

Uživatelské rozhraní geologické ústředny



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií

autor: **Bc. Matěj Kolář**
vedoucí práce: **Ing. Lubomír Slavík Ph.D.**

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií
Ústav řízení systémů a spolehlivosti

Abstrakt

The theoretical part of project is general description of the concept of geological data logger. This part describes the different parts of the device unit and its future development. Emphasis is placed on the user interface device. The second section describes practical experience in developing software for geological data logger. Software is developed in C and C++ for ARM CORTEX microprocessors, specifically STM32. The last part describes how to solve capacitive keyboard and the resulting problems with the proposal.

Cíl

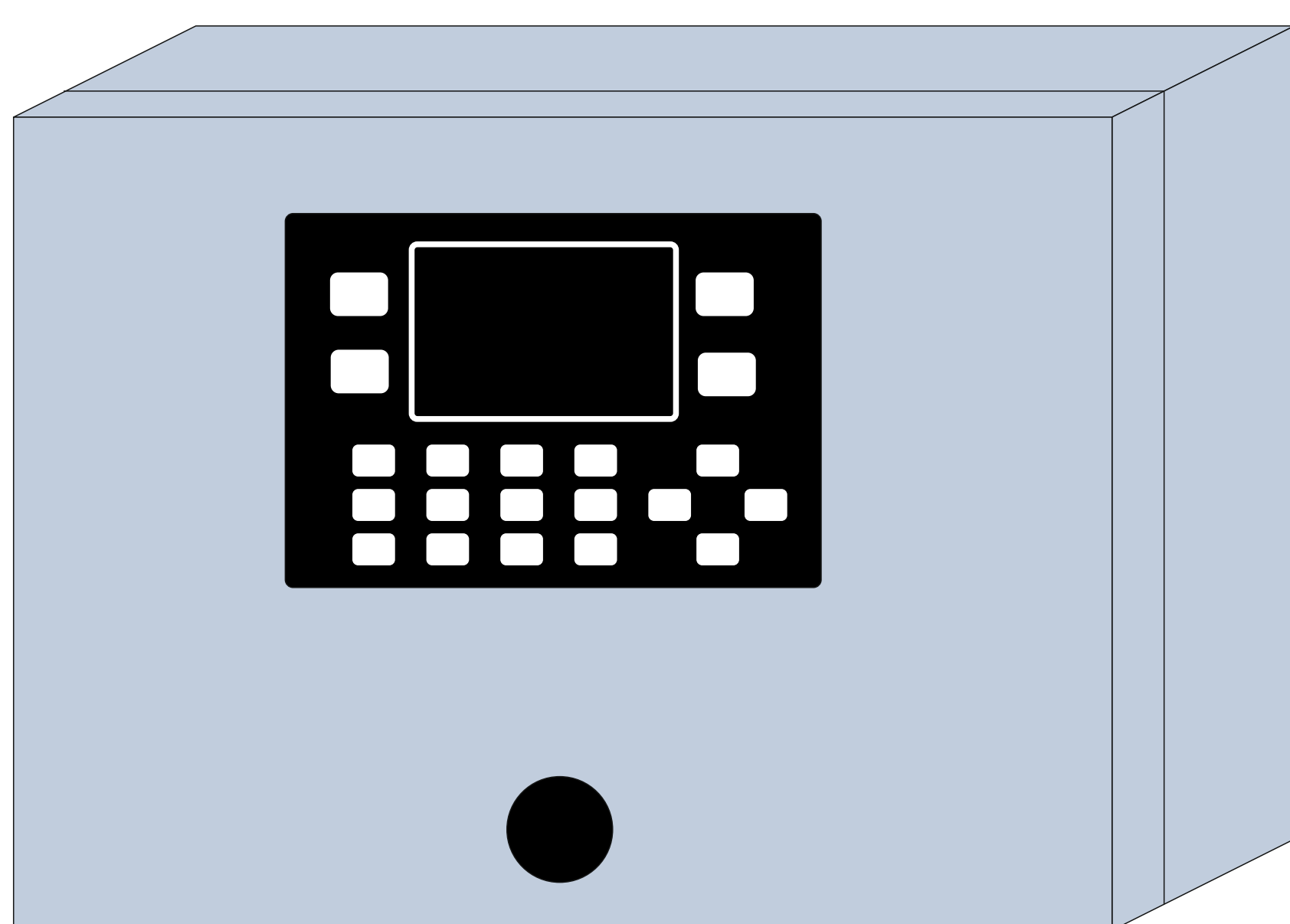
Cílem práce je koncepční návrh mechanického, elektronického a softwarového provedení, výroba prototypů a následná kusová výroba univerzálního měřicího celku pro on-line monitoring geofyzikálních jevů a procesů, včetně jednotlivých měřicích modulů pro široký rozsah různorodých veličin a uživatelského rozhraní s důrazem na minimální spotřebu celého zařízení.

V rámci diplomového projektu se předpokládá vyřešení koncepce zařízení, základní softwarové bloky a návrh kapacitní klávesnice. Na projektu spolupracuji s Ing. Lubomírem Slavíkem Ph.D. Na základě dohody jsem se v celé práci ujmul vývoje software, elektronické a mechanické konstrukci kapacitní klávesnice a spolupráce na koncepci řešení.

Úvod

Zařízení bude univerzální, ale jeho aktuální vývoj je pro projekt 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. Ústředna sjednotí již probíhající vývoj systému měření.

V rámci práce nejprve vznikl koncept měřicí ústředny. Bude rozdělena na tři části. Základní deska, uživatelské rozhraní a měřicí moduly. Základní deska bude osazena řídicím mikroprocesorem, komunikačním rozhraním pro nadřazený řídicí systém, rozhraním pro lokální ukládání naměřených dat a rozhraním pro připojení měřicích modulů. Uživatelské rozhraní bude realizováno displejem a kapacitní klávesnicí. Měřicí moduly budou inteligentní, s vlastním procesorem. Předpokládá se přibližně 10 typů modulů (měřených veličin).



Předpokládaný vzhled předního panelu měřicí ústředny

Metodika

Stěžejní část zařízení je mikroprocesor. Byla zvolena architektura ARM Cortex M3/M4. Z důvodů nezávislosti jádra na výrobci, jeho

rozšířenosti a v neposlední řadě také výkonu. Jedná se o 32-bitový mikroprocesor pracující rychlostí až 210 MIPS ve spolupráci se signálovým procesorem. Konkrétně budou použity procesory firmy ST, STM32F4 a STM32L1.

Používané vývojové nástroje jsou debugger SEGGER J-Link a programovací prostředí firmy CrossWorks CrossStudio for ARM. Veškerý software je psán v jazyce C a C++ s využitím multitaskingové knihovny firmy CrossWorks a proprietárními ovladači firmy ST.

Lokální archivace dat je řešena SD kartou se souborovým systémem FAT32. Je využíváno hardwarové periferie SDIO pro operace s SD kartou a knihovny FatFs pro implementaci souborového systému FAT32. Implementace využívá ovladačů ST pro SDIO periférii procesoru.

Displej je pořád ve stádiu výběru. Software je vyřešen pro dva typy displejů. Menší monochromatický displej s rozlišením 102 x 64 bodů ovládaným pomocí rozhraní SPI. Pro tento displej zároveň vznikla grafická knihovna a knihovna pro zápis textu s využitím fontu, který lze pomocí freewarového programu exportovat z Windows. Druhý displej je ovládan pomocí knihovny firmy ST, prostřednictvím paralelního rozhraní procesoru. Je větší, barevný typu TFT o rozlišení 320x240. Obě knihovny využívají ovladačů od ST pro periférie SPI a FSMC.

Součástí práce je i kompletní návrh kapacitní klávesnice. Schéma zapojení a layout desky plošných spojů je v programu Eagle. Pro vyhodnocování stavu je použit mikroprocesor MEGA88 firmy Atmel s architekturou AVR a implementovanou knihovnou Qtouch pro kapacitní tlačítka. Software je napsán v jazyce C.

Výsledky

Dosavadním výsledkem práce je poměrně jasný koncept celého zařízení, první realizace kapacitní klávesnice s návrhem řešení vzniklých potíží a následující části softwarového celku:

- Multitasking.
- Obsluha SD karty pomocí periferie pro SDIO operace a DMA.
- Plná implementace souborového systému FAT32 pomocí knihovny FatFs.
- Obsluha paralelně řízeného barevného TFT displeje s využitím knihovny firmy ST.
- AD převodník pracující s DMA.
- Sériová komunikace s PC.
- Zpracování řídicích signálů kapacitní klávesnice.
- Řízení monochromatického displeje připojeného k SPI.
- Grafická knihovna umožňující vykreslování a mazání obdélníku a textový výstup pomocí fontu importovaného z MS Windows (možnost importu libovolného fontu, případně i včetně diakritiky).

Grafická knihovna umožňuje použití libovolného fontu (případně i s diakritikou) i jednoduché grafiky. V případě použití displeje s paralelním rozhraním, bude nutné knihovnu od firmy ST nahradit vlastní knihovnou. Implementace FAT32 je plnohodnotná s podporou dlouhých názvů a vytváření a prohlížení adresářové struktury. AD převodník využívá kontinuálního převodu a DMA. Převedené hodnoty se ukládají do bufferu o velikosti 100 hodnot v paměti RAM, v praxi řešení umožňuje v jakékoliv chvíli vzít a počítat (např. vážený průměr) s poslední stovkou naměřených hodnot. Samotné měření a ukládání hodnot nijak nezatěžuje procesor. Buffer může být libovolně velký.

Kapacitní klávesnici jsem navrhl včetně podsvícení a konečného konstrukčního řešení, reakce na dotek i detekce falešného dotyku byla bezchybná. Problémem ovšem je nadměrná spotřeba, kterou se vzhledem k dané architektuře obsluhujícího procesoru a knihovny Qtouch nepovedlo nijak zmenšit. Po hlubší analýze jsem

zjistil, že je problém s rostoucí spotřebou u nedefinovaného stavu jakéhokoliv pinu, který ale při použití knihovny nejde definovat. Spotřeba se pohybuje kolem 3mA v klidovém stavu a to je pro dlouhodobější provoz na baterie nepřijatelné.

Závěr

Zadání práce bylo splněno v plném rozsahu, jediným problémem zůstává vysoká spotřeba klávesnice. Nejpravděpodobnější další postup bude pokus implementovat kapacitní knihovnu od firmy ST do mikroprocesoru STM32 a klávesnici doplnit o takzvané „wake-up“ tlačítko, které procesor probudí a ten teprve spustí kapacitní klávesnici. Tlačítko bude také kapacitní, ale obsluhováno jednocelovým obvodem s nízkou spotřebou pracující pouze s jedním tlačítkem, kde by spotřeba neměla přesáhnout 50 µA.

Obecná práce s mikroprocesorem STM32 byla o poznání lepší než s architekturou AVR (se kterou jsem měl zkušenosti). S výhodou jsem používal proprietární ovladače firmy ST, které bylo složitější implementovat, ale další práci značně ulehčují.

Úkol se bude dále vyvíjet implementací komunikačního protokolu pro sběrnici RS-485 a konstrukcí jednotlivých měřicích modulů. Do vzdálenější budoucnosti je pak plánováno rádiové rozhraní 2,4 GHz, rozhraní Ethernet a implementace USB pro možnost připojení flash-disku.

Reference

- [1] Reference manual for STM32F4 [online]. [cit. 2012-05-10]. <http://www.st.com/internet/mcu/subclass/1521.jsp>
- [2] Reference manual for STM32L1 [online]. [cit. 2012-05-10]. <http://www.st.com/internet/mcu/subclass/1376.jsp>
- [3] Atmel QTouch [online]. [cit. 2012-05-10]. <http://www.atmel.com/products/touchsolutions/touchsoftware/default.aspx>
- [4] CrossWorsk manual [online]. [cit. 2012-05-10]. <http://www.rowleydownload.co.uk/arm/documentation/index.htm>

Poděkování

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

Tato 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.

Kontakt

Jméno, příjmení: **Bc. Matěj Kolář**
E-mail: **matej.kolar@tul.cz**

Prezentace této práce byla podpořena z projektu SGS 2012.