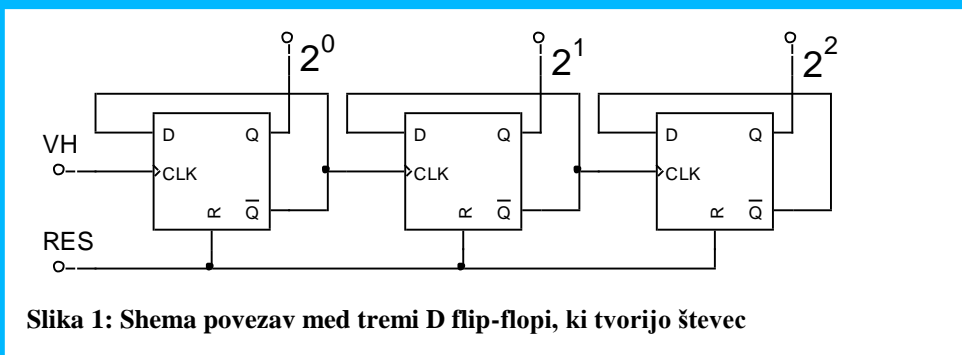


## Digitalni števec s flip-flopi

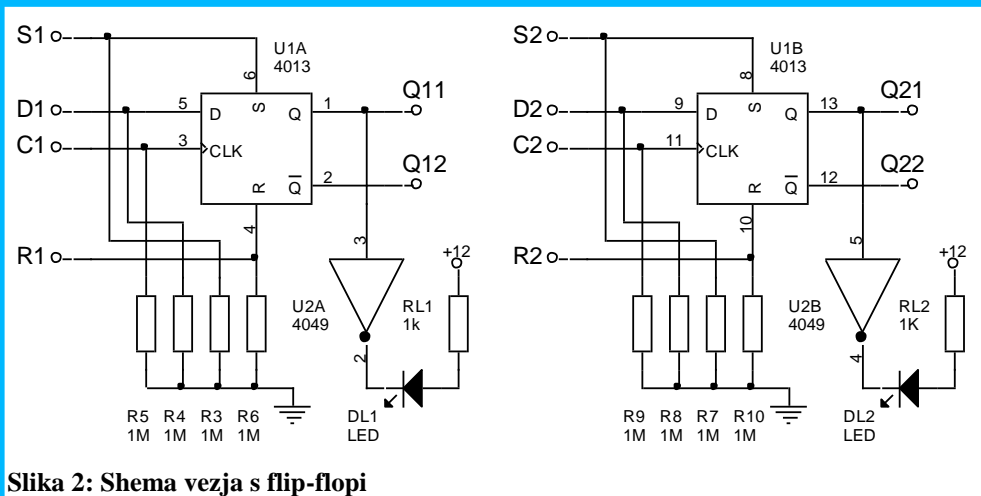
Želimo narediti vezje, ki zna šteti električne sunke. Uporabili bomo D flip-flope.

Najprej spremenimo D flip-flope v T flip-flope s tem, da povežemo njihove vhode  $D$  z izhodi  $\bar{Q}$ . Nato sestavimo števec iz niza T flip-flopov tako, da izhod  $\bar{Q}$  predhodnega T flip-flopa povežemo na vhod  $CLK$  naslednjega. Stanje števca preberemo z izhodov  $Q$  vseh flip-flopov. Naredili bomo tri-bitni števec, rabimo torej tri T flip-flope. Dobimo števec, ki zna šteti od nič do vključno sedem. Shema vezja je na sliki 1, vhodni signal priključimo na sponko  $VH$ . Skupaj vezemo še vse vhode  $R$  flip-flopov. Števec postavimo na vrednost 0 s signalom logična ena na vhodu  $RES$ . Sestavili smo števec, ki zna šteti navzor (0,1,2,3,...). Števec, ki šteje navzol dobimo, če vezemo  $Q$  izhod predhodnega flip-flopa s  $CLK$  vhodom naslednjega.



Slika 1: Shema povezav med tremi D flip-flopi, ki tvorijo števec

Na sliki 2 je električna shema dveh flip-flopov, ki sta na eni ploščici tiskanega vezja. Potrebujemo dve taki ploščici. Izhodna stanja števca lahko opazujemo z osciloskopom ali pa prek vgrajenih LED. Bodi pozoren na povezavo med flip-flopoma in LED. Za normalno delovanje potrebuje LED okoli 10 mA. Tolikšnega toka pa

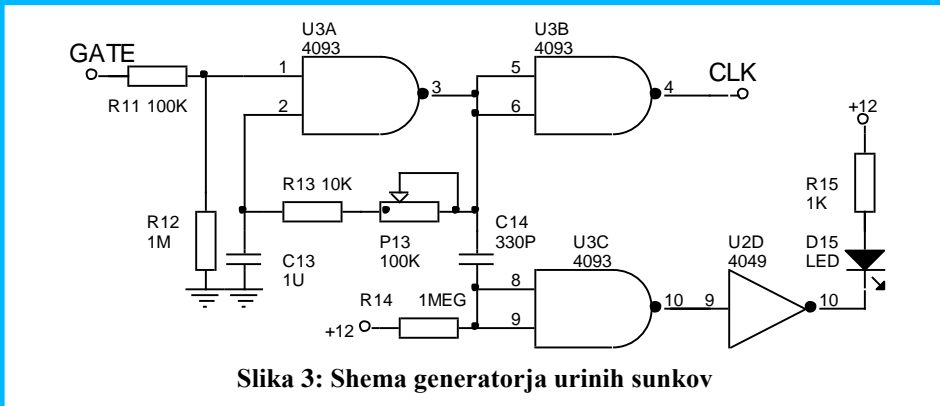


Slika 2: Shema vezja s flip-flopi

### 3.21 Digitalni števec s flip-flopi

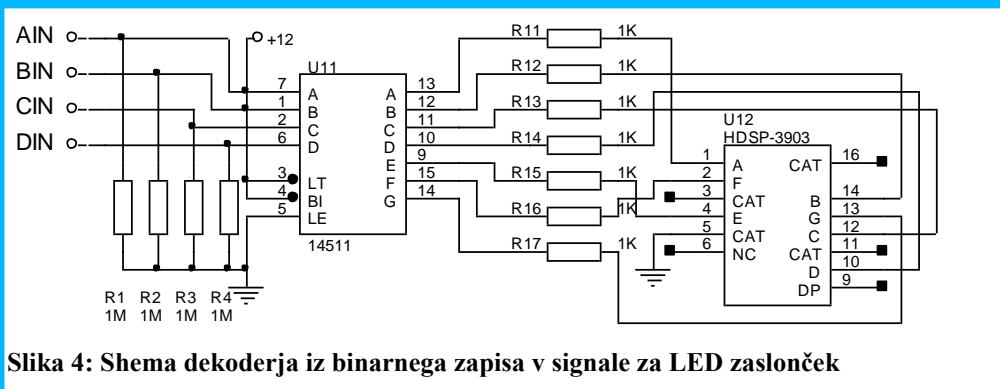
navadni izhodi CMOS družine logičnih vezij ne zmorejo. Namesto tranzistorja (vaja 2.14, univibrator) smo tokrat uporabili vmesni ojačevalnik CD4049, ki je v tej družini logičnih vezij izjema in daje več toka.

Za poganjanje števca potrebujemo vhodni signal. Lahko ga pripeljemo s funkcijskega generatorja, ki smo mu nastavili primerno izhodno napetost (skače naj med 0V in +12V). Enostaven relaksacijski generator je tudi sestavljen na tej ploščici, shema vezja kaže slika 3. Ta oscilator ima poseben vhod GATE, z logično enko na tem vhodu poženemo oscilator. Frekvenco nihanja nastavimo s trimerjem P13.



Slika 3: Shema generatorja urinih sunkov

Izhodna stanja števca lahko opazujemo tudi v priljudnejši obliki, če izhode števca povežemo na LED zaslonček preko ustreznega dekoderja. Naloga dekoderja je, da binarno kodirana števila pretvori v kontrolne napetosti za segmente v zaslončku. Tako ob vsaki binarni kombinaciji signalov iz števca zasveti primerna kombinacija segmentov na zaslončku, ki jo znamo prebrati za številko. Shema vezja dekoderja in LED zaslončka je na sliki 4.



Slika 4: Shema dekoderja iz binarnega zapisa v signale za LED zaslonček

NALOGA. Preskusi delovanje vezja. Bodi pripravljen, da pojasniš z ustreznimi slikami delovanje binarnega števca, ki šteje navzgor ali navzdol.

### 3.21 Digitalni števec s flip-flopi

**POZOR!** Napajanje vezja je +12V. Vhodni signali NE SMEJO biti manjši od 0V ali večji od +12V. Signali izven tega območja uničijo flip-flop!

