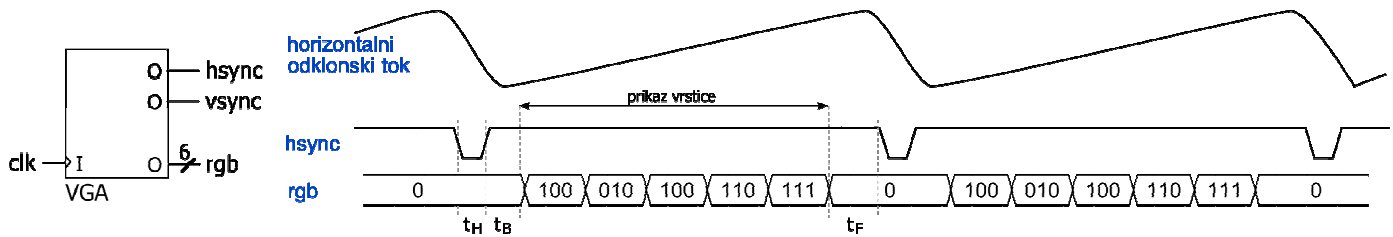


7. Vaja: Generator slike na FPGA razvojni plošči



Naredili bomo vezje, ki naredi iz ure frekvence 25 MHz video signal za računalniški VGA prikazovalnik v načinu 640 x 480 točk, 60 Hz. Standard VGA je nastal še v času katodnih monitorjev, kjer krmilimo prikaz z žagastimi tokovnimi. Ko žarek pride do konca vrstice, se nekaj časa vrača na začetek nove vrstice in v tem času ne smemo pošiljati barvnega signala na analogni priključek rgb. Način delovanja določata sinhronizacijska signala:

- **hsync** s frekvenco 31.47 kHz (31.78 μ s) in širino impulza $t_H=3.8\mu$ s ($t_F=440$ ns)
- **vsync** s frekvenco osveževanja 60 Hz in širino dveh **hsync** impulzov oz. dveh vrstic ($t_F=10$ vrstic)

- a) Iz frekvence ure (25 MHz) in horizontalne frekvence izračunaj modul štetja ModulH ter vrednosti pri katerih se generira horizontalni impulz. Začetek horizontalnega impulza je po preteku vseh točk vrstice in časa t_F , konec pa še po preteku časa t_H .

ModulH: _____ Začetek impulza: _____ Konec impulza: _____

ModulV: 525 Začetek impulza: 490 Konec impulza: 492

```

if rising_edge(clk) then
  if hst < ModulH-1 then
    hst <= hst + 1;
  else
    hst <= (others=>'0');
    if vst < 524 then
      vst <= vst + 1;
    else
      vst <= (others=>'0');
    end if;
  end if;
end if;

```

V vezju bomo uporabili 10-bitna števec hst in vst. Števec hst meri periodo ene vrstice. Vsakokrat, ko ga ponovno resetiramo na 0, povečamo števec vrstic (vst), ki naj šteje od 0 do 524, kolikor je perioda osveževanja slike (31470 Hz / 60 Hz). Sinhronizacijske izhodne impulze dobimo s kombinacijsko primerjavo vrednosti števecv:

```

vsync <= '0' when vst >= 490 and vst < 492 else '1';
hsync <= ...

```

- b) Vezje naj na izhodu rgb izrisuje vertikalne proge različnih barv. Barvo izbiramo glede na vrednost zadnjih treh bitov števec hst, kadar smo v območju vidnega dela slike, sicer pa mora biti barvni izhod na 0:

```

if hst<640 and vst<480 then
  case hst(9 downto 7) is
    when "000" => rgb <= "110000"; -- rdeča
    when "001" => rgb <= "001100"; -- zelena
    ...
  end case;
else
  rgb <= "000000"; -- zatemnitev
end if;

```

- c) Naredi opis generatorja slike, preizkusi delovanje na simulaciji. Nastavi uro s periodo 40 ns in poženi simulacijo za 17ms. Preizkusi delovanje na razvojnem sistemu Digilent Basys2.