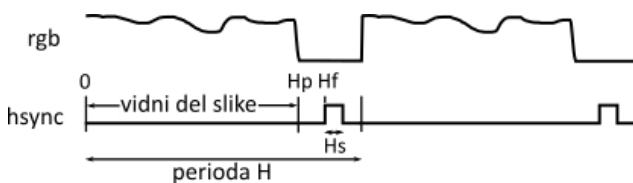


Standard VGA je nastal še v času katodnih monitorjev, ki so prikazovali sliko s sistemom odklonskih tuljav. Prikaz posamezne vrstice krmilimo z žagastimi tokovnimi impulzi v horizontalnem odklonskem sistemu. Ko žarek pride do konca vrstice, se nekaj časa vrača na začetek nove vrstice in v tem času ne smemo pošiljati barvnega signala na analogni priključek *rgb*. Način delovanja določata izhodni horizontalni in vertikalni sinhronizacijski signal.

1 Generator VGA signalov

Priključek VGA ima 3 analogne signale za barve (red, green in blue), ki jih bomo v jeziku VHDL predstavili s 6-bitnim vektorjem **rgb**. Potek prikazovanja slike določata dva digitalna sinhronizacijska signala: **hsync** za sinhronizacijo vrstic in **vsync** za osveževanje slike.

Slika se na monitorju izrisuje po vrsticah, od leve proti desni in od zgoraj navzdol. Časovni potek je določen tako, da na koncu vsake vrstice počakamo nekaj časa, potem pa aktiviramo sinhronizacijski impulz **hsync**, ki je na analognem monitorju povzročil vračanje katodnega žarka na začetek nove vrstice. V tem času mora biti na barvnem izhodu **rgb** vrednost "000000" (zatemnitev). Poglejmo časovni potek za dve zaporedni vrstici:



Časovni potek signalov določajo parametri, ki jih določa standard VGA: perioda osveževanja, vidni del slike, začetek in trajanje sinhronizacijskega impulza. Tabela prikazuje parametre za prikaz slike ločljivosti 800 x 600 točk in frekvence osveževanja 72 Hz. Parametri so podani v obliki števila period ure, ki ima frekvenco 50 MHz:

Perioda vrstice	H = 1040 period (točk)
Vidni del	Hp = 800 točk
Začetek sinh. pulza (Front Porch)	Hf = 856 točk
Trajanje pulza	Hs = 120 točk

Perioda osveževanja	V = 666 vrstic
Vidni del	Vp = 600 vrstic
Začetek sinh. pulza (Front Porch)	Vf = 637 vrstic
Trajanje pulza	Vs = 6 vrstic

Na podoben način so določeni vertikalni parametri, ki skrbijo za osveževanje celotne slike. Parametri določajo število vrstic:

- Naloži datoteke projekta [DE0_VGA.zip](#) in uredi generator VGA signalov, ki je v datoteki VGA.vhd. V opisu vezja deklariraj dva 12-bitna nepredznačena vektorja: **hst** (števec točk v vrstici) in **vst** (števec vrstic v sliki). Števec **hst** se povečuje s periodo ure in šteje do H-1, kolikor je perioda vrstice. Vsakokrat, ko ga ponovno resetiramo na 0, povečamo števec vrstic **vst**, ki naj šteje od 0 do V-1, kolikor je perioda osveževanja slike:

```

if rising_edge(clk) then
  if hst < 1039 then
    hst <= hst + 1;
  else
    hst <= (others=>'0');
    if vst < 665 then
      vst <= vst + 1;
    else
      vst <= (others=>'0');
    end if;
  end if;
end if;

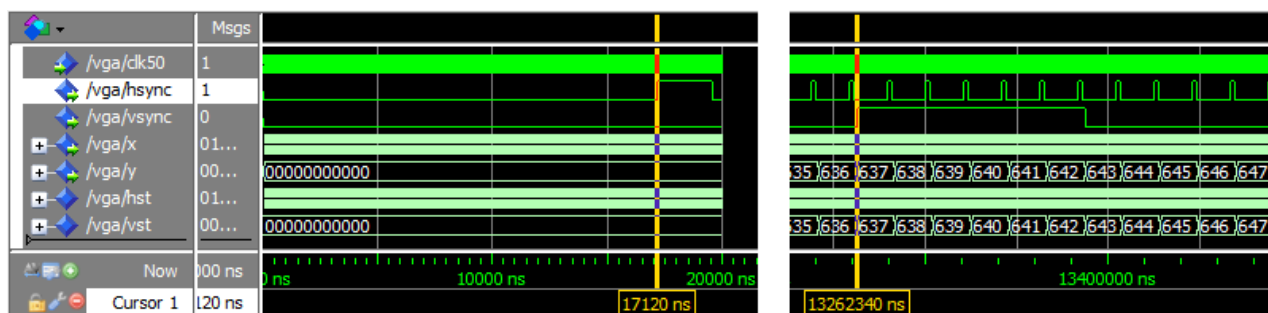
```

- b. S primerjavo vrednosti števecv določimo sinhronizacijske impulze, npr. za **hsync** zapišemo:

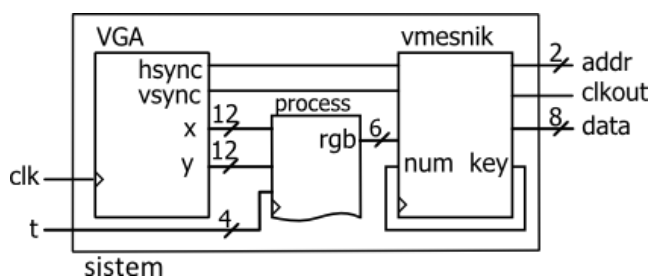
```
hsync <= '1' when hst>=Hf and hst<Hf+Hs else '0';
```

Podobno naredi še za izhod **vsync**.

- c. Dodaj prireditvena stavka, ki preneseta vsebino števecv na izhodna signala **x** in **y**. Naredi simulacijo vezja in poglej potek sinhronizacijskih signalov **hsync** in **vsync**. Nastavi uro periode 20 ns.



2 Sistem z izhodom VGA



- a. Uredi datoteko sistem.vhd, kjer je generator slike vključen kot komponenta. Sistem vsebuje vmesnik, ki ureja dostop do perifernih enot. Deklariraj 12-bitni nepredznačen vektor **xp**, ki bo določal položaj objekta (pravokotnika) na sliki. Deklariraj tudi enobitni signal **color**, ki naj se postavi na '1', ko je trenutna točka (**x**, **y**) znotraj pravokotnika:

```
if x>xp and x<xp+64 and y>580 and y<600 then
  color <= '1';
else
  color <= '0';
end if;
```

Določi pogoje za vrednost izhodne barve **rgb** in preizkusi delovanje vezja na razvojnem sistemu.

- če smo znotraj vidnega dela slike: $x < 800$ in $y < 600$, naj bo
 - $rgb <= "111100"$ če je $color='1'$, sicer pa $"101011"$
 - izven vidnega dela slike naj bo $rgb <= "000000"$
- b. Dodaj v sistem proces, ki spreminja vrednost **xp** ob pritisku navigacijskih tipk. Dodaj tudi delilnik s faktorjem 100000 za zmanjšanje hitrosti premikanja objekta.
- če je $t(1)='1'$ naj se **xp** zmanjša za 1
 - če je $t(4)='1'$ naj se **xp** poveča za 1