

ETHERNET CONTROL SYSTEM

Ladislav Št'astný

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xstast01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Soběslav Valach

E-mail: valach@feec.vutbr.cz

Abstract: The aim of this work is to design universal Ethernet control system with operating system FreeRTOS. The device should be suitable for industrial environment and offer appropriate interfaces. It also explains usage of FreeRTOS, SW module lwIP (TCP/IP stack) and Free-MODBUS. Consequently is programmed example device on this system, simple operational panel. The panel works also as web server (SSI/CGI support) and Modbus TCP server.

Keywords: FreeRTOS, lwIP, TCP/IP, Modbus, GrLib, web server, LM3S8962

1. ÚVOD

Ethernet, rozhranie ktoré zažilo najväčší rozmach vďaka prudkému nárastu počítačov pripojených do siete internet. Toto rozhranie však nezostalo len doménou veľkých počítačových sietí, ale dostalo sa aj do malých lokálnych sietí a taktiež do priemyselnej oblasti. Vďaka zvýšenej výpočtovej výkonnosti a integrovanosti jednotlivých prvkov automatizácie, je možné použiť ethernetové rozhranie nie len na prepojenie počítačov, ale aj samotných prvkov.

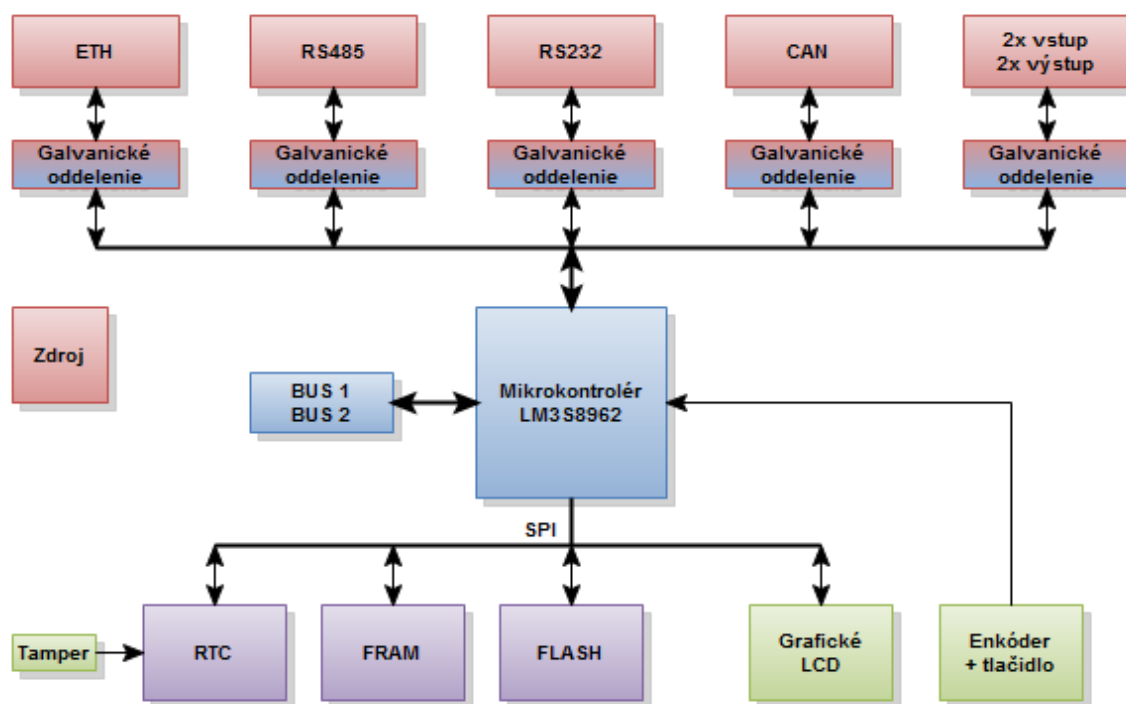
Narastajúca výkonnosť a komplexnosť týchto zariadení však zvyšovala náročnosť programového vybavenia. Jednoduché superslučky sa stávali neprehľadnými a na rad prišli operačné systémy. Tieto špeciálne OS umožnili tvorbu modularnejšieho, prehľadnejšieho riadiaceho programu a poskytli potrebný nadhľad pri programovaní.

Tieto dve skutočnosti boli zohľadnené pri návrhu tohto riadiaceho systému. Jedná sa o univerzálny systém pre nasadenie do priemyselného prostredia, ktorého HW výbava dáva predpoklady pre vyriešenie rozmanitých úloh len pomocou zmeny SW vybavenia zariadenia.

2. POŽIADAVKY NA ZARIADENIE

- Možnosť použiť realtime OS (dostatočný výkon/pamäť)
- Galvanické oddelenie všetkých rozhraní, nie len od systému, ale aj medzi sebou
- Rozhrania: Ethernet, RS485, RS232, CAN, univerzálne vstupy/výstupy
- Presné RTC (zdroj presného času pre pripojené zariadenia)
- Monitorovanie vniknutia, napájania zariadenia
- Zvlášť doska s LCD displejom a rotačným enkodérom
- Možnosť neskoršieho doplnenia zariadenia o nový HW (interná zbernica)
- Štandardizovaný rozmer (montáž zariadenia do panelu rozvádzača)

3. BLOKOVÁ SCHÉMA ZARIADENIA



Obrázok 1: Bloková schéma zariadenia

Zariadenie je realizované pomocou mikrokontroléru LM3S8962, na ktorom beží požadované programové vybavenie. O napájanie zariadenia sa stará step-down menič, nasledovaný lineárnym stabilizátorom pre obvody s 3,3 V napájaním.

Všetky rozhrania sú galvanicky oddelené od zariadenia, ale aj medzi sebou. Preto napájanie jednotlivých obvodov rozhraní je realizované samostatnými DC-DC meničmi. Toto riešenie je zvlášť vhodné pre priemyselné prostredie, kde sa môžu vyskytovať dlhé kabeláže a tak vzniknúť prepojenia rôznych zariadení s rôznym potenciálom.

Pre zobrazovanie údajov slúži grafický LCD displej (128x64) s kontrastným oranžovým podsvietením. Ovládanie pomocou rotačného enkóderu s tlačidlom je šikovným kompromisom medzi jednoduchosťou (smerové šípky) a možnosťou zadávať číselné údaje (num. klávesnica). Mikrokontrolér navyše obsahuje hardvérovú podporu pre rotačný enkóder, čo uľahčí jeho programovú obsluhu.

Na SPI zbernici sa okrem LCD nachádzajú aj pamäte a RTC obvod. FLASH pamäť je vhodná pre ukladanie veľkého množstva dát, avšak nie je vhodná pre časté prepisovanie. Túto úlohu preberá pamäť FRAM, ktorá je síce omoc menšia, zato je však rýchla a jej obsah zostane po odpojení napájania rovnako zachovaný. RTC obvod poskytuje informáciu o presnom čase, ale nie len tú. Pomocou tamper spínača zaznamenáva vniknutie do zariadenia aj pri vypnutom napájaní, čo je užitočné v prípade poruchy alebo reklamácie.

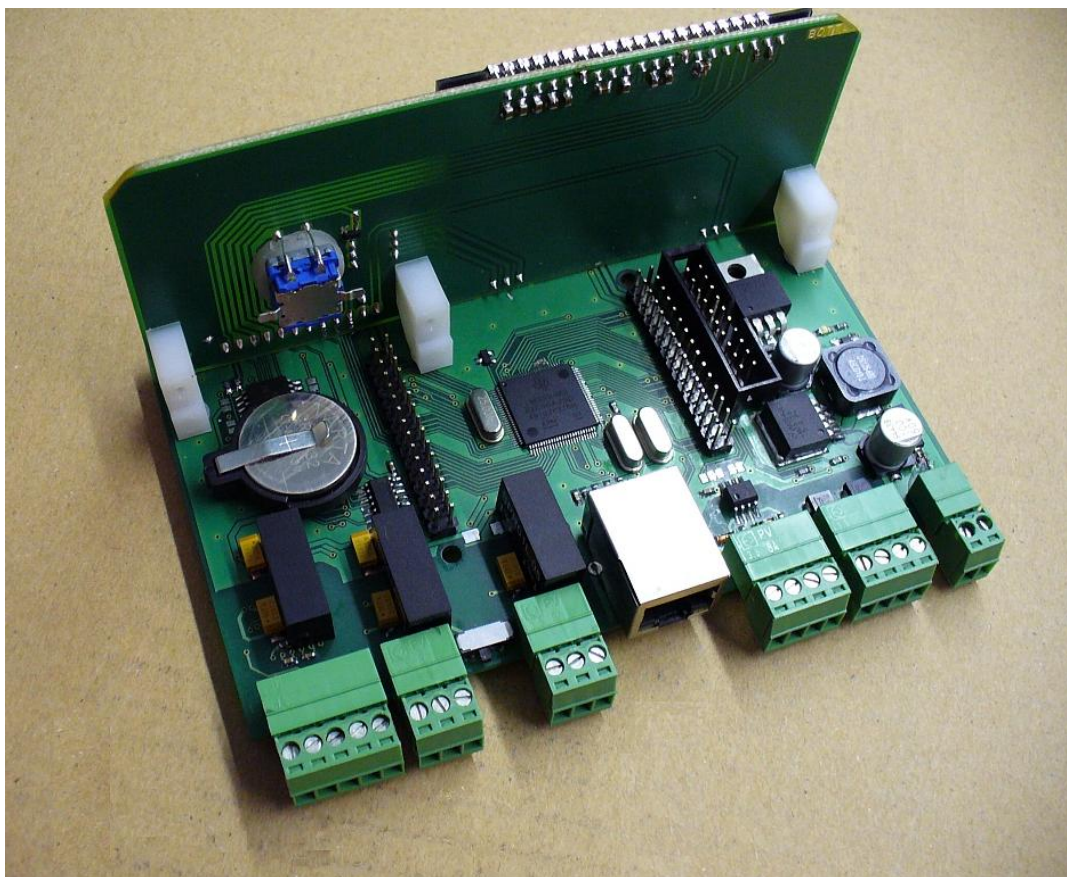
Nakoľko nie je možné navrhnuť zariadenie tak, aby riešilo všetky budúce požiadavky, obsahuje ECS vnútornú rozširovaciu zbernicu označenú BUS 1 a 2. Táto zbernica obsahuje takmer všetky signály z mikrokontroléru, vrátane všetkých prítomných napätí. Preto nie je problém realizovať akékoľvek rozšírenie, ktoré sa nasunie priamo na základnú dosku ECS. Toto dáva zariadeniu značnú modularitu a odstraňuje potrebu neustáleho návrhu modifikácií celého zariadenia.

4. SW VYBAVENIE

Ukážková aplikácia bola realizovaná na OS FreeRTOS [1], ktorý je zdarma aj pre komerčné použitie. Pre náročné aplikácie je ponúkaná aj verzia OpenRTOS a SafeRTOS. S využitím medziúlohovej komunikácie (fronty, semafore, mutexy), boli implementované SW moduly lwIP [2] a FreeMODBUS [3]. Tvorba GUI bola zjednodušená použitím knižnice GrLib, ku ktorej bol napísaný radič pre použitý grafický displej.

5. ZÁVER

V rámci práce bol zhotovený prototyp zariadenia, na ktorom bola realizovaná ukážková aplikácia-jednoduchý operátorský panel. Zariadenie taktiež pracuje ako web server (podpora SSI a CGI) a Modbus TCP server. Pri realizácii bol použitý OS FreeRTOS, TCP/IP stack lwIP, SW modul FreeMODBUS a pre realizáciu GUI knižnica GrLib.



Obrázok 2: Realizácia prototypu zariadenia

REFERENCE

- [1] REAL TIME ENGINEERS LTD. FreeRTOS-A Free professional grade RTOS supporting 26 architectures, including ARM7, ARM9, Cortex-M3, RX600, MSP430, MicroBlaze, AVR, x86, PIC32, PIC24, dsPIC, H8S, HCS12 and 8051. [online]. [cit. 15. 3. 2011]. Dostupné z URL: <<http://www.freertos.org>>
- [2] WIKIA CONTRIBUTORS. lwIP Wiki. [online]. [cit. 16. 4. 2011]. Dostupné z URL:<http://lwip.wikia.com/wiki/LwIP_Wiki>
- [3] WALTER, Christian.FreeMODBUS - A free MODBUS ASCII/RTU and TCP implementation.[online]. 2006 [cit. 15. 5. 2011]. Dostupné z URL: <<http://www.freemodbus.org/>>