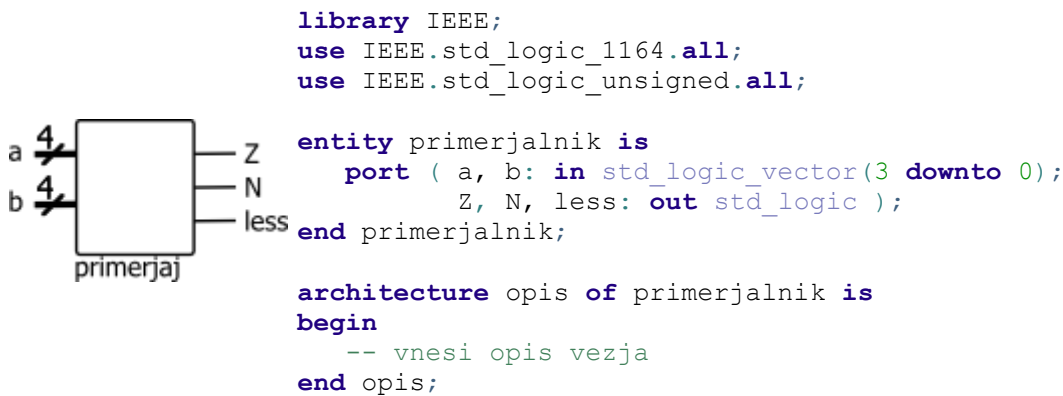


1. Vaja: kombinacijska vezja

Ponovi: osnove jezika VHDL, opis vezij na nivoju pretoka podatkov (dataflow) v jeziku VHDL: [vhdl pretok](#)

Dvojiški zapis pozitivnih in negativnih števil. Kakšen je obseg 4-bitnih števil: 0111 predstavlja desetiško ____, 1000 predstavlja vrednost ____, 1111 predstavlja ____

Kombinacijski primerjalnik



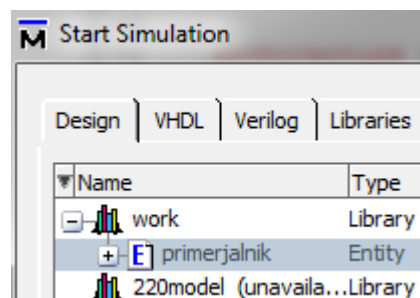
Naloga

Naredi primerjalnik dveh 4-bitnih vhodnih vrednosti, ki sta deklarirani kot standardna vektorja. Opiši delovanje primerjalnika s pogojnim prireditvenim stavkom **when ... else**

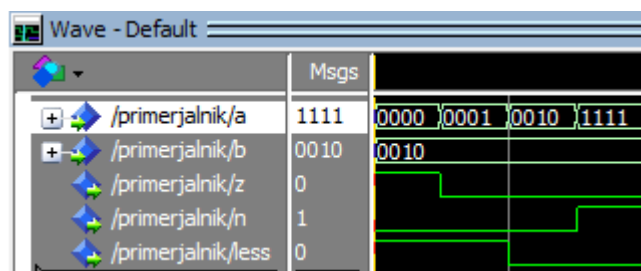
- izhod Z se postavi na '1', kadar je $a = 0$
- izhod N se postavi na '1', kadar je $a < 0$
- izhod less se postavi na '1', kadar je $a < b$

Naredi simulacijo v orodju ModelSim:

- Pripravi mapo v kateri bodo datoteke projekta
- V programu ModelSim ustvari nov projekt **File > New > Project**
- Naredi novo datoteko **Create New File**, jo odpri **File > Open** in zapiši VHDL kodo
- Prevedi datoteko s klikom na ikono **Compile** in popravi morebitne napake



- Startaj simulacijo **Simulate** in izberi opis vezja iz knjižnice work
- Dodaj signale v okno za opazovanje **Add > to Wave**
- Klikni z desnim gumbom na vhodne signale in nastavi vrednost **Force**
- Zaženi simulacijo **F9** in opazuj rezultate

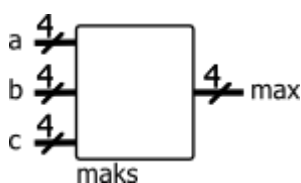


- Preizkusi delovanje vezja z negativnimi števili v dvojiškem komplementu. Nastavi decimalen prikaz signalov (**Radix > Decimal**). Negativno desetiško vrednost nastavi v obliki -10#vrednost. Ali vezje deluje pravilno? Kaj pa če spremeniš knjižnico na vrhu opisa vezja v **std_logic_signed**?

Dodatne knjižnice večkrat potrebujemo zaradi aritmetičnih operatorjev, nam pa spremenijo tudi obnašanje primerjave. Včasih je bolj pregledno, če v izrazu sproti spremenimo podatkovni tip v **signed** ali **unsigned** (npr. `signed(a) < 0`). Pri tem vključimo numerično knjižnico **ieee.numeric_std**.

- Spremeni opis primerjalnika tako, da bo primerjal 8-bitne vrednosti.
- Razmisli, ali za izhod N potrebuješ stavek **when...else** s primerjalnim operatorjem ali bi ga lahko opisal enostavneje.

Maksimum



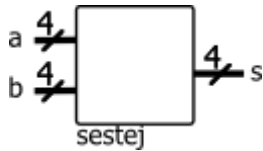
Naloga

Naredi vezje za funkcijo maksimum s tremi 4-bitnimi vhodi. Na 4-bitnem izhodu naj bo vedno maksimalna izmed vseh vhodnih vrednosti, ki so predstavljene kot nepredznačena števila.

- Najmanj koliko primerjav potrebuješ, da najdeš največjo vrednost?

Število primerjalnih operatorjev v opisu vpliva na velikost vezja, zato je dobro razmisliti kako s čim manj operatorji opisati vezje.

Seštevalnik



Naloga

Opiši vezje 4-bitnega seštevalnika z vektorskimi signali in operatorjem. Uporabi standardno numerično knjižnico.

- Opazuj vrednosti na simulaciji kot dvojiška ali desetiška števila.
- Popravi opis seštevalnika, tako da bi izračunal rezultat s prenosom (5-bitni izhod)!

... Primerjalnik še enkrat

Razmisli, kako bi z operacijo odštevanja naredil primerjavo $a < b$!

Naloga

- Spremeni opis signala less v primerjalniku in preizkusi, ali deluje pri tipičnih kombinacijah na vseh vhodih, kot npr.
 - $a = 1, b = 2$ (negativen rezultat odštevanja, less=1)
 - $a = 2, b = 1$ (pozitiven rezultat, less=0)
 - $a = -2, b = -1$ (negativen rezultat odštevanja, less=1)
 - $a = -1, b = -2$ (pozitiven rezultat, less=0)
 - $a = -8, b = 1$ (preliv in pozitiven rezultat, less=1)
 - $a = 1, b = -8$ (preliv in negativen rezultat, less=0)