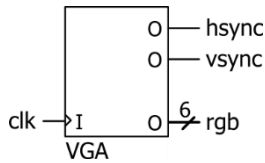
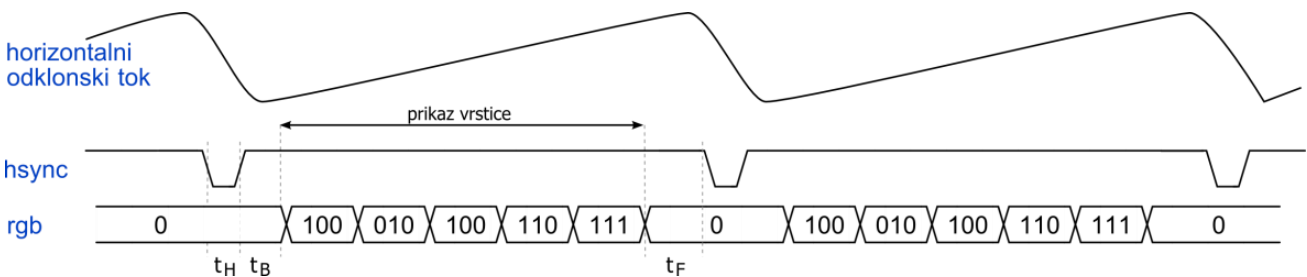


4. Vaja: Generator slike na FPGA razvojni plošči



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 3.8 μ s ($T_F=440$ ns)
- **vsync** s frekvenco osveževanja 60 Hz in širino dveh **hsync** impulzov oz. dveh vrstic ($T_F=10$ vrstic)

V vezju bomo uporabili 10-bitni števec hst, ki meri periodo vrstic. Modul štetja izračunamo iz frekvence ure in horizontalne frekvence. Vsakokrat, ko ga ponovno resetiramo na 0, povečamo 10-bitni števec vst, ki naj šteje od 0 do 524, kolikor je perioda osveževanja slike (31470 Hz / 60 Hz).

```

if rising_edge(clk) then
  if hst < ? then      -- zamenjaj ? z izračunanim modulom štetja
    hst <= hst + 1;
  else
    hst <= (others=>'0');
    if vst < 524 then
      vst <= vst + 1;
    else
      vst <= (others=>'0');
    end if;
  end if;

```

Vezje naj na izhodu rgb izriše pravokotnik velikosti 512 x 480 točk, ki naj bo postavljen na sredino zaslona, tako da je na njegovi levi in na desni 64 temnih točk. Za izračun koordinat bomo uporabili kar oba števec. Vrednosti števca hst med 0 in 511 predstavljajo koordinate v pravokotniku. Horizontalni impulz **hsync** gre na logično 0 ob vrednosti 586 = 511 + 64(temne točke) + 11(T_F), na 1 gre pa po 3800 ns (oz. 95 impulzih ure).

Naredi podoben izračun za vertikalni impulz. Izhod rgb postavi na vrednost ene barve, ko sta števec znotraj pravokotnika, izven pravokotnika pa naj bo na "000000". Naredi opis generatorja slike, preizkusi delovanje na simulaciji (nastavi uro periode 40 ns) in na razvojnem sistemu Digilent Basys2.

Kako bi namesto enobarvnega pravokotnika izrisal pisane barvne proge?