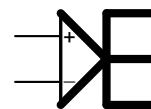


FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
INSTITUT ZA ENERGETIKU, ELEKTRONIKU I TELEKOMUNIKACIJE
KATEDRA ZA ELEKTRONIKU
NOVI SAD
TRG DOSITEJA OBRADOVIĆA 6
www.elektronika.ftn.uns.ac.rs



(021) 459-449
kel@uns.ac.rs

UPUTSTVO ZA KORIŠĆENJE SIMULATORA KEL-MAKETE ZA KEIL V7+ VERZIJU C-KOMPAJLERA

1. Uvod

Simulator KEL-makete je namenjen za proveru rada programa pisanih u C-kompajleru KEIL, verzija 7+, koje studenti rade u okviru laboratorijskih/računarskih vežbi iz predmeta “mikroprocesorska elektronika”, “računarska elektronika”, “mikroračunarska elektronika za rad u realnom vremenu” i “digitalni mikrokontroleri”. Simulator je napravljen u formi DLL Windows fajla i podržava sve mogućnosti koje ima i realna KEL-maketa.

2. Instalacija

Fajl simulatora KelMaketa.dll treba snimiti u direktorijum C51\bin Keil C kompajlera. Simulator se može instalirati, odnosno uključiti u Keil-ovo razvojno okruženje μ Vision (u daljem tekstu uV) na dva načina. Prvi način je uključivanjem u uV inicijalizacioni fajl TOOLS.INI, koji se nalazi u osnovnom Keil folderu. Kada se ovaj fajl otvori u tekst editoru, treba obratiti pažnju na sekciju [C51]:

```
[C51]
BOOK0=HLP\RELEASE_NOTES.HTM("Release Notes")
TDRV0=BIN\MON51.DLL ("Keil Monitor-51 Driver")
TDRV1=BIN\ISD51.DLL ("Keil ISD51 In-System Debugger")
TDRV2=BIN\MON390.DLL ("MON390: Dallas Contiguous Mode")
Version=V7.0
PATH="F:\Keil7\C51"
.....
```

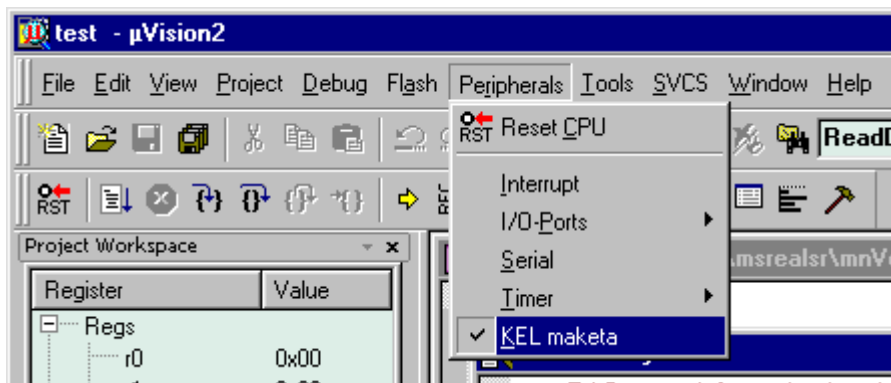
Uključivanje simulatora u sistem se vrši dodavanjem narednog reda u ovu sekciju:

```
AGSI1=KelMaketa.dll ("Kel maketa")
```

Nakon ovoga, simulator KEL-makete je spreman za rad i može se pozvati preko odgovarajućeg menija iz uV programa. Kada je C program napisan i kompajliran, prvo je potrebno pozvati Keil simulator (uokvirena



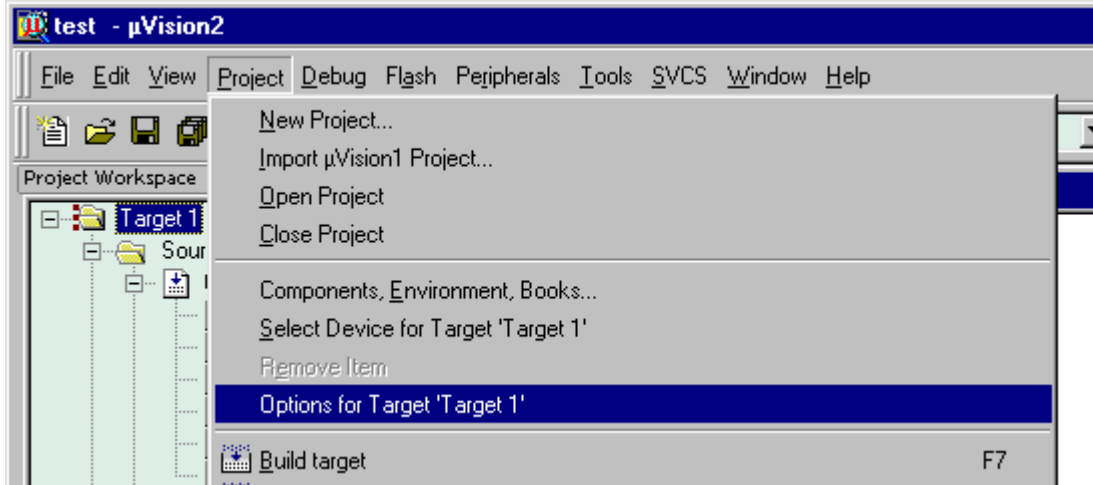
Slika 1: Pozivanje Keil simulatora



Slika 2: Pozivanje simulatora makete

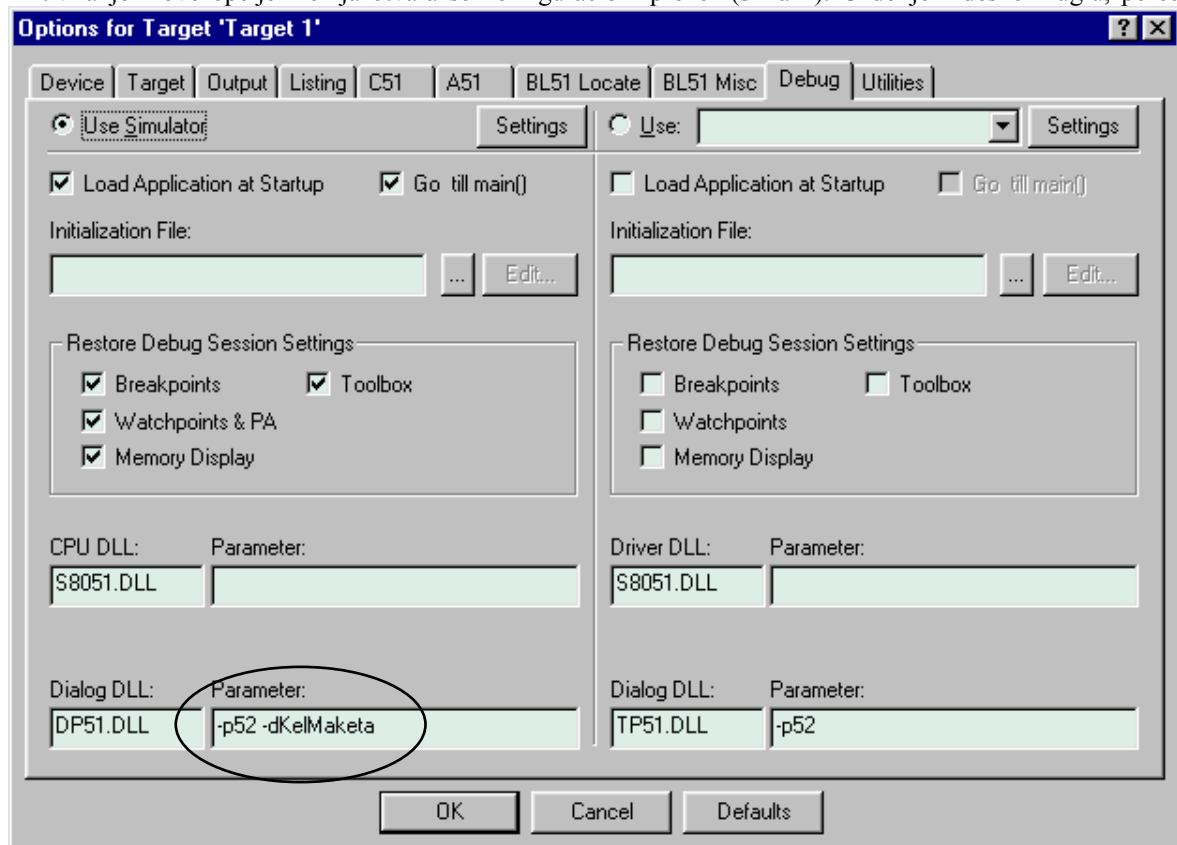
opcija menija na slici 1). Nakon toga, u meniju Peripheral se pojavljuje i meni-opcija “KEL maketa”, kojom se simulator KEL-makete uključuje i isključuje.

Drugi način za instaliranje simulatora KEL-makete u Keil-ovo uV okruženje je preko menija (slika 3).



Slika 3: Podešavanje opcija projekta

Aktiviranjem ove opcije menija otvara se konfiguracioni prozor (slika 4). U donjem desnom uglu, pored



Slika 4: Konfiguracioni prozor

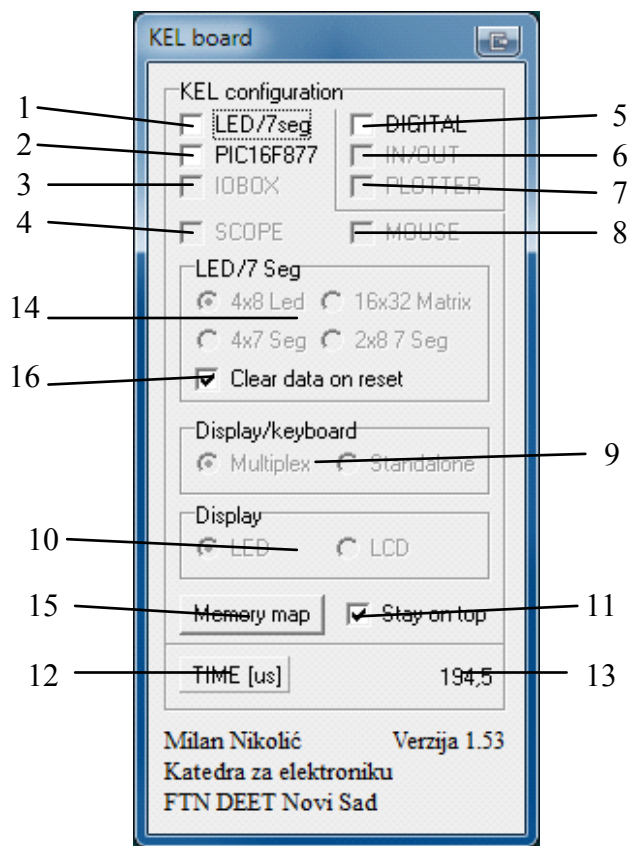
editorskog polja “Dialog DLL”, nalazi se editorsko polje “Parameter”. U ovo polje se, posle već postojeće opcije “-p52”, uz bar jedan razmak, dopiše “-dKelMaketa”. Nakon ovoga, u “Peripheral” meniju se, nakon

startovanja “Debug” opcije, pojavljuje meni-opcija “KEL maketa”, koja se na dalje koristi kao i u prvom slučaju.

3. Startovanje simulatora

Kada se simulator KEL-makete aktivira preko “Peripheral” menija iz uV okruženja, pojavljuje se bazni prozor simulatora (slika 5). Pojedinačnim opcijama ovog prozora određuje se koji su elementi makete aktivni, odnosno koji se elementi simuliraju.

Moguće su sve one kombinacije koje se mogu ostvariti sa realnom maketom. Opcije koje za datu kombinaciju nisu moguće označene su zatamnjenim poljem. Opcije su sledeće:



1. Simulacija LED ploče.
2. Simulacija PIC ploče.
3. Simulacija kutije sa funkcijskim generatorom i potencimetrima.
4. Simulacija osciloskopa.
5. Simulacija DIGIO ploče.
6. Prozor za prikaz stanja izlaza i simulaciju ulaza (digitalnih).
7. Simulacija plotera.
8. Simulacija miša.
9. Način rada tastature i displeja (multipleksno preko 8051, ili samostalno, preko PIC16F877).
10. Tip displeja, 8-cifarski 7-segmentni LED displej (standardno na maketi), ili LCD displej, 2x16 karaktera (ne koristi se na vežbama).
11. Način prikaza svih simulacionih prozora. Ako je ova opcija uključena, tada se svi simulacioni prozori nalaze uvek na vrhu, dok se uV prozor nalazi ispod njih. Ova varijanta se koristi kada se C/Asm program startuje punom

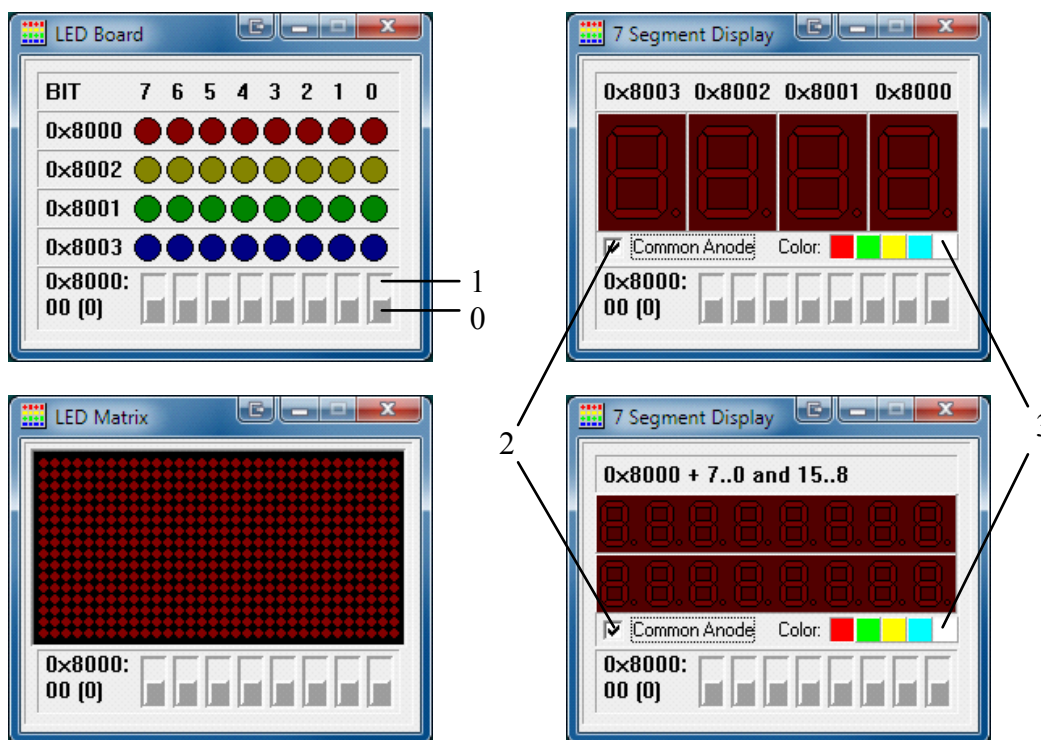
brzinom. U suprotnom (opcija je isključena), uV prozor se može postaviti iznad simulacionih prozora. Ovaj slučaj se koristi kada se C/Asm program izvršava korak po korak, odnosno kada je potrebno detaljnije analizirati rad programa, varijabli i slično.

12. Taster za poništavanje informacije o proteklom vremenu. Svakim pritiskom na ovaj taster, informacija o vremenu se briše, a prikaz vremena teče relativno, od tog momenta.
13. Prikaz vremena (simuliranog mikroprocesora), proteklog od startovanja C/Asm programa, ili od zadnjeg pritiska na taster (12).
14. LED ploča sastavljena od 4x8 LED, LED matrice 32x16, 4-cifarskog 7-segmentna displeja, ili od dvorednog 2x8-cifarskog 7-segmentnog displeja.
15. Prikaz i podešavanje raspoložive eksterne memorije (xdata).
16. Kada je uključeno, pri resetu u simulatoru, brišu se interni registri LED ploče. Brisanje podrazumeva popunjavanje registara matrice 32x16 na vrednost 0, a za ostale (4x8 LED, 4 x 7-seg. i 2x8 7-seg) na vrednost 0xFF (isključeno stanje za zajedničku anodu).

Parametri podešeni u baznom prozoru, kao i svi ostali parametri simulatora makete, pamte se u odgovarajućem fajlu i restaurišu se kada se uV i simulator makete naredni put pozovu.

4. LED ploča

Simulacioni prozor led ploče prikazan je na slici 6. Osim osnovne led ploče (“LED Board”), koja postoji na maketi, u simulatoru se mogu koristiti dodatne simulacije, 4-cifarski 7-segmentni displej (“7 Segment Display”), dvoredni 7-segmentni displej (2x8) i 32x16 LED matrica (“LED Matrix”). Sa leve strane svake od LED grupa (osnovna ploča) ispisana je i adresa u XDATA prostoru koja odgovara toj grupi. Ispod LED grupa nalazi se i grupa sa prekidačima, sa oznakom pozicija prekidača koje odgovaraju logičkim vrednostima 0 i 1. Kao i na realnoj maketi, LED (4x8) se aktiviraju niskim nivoom, odnosno logičkom nulom, dok se za matricu 16x32 i 7-segmentne displeje može podesiti aktivni nivo.



Slika 6: Simulacioni prozor LED-ploče

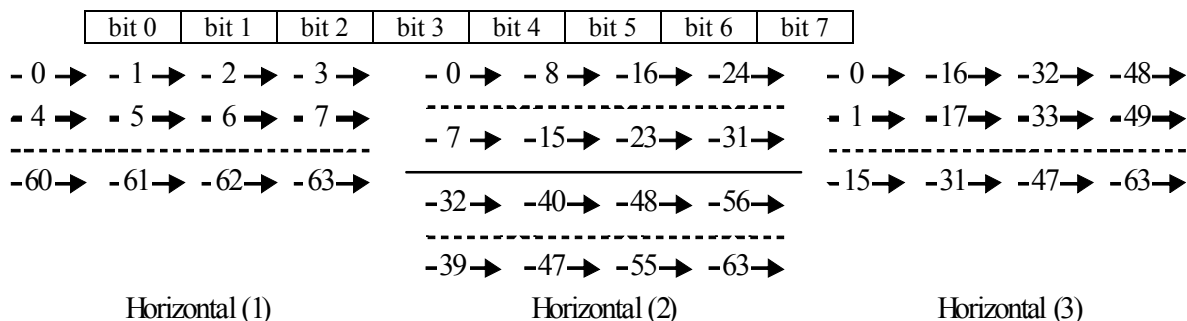
7-segmentni displej (“7 Segment Display”), koji postoji samo u varijanti simulatora i nije realizovan na realnoj maketi, može biti sa zajedničkom anodom ili katodom (2), a na raspolaganju su četiri boje za displej (3). Displej nije multipleksni, a svaka cifra ima svoj leč, mapiran na prikazanoj adresi. Dvoredni 7-segmentni displej takođe ne postoji na realnoj maketi, a 16 cifara displeja je raspoređeno na sukcesivne adrese od 0x8000 do 0x800F (prvi red: 0x8000 = krajnja desna cifra, 0x8007 = krajnja leva cifra; drugi red: 0x8008 = krajnja desna cifra, 0x800F = krajnja leva cifra). LED matrice (4x8 i 16x32) se mogu dodatno podešavati menijem koji se poziva desnim klikom miša (boja, oblik, aktivni nivo, način mapiranja).

LED matrica (“LED Matrix”) sadrži 32x16 LED tačaka, organizovanih u 64, 128 ili 256 bajtova (za 1, 2 ili 4 bita po tački), mapirano u adresni prostor od 0x8000 do 0x803F/0x807F/0x80FF eksterne memorije. Korišćenjem iskačućeg (popup) menija, mogu se podesiti boja (crveno, žuto, zeleno ili plavo), način mapiranja LED tačaka u odnosu na adresni prostor, oblik LED elemenata (krugovi ili kvadrati), kao i način aktiviranja (logičkom jedinicom ili nulom). Posebno je od značaja način mapiranja, a na raspolaganju su sledeće opcije:

1. Horizontal bytes: 16 rows x 4 bytes (*jednobojno, 64 bajta*)
2. Horizontal bytes: 2 vertical groups, 4 byte-columns of 8 rows per group (*jednobojno, 64 bajta*)
3. Horizontal bytes: 4 horizontal groups of 16 rows x 1 byte (*jednobojno, 64 bajta*)
4. Vertical bytes: 2 rows of 32 bytes (*jednobojno, 64 bajta*)
5. Vertical bytes: 32 horizontal groups of 2 bytes, low byte first (*jednobojno, 64 bajta*)

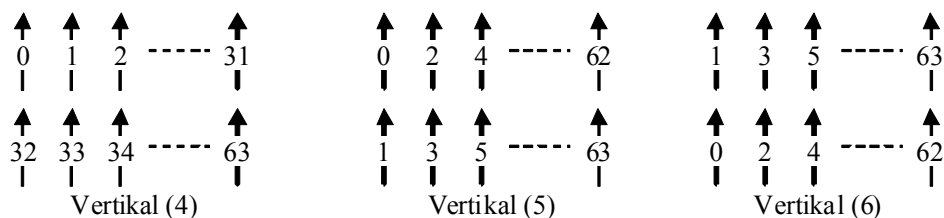
6. Vertical bytes: 32 horizontal groups of 2 bytes, high byte first (*jednobojno, 64 bajta*)
7. Pseudo color: 2 bits per pixel (*128 bajtova*)
8. RGB: 4 bits per pixel (*256 bajtova*)

Kod horizontalnog mapiranja, tačke na displeju su organizovane u grupe po 8 horizontalnih tačaka koje formiraju bajt, pri čemu krajnja leva tačka odgovara najnižem bitu (0), a krajnja desna najvišem (7):



Slika 7: Horizontalno mapiranje

Kod vertikalnog mapiranja, LED tačke su organizovane u grupe po 8 vertikalnih tačaka koje formiraju bajt, pri čemu krajnja gornja tačka odgovara najvišem bitu (7), a krajnja donja najnižem (0). Na slikama 7 i 8

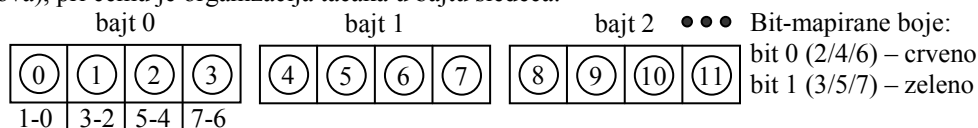


Slika 8: Vertikalno mapiranje

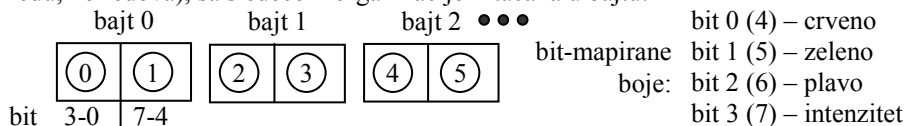
grafički je prikazano mapiranje u horizontalnoj i vertikalnoj varijanti. Vrh strelice označava poziciju bita 7 u bajtu, a broj na strelici označava relativnu adresu bajta (u odnosu na osnovnu adresu 0x8000).

U "Pseudo color" i "RGB" varijanti, organizacija bajtova u memoriji je kao u varijanti 1 (horizontalno organizovani bajtovi), samo što tačke zauzimaju ne po 1 bit, nego po 2 odnosno 4 bita:

- 2 bita po tački (bit-mapirane komponente boje): Svaki bajt opisuje 4 tačke (8 bajtova u redu, 16 redova), pri čemu je organizacija tačaka u bajtu sledeća:



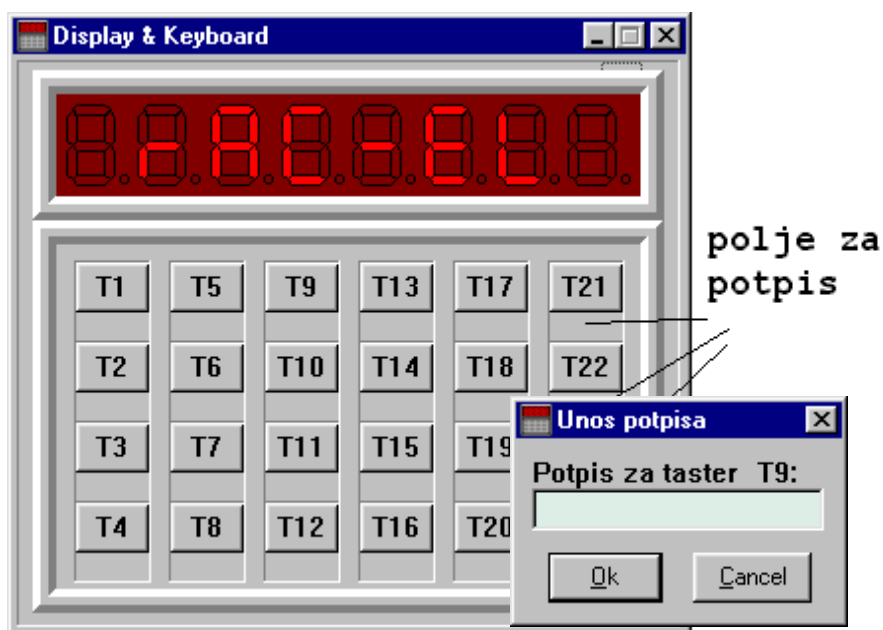
- 4 bita po tački (bit-mapirane komponente boje): Svaki bajt opisuje 2 tačke (16 bajtova u jednom redu, 16 redova), sa sledećom organizacijom tačaka u bajtu:



Simulacioni prozor, kao i svi ostali prozori simulatora izuzev baznog, mogu se minimizirati i isključiti. Ako se prozor isključi ('X' u gornjem desnom uglu), odgovarajuća opcija u baznom prozoru se takođe isključuje.

5. PIC ploča

Izgled simulacionog prozora PIC ploče dat je na slici 9. U osnovi, sama PIC ploča se ne prikazuje, a umesto nje se prikazuju displej i tastature. U primeru na slici 7 je prikazan LED displej. Takođe, u datom primeru se koristi samostalni način rada, kada multipleks displeja i tastature obavlja PIC mikrokontroler. U slučaju multipleksnog načina rada sa 8051, prikazana poruka se ne vidi. Način korišćenja PIC mikrokontrolera kao 'inteligentne' periferijske jedinice koja, između ostalog, obrađuje i displej i tastaturu, opisan je u uputstvu za vežbe.



Slika 9. Simulacioni prozor PIC ploče

Ispod svakog tastera postoji i polje za potpis tastera. Klikom miša na ovo polje otvara se mali prozor za unos potpisa (takođe prikazan na slici 9).

Kada se koristi multipleksni način rada, odnosno kada 8051 vrši multipleksni ispis displeja i obradu tastature, rad tastature u potpunosti odgovara realnom načinu rada. Međutim, multipleksni displej nije moguće u potpunosti realizovati kao realni sistem. U simulaciji, multipleksni displej je realizovan pomoću 8 simuliranih 8-bitnih registara, po jedan 8-bitni registar za svaku cifru displeja. Upis u ove registre se vrši samo u momentu kada se aktivira signal dozvole multipleksa displeja (signal D3 na kolu U2, sa šeme displeja i tastature – pogledati uputstvo za vežbe ili opis makete), odnosno kada se ovaj signal promeni sa 0 na 1. U tom trenutku, sadržaj kola U1 se upisuje u registar cifre koji je selektovan sa preostala tri bita na kolu U2 (D0, D1 i D2). Imajući ovo u vidu, treba napomenuti da postoji mogućnost prividno pogrešne simulacije, ukoliko se ne koristi postupak rada sa multipleksnim displejem opisan u uputstvu za vežbe.

Navedeni potencijalni problemi u simulaciji ne pojavljuju se kada su displej i tastatura priključeni na PIC mikrokontroler, jer je multipleksni rad interno (u simulatoru) realizovan na najpogodniji način i sa strane 8051 se ne može primetiti nikakva razlika između simuliranog i realnog displeja.

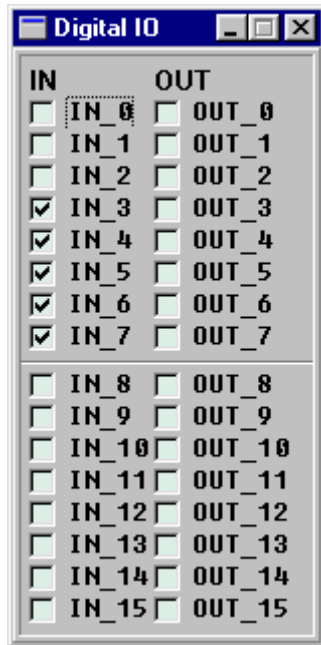
Dodatna mogućnost simulatora displeja i tastature je rad sa LCD displejem. Ovakav displej može da se priključi umesto LED displeja, a odgovarajući prozor tada ima izgled kao na slici 10. Displej je formata 2x16 karaktera. U multipleksnom načinu rada displej je povezan 4-bitnom vezom preko registra U1 i konektora J3-LCDCON na DISPKBD ploči (pogledati opis makete). U samostalnom radu, podrška ovom tipu displeja je ugrađena u PIC mikrokontroler, a opis načina rada se može naći u uputstvu za vežbe.



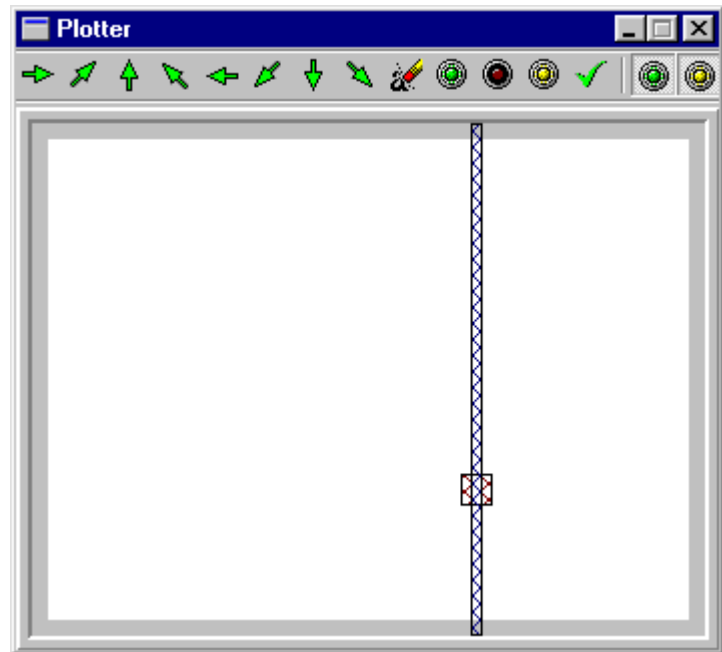
Slika 10: Displej i tastatura sa LCD displejem

Sa desne strane displeja prikazan je klizač za podešavanje kontrasta displeja, što odgovara trimer potencijometru na štampanoj ploči displeja i tastature.

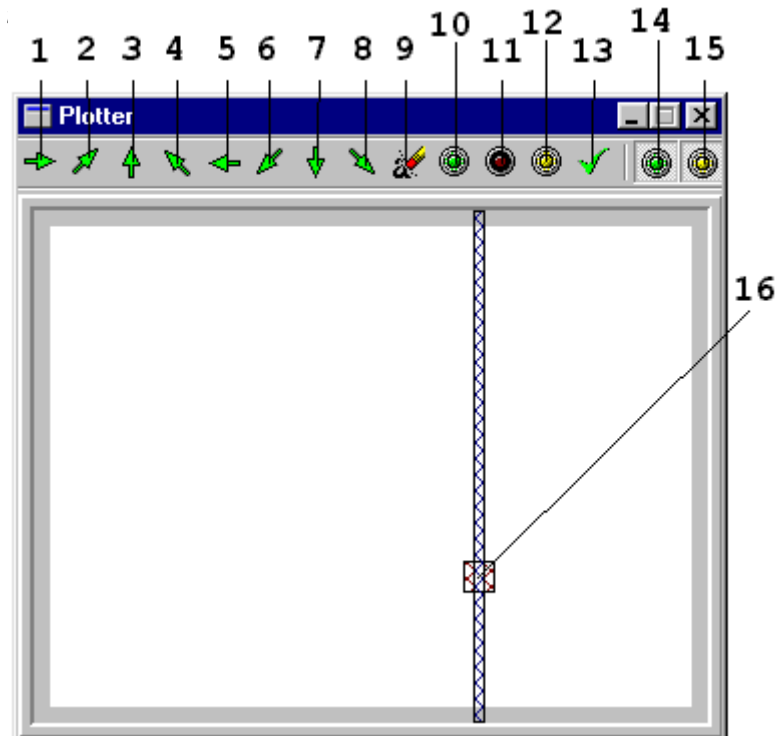
6. DIGIO ploča



Slika 11: Simulator digitalnih ulaza i.



Slika 12: Simulator plotera



Slika 13: Elementi za upravljanje ploterom

Kada se u baznom prozoru aktivira opcija 'Digital', dobija se mogućnost otvaranja prozora sa digitalnim ulazima i izlazima, kao i simulacije plotera. Ova dva prozora su prikazana na slikama 11 i 12. Stanje ulaza i izlaza je moguće menjati, sem digitalnih linija koje koristi ploter, kada je simulator plotera aktivan. Način povezivanja plotera preko DIGIO ploče, kao i opisa adresnog prostora mogu se naći u uputstvu za vežbe.

Simulator plotera ima određeni set upravljačkih elemenata koji odgovaraju realnom ploteru. Ovi elementi su označeni na slici 13.

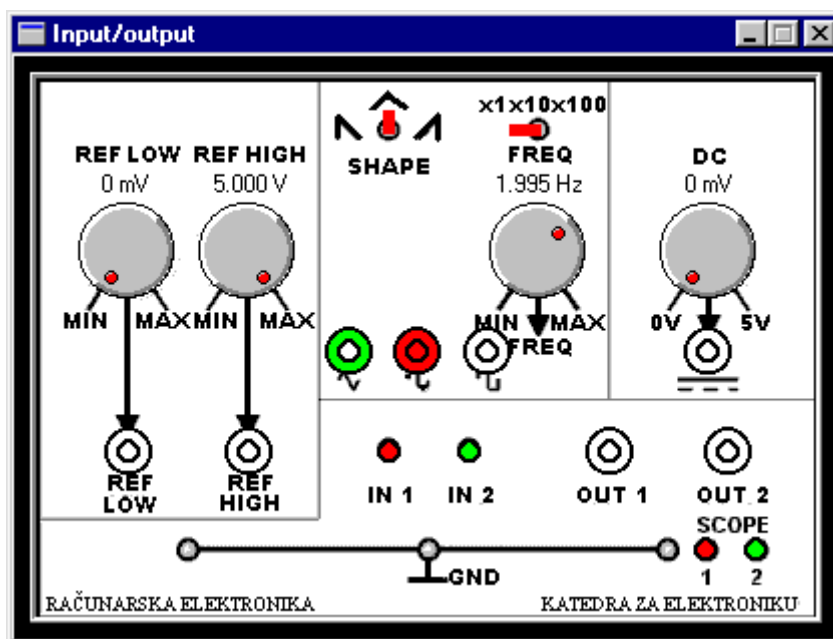
Upravljački elementi su sledeći:

1. Odgovara tasteru 'Desno' na realnom ploteru.
2. Odgovara istovremeno pritisnutim tasterima 'Desno' i 'Nazad' na realnom ploteru.
3. Odgovara tasteru 'Nazad' na realnom ploteru.
4. Odgovara istovremeno pritisnutim tasterima 'Levo' i 'Nazad' na realnom ploteru.
5. Odgovara tasteru 'Levo' na realnom ploteru.
6. Odgovara istovremeno pritisnutim tasterima 'Levo' i 'Napred' na realnom ploteru.
7. Odgovara tasteru 'Napred' na realnom ploteru.
8. Odgovara istovremeno pritisnutim tasterima 'Desno' i 'Napred' na realnom ploteru.
9. Taster za zamenu papira, odnosno brisanje radne površine plotera..
10. Indikator 'ON-LINE' realnog plotera.
11. Indikator 'ERROR' realnog plotera.
12. Indikator 'POWER' realnog plotera.
13. Indikator stanja graničnih prekidača. Strelica pokazuje koji su granični prekidači aktivni.
14. Odgovara tasteru 'ON-LINE' na realnom ploteru.
15. Odgovara prekidaču 'POWER' na realnom ploteru.
16. Pero plotera. Izgled na slici označava podignut položaj, dok se spušten položaj označava punim kvadratom.

Prilikom svakog aktiviranja simulatora plotera, pozicija pera se slučajno određuje, jer se i u realnoj situaciji pero može naći na proizvoljnoj poziciji.

7. IOBOX

IOBox je simulacija kutije sa funkcijskim generatorom, potencimetrima i analognim ulazima i izlazima. Izgled simulacionog prozora dat je na slici 14.



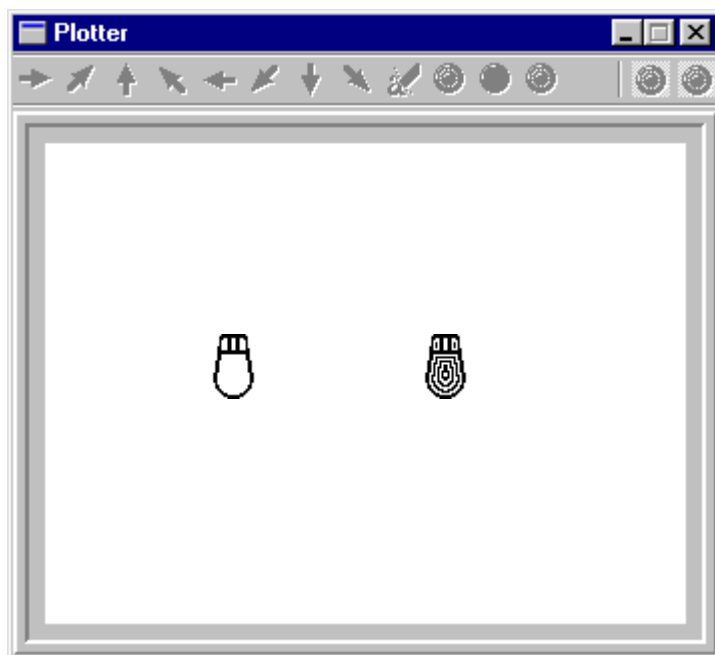
Slika 14: Simulator analogne ulazno/izlazne kutije

Detaljan opis ove kutije može se naći u uputstvu za vežbe. Kako se u okviru simulatora KEL-makete nalazi i simulator osciloskopa, na slici se vide dve dodatne buksne koje na realnoj maketi (kutiji) ne postoje. One su označene sa SCOPE 1 i 2. Na slici su sve buksne izlaznog tipa označene dvostrukim, a ulaznog tipa jednostrukim obojenim krugom. Spajanje ulaznih i izlaznih buksni se vrši mišem, tako što se prvo klikne na jednu ulaznu buksnu, a zatim na jednu izlaznu. Spoj osciloskopa sa izlaznom buksnom je označen tako što spoljašnji krug odgovarajuće izlazne buksne dobija boju ulazne buksne na koju je spojen. Spajanje analognih ulaza (IN 1 i 2) se vrši na isti način, pri čemu unutrašnji krug izlazne buksne dobija odgovarajuću boju. Razdvajanje ulazne buksne od izlazne se takođe vrši mišem, tako što se klikne dva puta na povezanu ulaznu buksnu, nakon čega se veza razdvaja, a izlazna buksna (unutrašnji ili spoljašnji krug) dobija belu boju. Dodatne oznake koje ne postoje na realnoj maketi su jednosmerni naponi i frekvencija funkcijskog generatora.

Ako je na neku izlaznu liniju povezan simulator osciloskopa, odgovarajući signal se može videti tek kada se simulacija iz uV startuje, odnosno kada simulirani 8051 počne da izvršava program. Razlog za to je što funkcijski generator i osciloskop ne rade u realnom, nego u vremenu simuliranog mikroprocesora.

8. Miš

Za simulacija realnog miša priključenog na maketu koristi se radna površina plotera. Moguća su dva osnovna stanja, kada je miš postavljen na podlogu i kada je odvojen (u vazduhu). Na slici 15 je prikazana radna površina plotera kada simulator plotera nije uključen, ali je uključena simulacija miša.



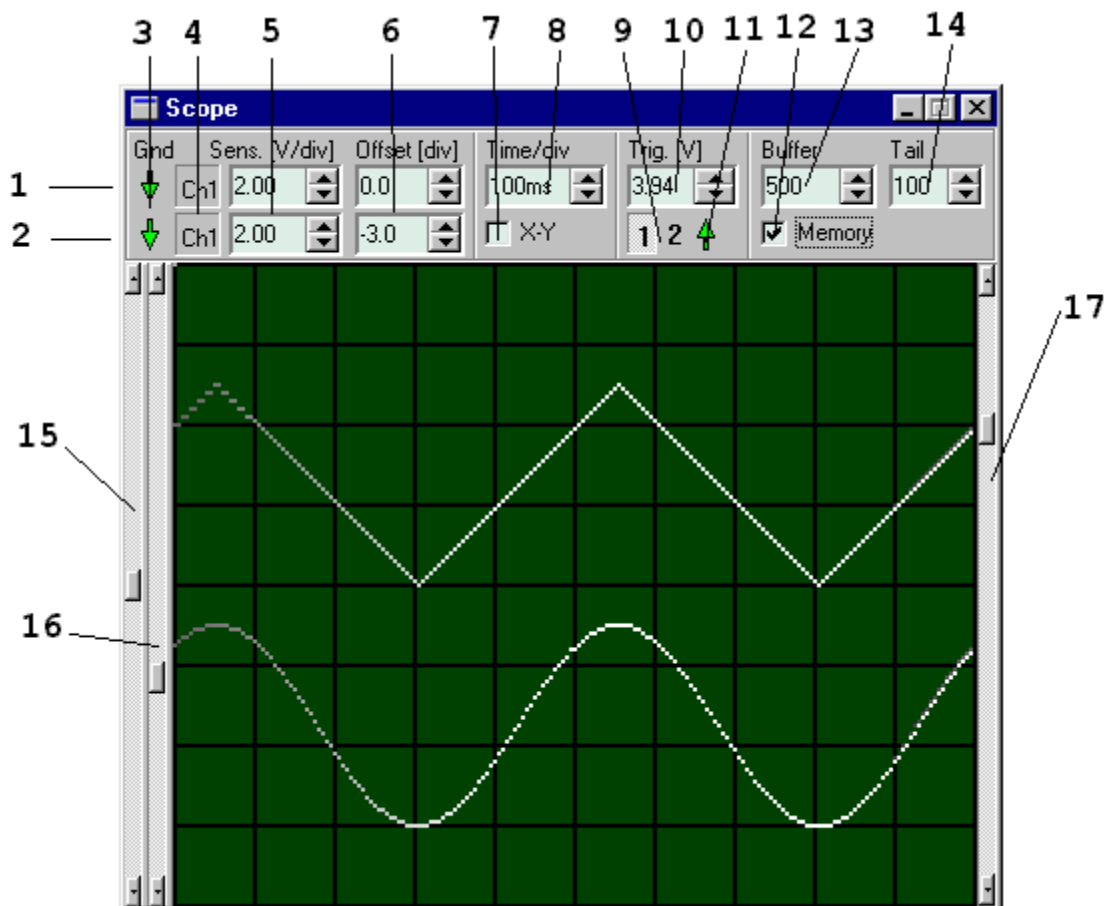
Slika 15: Simulacija miša

Na levoj polovini prikazan je miš kada se ne nalazi na podlozi, a na desnoj polovini je slučaj kada je miš postavljen na podlogu. U oba slučaja se koristi Windows kursor miša, samo što se umesto standardne strelice koriste dva prikazana simbola. Simbol miša odvojenog od podloge se dobija običnim pokretanjem miša preko radne površine, a simbol miša na podlozi se dobija za vreme dok je pritisnut levi taster miša. Da bi merenje impulsa miša preko 8051 ili PIC16F877 moglo da se izvrši, miš mora biti 'pritisnut na podlogu', odnosno pri kretanju preko radne površine levi taster miša mora biti pritisnut. U slučaju kada je simulator plotera aktivan, situacija je identična, s tim da se na već prikazan prozor plotera (slika 13), umesto standardnog Windows simbola (strelica) koriste dva navedena simbola za podignutog i spuštenog miša.

U slučaju kada se za merenje pozicije i brzine miša koristi PIC mikrokontroler, simulacija u potpunosti odgovara realnom kretanju miša, jer je Windows obrada rada miša vrlo slična načinu obrade sa PIC mikrokontrolerom. Međutim, kada se kretanje miša obrađuje direktno sa 8051, jer se od Windows operativnog sistema ne dobijaju informacije o pojedinačnim pozicijama (impulsima) miša, nego već obrađeni podaci o pređenoj poziciji. Sa druge strane, simulacija 8051 se ne vrši u realnom vremenu, pa nije moguće uskladiti pomeranje miša sa simuliranim vremenom mikrokontrolera 8051. Iz tih razloga, u ovom slučaju simulacija miša, uz manje probleme, funkcioniše samo ako je pomeranje miša dovoljno sporo, što se može smatrati zadovoljavajućim za svrhe simulacije.

9. Osciloskop

Izgled prozora simuliranog osciloskopa prikazan je na slici 16. Pošto simulirani osciloskop svoj rad bazira na simuliranom vremenu mikrokontrolera koji se simulira, rad osciloskopa dolazi do izražaja tek kada se simulacija 8051 startuje u punoj brzini (Run). Sa druge strane, ulazi osciloskopa moraju biti povezani, za šta se koristi prethodno opisani IOBox (slika 14).



Slika 16: Simulacija osciloskopa

Na slici 16 su označene i kontrole osciloskopa:

1. Kontrole za prvi kanal.
2. Kontrole za drugi kanal.
3. 'GND' prekidač. Ako je uključen, odgovarajući kanal nije povezan sa ulaznom linijom nego na masu i prikazuje se nulti napon. Ova opcija se može iskoristiti za određivanje nule.
4. Uključenje/isključenje kanala. Isključen kanal se ne prikazuje.
5. Osetljivost ulaza, podešljivo od 0.01 V/div do 10 V/div.
6. Ofset ulaznog napona, podešljivo u opsegu od -9 do +9 V. Brza promena ofseta se može ostvariti klizačem 15 za prvi i 16 za drugi kanal.
7. Određuje način rada, dva kanala sa vremenskom X osom, ili X-Y režim rada.
8. Vremenska baza, podešljivo od 1 ms/div do 1 s/div.
9. Izbor kanala za sinhronizaciju (prvi ili drugi).
10. Određivanje nivoa trigera, u opsegu od 0 do 5 V. Brza promena nivoa trigera se vrši klizačem 17.
11. Selekcija rastuće odnosno opadajuće ivice za trigera (sinhronizaciju).
12. Memorijski način rada. Simulira ponašanje slično digitalnom osciloskopu u slučaju kratke simulirane perzistencije.
13. Bafer ispisa. Broj tačaka koje se pamte određuje veličina bafera. U kombinaciji sa 12 i 14 se koristi za variranje načina rada od standardnih do memorijskih osciloskopa.

14. Određuje brzinu gašenja mlaza osciloskopa ('rep').
15. Klizač za brzu promenu ofseta prvog kanala.
16. Klizač za brzu promenu ofseta drugog kanala.
17. Klizač za brzu promenu nivoa trigera.

Pri radu sa simuliranim osciloskopom treba imati u vidu da brže osvežavanje (kraća vremenska baza) može znatno da uspori rad simulatora. Sa druge strane, u radu sa najdužim vremenskim bazama može doći do gubljenja sinhronizacije, kao kod realnih osciloskopa.