



Laboratorij za načrtovanje integriranih vezij

Univerza *v Ljubljani*
Fakulteta *za elektrotehniko*



1. stopnja VSP, 1. letnik

Programirljivi Digitalni Sistemi

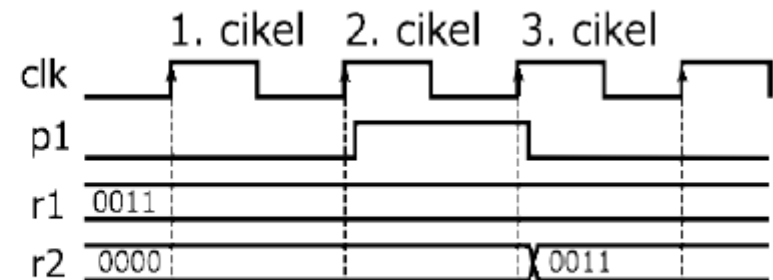
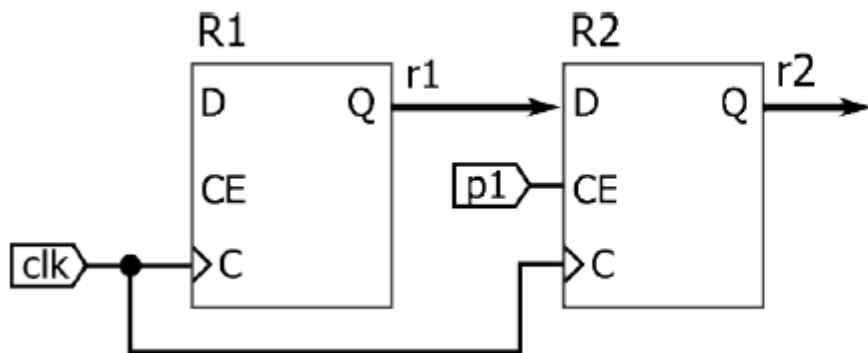
Andrej Trost

Mikrooperacije

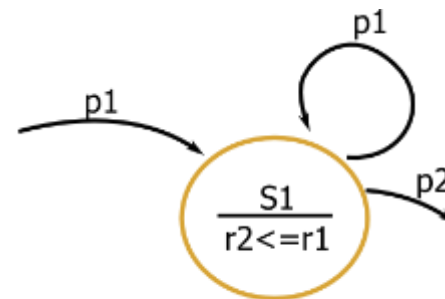
Registrski prenos – mikrooperacija prenosa

- ▶ Prenos podatkov med registri je elementarna operacija
 - ▶ prenos se izvrši ob fronti ure in dodatnim pogojem ($ce = 1$)

$$r2 \leq r1 \mid ce = 1$$



- ▶ Mikrooperacija prenosa v diagramu stanj



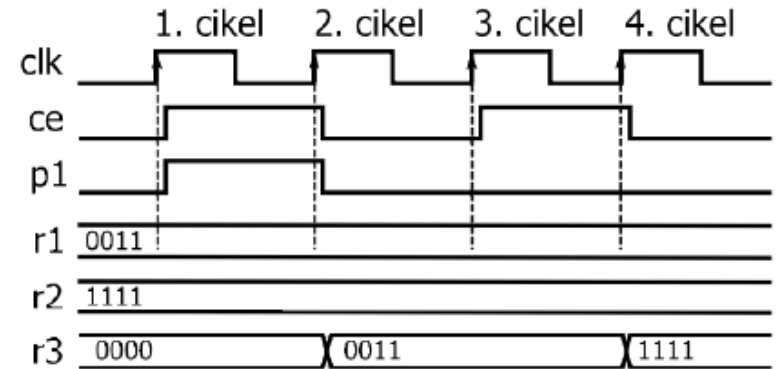
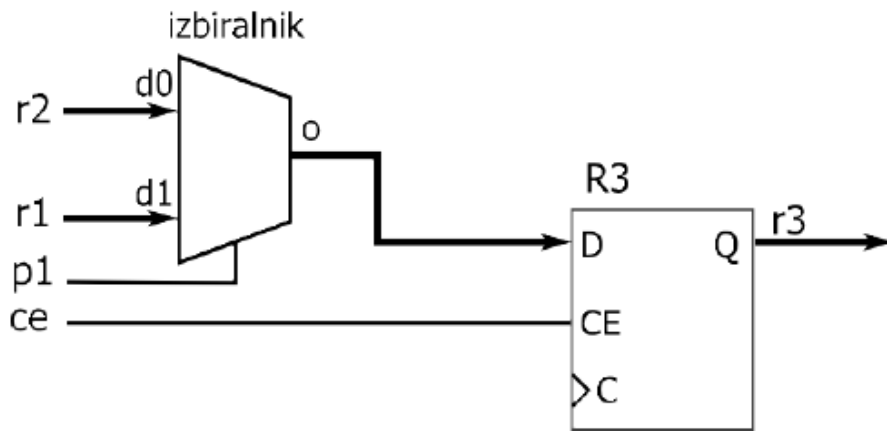
pogoj: stanje=S1

Mikrooperacija: registrski prenos z več izvori

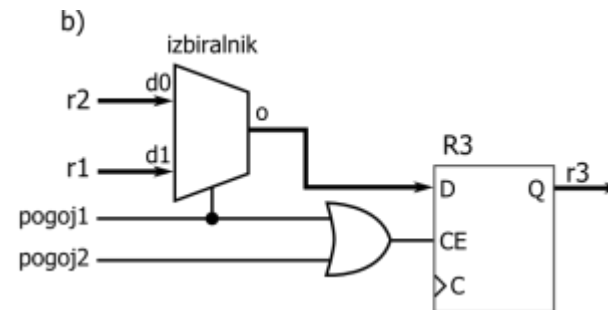
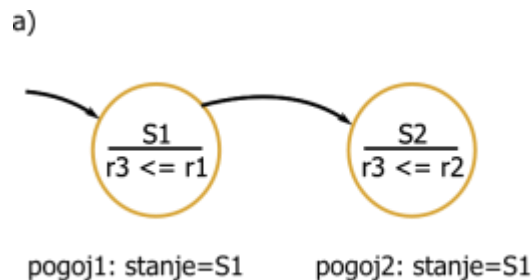
▶ Vezje vsebuje izbiralnik

$r3 \leq r1 \mid p1=1 \text{ and } ce = 1$

$r3 \leq r2 \mid p1=0 \text{ and } ce = 1$



▶ Izbirni prenos v diagramu stanj

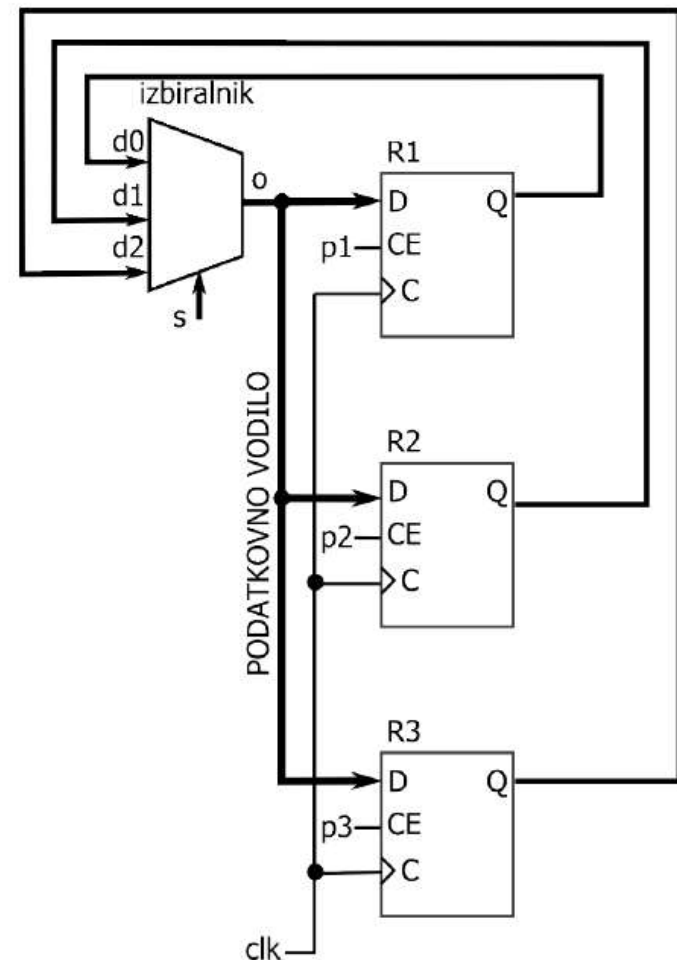
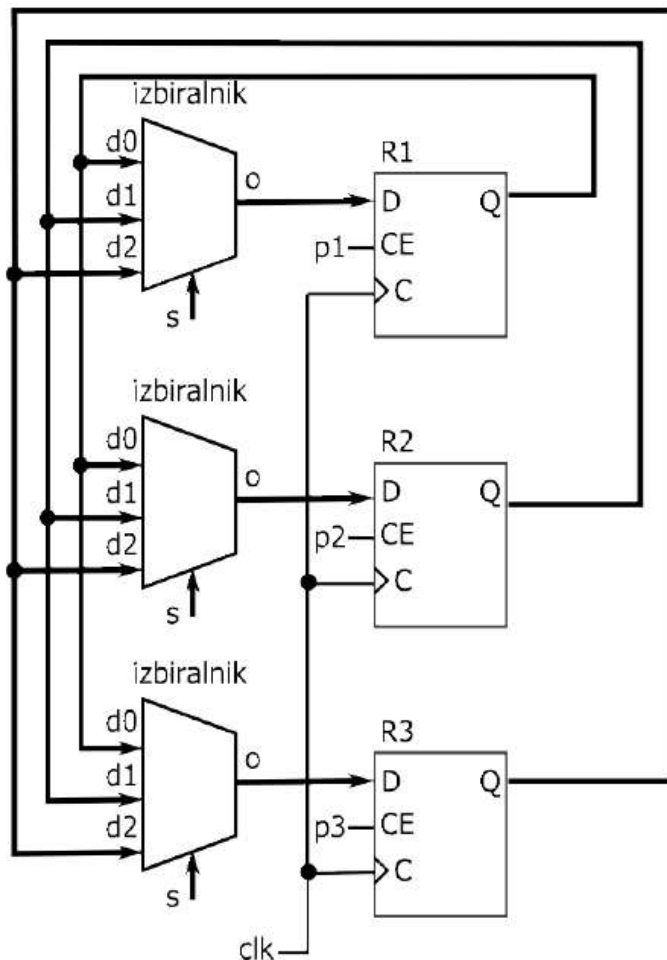


Registrski prenos z vodilom

- ▶ Vezje za prenos podatkov med poljubnima registroma

a) z izbiralniki na vsakem vhodu

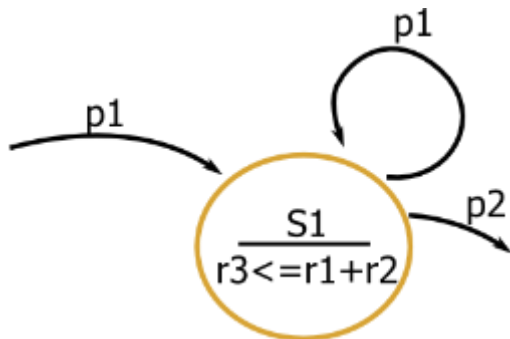
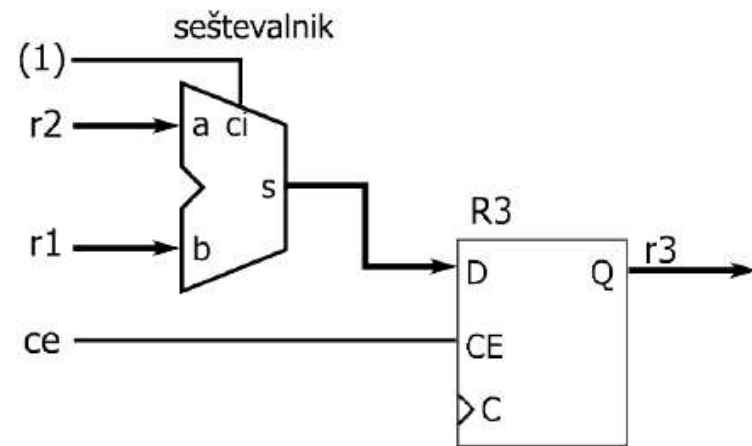
b) s skupnim vodilom



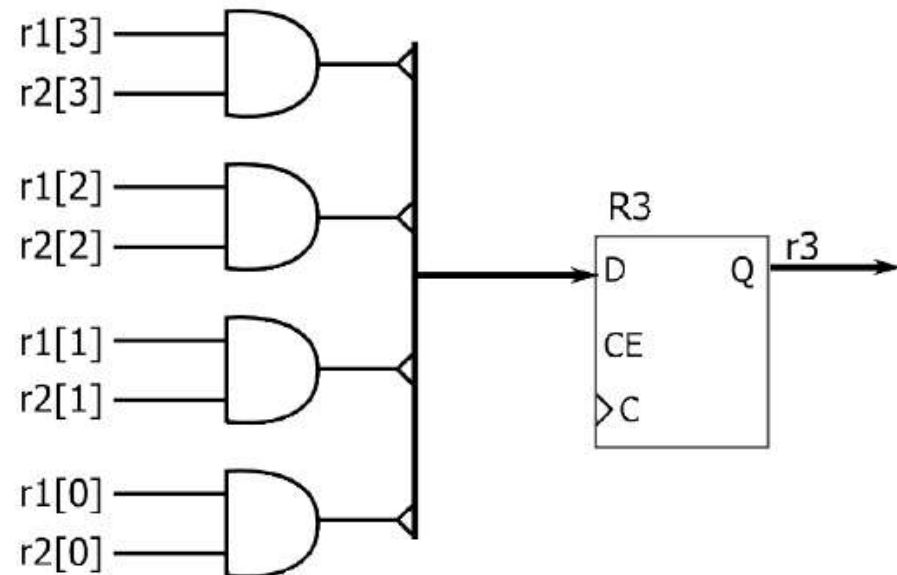
Aritmetične in logične mikrooperacije

- ▶ kombinacijsko vezje izvede operacijo, ki shrani rezultat v register

$$r3 \leftarrow r1 + r2$$

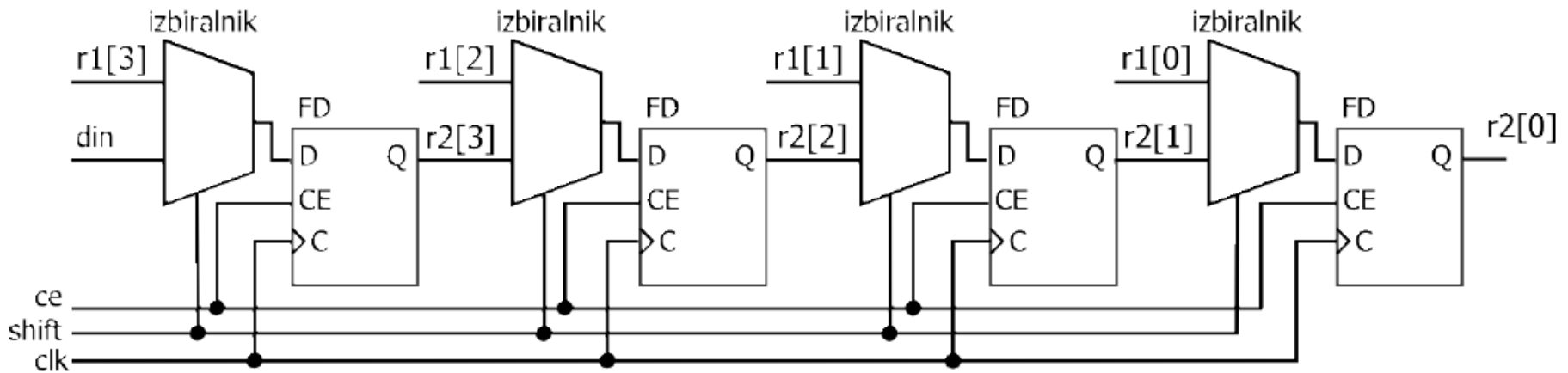


$$r3 \leftarrow r1 \text{ AND } r2$$



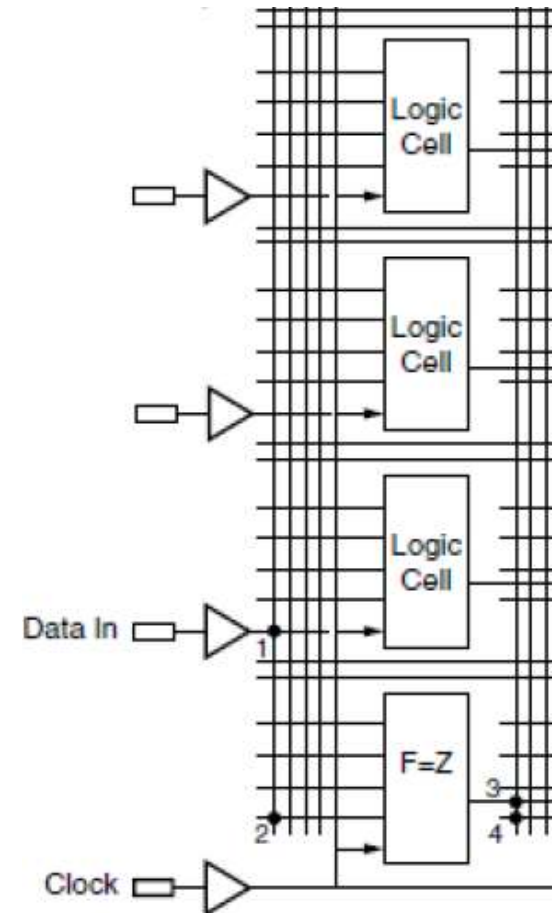
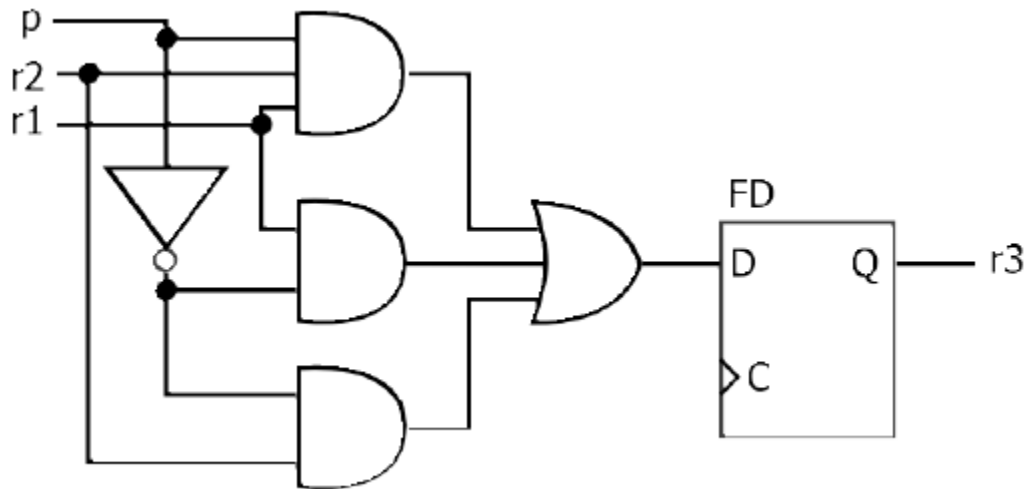
Mikrooperacija pomika

- ▶ Pomikalni register
- ▶ paralelni prenos in zaporedno pomikanje
- ▶ osnova za serijske oddajnike

$$r2 \leftarrow din : r1[3..1] \quad | \quad shift = 0 \text{ and } ce = 1$$
$$r2 \leftarrow r1 \quad | \quad shift = 1 \text{ and } ce = 1$$


Registrske celice

- ▶ Univerzalni gradnik za izvedbo več mikrooperacij
 - ▶ Načrtujemo na nivoju posameznega bita
 - ▶ logika in flip-flop
- FPGA: logične celice



Registrske celice za aritmetične in logične op.

$$r3 \leq r1 + ci$$

$$r3 \leq r1 + r2 + ci$$

$$r3 \leq r1 + (\text{NOT } r2) + ci$$

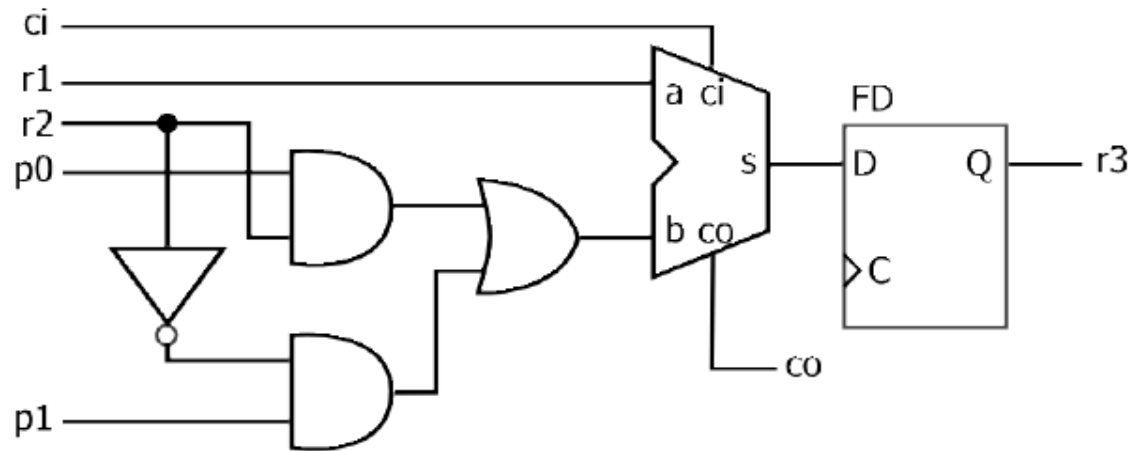
$$r3 \leq r1 - 1 + ci$$

| $p1 = 0, p0 = 0, ci = 1$ (povečaj)

| $p1 = 0, p0 = 1, ci = 1$ (seštej s prenosom)

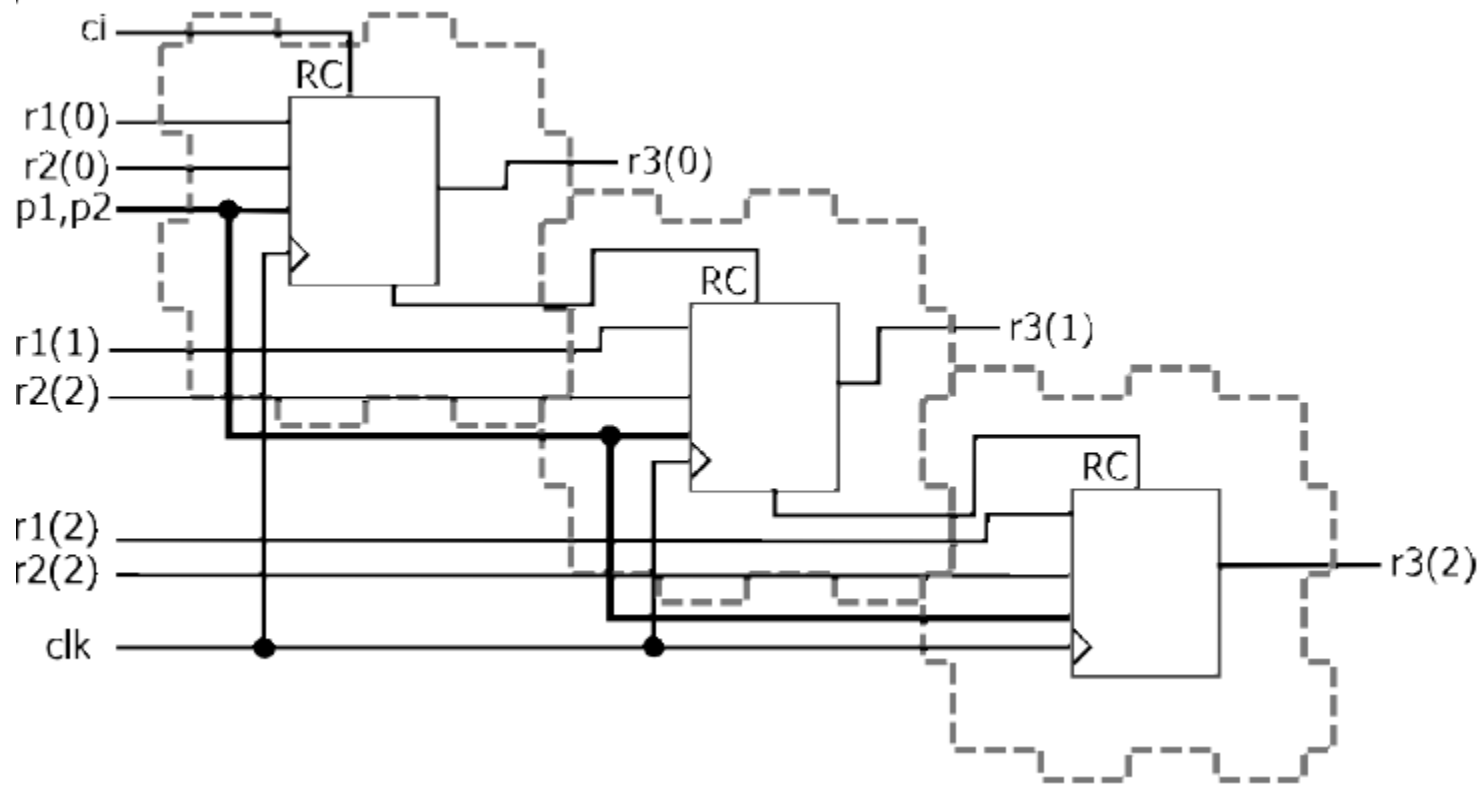
| $p1 = 1, p0 = 0, ci = 1$ (odštej)

| $p1 = 1, p0 = 1, ci = 1$ (prenesi $r1$)



- ▶ Različne operacije glede na vrednost $p1$, $p0$ in ci
 - ▶ $ci=0$: prenesi $r1$, seštej, ..., zmanjšaj za 1
 - ▶ $ci=1$: povečaj za 1, seštej s prenosom, odštej, prenesi $r1$

Aritmetično logična enota – ALE



- ▶ ALE je narejena s povezavo več registrskih celic
 - ▶ npr. 3-bitna ALE vsebuje 3 registrskih celice