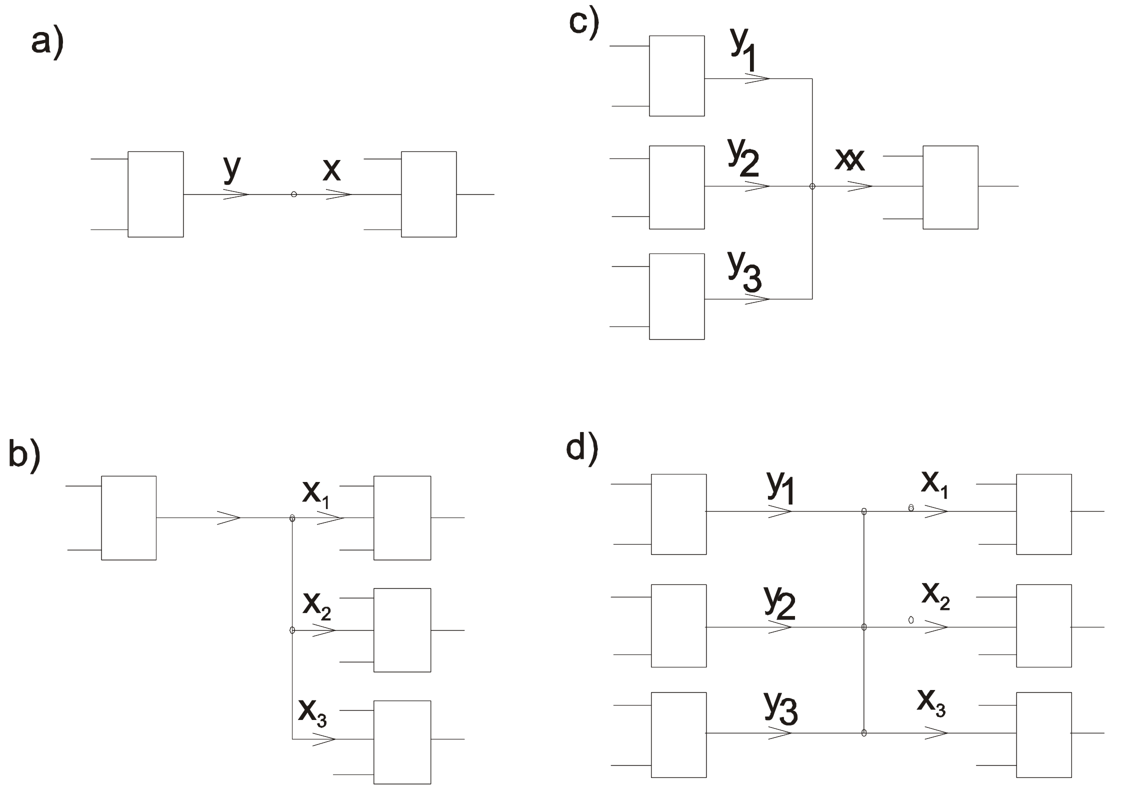
6 KOMBINAČNÉ LOGICKÉ OBVODY

6.1 TYPY VÄZIEB V ŠTRUKTÚRE OBVODU

Uzlom sa nazýva spojenie dvoch resp. viacerých kanálov.

1. Uzol, do ktorého vstupuje iba jeden kanál sa nazýva **uzol 1. typu.**



Obr. 6.1 Kreslenie uzlov 1. typu (a, b) a druhého typu (c, d)

Jemu zodpovedajúce väzby sa nazývajú **pravidelnými väzbami**.

$$\mathbf{y \equiv x \quad resp. \quad y \equiv x_1 \equiv x_2 \equiv x_3} \tag{6.1}$$

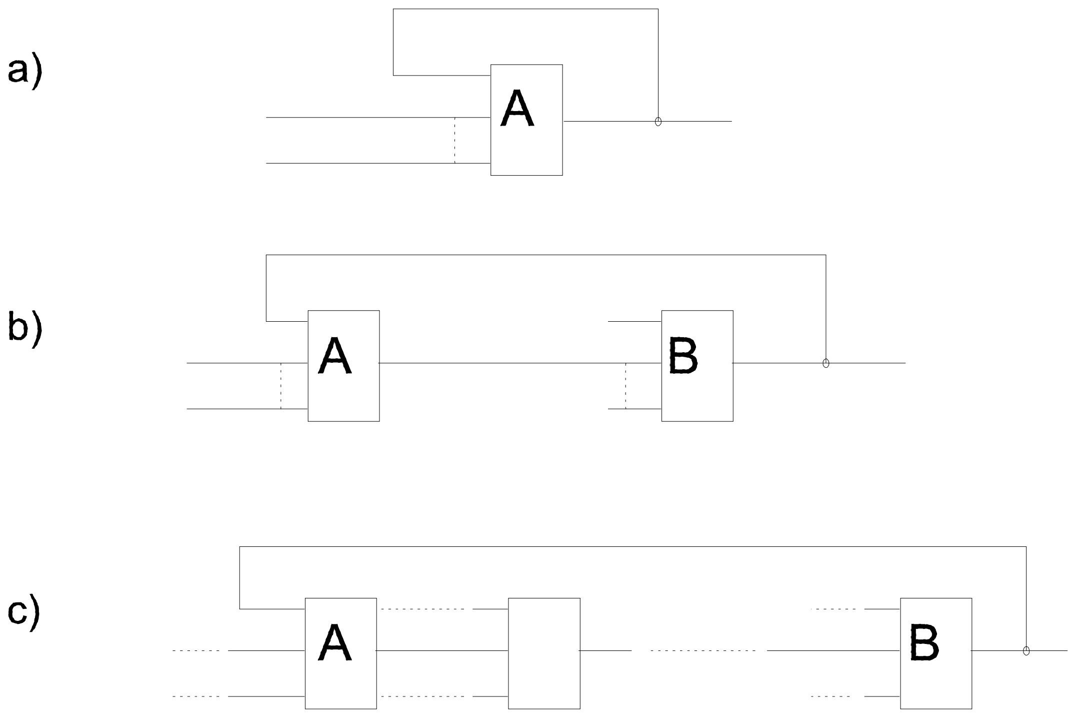
2. Uzol, do ktorého vstupuje viac než jeden kanál sa nazýva **uzlom 2. typu.**

$$\mathbf{x \equiv y_1 + y_2 + y_3 \qquad x_1 \equiv x_2 \equiv x_3 \equiv y_1 + y_2 + y_3} \tag{6.2}$$

Väzby zodpovedajúce uzlom 2. typu sa nazývajú **podmienečne pravidelnými väzbami.**

6.2 KOMBINAČNÉ OBVODY S NORMÁLNOU ŠTRUKTÚROU

Kombinačným obvodom s normálnou štruktúrou sa nazýva logický obvod zostavený z logických členov, prepojených v uzloch 1. typu, v štruktúre ktorého sa nevyskytuje žiadna aktívna slučka.



Obr. 6.3 Príklady vytvorenia slučky
(a - jedným členom; b -dvoma členmi; c - kaskádou viacerých členov)

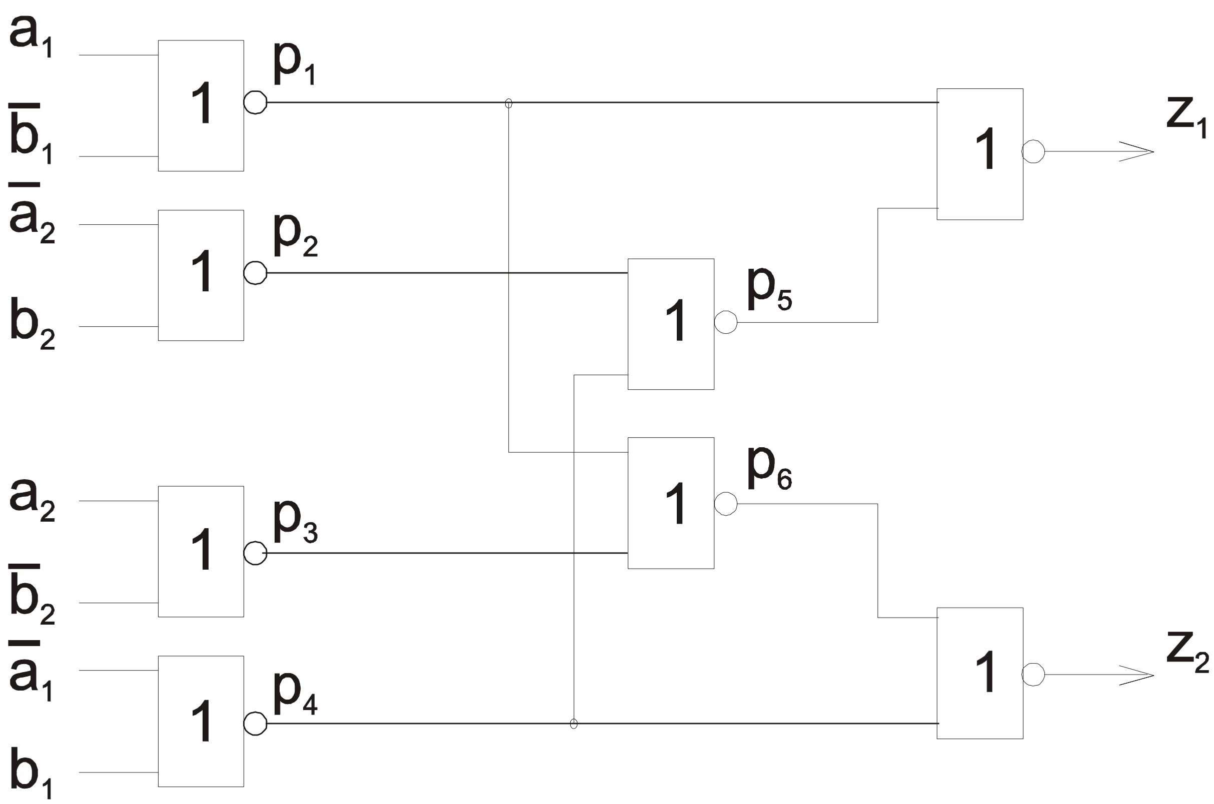
Stupeň obvodu - maximálny počet logických členov obvodu zapojených v sérii**.**

6.2.1 Analýza kombinačných obvodov s normálnou štruktúrou

- určenie výstupnej resp. výstupných funkcií, ktoré zadaný obvod realizuje..).
  - zostavenie štruktúrnej schémy -grafický model štruktúry
  - -algebraický model štruktúry **-** funkcií vnútornej štruktúry.
  - **-**algebraické vyjadrenie výstupných funkcií.

na príklade je potrebné preveriť, či kombinačný obvod vykonáva funkciu porovnávacieho obvodu (komparátora) pre dve dvojkové dvojmiestne čísla **A = (a_1, a_2)**, **B = (b_1, b_2)**, ktorý má tieto stavy na výstupe.

1. Ak **A = B**, potom $z_1 = z_2 = 0$
2. Ak **A > B**, potom $z_1 = 1$; $z_2 = 0$ (6.5)
3. Ak **A < B**, potom $z_1 = 0$; $z_2 = 1$



Obr. 6.6 Štruktúrna schéma analyzovaného obvodu

Systém štruktúrnych funkcií je následovný

$$p_1 = a_1 \downarrow \bar{b}_1,\ p_2 = \bar{a}_2 \downarrow b_2,\ p_3 = a_2 \downarrow \bar{b}_2$$
$$p_4 = \bar{a}_1 \downarrow b_1,\ p_5 = p_2 \downarrow p_4,\ p_6 = p_1 \downarrow p_3 \qquad (6.6)$$
$$z_1 = p_1 \downarrow p_5,\ z_2 = p_4 \downarrow p_6$$

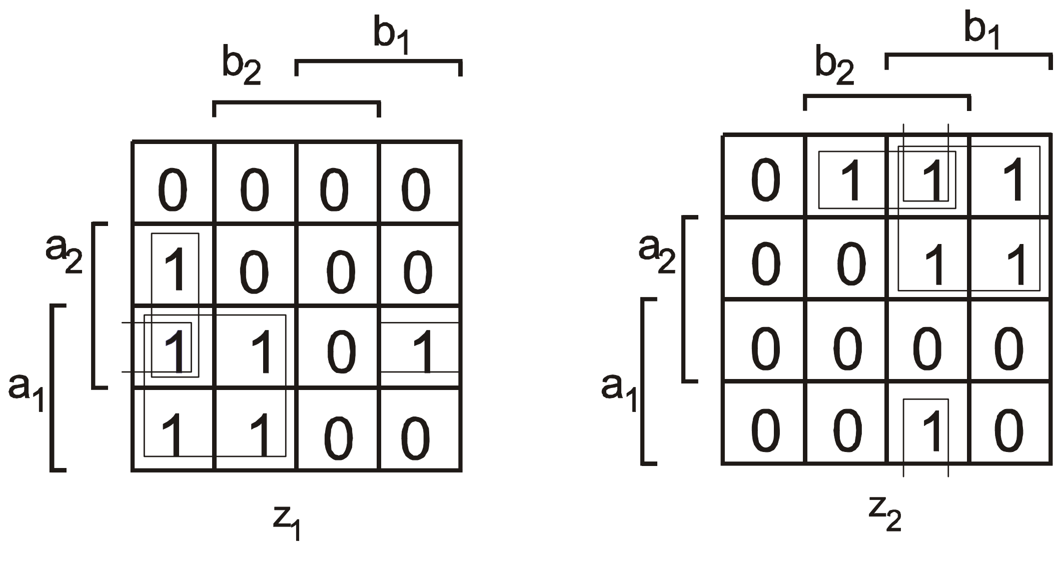
Postupným dosadením za vnútorné premenné $\mathbf{p_i}$ získa sa algebraické vyjadrenie výstupných funkcií

$$z_1 = (a_1 \downarrow \bar{b}_1) \downarrow (p_2 \downarrow p_4) = (a_1 \downarrow \bar{b}_1) \downarrow [(\bar{a}_2 \downarrow b_2) \downarrow (\bar{a}_1 \downarrow b_1)]$$
$$z_2 = (\bar{a}_1 \downarrow b_1) \downarrow (p_1 \downarrow p_3) = (\bar{a}_1 \downarrow b_1) \downarrow [(a_1 \downarrow \bar{b}_1) \downarrow (a_2 \downarrow \bar{b}_2)] \qquad (6.7)$$

Výrazy (6.7), zodpovedajúce zadanej štruktúre, prevedieme do B-algebry a vyjadríme v DNF

$$z_1 = \overline{\overline{(a_1 + \bar{b}_1)} + \overline{[\overline{(\bar{a}_2 + b_2)} + \overline{(\bar{a}_1 + b_1)}]}} = (a_1 + \bar{b}_1).[a_2\bar{b}_2 + a_1\bar{b}_1] =$$
$$= a_1 a_2 \bar{b}_2 + a_2 \bar{b}_1 \bar{b}_2 + a_1 \bar{b}_1$$

$$z_2 = \overline{\overline{(\bar{a}_1 + b_1)} + \overline{[\overline{(a_1 + \bar{b}_1)} + \overline{(a_2 + \bar{b}_2)}]}} = (\bar{a}_1 + b_1).[\bar{a}_1 b_1 + \bar{a}_2 b_2] =$$
$$= \bar{a}_1 b_1 + \bar{a}_1 \bar{a}_2 b_2 + \bar{a}_2 b_1 b_2 \qquad (6.8)$$



Obr. 6.7 Zápis výstupných funkcií analyzovaného obvodu v Karnaughových mapách

6.2.2 Syntéza kombinačných obvodov s normálnou štruktúrou

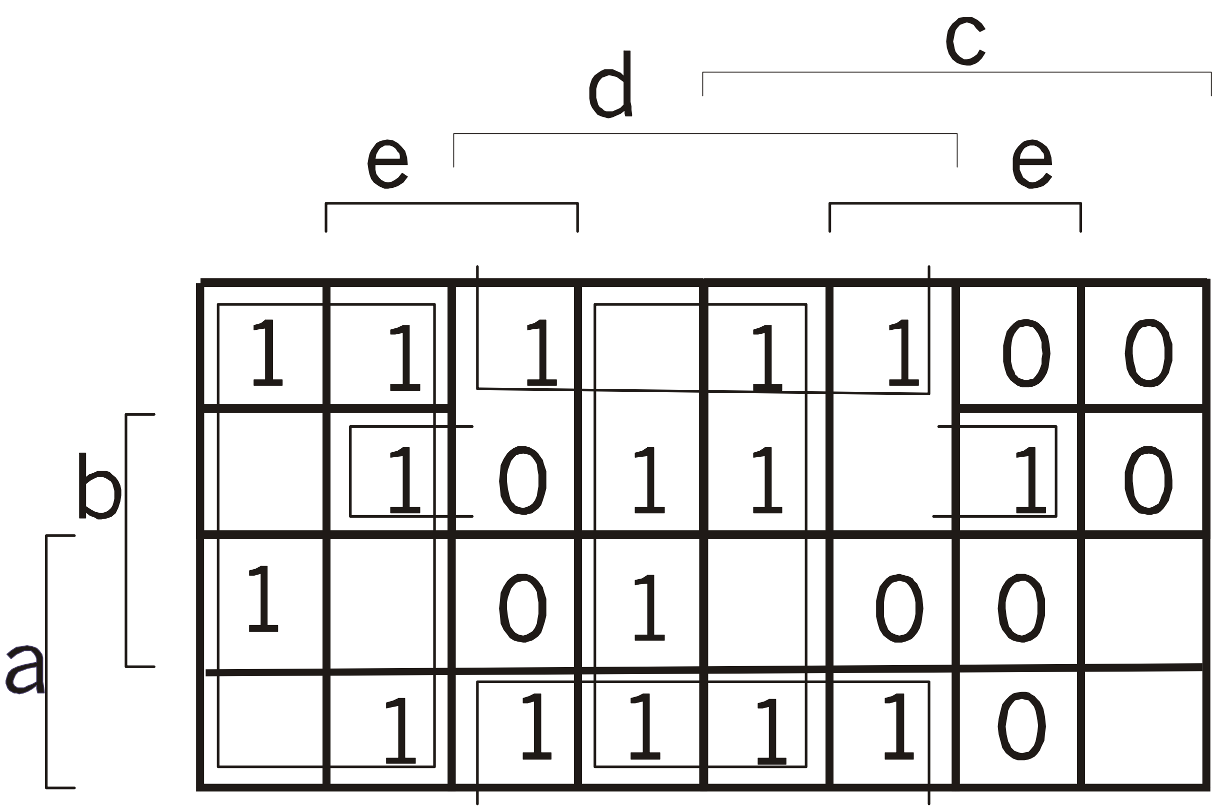
Pre zadanú funkciu (činnosť) obvodu a zadaný súbor typov logických členov je potrebné **nájsť kombinačný obvod** s normálnou štruktúrou, ktorý túto funkciu (činnosť) realizuje, a ktorý pritom obsahuje len členy z daného súboru.

Úloha syntézy je viacznačná. – hľadáme optimálne riešenie.

Pri syntéze kombinačných obvodov s normálnou štruktúrou zachovávame nasledovný postup.

- definujú sa vstupné a výstupné signály
- zapíše sa funkcia obvodu
- určí sa algebraické vyjadrenie v tvare minimálnej normálnej formy,
- za účelom minimalizácie resp. kvôli splneniu obmedzení sa vykoná faktorizácia
- nakreslíme štruktúrnu schému, podľa ktorej obvod realizujeme.

Príklad: f(a,b,c,d,e) = [4,5,11,12,21,27,29,31(2,8,15,16,20,25,28,30)]



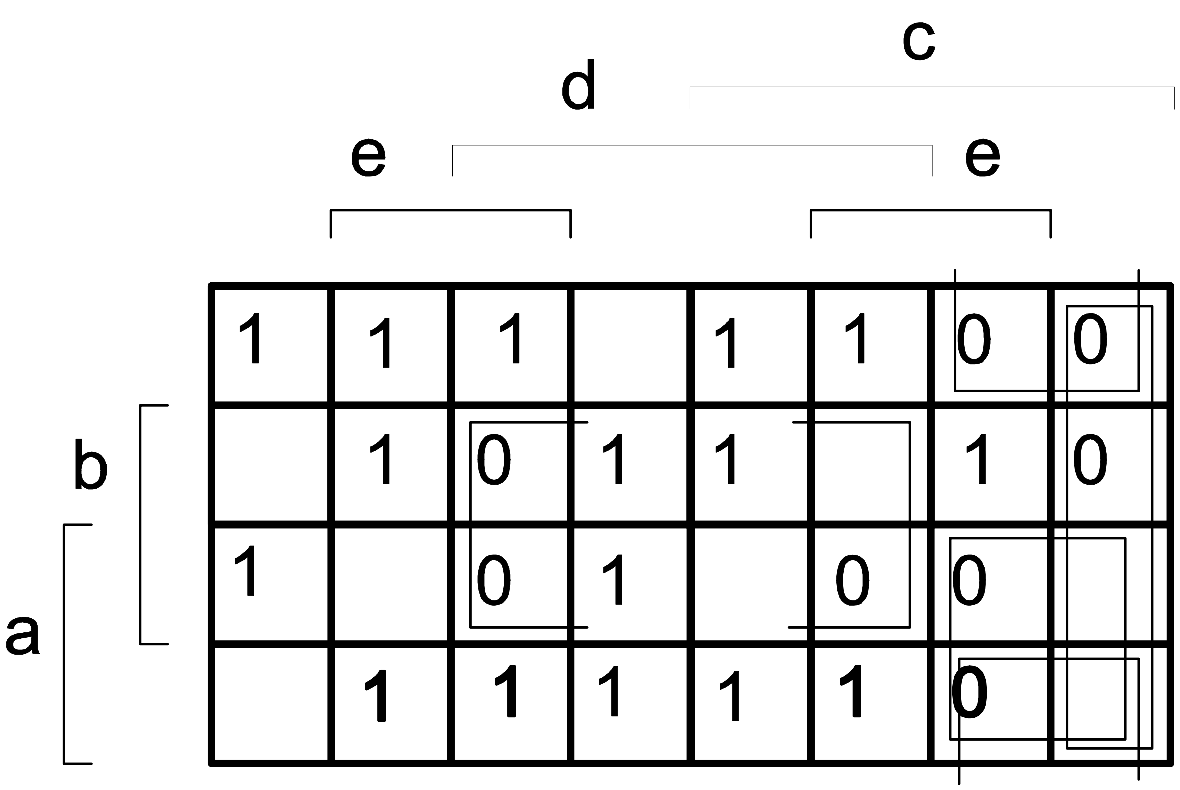
Obr. 6.8 Rozklad B-funkcie na úplný systém implikantov

Určením skrátenej DNF Q-M metódou resp. priamo z mapy a riešením mriežky prostých implikantov sa získajú dve rovnocenné iredundantné DNF. Jednou z nich je DNF

$$f = \bar{b}\,d + d\,\bar{e} + \bar{c}\,\bar{d} + \bar{a}\,b\,\bar{d}\,e \tag{6.9}$$

pre ktorú

$$C_D = p + \sum_{j=1}^{p} r_j = 4 + \sum_{j=1}^{4} r_j = 4 + (2+2+2+4) = 14 \quad \color{red}{+\ 5\ \mathrm{inv}}$$



Obr. 6.9 Rozklad B-funkcie na úplný systém implicentov

Existujú tri rovnocenné iredundantné KNF, z ktorých sa vyberie vyjadrenie

$$f = (\bar{b} + \bar{d} + \bar{e}).(b + \bar{c} + d).(\bar{c} + d + e).(\bar{a} + \bar{c} + d) \tag{6.10}$$

$$C_D = 4 + (3 + 3 + 3 + 3) = 16 \quad \color{red}{+\ 5\ \mathrm{inv}}$$

V (6.9) z prvých dvoch členov sa vyberie pred zátvorku premenná **d** a z ďalších dvoch členov premenná $\overline{d}$,

$$f = d(\overline{b} + \overline{e}) + \overline{d}(\overline{c} + \overline{a}\,b\,e) \qquad (6.11)$$

$$C_D = \sum_{j=1}^{6} p_i = 3+2+2+2+2+2 = 13 \quad + 5 \text{ inv}$$

V KNF (6.10| sa vyberie $\overline{c} + d$ z posledných troch zátvoriek

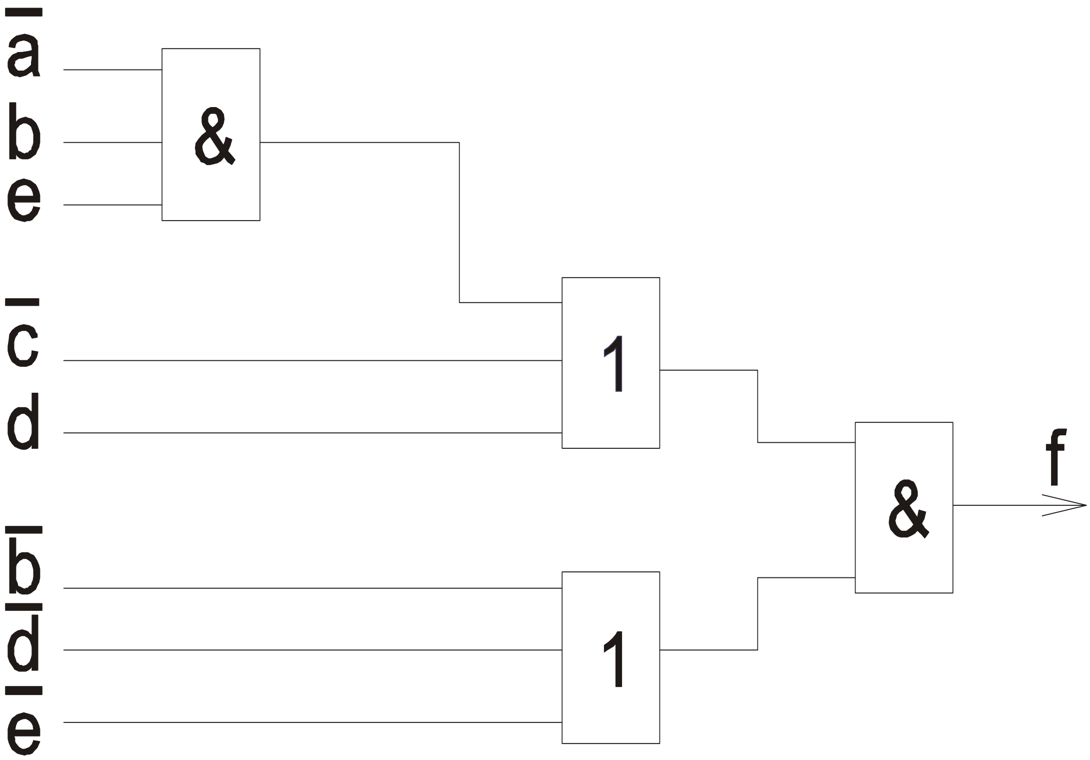
$$f = (\overline{b} + \overline{d} + \overline{e}).(\overline{c} + d + \overline{a}\,b\,e) \qquad \mathbf{(6.12)}$$

$$C_D = \sum_{j=1}^{4} p_i = 3+3+3+2 = 11 \quad + 5 \text{ inv}$$

Minimálnym je preto vyjadrenie (6.12). Jemu zodpovedajúca štruktúrna schéma je na obr. 6.11.

Vybratie spoločného faktora $\overline{c} + d$

- prispelo k minimalizácii vyjadrenia
- znížili maximálny počet vstupov jedného logického
- znížilo sa zaťaženie signálov $\overline{c}$ a **d**.



Obr. 6.11 Štruktúrna schéma trojstupňového obvodu

Vyjadrenia B-algebry prevedieme do S-algebry. Vyjadrenie (6.9) môžeme priamo prepísať do 1. SNF

$$f = (\bar{b} \mid d) \mid (d \mid \bar{e}) \mid (\bar{c} \mid \bar{d}) \mid (\bar{a} \mid b \mid \bar{d} \mid e) \qquad (6.13)$$

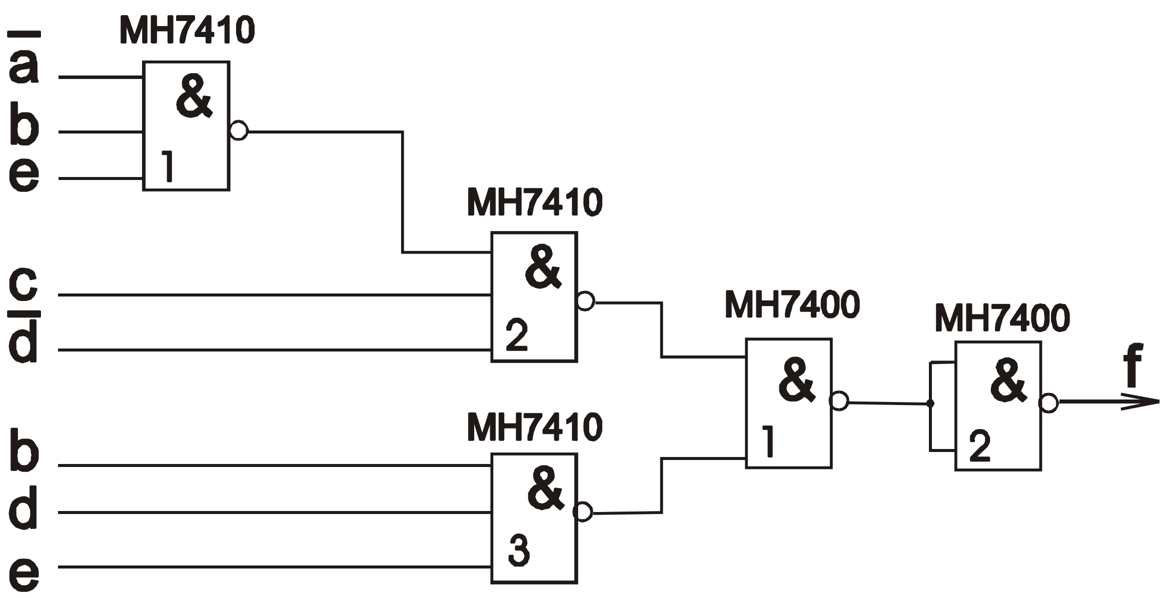
$$C_D = p + \sum_{j=1}^{p} r_j = 4 + \sum_{j=1}^{4} r_j = 4 + (2+2+2+4) = 14 \quad + 5 \text{ inv}$$

Prevodom (6.12) do S-algebry získame

$$f = \{ (b \mid d \mid e) \mid [c \mid \bar{d} \mid [(\bar{a} \mid b \mid e)] \} \mid \qquad (6.14)$$

C_D **= 3+3+3+2 +1=12** +2 inv

Porovnaním (6.13) a (6.14) zistíme, že jednoduchším je (6.14).



Obr. 6.12 Štruktúrna schéma obvodu
zostaveného z členov typu NAND

Inverzie premenných **a** a **d** sa môžu realizovať voľnými 2-vstupovými členmi NAND