

Vaja 12

Generiranje signala VGA

12.1 Povzetek naloge

Pri tej boste spoznali, da se da z vezjem FPGA generirati tudi sorazmerno kompleksne signale z visoko frekvenco. Pri nas bo to signal na izhodnem vhodu VGA, ki ga boste priklopili na monitor. Rezultat te vaje bomo opazovali na vašem monitorju, ki ga boste, da boste videli signal iz razvojne ploščice, preklopili v VGA način. V vhodno/izhodnem bloku, ki smo ga pripravili za to vajo, je zbrana vsa potrebna nizkonivojska logika za krmiljenje VGA izhoda.

12.2 Signal VGA

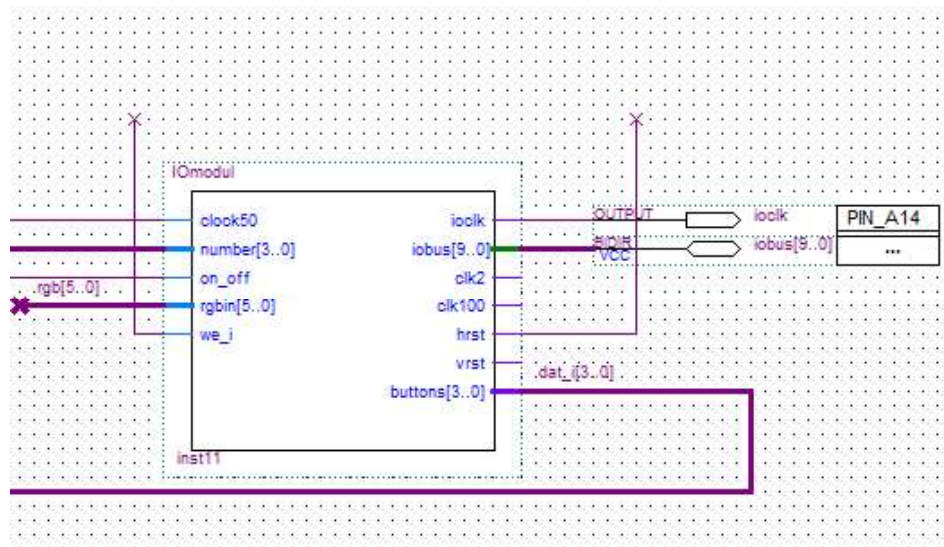
Sliko na monitorju prikažemo kot matriko barvnih elementov (pikslov). Vsak piksel ima tri komponente: rdečo, zeleno in modro. Kvaliteta slike je določena s številom pikslov na površino monitorja, ter z njihovo barvno globino; oba parametra sta pri naši vaji razmeroma nizka.

Barvo in svetlost vsakega piksla zapišemo z šestimi biti: dva bita za vsako barvo. Kar pomeni, da imamo štiri možne vrednosti za vsako od R G B barvnih komponent. Na ta način dobimo $4 \times 4 \times 4 = 64$ možnih barv za vsak piksel. Za prikaz slike moramo te šestbitne vrednosti z ustreznim tempom

pošiljati na izhod; slika na monitorju nastaja po vrsticah, od leve proti desni. Torej, če vemo, da sta za vsako barvo rezervirana dva bita, barve pa so zakodirane v zaporedju (najnižja dva bita R, srednja dva bita G, najvišja dva bita B), bomo razumeli, kako je sestavljena prikazana slika. Na primer:

```
110100 111111 000011 000000
```

Slika, predstavljena z bitnim vzorcem zgoraj, je dejansko sestavljena iz štirih pikslov, od katerih je zgornji levi mešanica slabe zelene in močne modre svetlobe, desni zgornji je bel (vse vrednosti R G in B na najvišjih vrednostih, spodnji levi je rdeč, spodnji desni pa črn). VGA signal deluje po principu rasterskih vrstic: monitor sliko izrisuje po vrsticah od leve proti desni, od zgoraj navzgor, kar izhaja še iz tehnologije katodnih cevi (CRT), kjer je elektronski žarek dejansko potoval po tem vzorcu, in prikazoval en element naenkrat. Moderni LCD monitorji ta način samo posnemajo zaradi združljivosti z VGA napravami.



Slika 12.1: Vhodno-izhodni modul s vhodi in izhodi za signal VGA.

Za prikazovanje VGA slike so pomembne naslednje tri sponke, ki jih kaže slika 12.1 :

- **hrst** – horizontalni sinhronizacijski signal, sproži se na začetku vsake rastrske vrstice slike
- **vrst** – vertikalni sinhronizacijski signal, sproži se na vrhu vsake slike
- **rgbin[5..0]** - vhod za barvo in svetilnost piksla, ki ga "žarek" trenutno "riše". Kot že rečeno, ima vsak od R, G, B barvnih kanalov na voljo 2 bita.

V našem primeru bomo **hrst** vezali na reset (**rst**) vhod procesorja, kar pomeni da se bo program na procesorju začel izvajati na začetku vsake vrstice. To tudi pomeni, da bodo vse vrstice enake – zaradi preprostosti bomo »ustvarjali« le vertikalne vzorce. Sliko bomo pa ustvarili tako, da bomo ob pravem času na **rgbin[5..0]** pošiljali ustrezne vrednosti barve pikslov.

12.3 Kaj morate narediti vi?

Iz spletne učilnice prenesite predlogo za to vajo. Vsebuje že procesorski blok, programski blok, vhodno/izhodni blok z elementi za generiranje signala VGA ter vse povezave, poleg tega pa tudi že vsebuje sklop za dekodiranje signala rotacijskega kodirnika, ki ga že poznate. Vaše delo bo le pisanje programa. Napisati morate program, ki bo narisal vertikalno črto ali zaporedje vertikalnih črt, pri čemer naj je odmik od levega roba sorazmeren z pozicijo rotacijskega kodirnika.