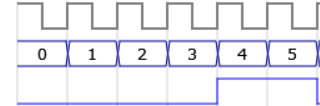


## 4. vaja: Števci in pulzna modulacija

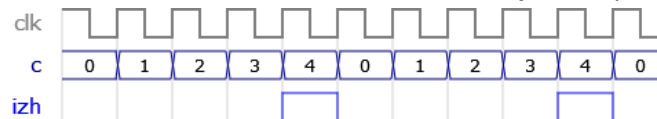
### Delilnik ure

Delilnik ure generira impulze z nižjo frekvenco, kot je vhodna ura. Najpreprostejši delilnik je N-bitni števec, ki deli frekvenco s faktorjem  $2^N$ , za deljenje s poljubnim celoštevilskim faktorjem pa uporabimo modulo števec.

1. Naredi vezje s 3-bitnim števcem, ki šteje od 0 do 5. Na simulaciji opazuj najvišji bit. Kakšna je frekvenca in oblika signala?



2. Spremeni vezje v delilnik ure, ki ima na izhodu 1 le v enem od **petih** zaporednih ciklov:



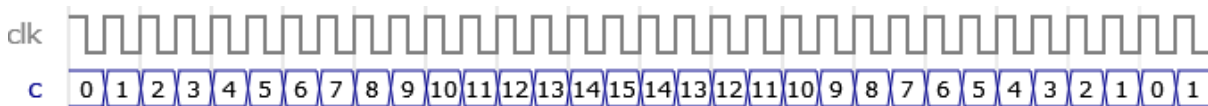
3. Shrani opis delilnika in naredi novo vezje v katerem je 8-bitni števec z vhodom za omogočanje štetja (**en**), ki bo povezan z delilnikom. Ker je izhod delilnika širok le en cikel ure, se bo števec spreminjal počasneje, kot je vhodna ura. V jeziku VHDL povežemo delilnik s stavkom **port map**:

```
u0: entity work.delilnik port map
( clk => clk,
  izh => en );
```

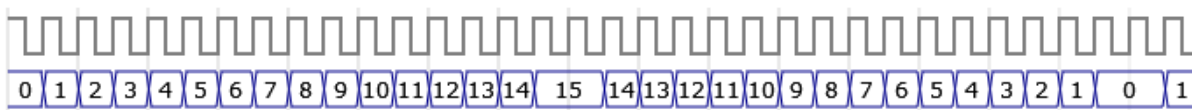
Ugotovi kakšen mora biti modul števca v delilniku, da bo imel signal en frekvenco 5 Hz ob vhodni uri 50 MHz. Popravi vezje in preizkusi delovanje na razvojni plošči!

### Avtomatski dvosmerni števec

1. Naredi model vezja 4-bitnega števca, ki ob uri šteje od 0 do 15, nato začne šteti navzdol do 0, potem pa ponovi vse skupaj. Namig: poleg signala za štetje potrebuješ še en signal, ki bo določal način štetja (navzgor oz. navzdol). Kako bi opisal vezje ki šteje, kot prikazuje diagram?



Naredi še model števca, ki vrednosti 15 in 0 ponovi.



2. Dodaj še enobitni vhod za omogočanje štetja enable (**en**) in delilnik ure, ki je nastavljen tako, da se števec povečuje s frekvenco 5 Hz.

### Števec s pulzno-širinskim modulatorjem

3. V vezje iz prejšnje vaje dodaj nov 4-bitni števec (**st**), ki se spreminja ob vhodni uri. Dodaj še primerjalnik: kadar je nov števec manjši od predhodnega, naj bo na izhodu 1, sicer pa 0. S tem vezjem naredimo pulzno-širinsko modulacijo, kjer je širina izhodnih impulzov določena z vrednostjo dvosmernega števca.
4. Preizkusi delovanje najprej s simulacijo v orodju ModelSim, nato pa še na razvojni plošči z izhodom na LED.