

## Uživatelské rozhraní geologické ústředny

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

### Abstrakt

Příspěvek v úvodu popisuje konkrétní požadavky na geologickou měřicí ústřednu. Předběžný koncept a přibližnou podobu konečného zařízení. Představuje projekt, pro který je primárně vyvíjeno a definuje úkoly autora. Dále je nastíněn úvodní návrh koncepce a řešení jednotlivých problémů ve fázi vývoje prvního prototypu nově vznikajícího zařízení. Zohledněna je návaznost hardwarové a softwarové části. Je popsáno vývojové prostředí, zvolený mikroprocesor, vlastní řešení prvních softwarových bloků a ve zkratce i návrh kapacitní klávesnice. Závěr příspěvku hodnotí aktuální stav souhrnem vyřešených bloků, potíže se spotřebou klávesnice, nejbližší úkoly dalšího vývoje a vzdálenější výhled do budoucna.

---

### Úvod

Úkolem 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.

Na úkolu spolupracuji s Ing. Lubomírem Slavíkem Ph.D., s předpokladem dokončení spolu s mojí diplomovou prací. Pro magisterský projekt jsme zvolili dílčí část celého úkolu a to koncept řešení s důrazem na uživatelské rozhraní, včetně prvního prototypu návrhu. Na základě dohody jsem se v celé práci ujmul vývoje software, elektronické a mechanické konstrukci kapacitní klávesnice a spolupráce na koncepci řešení.

Celé zařízení je vyvíjeno jako co možná nejuniverzálnější, 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. Naše ústředna by měla sjednotit již probíhající systém měření.

### Experiment a metody

Stěžejní část celého projektu je mikroprocesor. Zvolili jsme architekturu ARM Cortex M3/M4. Zejména z důvodu nezávislosti jádra na výrobci, jeho rozšířenost a v neposlední řadě také výkon. Jedná se o 32-bitový mikroprocesor pracující až rychlostí 210 MIPS ve spolupráci se signálovým procesorem. Konkrétně jsme volili procesory firmy ST, STM32F4 a STM32L1.

Pro programování a ladění mikroprocesoru používám debugger SEGGER J-Link. Software píše v programovacím prostředí firmy CrossWorks CrossStudio for ARM. Jako programovací jazyk jsem zvolil kombinaci C a C++, přičemž využívám multitasking firmy CrossWorks.

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.

Displej je pořád ve stádiu výběru, nic méně softwarově mám vyřešené dva typy displejů. Menší monochromatický displej s rozlišením 102 x 64 bodů ovládaným pomocí rozhraní SPI. Pro tento displej jsem zároveň napsal grafickou knihovnu a knihovnu pro zápis textu s využitím fontu, který lze pomocí freewarového programu exportovat z Windows. Druhý displej je větší barevný typu TFT o rozlišení 320x240 a připojen k paralelnímu rozhraní CPU.

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

## Výsledky a diskuze

Vzhledem k tomu, že tento projekt je pouze část komplexnějšího celku a šlo především o prvotní funkčnost jednotlivých periférií, tak jsem nenarazil na žádné vážnější potíže, které se ale mohou projevit při propojování jednotlivých částí do celku. Obnovovací frekvence obou displejů je kolem 10ms a to je pro naše účely zcela dostačující. Grafická knihovna umožňuje použití libovolného fontu (případně i s diakritikou) i jednoduché grafiky. Implementace FAT32 je plnohodnotná s podporou dlouhých názvů a vytváření a prohlížení adresářové struktury. 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.

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, tedy uživatelské rozhraní geologické ústředny 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 jednoúčelovým obvodem s nízkou spotřebou pracující pouze s jedním tlačítkem, kde by spotřeba neměla přesáhnout 50  $\mu$ A.

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.

## Poděkování

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

## 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>