

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Janez Svetlin

Mikrokrmilnik na Internetu

Seminarska naloga

pri predmetu
Elektronska vezja

Studeneec, November 2006

Uvod

Kaj me žene

Prej ali slej pride dan, ko je potrebno opraviti tudi šolske obveznosti. Mogoče je grdo napisati to na tem mestu, vendar je bil zdaleč najmočnejši razlog za pripravo tega besedila, želja izpolniti potrebne pogoje in opraviti izpit. Kot učijo upravne vede, so najboljši učinki, ki se jih človek lahko nadeja kot posledico svojega truda, sinergijski. Sinergija označuje dogajanje, kjer je posledica večja od vsote sestavih elementov, kar nasprotuje večini fizikalnih zakonov. V mojem primeru to pomeni, da bom isto stvar poskusil prodati dvakrat; prvič kot izpitno nalogo, drugič pa kot uporabno aplikacijo.

Da se vrnem k tehničnemu ospredju, kot se spodobi za študenta elektronike. Internet s spodaj ležečimi protokoli in strojno opremo je zmagal na področju elektronskih omrežij. Preprosto nima konkurence na področju hitrosti, preprostosti in vsestranskosti. Na nekem predavanju¹ je študent filozofije različnost pristopa do omrežij predstavil z ženskim in moškim principom. Njegovo idejo bom poizkusil raztegniti in izpeljati v spodnji tabeli:

Tabela 1: pogled na omrežja

Moški princip omrežij	Ženski princip omrežij
Specializirano za naloge.	Primerno za vse podatke in potrebe. Potrebe se bodo tako ali tako spremenile.
Šifrirajo in kodirajo sporočila, kajti pasovna širina je pomembna in vedno premajhna.	Z veseljem uporabljajo dodatne podatke in elemente za jasnejšo komunikacijo.
Važno je real-time izvajanje. Zanesljivost. Odzivnost.	Vse lahko kak trenutek počaka. Lahko poskusiva znova. Mogoče pa sploh ne bo šlo.
SNMTP, SLIP, CAN, LON, LIN, MODBUS, ETHERNET	Slovenščina ali angleščina?
Word, Byte, Little-endian, Signed	Od A do Ž in od 0 do 9. Pa smeškoti.
Parica ali optika? Kakšne so zaključitve?	Karkoli, če je le mogoče kupiti v Mercatorju.
Master-Slave	Client-Server
Piramida in hierarhija	Mreža

Internet je torej velika zmaga ženskega načina razmišljanja. Tudi izdelki, ki so bili nekdanj tihi in vase zaprti, danes dobivajo omrežno povezavo, ki jim

¹ Radio ARS, Arsov logos, dne 31.10.2006.

je C prevajalnik in tcp/ip sklad.

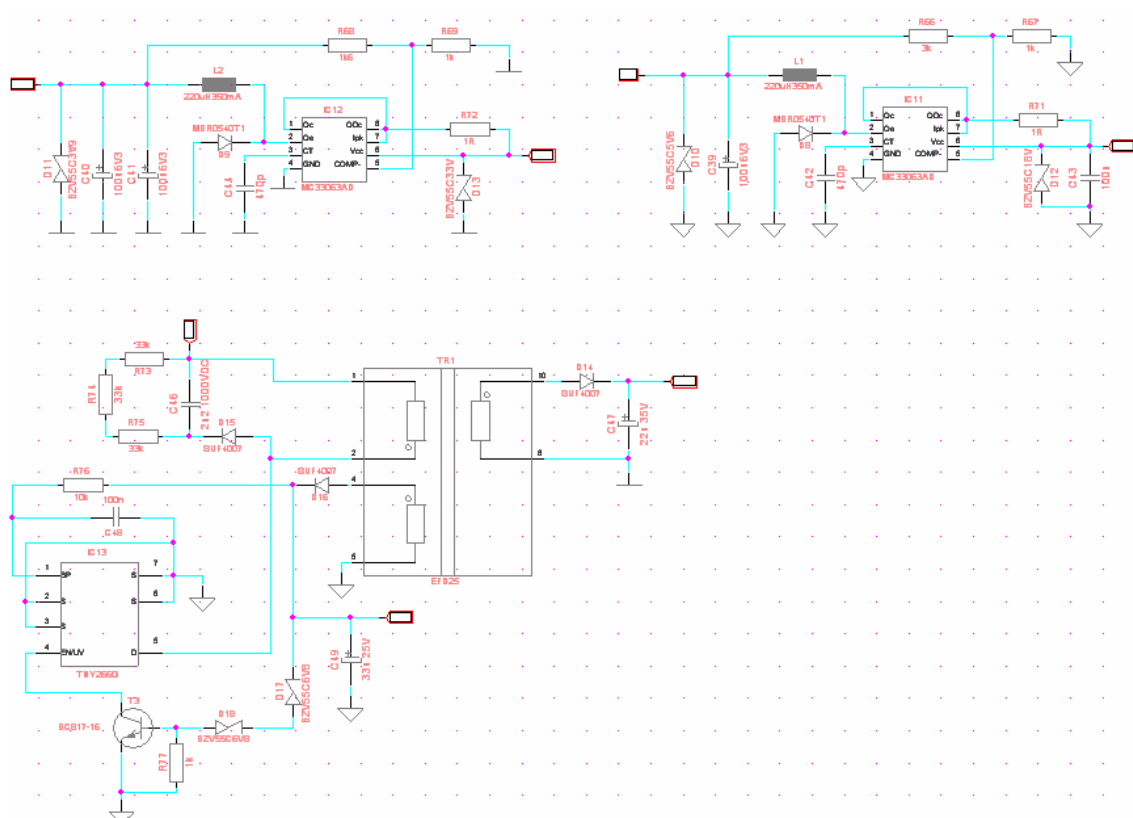
Ethernet vmesnik

Na trgu niti ni omrežnih čipov, ki bi bili na kožo pisani malim sistemom, saj je bilo do nedavnega povezovanje v Internet domena osebnih in poslovnih računalnikov. Tako so tudi integrirana vezja, ki so prva bila uporabljena z mikrokrmilniških sistemih, izhajala iz računalniških sistemov. Tudi sam sem začel z rešitvami proizvajalcev Realtek in Crystal. Težava obeh je široko paralelno vodilo, ki pobere mnogo prostora na tiskanem vezju in več deset priključkov na mikrokrmilniku. Microchip je ustregel želji po preprostejšem vodilu s svojim ENC28J60. V njem sta spodnji dve plasti sklada². Povezava z mikrokrmilnikom je serijska, zato so zanjo potrebni le štirje vodniki. Tako je poenostavljena tudi galvanska izolacija omrežnega dela, saj vsak izoliran podatkovni vodnik prinese opazne dodatne stroške. Približna ocena je okrog 1€ materiala na izoliran vodnik hitrosti 1Mb/s, zato je razumljivo, da izolirana paralelna komunikacija cenovno ni ugodna.

Galvanska izolacija

Izolacija med omrežnim kablom in mikrokrmilnikom je potrebna, ker je večina vezja na potencialu omrežne napetosti, izhodne sponke za ethernet priključek pa so uporabniku dosegljive. Za primere, kjer se uporabnik lahko neposredno dotakne nevarne napetosti, je predpisana izolacijska trdnost kar 3750V in posebne konstrukcijske rešitve na tiskanem vezju. Za galvansko izolacijo je bilo uporabljeno integrirano vezje ADuM1401, ji je magnetno sklopljeni galvanski ločilnik proizvajalca Analog Devices. Vezje transparentno izolira digitalne signale, tako da dodatni ukrepi (razen omejitve hitrosti in določena smer) niso potrebni. V resnici VF transformator za ločitev potencialov vsebuje tudi omrežni konektor (K6), vendar njegova izolacijska trdnost ni zadostna, da bi ga bilo mogoče uporabiti za varnostno izolacijo.

² ang. Stack. Zaradi preglednosti in modularnosti je internetni komunikacijski protokol razdeljen na plasti. Spodnji dve sta PHY (physical = gonilnik kabla) in MAC (media access layer = biti in bajti po mediju).



Slika 3: napajalnik

Opis programske opreme

Web strežnik

Za http strežnik služi programska oprema proizvajalca mikrokrmilnika. Koda je bila dodelana in spremenjena, tako da ustreza zahtevam aplikacije, v večini pa je ostala nespremenjena. Napravljena je tako, da čaka na http 'get' povezave preko tcp/ip protokola. V odgovor pošilja datoteke, ki jih zahteva uporabnik. V izbranih datotekah simbole z oznako '\$xx' zamenja z vnaprej določenimi spremenljivkami, tako da lahko sporoča stanje naprave. Odjemalec lahko strežniku pošilja podatke kot parametre z 'get' ukazi. Ko uporabnik v spletni brskalnik vtipka 'http://www.mojwebsteznik/index.htm?hitrost=371m/s', stežnik aplikaciji poda 'hitrost=371m/s', odjemalcu pa vrne zahtevano datoteko.

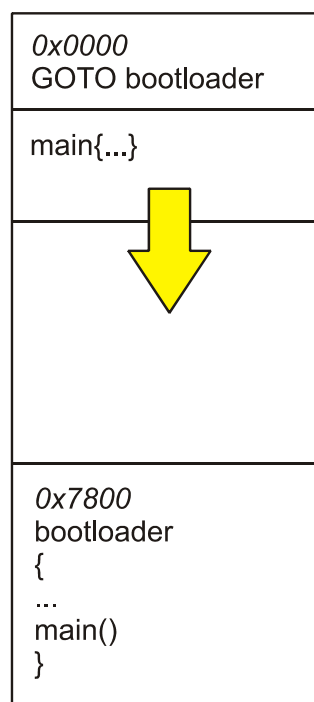
Ftp strežnik

Za nameščanje datotek in za zamenjavo programske opreme je vgrajen tudi preprost ftp strežnik, ki omogoča prenos datotek iz odjemalca na strežnik. Tako za posodobitve programske opreme niso potrebna posebna orodja in znanja, ampak standardni pripomočki, na voljo na vsakem osebнем računalniku in tudi na precej mobilnih napravah.

Bootloader

Mnogo hroščev in napak v programski opremi se najde šele potem, ko je izdelek že na policah trgovin in v prodaji. Drobne pomanjkljivosti kupci pogosto prezrejo, včasih pa se zaradi resnih napak izdelek vrne na servis. Za primere, ko je programsko opremo potrebno posodobiti, sem pripravil vse potrebno, da to lahko napravi uporabnik sam. Bootloader je majhen program, katerega glavni namen je, da omogoči posodobitve programske opreme. Programa namreč ni mogoče zamenjati, medtem ko teče. Preko ftp protokola uporabnik naloži datoteko, ki vsebuje programsko kodo. Koda se shrani v zunanji eeprom pomnilnik, ob ponovnem vklopu pa program napravi naslednje:

- 1) Skoči na konec programske kode, kjer je bootloader,
- 2) preveri, kakšno je stanje kode v pomnilniku (okvare, checksum),
- 3) preveri, če je na voljo nova datoteka in če je nepoškodovana,
- 4) preveri, če je nova datoteka drugačna od stare,
- 5) če je potrebno, vsebino datoteke vpiše v programski pomnilnik, samega sebe pa pusti nedotaknjena.
- 6) skoči na začetek pomnilnika, kjer je glavna programska koda.



Slika 4: razvrstitev programske kode v pomnilniku

Analiza delovanja

Vežje pretežno deluje. 'Pretežno' se nanaša na nekaj nedorečenih in nerešenih podrobnosti. Opazna omejitev je pomanjkljiv ftp strežnik, ki mu manjka nekaj pomembnih funkcij.

Hitrosti

Bralec, ki je varen številko 10 in 100 megabitov, se bo začudil, ko bo izvedel, da je pri tej napravi pretok podatkov omejen na 5-10 kilobajtov na sekundo. Razlogov za to je več in nastopajo različno resno. Prva omejitev je posebnost Windows tcp/ip sklada. Ker je ta namenjen pretoku velike količine podatkov, prejete podatke potrди z zakasnitvijo. Ob neprekinjenem pretoku podatkov lahko pride po mediju več paketov, ki jih odjemalec nato potrди hkrati. Pri majhni izvedbi protokola, kot je izvedba na mikrokrmilniku, pa je pogosto na voljo po en sam paket, ki čaka potrditev prejema. Tako čakata dve napravi: strežnik, ker ni dobil potrditve in odjemalec, ki ne prejme novih podatkov, da bi poslal potrditev. Obvoz je napravljen tako, da strežnik iste podatke vedno pošlje dvakrat, na to pa odjemalec odgovori takoj. To bolj obremeni komunikacijski kanal, vendar se izogne nepotrebnim zakasnitvam. Še bolj resno omejitev hitrosti kanala predstavlja podatkovna pot: zahteva -> pomnilnik -> obdelava -> SPI -> Ethernet, kjer je več ozkih grl, tudi pri sami procesorski moči in zgradbi programa.

V obratno smer, pri pošiljanju datotek preko ftp protokola, pa to številko na okrog 10kB/s omeji hitrost vpisa v EEPROM (M95512, ni na shemi).

Za konec

Ta trenutek dosežene lastnosti zadoščajo potrebam, s pazljivo optimizacijo programske kode pa bi bilo mogoče pretok podatkov približno podvojiti. Za še večjo hitrost bi bilo potrebno povečati takt procesorja in zunanje vodila.

Kot večino zapletov v življenju je tudi to vezje doživljalo predvsem administrativne ovire okrog dobavljalnosti, cen, velikosti, oblik in razporeditev.

Neverjetna je podpora internetnim napravam. Mali umirajoči protokoli zahtevajo draga programska in strojna orodja, medtem ko je za delo na spletu vse že na voljo, ali brezplačno ali pa po zelo dostopnih cenah. Če se odločate, ali bi v svojem projektu podprli spletni način povezovanja, ali pa kak preprostejši xyzBUS ali abcNET, nikakor ne dovolite, da bi nekaj prihranjenih vrstic programske kode vašo napravo obsodilo na neandertalski način sporazumevanja.

Svetovnemu spletu sem pridružil še eno napravo. Nič čudnega, da dobre 4 milijarde možnih internetnih naslovov ne zadoščajo več in prihaja IPV6, ki dodaja še dodatna 2 bajta naslovov. Menda bo to za nekaj časa zadoščalo. Vsaj, dokler ne bo v splet vključena tudi vaša zobna ščetka.



Slika 5: električno vezje

Literatura

Predvsem na spletu dostopni podatki;

www.microchip.com (tudi podatki za dsPIC30F4011, ENC28J60),

www.analog.com (ADuM1401),

www.xfmrs.com (Ethernet konektor),

www.st.com (M95512 EEPROM),

...in drugo.

Kazalo vsebine

Uvod	2
Kaj me žene	2
Zamisel	3
Izdelek	3
Opis vezja	3
Mikrokrmilnik.....	3
Ethernet vmesnik.....	4
Galvanska izolacija.....	4
Napajalnik.....	5
Opis programske opreme.....	6
Web strežnik	6
Ftp strežnik	7
Bootloader	7
Analiza delovanja	8
Hitrosti	8
Za konec	8
Literatura	9
Kazalo vsebine	10