

Vaja 11

Krmiljenje matrice LED

Naredili bomo vezje za vkapljenje posamezne svetleče diode na matriki 5x7 LED. Spoznali bomo princip multipleksiranja, na katerem temeljijo video prikazovalniki. V mikroprocesorski sistem bomo dodali vmesnik za krmiljenje matrice LED in napisali program, ki bo izvajal enostavno animacijo.

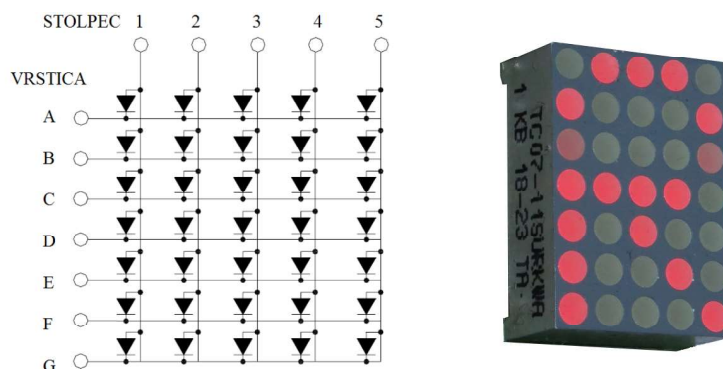
11.1 Uporaba matrice LED

Grafični prikazovalniki uporabljajo multipleksiranje za prenos podatkov in osveževanje slikovnih točk. Slika 11.1 prikazuje povezavo LED v matriki 35 svetlečih diod, ki so razporejene v pet stolpcev in sedem vrstic. Za prikaz poljubne kombinacije LED moramo izmenično vkapljati posamezne vrstice ali stolpce. Preklapljanja ne bomo zaznali, če ga izvajamo dovolj hitro (npr. s frekvenco vsaj 100 Hz).

Na razvojnem sistemu imamo matriko 5x7 LED povezano s krmilnikom razširitvene plošče. Posamezne vrstice vkapljamo oz. osvežujemo s pisanjem podatkov na paralelni vmesnik. Vmesnik periodično sprejema podatke o izbrani vrstici (3 biti) in stanju LED izbrane vrstice (5 bitov). Komponenta IOModul v vezju FPGA razdeli sliko izbrane številke na vrstice in jih prek vmesnika pošilja na prikazovalno matriko.

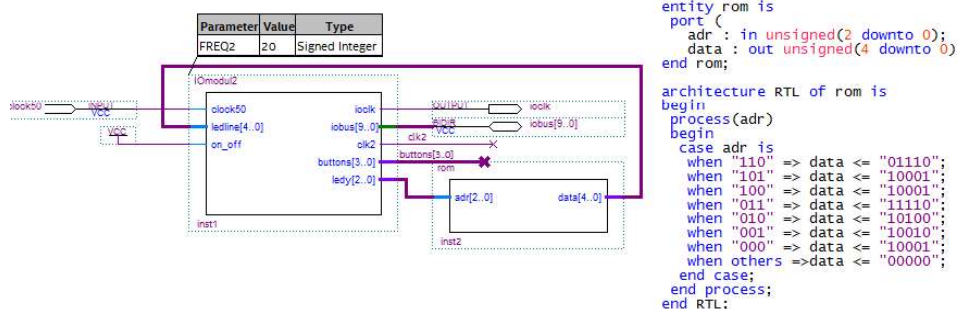
Tokrat bomo uporabili komponento **IOModul2**, ki omogoča prikaz po-

ljubne slike na matriki LED. Komponenta posreduje na 2-bitnem izhodu **ledy** stanje števca za osveževanje vrstic matrike. Na 5-bitni vhod **ledline** moramo prenesti posamezno vrstico slike.



Slika 11.1: Povezava LED v matriki 5 x 7 svetlečih diod.

Vezje za prikazovanje mirujoče slike naredimo s pomočjo pomnilnika ROM. Na sliki 11.2 je prikazana shema vezja s komponento IOmodul2 in pomnilnikom ROM, kjer vidimo, da je števec vrstic povezan na naslovni vhod pomnilnika. Prikazan je opis pomnilnika v jeziku VHDL, ki na matriki prikazuje črko R.



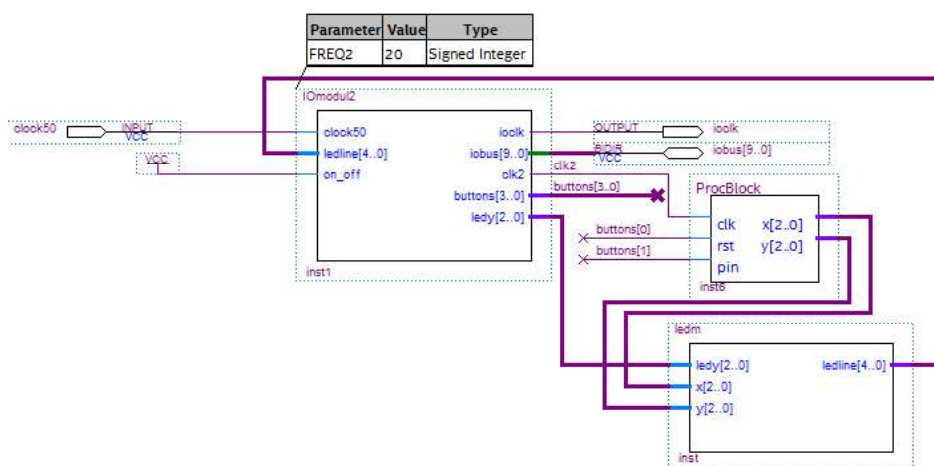
Slika 11.2: Komponenta IOmodul2 in ROM za prikaz mirujoče slike.

Prikazovanje vnaprej pripravljenih sličic naredimo tako, da jih zapišemo v večji pomnilnik ROM in dodamo logiko za določanje pomnilniških naslovov. V komponenti IOmodul, ki smo jo uporabljali do sedaj, so v pomnilniku zapisane slike šestnajstiških števk. S signalom **num** izberemo ustrezen segment pomnilnika za prenos na matrikoc.

11.2 Prikazovanje točke

Naredili bomo vezje za prikazovanje točke na poljubnih koordinatah matrice LED. V vezju bo komponenta **IOModul2** povezana s kombinacijskim dekodirnikom **ledm**.

Koordinate določata 3-bitna vhodna signala **x** in **y**. Na vhodu dekodirnika je še 3-bitno stanje števca vrstic **ledy**. Ko je koordinata **y** enaka stanju števca, naj bo na 5-bitnem izhodu **ledline** dekodirana vrednost koordinate **x**, sicer pa naj bo izhod na 0. Na matriki bo tako svetila le LED, ki je na koordinatah (x,y) .

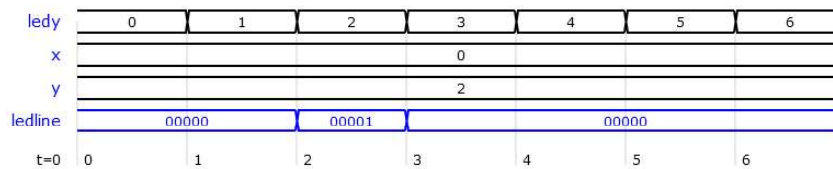


Slika 11.3: Vezje za prikazovanje točke na matriki LED.

Da bo delovanje vezja bolj zanimivo, bomo koordinate določali s procesorskim sistemom. Vmesnik procesorskega bloka ima tokrat dva 3-bitna izhoda, ki ju lahko programsko nastavljamo. S programom v zbirniku bomo naredili animacijo prikazovanja točke na matriki LED.

11.3 Kaj morate narediti vi?

- V jeziku SHDL naredite opis kombinacijskega dekodirnika za prikazovanje točke z imenom **ledm**. Preverite delovanje s simulacijo v spletnem orodju.



- Naložite iz učilnice arhiv projekta v orodju Quartus, ki vsebuje komponento **IOmodul2** in procesorski sistem z dvema izhodoma.
- Odprite novo datoteko vrste VHDL (File, New, VHDL File) in v urejevalnik kopirajte izhodno VHDL kodo iz spletnega orodja. Datoteko shranite z imenom **ledm.vhd**, dodajte v projekt (Project, Add Current File to Project) in naredite simbol (File, Create, Create Symbol Files).
- Dokončajte shemo vezja, kot prikazuje slika 11.3. Preizkusite delovanje s programom, ki šteje od 0 do 4 in s pisanjem v izhodni vmesnik nastavlja koordinati x in y.

```

start:  lda x
        outp 0
        outp 1
        sbt 4
        jze x0
        lda x
        add 1
        sta x
        jmp start
x0:    lda 0
        sta x
        jmp start
x      db 0

```

- Poskusite napisati še svoj program, ki naredi kakšno zanimivo animacijo!

Razmisli

Kaj bi bilo potrebno narediti, da bi se obe koordinati spremenili naenkrat in bi točka potovala po diagonali?