

MULTIKONTROLERSKI LOGER

Nedjeljko Lekić, Zoran Mijanović, Radovan Stojanović, *Elektrotehnički fakultet Podgorica*

Sadržaj – U radu je prikazan uređaj za prikupljanje podataka - loger. Uobičajeno je da se loger realizuje sa jednim mikrokontrolerom. Međutim naš loger je napravljen sa tri mikrokontrolera. U radu je pokazano da ovakva arhitektura uprošćava softver, povećava sigurnost rada logera i pojednostavljuje upravljanje potrošnje struje. Istovremeno, osmišljen je i jednostavan koncept međukontrolerske komunikacije.

1. UVOD

Loger je uređaj koji samostalno prikuplja podatke i smješta u memoriju. Uz pomoć personalnog računara ti podaci se u bilo kom trenutku mogu preuzeti i dalje obrađivati [1], [2].

U ovom radu je predstavljen multikontrolerski loger. Za ovakvu realizaciju smo se odlučili uočivši da se funkcije prikupljanja podataka i ostale funkcije logera mogu efikasno razdvojiti i izvršavati zasebnim mikrokontrolerom. Pod ostalim funkcijama misli se na konfigurisanje logera, komunikaciju sa personalnim računarom, i dr.

Predstavljeni loger je realizovan angažovanjem tri mikroprocesora. Jednim mikrokontrolerom vrši se prikupljanje podataka, drugim mikrokontrolerom obavlja se konfigurisanje logera i komunikacija sa PC-em, dok trećim mikrokontrolerom se obezbjeđuje praćenje realnog vremena. Pokazano je da ovaj koncept složenijeg hardvera omogućava drastično pojednostavljenje softvera logera te time njegov pouzdaniji i brži rad. Angažovanjem tri mikrokontrolera obezbjeđuje se i veća fleksibilnost u radu logera. Na primjer, loger nesmetano prikuplja podataka i u slučaju kada personalni računar preuzima već prikupljene podatke, pa čak i kada se u ostalim mikrokontrolerima vrši izmjena softvera. Korištenjem više mikrokontrolera obezbjeđuje se i dva puta više procesorskog vremena, više portova, UART-a, A/D konvertora, Tajmera itd.

Multikontrolerski loger je upotrijebljen u RF sistemu za evidenciju radnog vremena (sistem do sada montiran u 10 radnih organizacija u Crnoj Gori), sistemu za automatizaciju rada benzinske pumpe MUP-a Republike Crne Gore, kao i u sistemu za nadzor mrežnog napajanja. Za sve pomenute primjene razvijen je i odgovarajući softver na PC-u koji vrši inicijalizaciju logera, preuzima i obrađuje podatke koje je loger sakupio.

U daljem tekstu dat je detaljan opis logera.

2. OPIS LOGERA

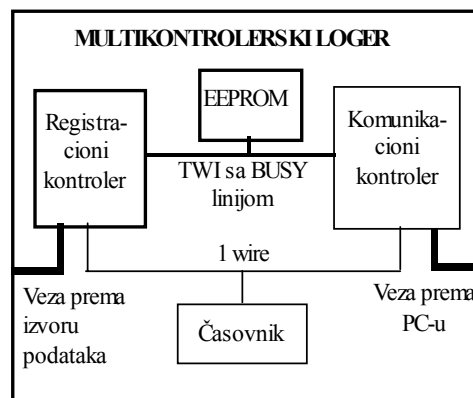
Na slici 1 data je blok šema multikontrolerskog logera.

Osnovni sastavni dijelovi logera su:

- registracioni kontroler
- komunikacioni kontroler
- EEPROM i
- časovnik

Registracioni kontroler je realizovan korištenjem ATMega16 mikrokontrolera [3]. Osnovna uloga registracionog kontrolera je da prihvata podatke od strane

izvora podataka i da ih putem two-wire serijskog interfejsa (TWI), zapisuje u EEPROM. Izvori podataka mogu biti vrlo različiti, zavisno od konkretne primjene logera. Recimo, kada se loger koristi u RF sistemu za evidenciju radnog vremena, izvori podataka su čitači kartica zaposlenih, koji su RS232 vezom povezani sa registracionim kontrolerom. S druge strane, u sistemu za nadzor napajanja, izvor podataka je interfejs preko koga loger dobija uvid u stanje napona na mreži.



Sl.1. Blok šema multikontrolerskog logera

Komunikacioni kontroler je realizovan korištenjem ATMega16 mikrokontrolera [3]. Osnovni zadatak komunikacionog kontrolera je da komunicira sa personalnim računarom, i da na osnovu te komunikacije vrši upis i/ili čitanje podataka EEPROM-a. Tako, posredstvom komunikacionog kontrolera, PC može da izvrši upis podataka u željeni dio EEPROM-a kao i da pročita podatke iz željenog dijela EEPROM-a. Osim toga PC, posredstvom komunikacionog kontrolera, može da definiše način rada registracionog i komunikacionog kontrolera.

Loger sadrži i 128K EEPROM-a u vidu 4 kola 24C256 (Slika 5) [4]. EEPROM je centralni dio logera. U EEPROM-u se nalaze konfiguracioni podaci koji definišu način rada logera kao i podaci o evidentiranim događajima. Unutar EEPROM-a podaci su raspoređeni (prema svojoj namjeni) u memorijske cjeline, nazvane fajlovi. Na slici 2 data je memoriska mapa EEPROM-a logera.

Na najžim adresama u EEPROM-u nalazi se fajl Direktorija. Fajl Direktorija daje informaciju na kojoj adresi u EEPROM-u se nalaze počeci ostalih fajlova. Na slici 3 data je memoriska mapa fajla Direktorija.

U fajlu Direktorija adresa početka fajla data je sa dva okteta koji označavaju memorijski segment veličine 16 okteta. Fizička adresa se dobija kao

$$\text{AdresaPočetkaFajla-n} = ((\text{HIGHn}) * 256 + \text{LOWn}) * 16$$

tako da se sa ova dva okteta može adresirati memorijski prostor do 1M. Kraj fajla Direktorija označava se sa dva okteta vrijednosti 0. Okteti od kraja fajla Direktorija pa do prvog okteta sa adresom djeljivom sa 16, biće preskočeni. Njihova vrijednost nije od značaja.

DIREKTORIJA
Neiskorišteno
FAJL 1
Neiskorišteno
FAJL 2
Neiskorišteno
FAJL N
Neiskorišteno

Sl.2. Memorijska mapa EEPROM-a

U opštem slučaju između dva fajla može postojati neiskorišten dio EEPROM-a, međutim iz razloga racionalnosti poželjno to se izbjegava.

Niži oktet adrese početka prvog fajla (LOW1)	Viši oktet adrese početka prvog fajla (HIGH1)
Niži oktet adrese početka drugog fajla (LOW2)	Viši oktet adrese početka drugog fajla (HIGH2)
Niži oktet adrese početka trećeg fajla (LOW3)	Viši oktet adrese početka trećeg fajla (HIGH3)
...	
Niži oktet adrese početka n-tog fajla (LOWn)	Viši oktet adrese početka n-tog fajla (HIGHn)
(0)LOW	(0)HIGH

Sl.3. Memorijska mapa fajla Direktorija

Na slici 4 data je memorijska mapa EEPROM-a logera kada se on koristi u sistemu za evidenciju radnog vremena.

DIREKTORIJA
Konfiguracioni fajl
Fajl korisnika
Fajl prava korisnika
Fajl događaja

Sl.4. Memorijska mapa EEPROM-a kada se loger koristi u sistemu za evidenciju radnog vremena

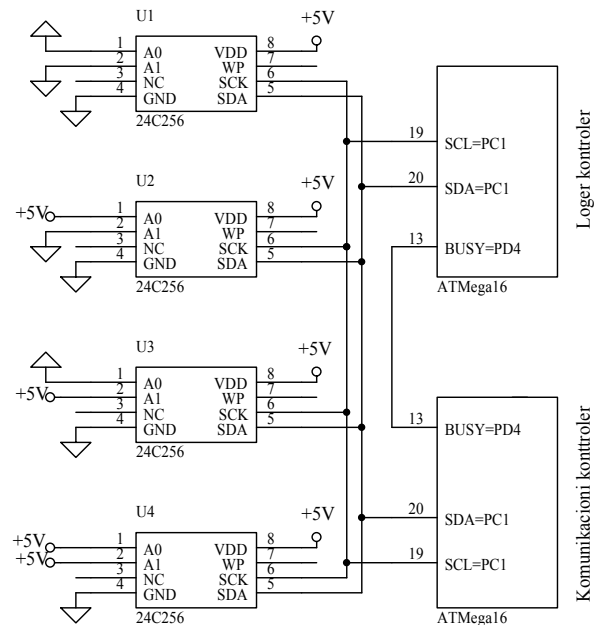
Svaki fajl u EEPROM-u sastoji se od zapisa. Kraj fajla se označava zapisom u kojem svaki oktet ima vrijednost nula

U svakoj primjeni logera, poslednji fajl u EEPROM-u (fajl na najvišim adresama) je fajl u koji se upisuju podaci o događajima u procesu koji se prati (Fajl događaja)

Za fajl događaja rezervisan je memorijski prostor od naznačenog početka fajla pa sve do kraja EEPROM-a. U fajl događaji registracioni kontroler kružno upisuje podatke pri čemu kraj uvijek označava sa zapisom u kojem svaki oktet jednak ima vrijednost 0.

Podatke sa logera može preuzimati više personalnih računara koji imaju ostvaren komunikacioni put do logera. Svaki PC vodi računa dokle je stigao sa preuzimanjem podataka.

Na slici 5 prikazan je način povezivanja EEPROM-a sa registracionim i komunikacionim kontrolerom. Za pristup EEPROM-u, kontroleri koriste two-wire serijski interfejs (TWI). TWI je idealan za tipične mikrokontrolerske aplikacije. TWI protokol dozvoljava povezivanje do 128 različitih uređaja korištenjem samo dvije bidirekzione magistralne linije, jednu za takt (SCL) i jednu za podatke (SDA) [4].

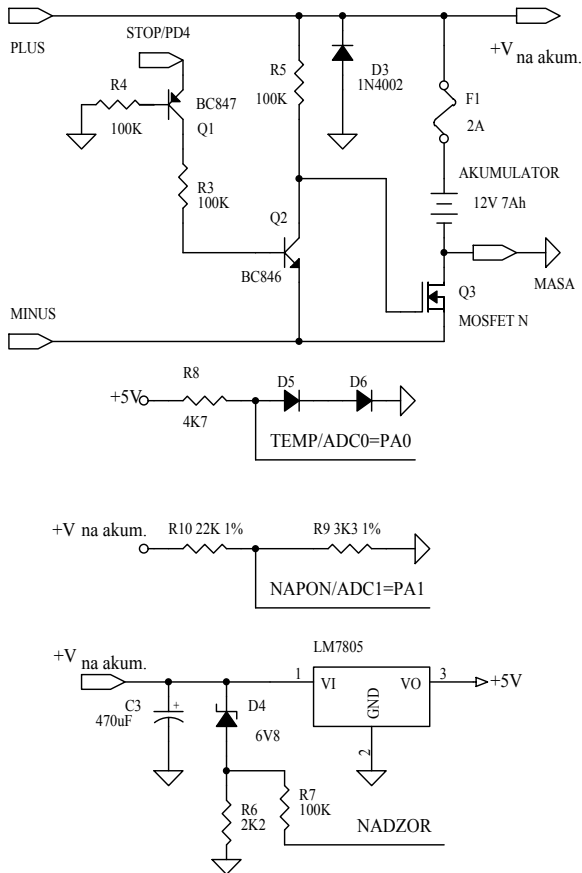


Sl.5. Povezivanje EEPROM-a sa komunikacionim i registracionim kontrolerom

Da ne bi dolazilo do dužeg zastoja u radu registracionog ili komunikacionog kontrolera usljed, čekanja na slobodan pristup EEPROM-u, nijedan kontroler ne smije, u jednom pristupu, dugo zauzeti magistralu EEPROM-a. Za pomenute aplikacije logera, usvojili smo da maksimalno vrijeme jednog zauzimanja EEPROM-a ne smije biti duže od 50ms. Usvojili smo brzinu od 100kHz za TWI jer ona podržava i najsporije EEPROM-e. Ova brzina je dovoljna da se upis 256 okteta u EEPROM može završiti za 25ms. Kako jedan zapis od strane registracionog kontrolera, u navedenim aplikacijama, ne prelazi 32 okteta, njegovo zauzimanje EEPROM-a traje čak znatno kraće. Komunikacioni kontroler u jednom pristupu čita, odnosno upisuje, maksimalno 256 okteta EEPROM-a. Na ovaj način je obezbijedeno da korištenje istog EEPROM-a komunikacionom i registracionom kontrolerom ne predstavlja smetnju za obavljanje svojih osnovnih funkcija.

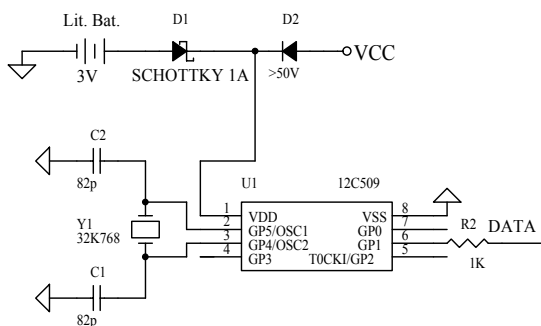
Loger se napaja iz akumulatora 12V da bi se dobila visoka pouzdanost i mogućnost prikupljanja podataka i u slučaju prestanka mrežnog napajanja. Za vrijeme kada je mrežni napon prisutan, akumulator se dopunjava po određenom algoritmu. Na primjer, za hermetički olovni akumulator, algoritam sadrži temperaturnu kompenzaciju – 24mV/C/čeliji. Algoritam punjenja je implementiran u komunikacionom kontrolerom. Na slici 6 je prikazano kako se pomoću naponskog razdjelnika R10/R9 mjeri napon akumulatora, dalje, sa diodama D5 i D6 se mjeri temperatura,

a sa MOSFET-om Q3 uključuje dopunjavanje akumulatora. (Poznato je da diode imaju temperaturnu zavisnost napona direktne polarizacije od $-2.2\text{mV}/\text{C}$.)



Sl.6. Napajanje logera upravljano komunikacionim kontrolerom

Časovnik realnog vremena je realizovan sa mikrokontrolerom 12F629 (Slika 7). Vrijeme se čuva i računa u četvoroktetnom formatu, gdje dva viša okteta predstavljaju broj proteklih dana od 1. Januara 1900. godine, a niža dva okteta predstavljaju dio dana. Najmanja jedinica vremena kojom časovnik barata je 1.318sec. Ovaj format vremena olakšava kasniju obradu na personalnom računaru je se isti takav format koristi u Windows-u (Excel, Access, ...). S druge strane obrada i zapisivanje vremena u logeru je pojednostavljeno.



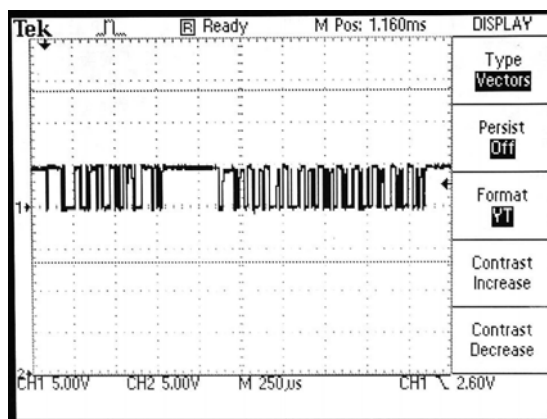
Sl.7. Časovnik

Schottky dioda D_1 , dioda D_2 i litijumska baterija (slika 7) služe da se obezbijedi napajanje Časovniku (Power Down mod logera), i onda kada ostatak logera nema napajanje.

Potrošnja struje od strane časovnika je veoma mala i ne prelazi $8\mu\text{A}$. Zahvaljujući tako maloj potrošnji litijumska baterija 3V CR 2032, može da podrži rad časovnika u trajanju od nekoliko godina.

Preko DATA linije časovnik razmjenjuje podatke sa komunikacionim i registracionim kontrolerom. Na pr., DATA linijom komunikacioni kontroler podešava vrijeme Časovniku. Osim toga, nakon svakog inkrementiranja vremena, Časovnik, DATA linijom, šalje podatke o novom vremenu.

Za razmjenu podataka između kontrolera u logeru razvijen je komunikacioni protokol tipa 1 wire, koji je kompatibilan sa EIA232 standardom. Ovim protokolom moguće je povezati više kontrolera. Svi učesnici u komunikaciji su ravnopravni (nema MASTER-a i SLAVE-a). Na slici 8 prikazan je razmjena podataka između dva kontrolera u logeru korištenjem ovog protokola.



Sl.8. Razmjena podataka između dva kontrolera u logeru

Loger se sa personalnim računarom može povezati direktno na serijski port računara ili preko GSM, odnosno GPRS modema [5], [6].

Na slici 9, prikazan je loger, primijenjen u sistemu za evidenciju radnog vremena.



Sl.9. Loger primijenjen u sistemu za evidenciju radnog vremena

Na kraju, na slici 10, prikazana je unutrašnjost logera.



Sl.10. Unutrašnjost logera

3. ZAKLJUČAK

U radu prezentiran je realizovani logger čijim radom upravljaju tri mikrokontrolera, komunikacioni, registracioni i kontroler za praćenje realnog vremena. Pokazano je da ovakva organizacija pojednostavljuje softver logera i omogućuje mu veću fleksibilnost i pouzdaniji rad.

Osim toga, pokazano je da u slučaju nestanka spoljnog napajanja logger prelazi u PowerDown mod, u kome radi samo kontroler za praćenje realnog vremena. U ovom modu potrošnja logera je manja od $10\mu\text{A}$ i obezbjeđuje se iz litijumske baterije unutar logera.

Za postizanje što dužeg radnog vijeka EEPROM-a u njemu se podaci upisuju na pogodan kružni način.

Za razmjenu podataka između kontrolera u loggeru razvijen je je komunikacioni protokol tipa 1 wire

LITERATURA

- [1] Kevin James, *PC Interfacing and Data Acquisition : Techniques for Measurement, Instrumentation and Control*, Newnes (August 10, 2000)
- [2] Kenneth J Leap,, *The design of a microprocessor-based data logger (Open-file report / U.S. Geological Survey)*, Kenneth J Leap, U.S. Geological Survey (1982),
- [3] *8-bit AVR Microcontroller With 16K bytes In-System, Programmable Flash*, Atmel Corporation 2003
- [4] 2- Wire Serial EEPROMs AT24C128, AT24C256, Atmel Corporation 2004.
- [5] Timo Halonen, Javier Romero, Juan Melero, *GSM, GPRS and EDGE Performance : Evolution Towards 3G/UMTS*,
- [6] Jan Axelson, Jan Axelson, *Serial Port Complete*, Lakeview Research; Bk&Disk edition (July 1, 1998)

Abstract – In this paper the new logger (data collection device) has been presented. Such kind of device is made with one microcontroller, usually. Contrary, our logger consists of tree microcontrollers. It is shown that tree microcontroller architecture brings software simplicity, higher reliability and improves power management. At the same time a simple inter-processor communication concept is proposed.

MULTICONTROLLER LOGGER

Nedjeljko Lekić, Zoran Mijanović, Radovan Stojanović