Kombinacijski moduli

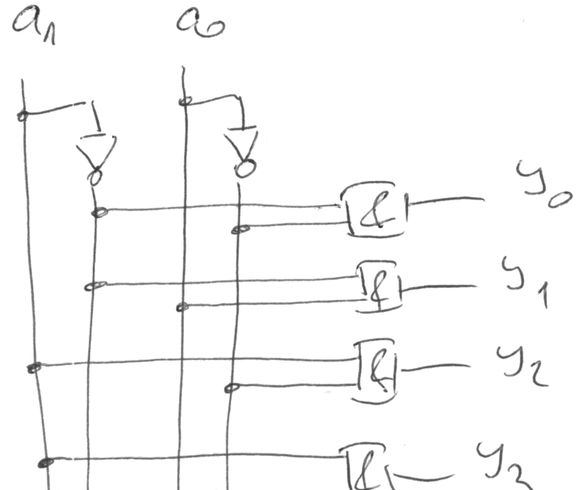
1) Dekoder

- sklop koji na ulazu dobiva kodnu riječ, ima izlaza koliko ima kodnih riječi i uvijek je aktivan samo jedan izlaz: onaj koji predstavlje narinutu kodnu riječ.

- npr. binarni dekoder 2/4. Ulazne kodne riječi su $\{00, 01, 10, 11\}$:

a_1	a_0	y_0	y_1	y_2	y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

mintermi!



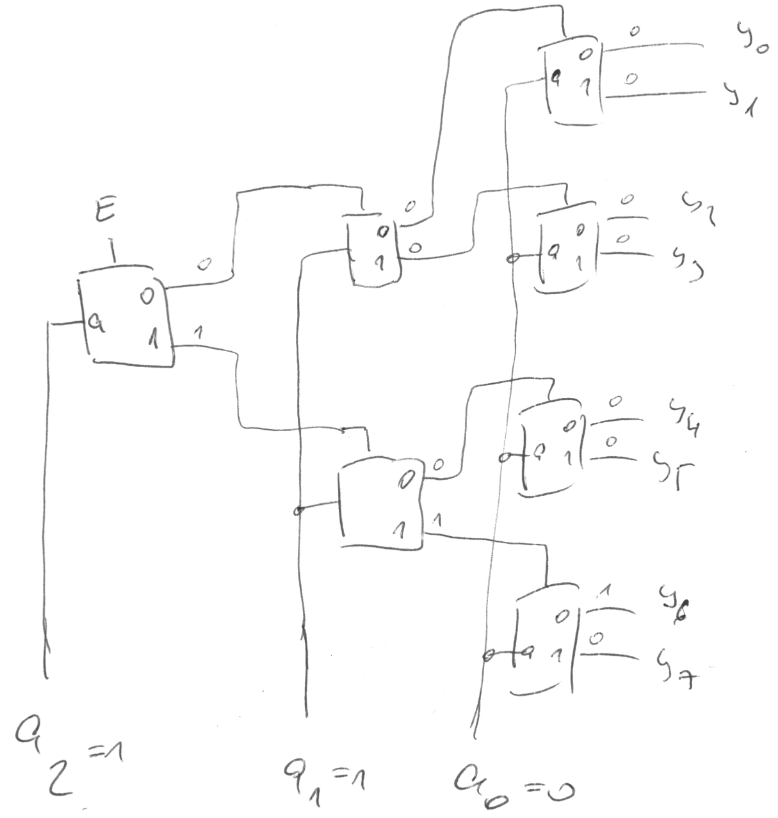
- dodavanje ulaza za omogućavanje E: još jedan ulaz na sve produkte:

$$E=0 \Rightarrow y_i = 0 \quad \forall i$$

$$E=1 \Rightarrow \text{uobičajen rad}$$

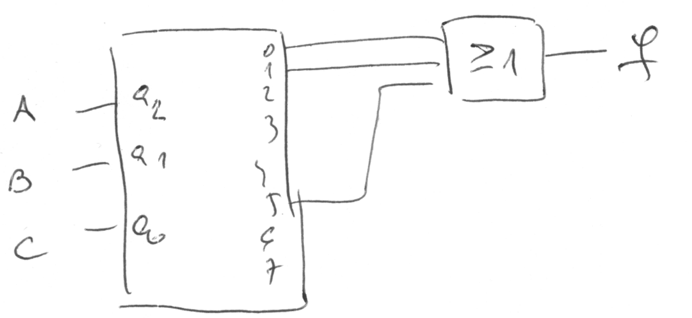
BCD-dekoder?

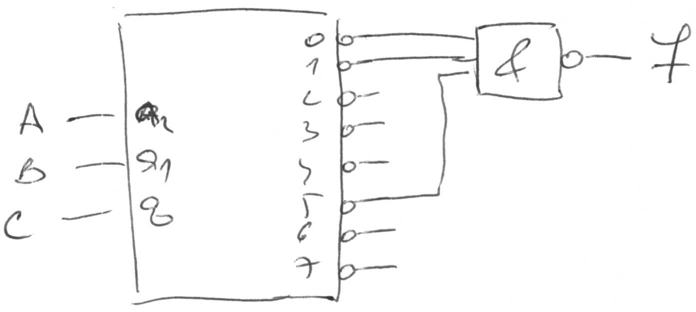
Dekodersko stablo



adresni ulaz najveće težine!

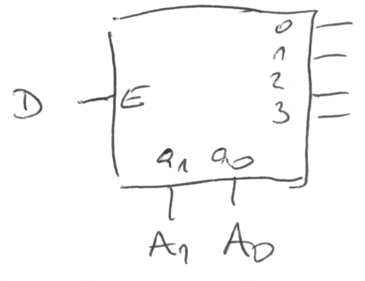
Želim dekoderom ostvariti funkciju $f(A,B,C) = \sum m(0,1,5)$.
Trebam dekoder 3/8

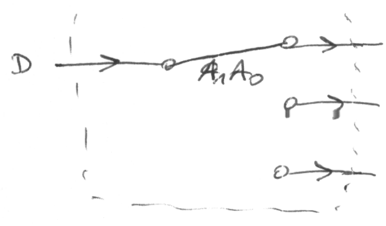




Demultipleksor

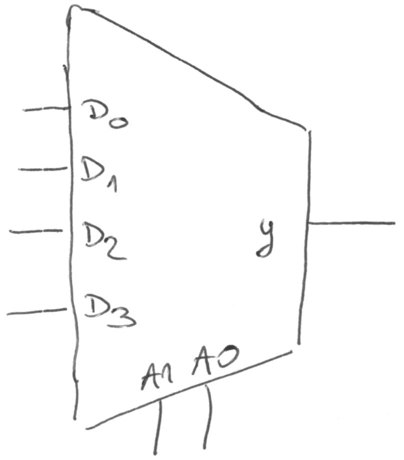
- na adresirani izlaz propušta podatak s ulaza
- mogu iskoristiti dekoder s ulazom za omogućavanje





2) Multipleksor

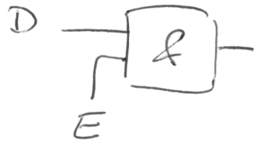
- ima više podatkovnih ulaza; dovoljno adresnih bitova da može adresirati svaki od podatkovnih ulaza te jedan izlaz.
- podatak s adresiranog podatkovnog ulaza propušta na izlaz



$$y = \underbrace{\bar{A}_1 \bar{A}_0}\cdot D_0 + \underbrace{\bar{A}_1 A_0}\cdot D_1 + \underbrace{A_1 \bar{A}_0}\cdot D_2 + \underbrace{A_1 A_0}\cdot D_3$$

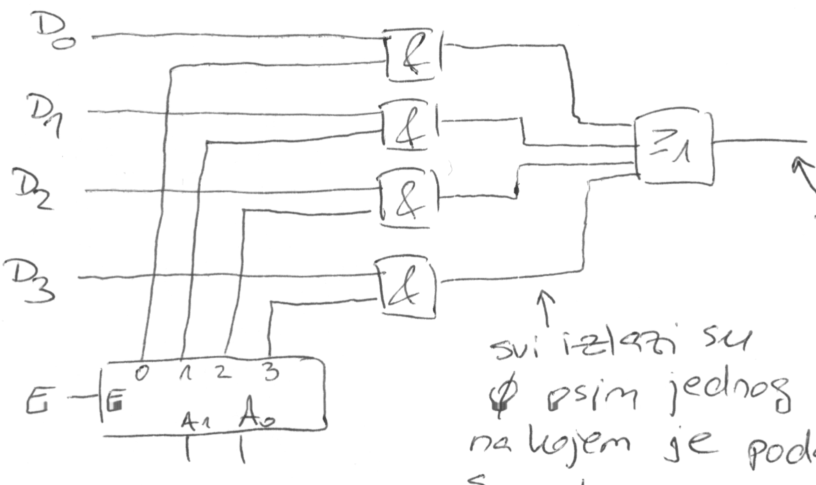
svi mintermi adresa; u bilo kojem trenutku samo je jedan od njih jednak 1 pa je izlaz jednak podatku koji je doveden na taj ulaz

- sjećate se sklopa koji ovisno o upravljačkom ulazu propušta podatak na izlaz?



$$\begin{cases} D, & E=1 \\ \emptyset, & \text{inače} \end{cases}$$

- dekoder će generirati upravljačke ulaze, sve ćemo pobrati s ILI

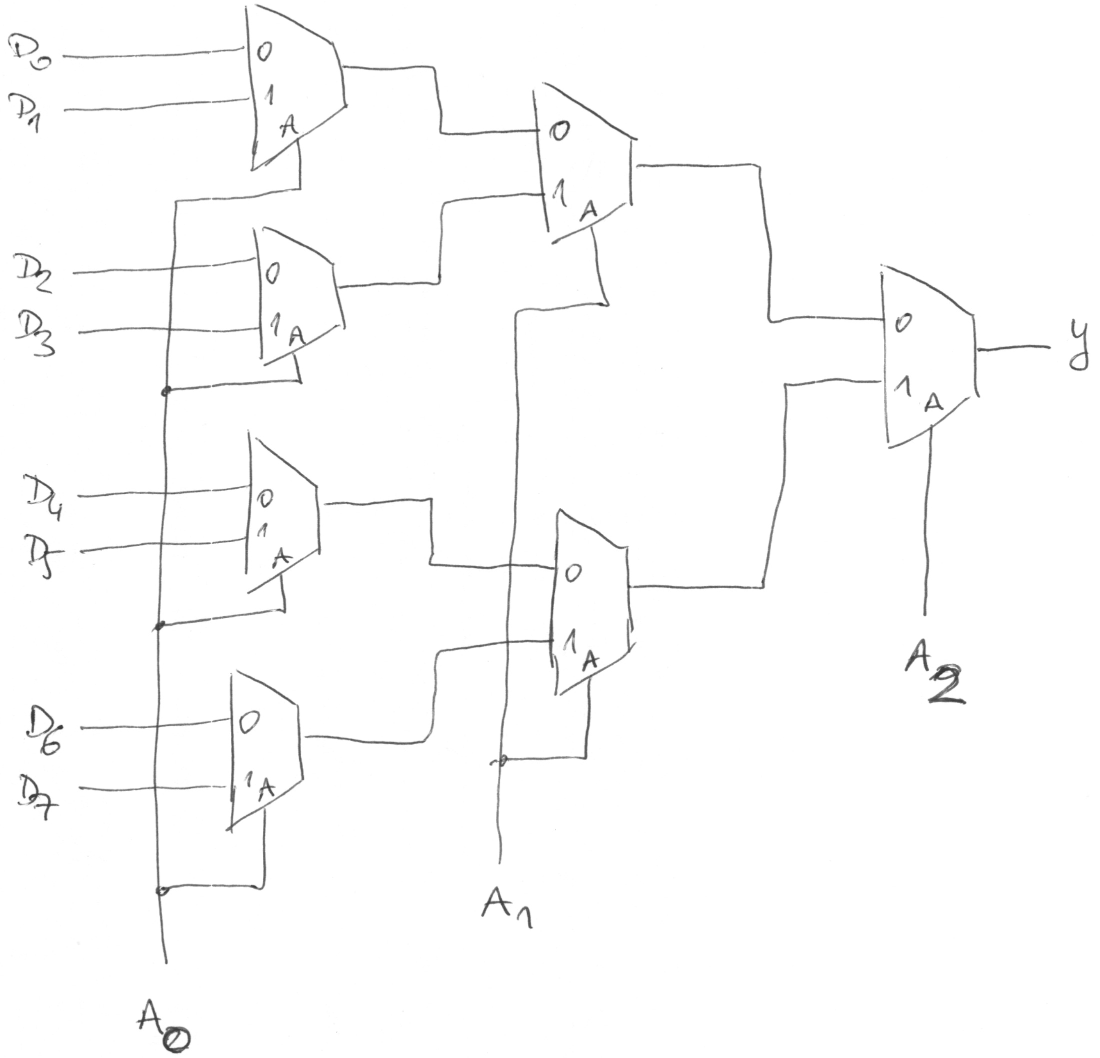


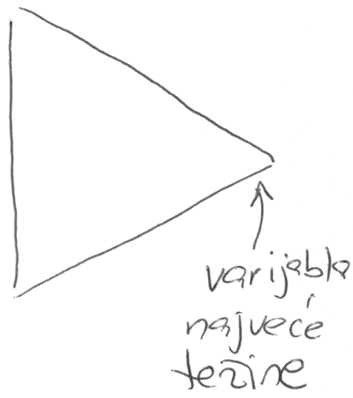
taj podatak je tada i ovdje na izlazu

svi izlazi su ∅ osim jednog na kojem je podatak s ulaza

Sklopove I iz dekodera mogu spojiti s prikazanim sklopovima I čime dobijemo jednostavniji sklop ⇒ vidi slide 28

Multipleksorsko stablo:



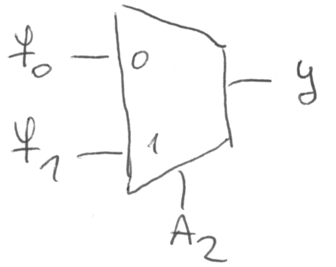


Otkud ovakva struktura?

$$y = \bar{A}_2\bar{A}_1\bar{A}_0 D_0 + \bar{A}_2\bar{A}_1 A_0 D_1 + \bar{A}_2 A_1 \bar{A}_0 D_2 + \bar{A}_2 A_1 A_0 D_3 +$$
$$A_2 \bar{A}_1 \bar{A}_0 D_4 + A_2 \bar{A}_1 A_0 D_5 + A_2 A_1 \bar{A}_0 D_6 + A_2 A_1 A_0 D_7$$

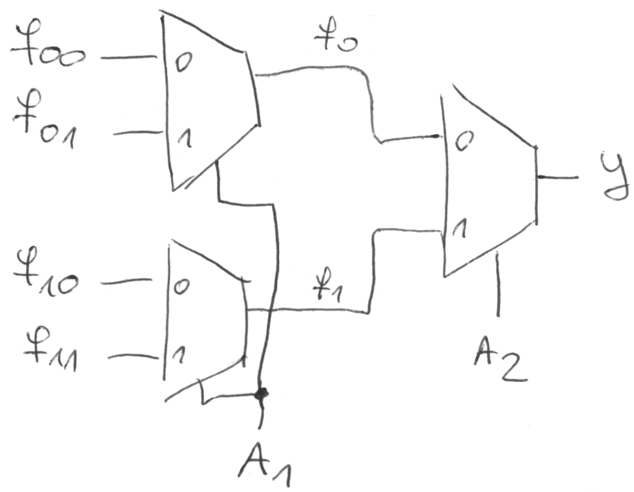
$$= \bar{A}_2 \left(\bar{A}_1 \bar{A}_0 D_0 + \bar{A}_1 A_0 D_1 + A_1 \bar{A}_0 D_2 + A_1 A_0 D_3 \right) +$$
$$A_2 \left(\bar{A}_1 \bar{A}_0 D_4 + \bar{A}_1 A_0 D_5 + A_1 \bar{A}_0 D_6 + A_1 A_0 D_7 \right)$$

$= \bar{A}_2 \cdot f_0 + A_2 \cdot f_1 \Rightarrow$ multipleksor koji multipleksira po A_2



Ali, pogledajmo f_0 i f_1:

$$f_0 = \bar{A}_1 \left(\bar{A}_0 D_0 + A_0 D_1 \right) + A_1 \left(\bar{A}_0 D_2 + A_1 D_3 \right) = \bar{A}_1 f_{00} + A_1 f_{01}$$
$$f_1 = \bar{A}_1 \left(\bar{A}_0 D_4 + A_0 D_5 \right) + A_1 \left(\bar{A}_0 D_6 + A_0 D_7 \right) = \underbrace{\bar{A}_1 f_{10} + A_1 f_{11}}_{\text{muxevi po } A_1}$$



- Pogledajte sada što su redom f_{00}, f_{01}, f_{10} i f_{11}? Svaki je novi mux po A_0 ⇒ ucrtajte i dobit ćete početno stablo!

Shannonov teorem dekompozicije

Neka imamo Booleovu funkciju od n varijabli $x_1, x_2, \dots, x_n$. Takva se Booleova funkcija uvijek može dekomponirati po proizvoljnoj varijabli x_i na sljedeći način:

$$f(x_1,\dots,x_n) = \overline{x}_i \cdot \underbrace{f(x_1,\dots,x_{i-1},0,x_{i+1},\dots,x_n)}_{\text{funkcija koju dobijemo kada uvrstimo da je } x_i=0} + x_i \cdot \underbrace{f(x_1,\dots,x_{i-1},1,x_{i+1},\dots,x_n)}_{\text{funkcija koju dobijemo kada uvrstimo da je } x_i=1}$$

⇒ uočite, to je multipleksor po x_i

⇒ prethodne funkcije koje ostanu kada se uvrštavanjem konkretne vrijednosti za x_i ta varijabla eliminira označit ćemo $f_{x_i=0}$ i $f_{x_i=1}$ i zvati <u>rezidualne</u> funkcije (tj. funkcije ostatka).

⇒ uočite da time možemo pisati:

$$f(x_1,\dots,x_n) = \overline{x}_i \cdot f_{x_i=0} + x_i \cdot f_{x_i=1}$$

gdje su $f_{x_i=0}$ i $f_{x_i=1}$ funkcije od $n-1$ varijable.

⇒ svaku od njih dalje možemo ~~de~~dekomponirati po nekoj drugoj (ali idemo obje po istoj) varijabli, npr. x_j. Imamo:

$$f(x_1,\dots,x_n) = \underbrace{\overline{x}_i \cdot \left(\overline{x}_j \cdot f_{x_i=0,x_j=0} + x_j f_{x_i=0,x_j=1}\right) + x_i \left(\overline{x}_j f_{x_i=1,x_j=0} + x_j f_{x_i=1,x_j=1}\right)}_{\text{multipleksorsko stablo}}$$

⇒ funkcije $f_{x_i=0,x_j=0}$, $f_{x_i=0,x_j=1}$, $f_{x_i=1,x_j=0}$, $f_{x_i=1,x_j=1}$ su rezidualne funkcije od $n-2$ varijable; multipleksor multipleksira po dvije varijable (x_i, x_j) pa je suma opet <u>n!</u>

Primjeri

$$f(A,B,C) = A \oplus B + \bar{A}C$$

1) ostvariti muxom koji multipleksira po B

$\Rightarrow$ radim dekompoziciju po B

$$f = \bar{B} \cdot (A \oplus B + \bar{A}C)^{B=0} + B \cdot (A \oplus B + \bar{A}C)^{B=1}$$

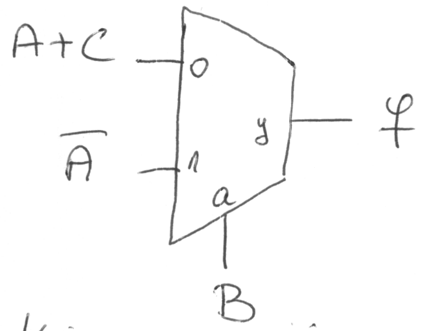
$$= \bar{B} \cdot (A \oplus 0 + \bar{A}C) + B \cdot (A \oplus 1 + \bar{A}C)$$

$$= \bar{B} \cdot (A + \bar{A}C) + B \cdot (\bar{A} + \bar{A}C)$$

$$= \bar{B} \cdot (A + C) + B \cdot \bar{A}$$

$$f_{B=0} = A + C$$

$$f_{B=1} = \bar{A}$$



2) ostvariti stablom koje najprije multipleksira po B, a onda po A.

$\Rightarrow$ tražim dakle zapis oblika:

$$f = \bar{B}\left(\bar{A} f_{B=0,A=0} + A f_{B=0,A=1}\right) + B\left(\bar{A} f_{B=1,A=0} + A f_{B=1,A=1}\right)$$

$$f_{B=0,A=0} = 0 \oplus 0 + \bar{0}C = C$$

$$f_{B=0,A=1} = 1 \oplus 0 + \bar{1}C = 1$$

$$f_{B=1,A=0} = 0 \oplus 1 + \bar{0}C = 1$$

$$f_{B=1,A=1} = 1 \oplus 1 + \bar{1}C = 0$$