

Dial'kové riadenie pohonov s využitím modulov so vstavanými internetovými protokolmi (TCP IP)

Juraj Pancík

Úvod

V príspevku sa opisuje koncepčný návrh a realizácia miniatúrneho webového servera, ktorý je primárne určený na experimentálne overenie možnosti dial'kového riadenia pohonov všade tam, kde je prítomná lokálna či globálna počítačová sieť typu ethernet. Zariadenie využíva dovezený komunikačný modul, ktorý obsahuje zákaznický obvod typu ASIC (Application Specific Integrated Circuit) so vstavanými protokolmi TCP IP. Na báze tohto modulu, mikrokontroléra a softvéru pre tento mikrokontrolér, bol vyvinutý miniatúrny webový server. Jeho energetická spotreba je asi 100-násobne menšia ako spotreba alternatívneho personálneho či priemyselného počítača (PC). Podobne aj realizačná cena servera je približne 10-násobne menšia ako v prípade priemyselného počítača. Tento server po vytvorení spojenia generuje pre internetový prehliadač, ktorý je spustený na počítači vzdialeného klienta, stránku HTML (tzv. webstránku). Na základe požiadavky (CGI správy) zo strany klienta zabezpečí miniatúrny webserver spojenie s riadiacou jednotkou pohonu. Ide o vyslanie a príjem príkazov po vlastnej sériovej linke, ktorou je webserver spojený s uvedenou riadiacou jednotkou pohonu. Týmto spôsobom sa generujú požiadavky na riadenie pohonu a požiadavky na poskytovanie aktuálnych údajov o stave pohonu. Získané výsledky o stave pohonu sú prezentované internetovým prehliadačom na obrazovke počítača klienta vo forme webovej stránky. Na účely projektu bol vyvinutý špeciálny vstavaný systém (t.j. hardvér postavený nie na PC báze, ako aj špeciálny softvér). Výsledky realizácie experimentálneho overenia boli prezentované na výstave ELO SYS 2003 v Trenčíne. Náš výskum a vývoj v tejto oblasti je na začiatku a jeho predbežné výsledky by mali poukázať aj na všeobecnejšie závery v oblasti integrácie inteligentných senzorov do globálnej siete. Taktiež by sme chceli využiť poznatky získané počas riešenia tohto veľmi zaujímavého projektu aj v oblasti humánnej informatiky. Ide predovšetkým o vývoj komunikačných zariadení a pomôcok určených pre potreby našich nevidomých spoluobčanov.

1. Koncepčný návrh experimentálneho overenia dial'kového riadenia pohonov

Koncepčný návrh zariadenia vychádzal z predchádzajúcej rešerše v oblasti riešení vstavaných webových serverov a z požiadaviek kladených na experimentálne overenie riadenia pohonu. Použité pojmy pomáha vymedziť aj obr. 1. Miniatúrne webové servery boli realizované a sú opísané napríklad v [1] a [2]. Vhodnosť zbernice ethernetového alebo fieldebusového typu na meracie či riadiace účely je dobre popísaná napríklad v [3]. Protokol SETX použitý pri komunikácii medzi serverom a riadiacou jednotkou pohonu je opísaný v [4]. Návrh koncepcie vychádzal aj z porovnania cenovej kalkulácie výroby či príkonu vstavaných systémov na báze PC a na báze mikrokontroléra.

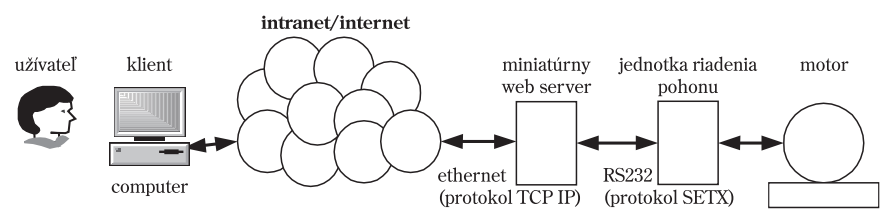
2. Bloková schéma miniatúrneho webového servera

Existencia modulu IIM 7010 [5] s obodom so vstavanými protokolmi TCP IP a jeho dostupnosť na trhu umožnila vybrať si riešenie uvedené v blokovej schéme na obr. 2. Bloková schéma vstavaného systé-

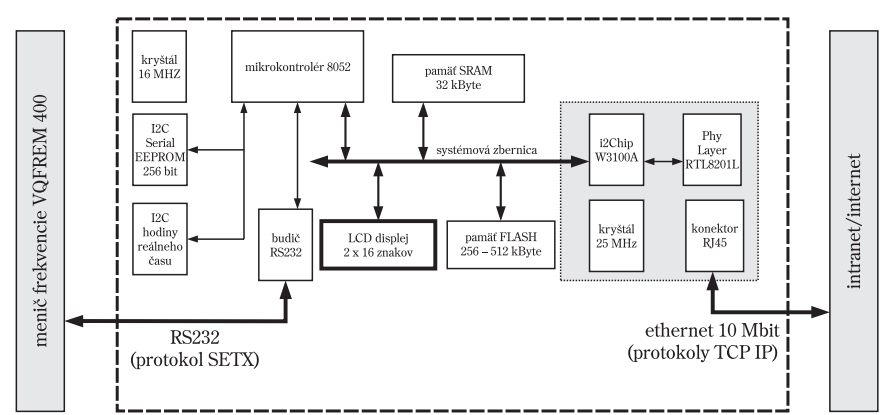
mu ukazuje, že ide o zariadenie typu server, ktoré zabezpečuje prepojenie medzi lokálnou sieťou (INTRANET) alebo globálnou počítačovou sieťou (INTERNET), na ktorú je pripojený klient a spojenie s riadiacou jednotkou pohonu (v našom prípade išlo o menič frekvencie VQFREM 400 výrobcu VONSCH, s. r. o., Brezno). Ide v podstate o most či konvertor medzi fyzickými úrovňami (norma RS 232 – norma ethernet) a medzi jednotlivými protokolmi. V našom systéme sú vzájomne prepojené vzdialené dva uzly (server a klient) a na úrovniach zodpovedajúce protokoly určené pre jednotlivé komunikačné vrstvy:



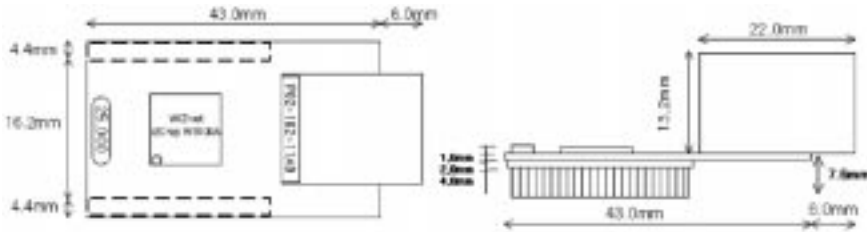
Obr.3 Komunikačný modul IIM 7010 na pripojenie vstavaných aplikácií k internetu



Obr.1 K vymedzeniu základných pojmov



Obr.2 Bloková schéma miniatúrneho webového servera



Obr.4 Fyzické rozmery komunikačného modulu IIM 7010



Obr.5 Realizovaný miniatúrny webový server

HTTP (aplikačná vrstva), TCP (transportná vrstva) a IP (sieťová vrstva).

Na obr. 3 a 4 je zobrazený vlastný komunikačný modul IIM7010 a jeho fyzické rozmery. Na obr. 5 je zobrazený realizovaný miniatúrny webový server.

3. Softvérové vybavenie miniatúrneho webového servera

Softvérové vybavenie realizovaného vstavaného systému na báze 8-bitového mikrokontroléra rodiny Intel 8052 bolo vyvíjané v jazyku ANSI C. Hlavný vývojový diagram programu je na obr. 6. Program zabezpečuje realizáciu protokolu http v aplikačnej vrstve webservera, čo predstavuje generovanie kompletnej stránky HTML pre klienta v hlavnej slučke programu (pozri tmavo tónovanú časť vývojového diagramu). HTML stránka bola generovaná buď na základe požiadavky klienta (tlačidlo REFRESH), alebo automaticky, keďže kód HTML obsahoval príkazy zabezpečujúci tzv. „auto-refresh“ – obnovenie webstránky servera (t. j. automatické obnovenie spojenia medzi klientom a serverom a vyžiadanie vyslania HTML stránky približne každých 7 sekúnd). Klient bol po nadviazaní spojenia so serverom vždy aktívny ako prvý, a server poskytoval informácie alebo generoval príkazy pre riadiacu jednotku pohonu len na základe žiadosti klienta. Server zabezpečuje vykonanie nasledovných príkazov vysielaných klientom prostredníctvom príkazov CGI (pozri aj obr. 8):

- zadanie frekvencie meniča prostredníctvom vstupného dialógového okna na zobrazenej webstránke,
- zadanie ovládacích povelov ŠTART – STOP – REVERZ – ZRUŠ REVERZ.

Server umožňuje zobraziť niektoré vybrané nasledovné prevádzkové veličiny motora:

- otáčky motora,
- frekvenciu meniča,
- prúd motora,
- napätie motora.

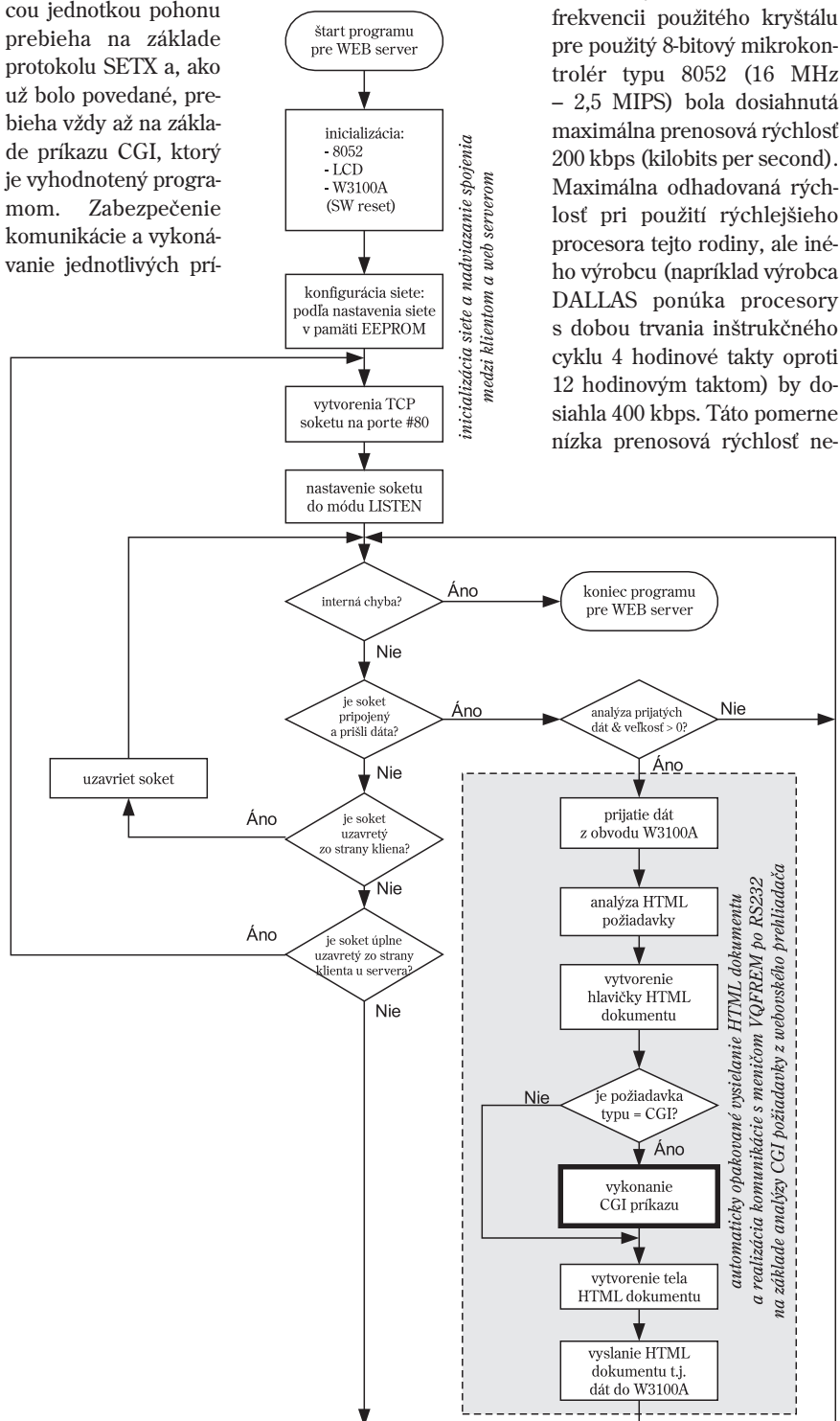
Vlastná komunikácia po sériovej linke medzi serverom a riadiacou jednotkou pohonu prebieha na základe protokolu SETX a, ako už bolo povedané, prebieha vždy až na základe príkazu CGI, ktorý je vyhodnotený programom. Zabezpečenie komunikácie a vykonávanie jednotlivých prí-

kazov sa deje v hrubo orámovanom bloku s názvom „Vykonanie CGI príkazu“.

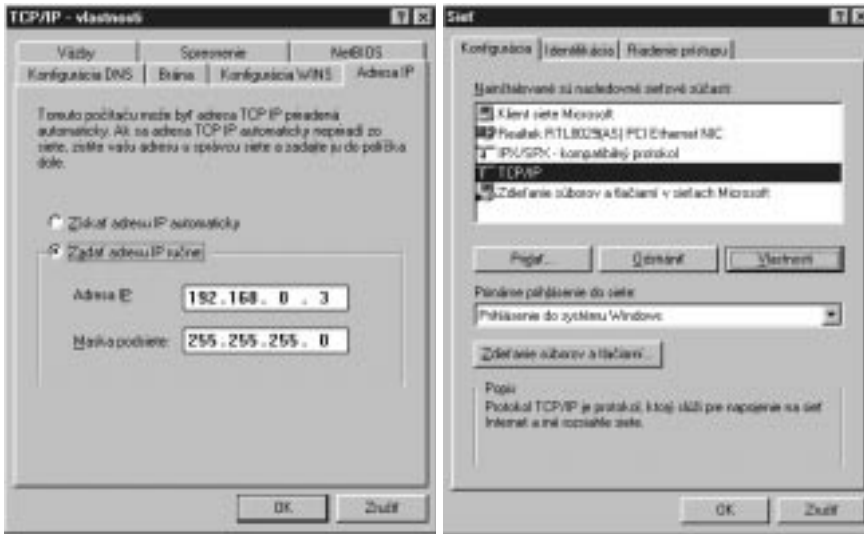
4. Experimentálne overenie možnosti diaľkového riadenia pohonov

Experimentálne overenie a testovanie vyvinutého miniatúrneho webového servera prebehlo v overovacích podmienkach u nášho partnera – firmy VONSCH, s. r. o., Brezno. Ešte pred samotným overovaním prebehli testy vedúce k vyhodnoteniu rýchlosti prenosu medzi klientom a serverom. Testy zahŕňali prenos testovacích súborov v smere klient – server – klient a meranie doby tohto prenosu. Pri frekvencii použitého kryštálu pre použitý 8-bitový mikrokontrolér typu 8052 (16 MHz – 2,5 MIPS) bola dosiahnutá maximálna prenosová rýchlosť 200 kbps (kilobits per second). Maximálna odhadovaná rýchlosť pri použití rýchlejšieho procesora tejto rodiny, ale iného výrobcu (napríklad výrobca DALLAS ponúka procesory s dobou trvania inštrukčného cyklu 4 hodinové takty oproti 12 hodinovým taktom) by dosiahla 400 kbps. Táto pomerne nízka prenosová rýchlosť ne-

meranie doby tohto prenosu. Pri frekvencii použitého kryštálu pre použitý 8-bitový mikrokontrolér typu 8052 (16 MHz – 2,5 MIPS) bola dosiahnutá maximálna prenosová rýchlosť 200 kbps (kilobits per second). Maximálna odhadovaná rýchlosť pri použití rýchlejšieho procesora tejto rodiny, ale iného výrobcu (napríklad výrobca DALLAS ponúka procesory s dobou trvania inštrukčného cyklu 4 hodinové takty oproti 12 hodinovým taktom) by dosiahla 400 kbps. Táto pomerne nízka prenosová rýchlosť ne-



Obr.6 Hlavný vývojový diagram programu v realizovanom miniatúrnom webserveri



Obr.7 Nastavenie siete na strane klienta. IP adresa klienta je 192.168.0.3



Obr.8 Príklad výslednej webstránky s aktuálnymi nameranými veličinami. IP adresa servera je 192.168.0.2

musí v prípade testovaného zariadenia znamenať nevýhodu a plne vyhovuje účelu, na ktorý bol tento miniatúrny webserver určený.

Testy diaľkového riadenia pohonov prebehli v konfigurácii lokálnej siete typu intranet (využívané TCP IP protokoly) s operačným systémom typu WINDOWS 98 a aplikačným protokolom http na strane klienta i servera. Nastavenie siete na strane klienta dokumentuje obr. 7. Obr. 8 zobrazuje výslednú webstránku s aktuálnymi nameranými hodnotami veličín meniča pri experimentálnom overení diaľkového riadenia pohonu.

Záver

Vyvinuté zariadenie bolo síce určené len na experimentálne overenie možností diaľkového riadenia pohonov, ale umožňuje aj jeho rozšírenie na plnohodnotnejší systém. Ide tu predovšetkým o rozšírenie firmvéru o zabezpečenie funkcií servera FTP (File Transfer Protocol) a poštového klienta či servera SMTP. Server tak umožní sledovať trvalú prevádzku pohonu aj na veľkú vzdialenosť, umožní dištančnú zmenu firmvéru a informovanie kompetentných osôb o poruche systému prostredníctvom e-mailu či SMS správy. Vďaka vstavaným hodinám reálneho času a systému pamäti typu FLASH je možné nezávisle na dištančnom dohľade zaznamenávať („logovať“) všetky významné parametre systému pohonu. Veľmi dôležité bude doplnenie firmvéru o nevyhnut-

né zabezpečenie komunikácie po internete napríklad šifrovaním s využitím šifrovacieho algoritmu AES. Tento algoritmus predstavuje súčasnú celosvetovú normu a autor má dobré skúsenosti s jeho implementáciou do vstavaných systémov. Treba povedať, že vstavaný systém nemá klasický operačný systém či BIOS (ide o platformu non-PC), čo vylučuje útoky vo forme klasických počítačových vírusov. Architektúra systému však umožňuje rôzne iné typy útokov, čo si vyžaduje ďalší vývoj firmvéru. Otvorená zostáva otázka vhodnosti ďalšieho vývoja systému v smere umožnenia jeho komunikácie po klasickej pevnej telefónnej linke (pripojenie na internet typu dial-up). Je tu možnosť rozšíriť systém o vhodný hardvér, firmvér a o externý modem. Taktiež otvorenou zostáva aj otázka výberu a implementáciu vhodného štandardizovaného aplikačného protokolu postaveného na sieťových protokoloch TCP IP (napríklad využitie protokolu Ethernet/IP (Rockwell Automation) [6]). Všetky predložené rozšírenia systému podliehajú výsledkom komunikácie s potenciálnymi užívateľmi tohto typu diaľkového riadenia pohonov.

PodĎakovanie

Všetky práce vykonané v rámci opísaného projektu boli z našej strany realizované na základe vnútrofakultného vedeckého projektu „Inteligentné senzory a ich integrácia do globálnej siete“. Preto naše poďakovanie patrí všetkým podporovateľom tohoto projektu na Fakulte prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici (vedeniu fakulty, prodekanovi, Ing. L. Trajtleovi, PhD., vedúcemu Katedry informatiky, prof. Ing. J. Koleničkovi, CSc. a kolegovi, Ing. L. Markusovi, CSc.). Predovšetkým však chceme poďakovať Ing. I. Vonkomerovi a Ing. I. Sýkorkovi (VONSCH, s. r. o., Brezno) za všestrannú podporu, špecifikáciu požiadaviek a testovanie funkčného vzoru miniatúrneho webservera. Pánovi Ing. A. Gáborikovi

(MACRO – AVNET, Žilina) vďačíme za odbornú pomoc i výbornú intuíciu pri výbere vhodných komponentov. Študentom Michalovi Pančíkovi a Gabrielovi Flochovi za pomoc pri tvorbe niektorých častí programového vybavenia a podnetné diskusie. Pánovi Ing. B. Panákovi (Bratislava) za mnohé námety, cenné rady a technické podklady.

Chceme sa poďakovať nevidomému programátorovi, Dr. Milanovi Hudecovi, z FPV UMB v Banskej Bystrici za načrtnutie jeho vízií ďalšieho využitia miniatúrnych webserverov v neľahkom živote našich nevidomých spoluobčanov. Jeho námety sú veľkou inšpiráciou pre našu ďalšiu prácu na tomto poli.

Literatúra

- [1] WWW a jednočipový mikroprocesor? HW server. CZ, 2002. [web51.hw.cz: \(www8052.pdf\)](http://web51.hw.cz/www8052.pdf).
- [2] AVR Embedded Web Server. ATMEL Corp., USA, 2000. www.atmel.com: AVR 460 (AVR460 AVR embedded web server.pdf).
- [3] NOVÁK, M.: The INTERNET Interface for Measuring Instrument. Dokument získaný od autora. e-mail: miroslav.novak@vslib.cz
- [4] VQfrem 400...M. Vektorový menič frekvencie pre motory 3 x 400 V a výkony 0,37 ÷ 7,5 kW. Verzia v. 2.07. Užívateľská príručka. Vonsch, s. r. o, Brezno, 2002 (VQfrem 400-v2_07.doc). www.vonsch.sk
- [5] Module IIM7010, Product Specification. Wiznet Corp.,KOREA, 2002. (IIM7010 Spec.pdf). www.wiznet.co.kr
- [6] www.odva.org; www.ab.com/catalogs/b113/comm/ethernet.html; www.ab.com/manuals.

RNDr. Juraj Pančík, PhD.

5

**Katedra informatiky
Fakulta prírodných vied
Univerzita Mateja Bela
v Banskej Bystrici
Tajovského 40
974 01 Banská Bystrica
e-mail: pancik@fpv.umb.sk**