) a STM32L1 (měřicí moduly) firmy ST.

Pro programování a ladění mikroprocesoru je použit debugger SEGGER J-Link. Software je psán v programovacím prostředí firmy CrossWorks CrossStudio for ARM. Jako programovací jazyk byla zvolena kombinace C a C++.

Protože se jedná o poměrně složitou aplikaci, která současně vykonává více úkolů, je aplikace provozována na víceúlohovém operačním systému reálného času, konkrétně na freeRTOS. Jedná se o open-source projekt, který má komerční variantu a variantu pro bezpečné aplikace. Pravděpodobně nejsložitější částí práce byla implementace podpory Ethernetu. MAC vrstva je součástí STM32F4, fyzickou vrstvu realizuje samostatný čip. Periférie je ovládaná pomocí ovladače od ST. Jako TCP/IP stack byl použit lwIP. Jedná se o plnohodnotný open-source TCP/IP stack určený do embedded aplikací s omezenou pamětí. Dále lwIP může přímo spolupracovat s freeRTOS. Realizace sběrnice RS-485 je standardní, využívá USART modulu a RS-485 budiče. Komunikační protokol pro přenos dat je EPSNet. Lokální archivace dat je řešena SD kartou se souborovým systémem FAT32. SD karta je ovládaná hardwarovou periférií SDIO a knihovna FatFs implementuje souborový systém FAT32.

Uživatelské rozhraní je realizováno kapacitní klávesnicí a grafickým monochromatickým displejem. Klávesnice i displej komunikuje s MCU prostřednictvím sběrnice SPI. Pro ovládání displeje je napsán napsal ovladač umožňující vykreslit základní prvky (čára, obdélník a text) a dále grafickou objektově orientovanou knihovnu, která kompletně obstarává grafické uživatelské prostředí.

Výsledky a diskuze

Vznikl první funkční model základní desky geofyzikální ústředny, desky uživatelského rozhraní a dva typy měřicích modulů: modul pro měření teplot, který obsahuje 8 vstupů pro teplotní senzor PT1000 a univerzální modul (napěťová úroveň, proudová smyčka) a modul pro chemické sondy (v rámci jiné diplomové práce). Příkaz pro měření a žádost o data naměřených hodnot na připojených senzorech posílá hlavní procesor jednotlivým modulům po interní sběrnici (RS-485). V časovém intervalu ústředna posílá TCP spojením naměřená data do centrální databáze na TUL nebo je na naměřená data dotazována nadřazeným systémem externí komunikační sběrnici RS-485. Dále je k dispozici interní webový server, který umožňuje dohled a správu nad ústřednou prostřednictvím webové aplikace. Naměřená data jsou lokálně ukládána do CSV souboru na SD kartu. Grafický displej zobrazuje přehled o stavu ústředny.

Během vývoje se vyskytla celá řada problémů. Největším z nich byla implementace Ethernetu. Vzhledem k aplikaci a druhu vývoje bylo možná lepší (hlavně rychlejší a jednodušší) zvolit kompaktní modul ovládaný například AT příkazy. Na druhou stranu se podařilo implementovat Ethernet, včetně TCP/IP vrstvy. Komunikace funguje spolehlivě, ale pro další vývoj bude nutná úprava DPS pro dosažení vyšší rychlosti přenosu. Současný stav nabízí výhody oproti hotovému modulu ve větším výkonu, přímém ovládní a v neposlední řadě v nezávislosti na dalším výrobcí.

Závěr

V rámci práce byla z časových důvodů realizována pouze základní funkčnost systému, ale zařízení i jednotlivé rozpracované softwarové části mají mnohem větší potenciál. Další kroky by měly směřovat k možnosti vzájemného propojení ústředen mezi sebou (bez nadřazeného systému), doplnění ústředen o další komunikační rozhraní (RF přenos, GSM/GPRS), rozšíření interní webové aplikace a rozšíření lokálního uživatelského rozhraní.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat Ing. Lubomíru Slavíkovi, Ph.D., Ing. Milošovi Hernychovi a doc. Ing. Milanovi Hokrovi, Ph.D.

Práce byla řešena ve spolupráci s dalšími pracovišti TUL: NTI a MTI FM a LAN CxI. Výzkum je podporován Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR v rámci projektu č. FR-TI1/362 a Správou úložišť radioaktivních odpadů ČR, smlouva č. SO2011-017 a s podporou projektu TUL FM SGS 2013/78000 v rámci specifického vysokoškolského výzkumu na rok 2013.

Reference

- [1] *Reference manual for STM32F4* [online]. [cit. 2013-05-24].
http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/reference_manual/DM00031020.pdf
- [2] *freeRTOS* [online]. [cit. 2013-05-24].
<http://www.freertos.org/>
- [3] *lwIP* [online]. [cit. 2013-05-24].
http://lwip.wikia.com/wiki/LwIP_Wiki
- [4] *CrossWorsk manual* [online]. [cit. 2013-05-24].
<http://www.rowleydownload.co.uk/arm/documentation/index.htm>