KÓDOVANIE STAVOV SEKVENČNÉHO OBVODU

K**ódovanie stavov** - priradenie hodnôt premenných jednotlivým stavom**.**

.

Pri kódovaní stavov budeme sledovať dve hlavné podmienky:

1. aby kódovanie bolo jednoznačné, t.j. každej dvojici rôznych stavov boli priradené rôzne kombinácie hodnôt premenných;

2. aby kódovanie bolo optimálne, t.j. aby viedlo k minimálnemu vyjadreniu budiacich funkcií elementárnych automatov a výstupných funkcií obvodu.

Pre jednoznačné kódovanie **R** stavov potrebujeme minimálne

$$\mathbf{r = [\log_2 R]_c}$$

dvojhodnotových premenných, kde $\mathbf{[a]_c}$ znamená prirodzené číslo z intervalu **<a, a+1)**.

Dva vnútorné kódy **K** a **K'** sa v ďalšom budú nazývať **štruktúrne ekvivalentné** vtedy a len vtedy, ak **K'** možno zostaviť z kódu **K** **permutáciou alebo invertovaním premenných**.

P**očet tried štruktúrnej ekvivalencie**

$$P_{ek} = \frac{(2^r - 1)!}{(2^r - R)!\ r!}$$

R – počet stavov, r – počet stavových premenných

Počet tried štruktúrnej ekvivalencie

R	2	3	4	5	6	7	8	9
r	1	2	2	3	3	3	3	4
P_{ek}	1	3	3	140	420	840	840	10 810 800

Optimálne kódovanie stavov sekvenčného obvodu - vedie na optimálne vyjadrenie budiacich a výstupných funkcií.

Princíp spočíva vo voľbe takého kódu, ktorý v čo najväčšom počte máp budiacich a výstupných funkcií dáva **čo najviac susedných bodov s rovnakou hodnotou funkcie**.

P1: Stavom S_i, $S_j \in S$, ktoré pri niektorom vstupe $X_p \in X$ vedú na rovnaký nasledujúci stav resp. na rovnaký výstup, t.j. pre ktoré platí, že

$\delta(S_i, X_p) = \delta(S_j, X_p)$ **resp.**

$\lambda(S_i, X_p) = \lambda(S_j, X_p)$

sa pri kódovaní priraďujú susedné kombinácie hodnôt premenných, resp. kódy patriace v mape kódovania do jednej pravidelnej konfigurácie, v ktorej sa nenachádzajú žiadne ďalšie stavy.

P2: Ak pri susedných vstupoch X_p a X_q existuje prechod z nejakého stavu $S_i \in S$ do stavov S_u a S_v, t.j. ak platí

$\delta(S_i, X_p) = S_u$

$\delta(S_i, X_q) = S_v$

potom stavom S_u a S_v sa priraďujú susedné kódy resp. kódy s minimálnou kódovou vzdialenosťou.

Pre kódovanie vstupov sa aplikuje modifikované pravidlo **P1'**.

P1': Vstupom X_i, $X_j \in X$, ktoré z niektorého stavu $S_p \in S$ vedú na rovnaký nasledujúci stav resp. na rovnaký výstup, t.j. pre ktoré platí, že

$\delta(S_p, X_i) = \delta(S_p, X_j)$ **resp.**

$\lambda(S_p, x_i) = \lambda(S_p, X_j)$

sa pri kódovaní priraďujú susedné kombinácie hodnôt premenných.

Pri kódovaní výstupov sa aplikuje modifikované pravidlo **P2'**.

P2': Ak v stave S_i pri susedných vstupoch X_p a X_q resp. ak v susedných stavoch S_i a S_j pri vstupe X_p nadobúda výstup hodnotu Y_u a Y_v, t.j. ak platí, že

$\lambda(S_i, X_p) = Y_u$ **a** $\lambda(S_i, X_q) = Y_v$ **resp.**

$\lambda(S_i, X_p) = Y_u$ **a** $\lambda(S_j, X_p) = Y_v$

potom výstupom Y_u a Y_v sa priraďujú kódy s minimálnou kódovou vzdialenosťou.

Tab. 8.4 Tabuľka prechodov (a) a výstupov (b)

a)

S(t) X(t)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
X_0	S_1	S_2	S_2	S_2	S_1
X_1	S_2	S_2	S_2	S_3	S_3
X_2	S_4	S_4	S_3	S_2	S_2
X_3	S_3	S_5	S_5	S_5	S_3

S(t+1)

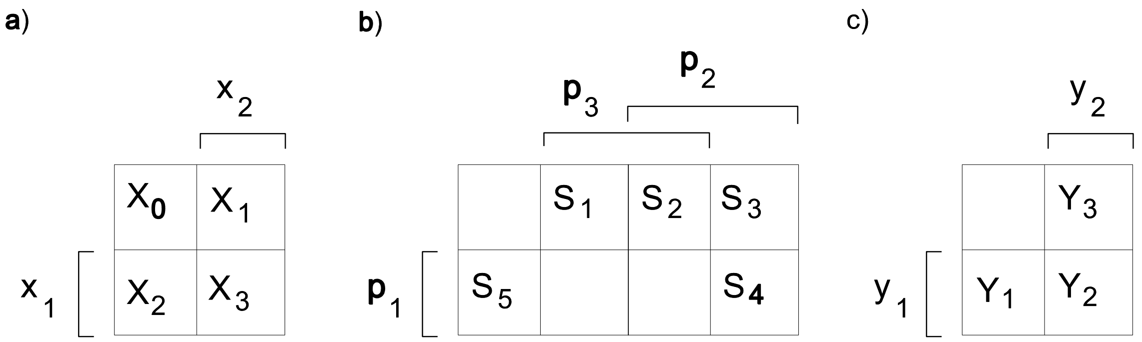
b)

S(t) X(t)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
X_0	Y_3	Y_3	Y_3	Y_2	Y_1
X_1	Y_2	Y_2	Y_1	Y_1	Y_1
X_2	Y_1	Y_1	Y_2	Y_3	Y_3
X_3	Y_1	Y_2	Y_1	Y_1	Y_2

Y(t)

Tab.8.10 Požiadavky na susednosť stavov

Pravidlo:	P1		P2	Celkový počet sused-ností
S_i, S_j	X_p z TP	X_p z TV	S_i	
S_1, S_2	X_1, X_2	X_0, X_1, X_2	S_1, S_5	16
S_1, S_3	X_1	X_0, X_3	S_5	9
S_1, S_4	-	X_3	S_1	4
S_1, S_5	X_1, X_3	-	-	6
S_2, S_3	X_0, X_1, X_5	X_0	S_1, S_3, S_4, S_5	19
S_2, S_4	X_0, X_3	-	S_2	8
S_2, S_5	-	X_3	S_2, S_3, S_4	8
S_3, S_4	X_0, X_3	X_1, X_3	S_1	12
S_3, S_5	-	X_1	S_3, S_4	6
S_4, S_5	X_1, X_2	X_1, X_2	S_2	12



Obr. 8.12 Mapa kódovania vstupov (a), stavov (b) a výstupov (c)

Rozdelenie stavov podľa premennej $r(p_1) = r_1 = \{\overline{4,5}; \overline{1,2,3}\}$

Rozdeľuje množinu stavov S= {1,2,3,4,5} na podmnožiny S' = {1,2,3}, pre ktorú premenná p_1= r a S'= {4,5}, pre ktorú premenná p_1= $\overline{r}$.

Prípustné rozdelenie - počet stavov v triede rozdelenia $\mathbf{R_1 \leq 2^{r-1}}$

$r_1 = \{\overline{1}; \overline{2,3,4,5}\}$ $r_2 = \{\overline{2}; \overline{1,3,4,5}\}$ $r_3 = \{\overline{3}; \overline{1,2,4,5}\}$

$r_4 = \{\overline{4}; \overline{1,2,3,5}\}$ $r_5 = \{\overline{5}; \overline{1,2,3,4}\}$ $r_6 = \{\overline{1,2}; \overline{3,4,5}\}$

$r_7 = \{\overline{1,3}; \overline{2,4,5}\}$ $r_8 = \{\overline{1,4}; \overline{2,3,5}\}$ $r_9 = \{\overline{1,5}; \overline{2,3,4}\}$

$r_{10} = \{\overline{2,3}; \overline{1,4,5}\}$ $r_{11} = \{\overline{2,4}; \overline{1,3,5}\}$ $r_{12} = \{\overline{2,5}; \overline{1,3,4}\}$

$r_{13} = \{\overline{3,4}; \overline{1,2,5}\}$ $r_{14} = \{\overline{3,5}; \overline{1,2,4}\}$ $r_{15} = \{\overline{4,5}; \overline{1,2,3}\}$

Skupina **k** rozdelení $\mathbf{k \leq r}$ tvorí prípustnú skupinu rozdelení, ak ich vzájomný prienik vytvára triedy s maximálnym počtom stavov v jednej triede

$$\mathbf{R_k \leq 2^{r-k}} \tag{8.9}$$

Rozdelenie stavov podľa prechodov (rozdelenie prechodu) označované symbolom $\boldsymbol{\pi_i}$ sa určí z tabuľky prechodov, v ktorej namiesto stavov jednej triedy rozdelenia $\mathbf{r_i}$ sa dosadí hodnota **0** a namiesto stavov druhej triedy hodnota **1**. Stavy, ktorým prislúchajú rovnaké stĺpce, patria do jednej triedy rozdelenia $\boldsymbol{\pi_i}$.

Vo všeobecnosti teda platí, že vstupné funkcie elementárneho automatu, zakódovaného rozdelením $\mathbf{r_j}$, budú okrem vektora vstupných signálov závislé od premenných $\mathbf{p_{i1}, p_{i2}, \ldots, p_{ik}}$

$$\mathbf{q_j = h(p_{i1}, p_{i2}, \ldots, p_{ik}, x_1, \ldots, x_n)}$$

ak pre rozdelenie prechodu $\boldsymbol{\pi_j}$ platí $\boldsymbol{\pi_j} \geq \mathbf{r_{i1} . r_{i2} . \ldots . r_{ik}}$

Postup: Hľadáme $\mathbf{r_i}$, pre ktoré $\boldsymbol{\pi_j} \geq \mathbf{r_{i1} . r_{i2} . \ldots . r_{ik}}$ k=min

Najprv vytvoríme všetky prípustné rozdelenia stavov $\mathbf{r_i}$ a im zodpovedajúce rozdelenia prechodov $\boldsymbol{\pi_i}$.

$r_1 = \{\overline{1}; \overline{2, 3, 4, 5}\}$	$\pi_1 = \{\overline{1, 5}; \overline{2, 3, 4}\}$
$r_2 = \{\overline{2}; \overline{1, 3, 4, 5}\}$	$\pi_2 = \{\overline{1}; \overline{4}; \overline{5}; \overline{2, 3}\}$
$r_3 = \{\overline{3}; \overline{1, 2, 4, 5}\}$	$\pi_3 = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{3}; \overline{4}; \overline{5}\}$
$r_4 = \{\overline{4}; \overline{1, 2, 3, 5}\}$	$\pi_4 = \{\overline{1, 2}; \overline{3, 4, 5}\}$
$r_5 = \{\overline{5}; \overline{1, 2, 3, 4}\}$	$\pi_5 = \{\overline{1, 5}; \overline{2, 3, 4}\}$
$r_6 = \{\overline{1, 2}; \overline{3, 4, 5}\}$	$\pi_6 = \{\overline{4, 5}; \overline{1, 2, 3}\}$
$r_7 = \{\overline{1, 3}; \overline{2, 4, 5}\}$	$\pi_7 = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{3}; \overline{4}; \overline{5}\}$
$r_8 = \{\overline{1, 4}; \overline{2, 3, 5}\}$	$\pi_8 = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{5}; \overline{3, 4}\}$
$r_9 = \{\overline{1, 5}; \overline{2, 3, 4}\}$	$\pi_9 = \{\overline{1, 5}; \overline{2, 3, 4}\}$
$r_{10} = \{\overline{2, 3}; \overline{1, 4, 5}\}$	$\pi_{10} = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{5}; \overline{3, 4}\}$
$r_{11} = \{\overline{2, 4}; \overline{1, 3, 5}\}$	$\pi_{11} = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{3}; \overline{4}; \overline{5}\}$
$r_{12} = \{\overline{2, 5}; \overline{1, 3, 4}\}$	$\pi_{12} = \{\overline{1}; \overline{4}; \overline{5}; \overline{2, 3}\}$
$r_{13} = \{\overline{3, 4}; \overline{1, 2, 5}\}$	$\pi_{13} = \{\overline{1}; \overline{4}; \overline{5}; \overline{2, 3}\}$
$r_{14} = \{\overline{3, 5}; \overline{1, 2, 4}\}$	$\pi_{14} = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{5}; \overline{3, 4}\}$
$r_{15} = \{\overline{4, 5}; \overline{1, 2, 3}\}$	$\pi_{15} = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{5}; \overline{3, 4}\}$

1. rozdelenie prechodov, ktoré obsahuje jednu triedu, nemáme

2. $\mathbf{r_9 = \boldsymbol{\pi_9}}$

3. $\boldsymbol{\pi_1} = \mathbf{r_9}$, $\boldsymbol{\pi_4} = \mathbf{r_6}$, $\boldsymbol{\pi_5} = \mathbf{r_9}$ **a** $\boldsymbol{\pi_6} = \mathbf{r_{15}}$.

Prieniky rozdelení $r_1 . r_9 = \{\overline{1}; \overline{5}; \overline{2, 3, 4}\} = r_5 . r_9$ predstavujú neprípustnú skupinu rozdelení.

môžeme vybrať dvojicu rozdelení $\mathbf{r_4}$ a $\mathbf{r_6}$ resp. $\mathbf{r_6}$ a $\mathbf{r_{15}}$, ktorá spolu s rozdelením $\mathbf{r_9}$ tvorí prípustné skupiny rozdelení.

Vzájomné prieniky dvojíc rozdelení sú

$$r_4 \cdot r_6 = \{\overline{4}; \overline{1, 2}; \overline{3, 5}\}$$

$$r_4 \cdot r_9 = \{\overline{4}; \overline{1, 5}; \overline{3, 4}\}$$

$$r_6 \cdot r_9 = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{5}; \overline{3, 4}\} = \pi_{15}$$

$$r_4 \cdot r_6 \cdot r_9 = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{3}; \overline{4}; \overline{5}\}$$

$$r_6 \cdot r_{15} = \{\overline{3}; \overline{1, 2}; \overline{4, 5}\}$$

$$r_9 \cdot r_{15} = \{\overline{1}; \overline{4}; \overline{5}; \overline{2, 3}\}$$

$$r_6 \cdot r_9 \cdot r_{15} = \{\overline{1}; \overline{2}; \overline{3}; \overline{4}; \overline{5}\}$$

1.A

$$\mathbf{q_9 = f_3(x_1, ..., x_n, p_9) \qquad q_4 = f_2(x_1, ..., x_n, p_6)}$$

$$\mathbf{q_6 = f_3(x_1, ..., x_n, p_4, p_6, p_9)} \qquad (8.13)$$

2.A

$$\mathbf{q_9 = f'_1 (x_1, ..., x_n, p_9) \qquad q_6 = f'_2 (x_1, ..., x_n, p_{15})}$$

$$\mathbf{q_{15} = f'_3 (x_1, ..., x_n, p_6, p_9)} \qquad (8.14)$$

Vhodnejšou v tomto prípade je druhá alternatíva kódovania

Tab. 8.12 Tabuľka kódovania vnútorných stavov

S p	1	2	3	4	5
p_1	0	1	1	1	0
p_2	0	0	1	1	1
p_3	1	1	1	0	0

Kódovanie výstupných stavov.

$$\mathbf{m = [\log_2 M]_C} \qquad (8.15)$$

Napr. nech výstupná funkcia obvodu je zadaná tabuľkou výstupov (tab. 8.13).

Tab. 8.14 Tabuľka výstupov sekvenčného obvodu

S(t) / X(t)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
X_0	Y_3	Y_3	Y_3	Y_2	Y_1
X_1	Y_2	Y_2	Y_1	Y_1	Y_1
X_2	Y_1	Y_1	Y_2	Y_3	Y_3
X_3	Y_1	Y_2	Y_1	Y_1	Y_2

Počet rôznych výstupných stavov je **M = 3**. Na zakódovanie troch stavov potrebujeme

$$\mathbf{m = [\log_2 3]_C = 2}$$

výstupné premenné. Vytvoríme všetky prípustné rozdelenia výstupov podľa premennej.

$$\mathbf{v_1 = \{\overline{1}; \overline{2,\ 3}\}}$$

$$\mathbf{v_2 = \{\overline{2}; \overline{1,\ 3}\}}$$

$$\mathbf{v_3 = \{\overline{3}; \overline{1,\ 2}\}}$$

Tab. 8.14 Tabuľka výstupov podľa rozdelenia **v_i**

S(t) / X(t)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
X_1	1	1	1	1	0
X_2	1	1	0	0	0
X_3	0	0	1	1	1
X_4	0	1	0	0	1

$$\pi'_1 = \{\bar{1}; \bar{2}; \bar{5}; \overline{3,\ 4}\} = \mathbf{r_6 \,.\, r_9}$$

$$\pi'_2 = \{\bar{1}; \bar{2}; \bar{3}; \bar{4}; \bar{5}\}$$

$$\pi'_3 = \{\overline{4,\ 5}; \overline{1,\ 2,\ 3}\} = r_{15}$$

Tab. 8.15 Tabuľka kódovania výstupov

Y / y	Y_1	Y_2	Y_3
y_1	1	1	0
y_2	0	1	1

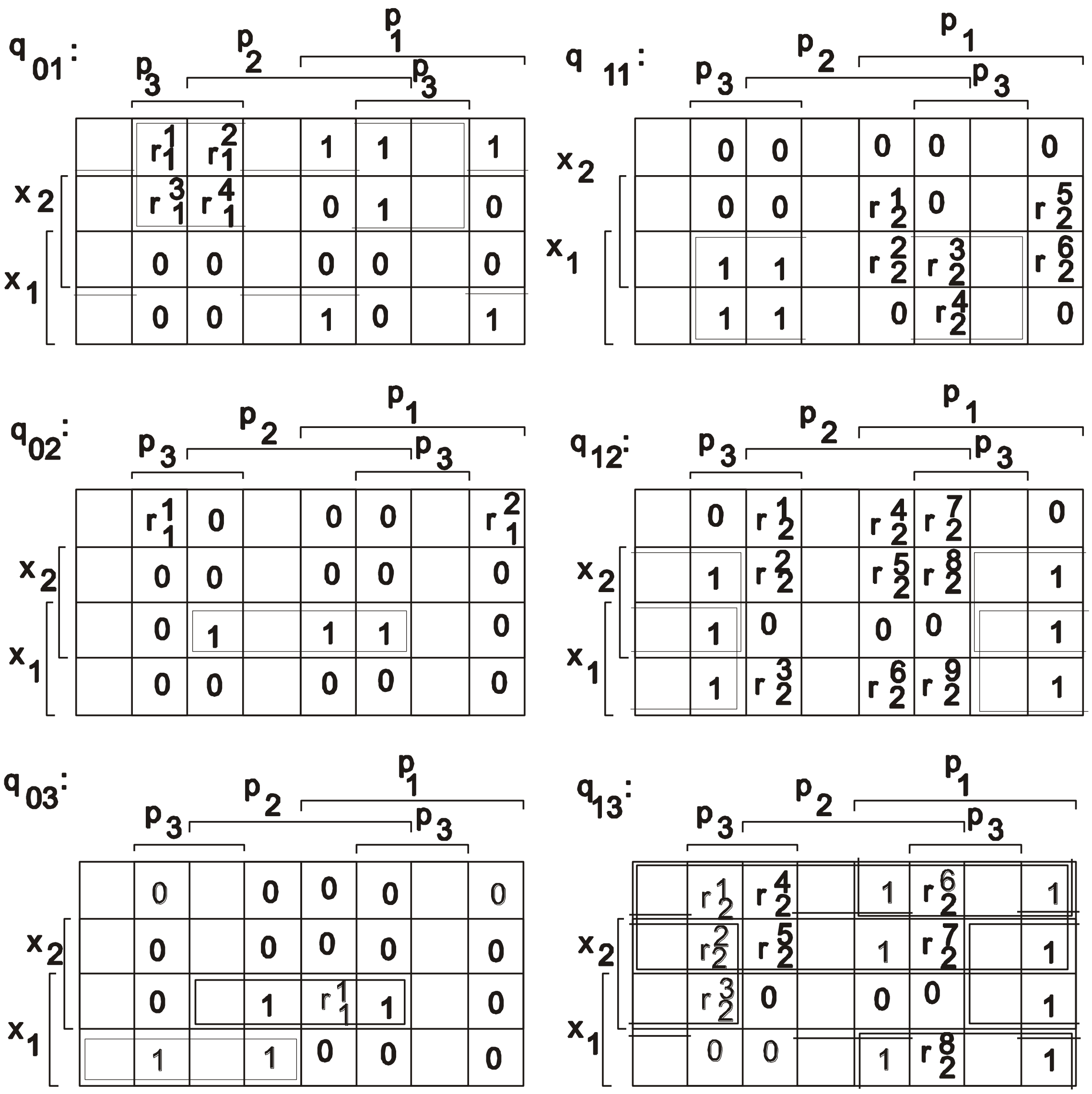
a) p_1 p_2 p_3 p_3 x_2 x_1

	001	011		011	011		001
	011	011		111	011		111
	111	100		100	100		111
	110	100		011	111		011

b) p_1 p_2 p_3 p_3 x_2 x_1

	01	01		11	01		10
	11	11		10	10		10
	10	11		10	10		11
	10	10		01	11		01

Obr. 8.16 Kódovaná mapa prechodov (a) a výstupov (b)



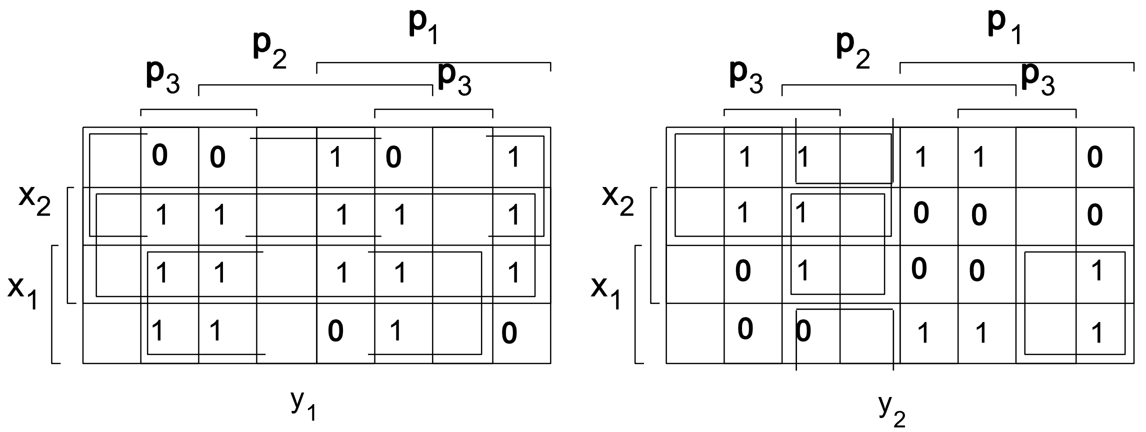
Obr. 8.17 Mapy budiacich funkcií obvodu zadaného tab 8.9

Algebraické vyjadrenie budiacich funkcií získané prostredníctvom Karnaughových máp (obr. 8.17) je nasledovné

$$q_{01} = \bar{x}_1 \bar{p}_3 + \bar{x}_2 \bar{p}_3 \qquad q_{11} = x_1 p_3$$

$$q_{02} = x_1 x_2 p_2 \qquad q_{12} = x_1 \bar{p}_2 + x_2 \bar{p}_2 \tag{8.16}$$

$$q_{03} = x_1 \bar{x}_2 \bar{p}_1 + x_1 x_2 p_2 \qquad q_{13} = x_2 \bar{p}_2 + \bar{x}_2 p_1 + \bar{x}_1$$



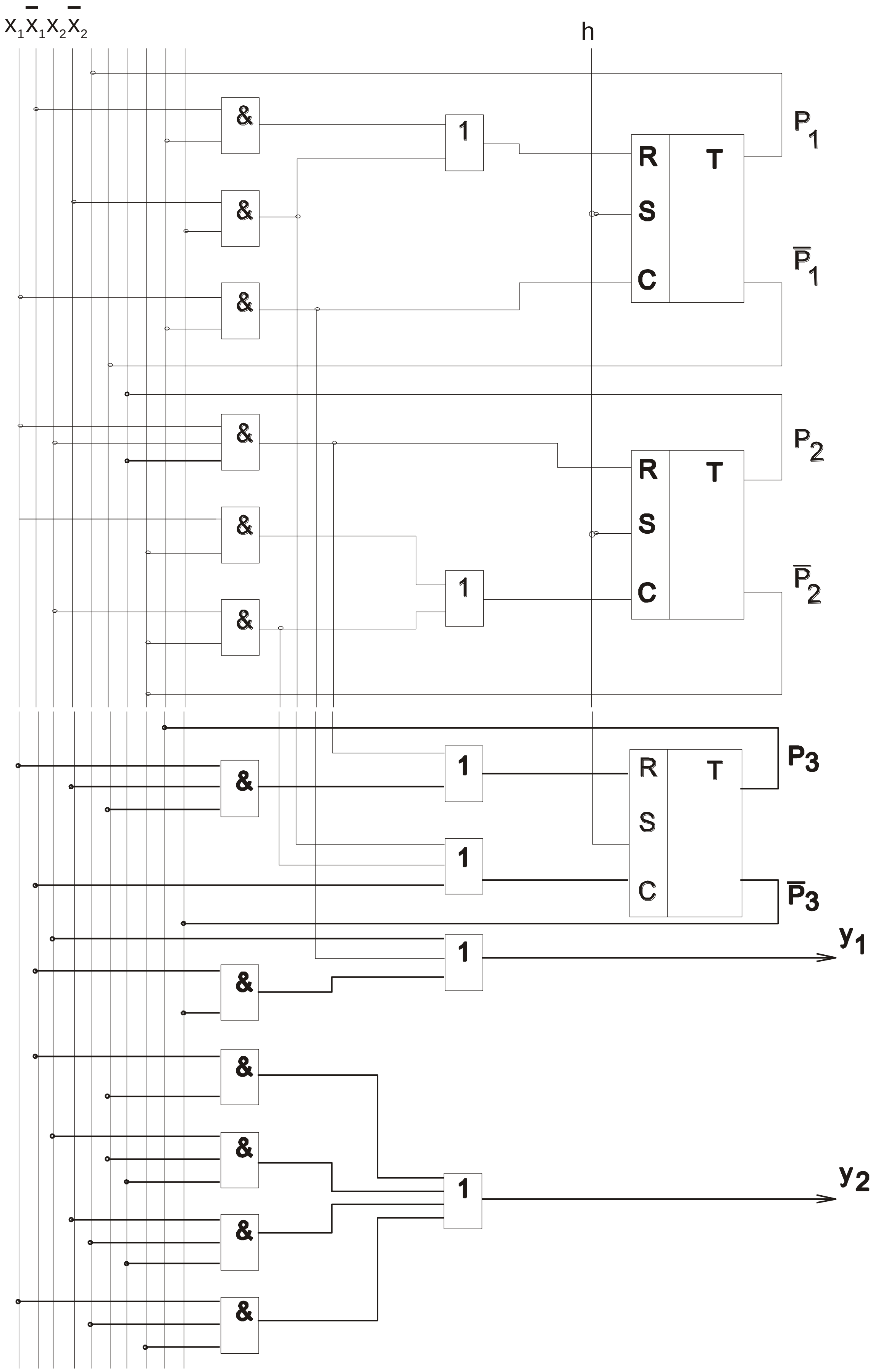
Obr. 8.18 Mapy výstupných funkcií obvodu zadaného tab. 8.9

$$\mathbf{y_1 = x_2 + x_1 p_3 + \bar{x}_1 \bar{p}_3} \qquad (8.17)$$

$$\mathbf{y_2 = \bar{x}_1 \bar{p}_1 + x_2 \bar{p}_1 p_2 + \bar{x}_2 p_1 p_2 + x_1 p_1 \bar{p}_2}$$

Budiace a výstupné funkcie predstavujú skupinu B-funkcií, preto je potrebné minimalizovať ich ako celok. Z hľadiska skupinovej minimalizácie by však bolo výhodnejšie, ak by bolo

$$\mathbf{q_{13} = x_2 \bar{p}_2 + \bar{x}_2 \bar{p}_3 + \bar{x}_1} \qquad (8.16a)$$



Obr. 8.19 Štruktúrna schéma obvodu zadaného tab. 8.9

Voľba typu elementárneho automatu

Pre elementárne automaty D, T, RS a JK matica všeobecného elementárneho automatu bude v tvare

$$
\begin{array}{cc}
q_0 & q_1 \\
\end{array}
$$
$$
\begin{bmatrix}
r_1 & 0 \\
r_2 & 1 \\
r_3 & r_4 \\
0 & r_5
\end{bmatrix}
$$

Matice jednotlivých elementárnych automatov dostaneme z matice všeobecného elementárneho automatu, ak za premenné $\mathbf{r_i}$ dosadíme nasledovné hodnoty:

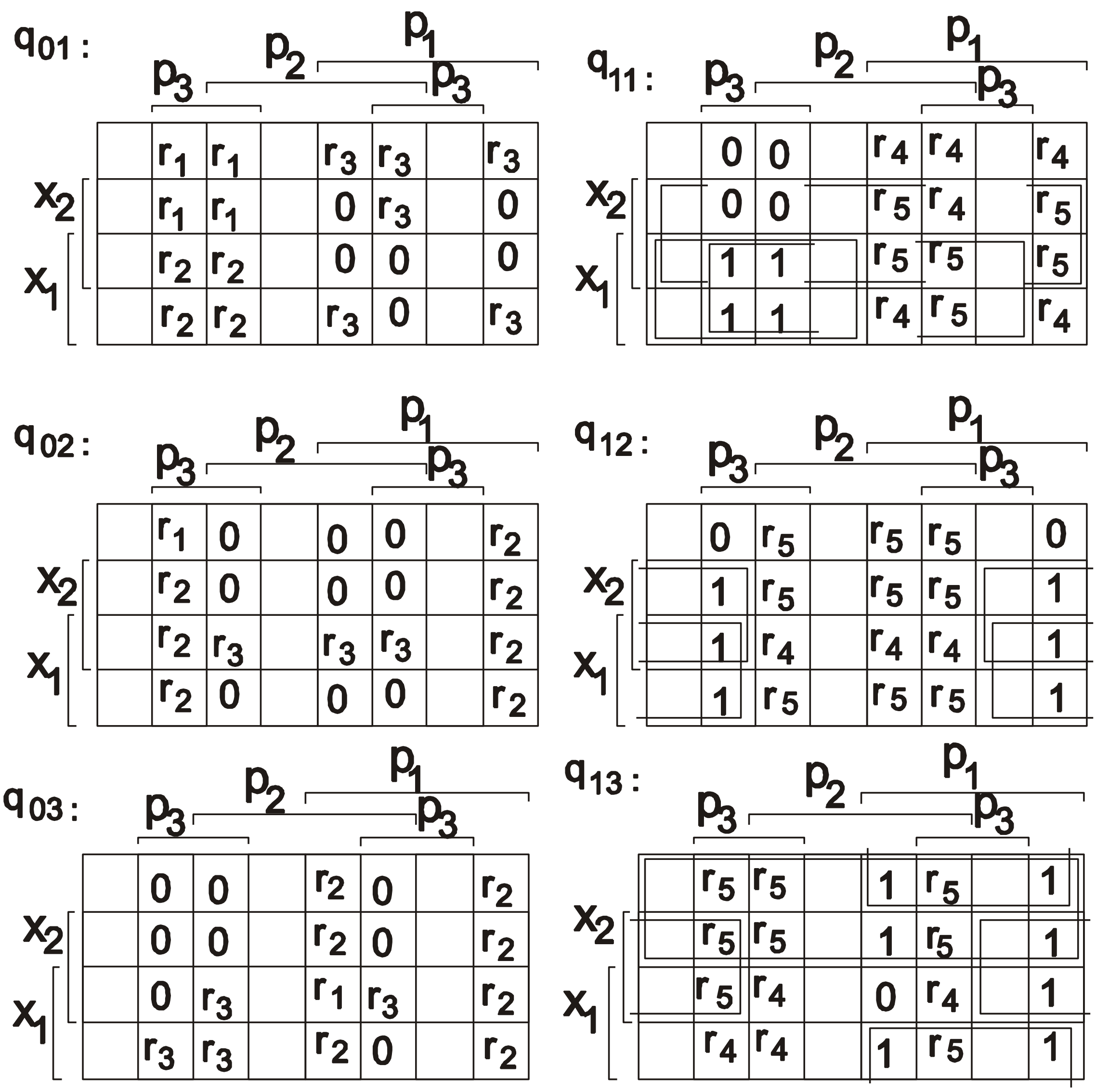
D: $r_5 = 1; \quad r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = 0$

T: $r_4 = 1; \quad r_1 = r_2 = r_3 = r_5 = 0$

RS: $r_3 = 1; \quad r_2 = r_4 = 0$

JK: $r_3 = 1$

Pre všeobecný elementárny automat zostavíme mapy jeho budiacich funkcií, v ktorých hodnoty $\mathbf{r_i}$ dourčíme tak, aby vyjadrenie budiacich funkcií bolo minimálne (obr. 8.20).



Obr. 8.20 Mapy budiacich funkcií pre všeobecné elementárne automaty

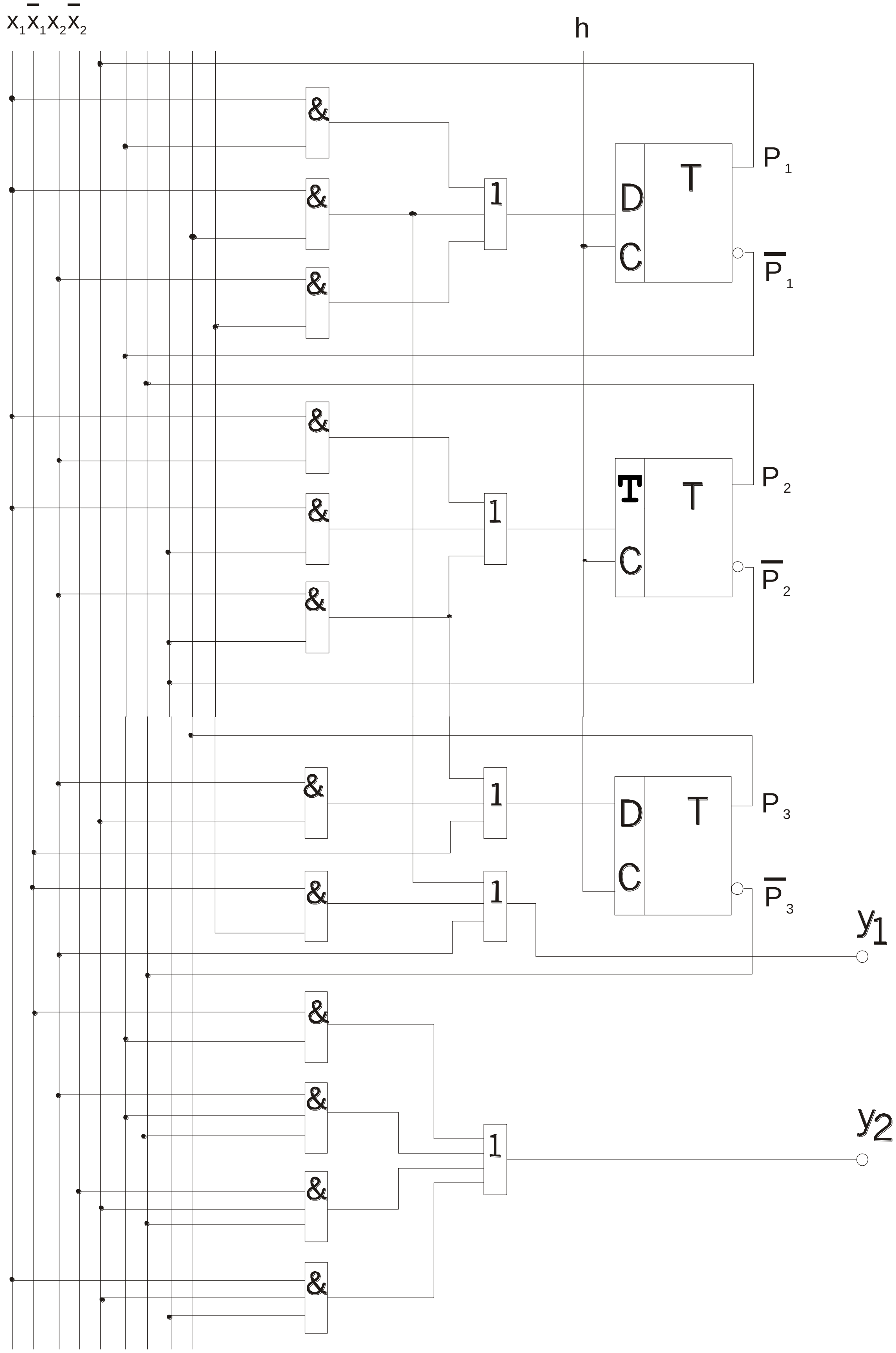
Minimálne vyjadrenie budiacich funkcií dostaneme, ak použijeme elementárny automat typu D pre realizáciu premenných $\mathbf{p_1}$ a $\mathbf{p_3}$ a automat typu T pre realizáciu premennej $\mathbf{p_2}$. Vyjadrenia budiacich funkcií získame priamo z máp na obr. 8.20.

$$q_{D1} = x_1 \bar{p}_1 + x_1 p_3 + x_2 \bar{p}_3$$

$$q_{T2} = x_1 \bar{p}_2 + x_2 \bar{p}_2 + x_1 x_2$$

$$q_{D3} = \bar{x}_1 + x_2 \bar{p}_2 + \bar{x}_2 p_1$$

Algebraické vyjadrenie výstupných funkcií sa zmenou typu elementárnych automatov nemení. Ak budiace funkcie realizujeme podľa (8.18), dostaneme obvod s menším počtom členov (obr. 8.21).



Obr. 8.21 Štruktúrna schéma obvodu s použitím elementárnych automatov typu **D** a **T**

Protisúbehové kódovanie stavov ASO

Metódy protisúbehového kódovania vnútorných stavov

- všetky možné prechody sú elementárne - susedné kódovanie.

Ak nie je možné určiť susedné kódovanie, potom sa tabuľka prechodov príslušným spôsobom upraví.

- odstraňujú len kritické súbehy

U(i, j) množina všetkých možných stavov (včítane stavov S_i a S_j), pri realizácii prechodu zo stavu S_i do stavu S_j,

pre každú dvojicu prechodov $S_i - S_j$ a $S_k - S_m$, ktorá zodpovedá tomu istému vstupnému stavu, množiny **U(i, j)** a **U(k, m)** nemajú spoločné stavy, t.j.

$$U(i, j) \cap U(k, m) = \emptyset \quad \text{ak } j \neq m$$

***P*(i)** a ***P*(j)** sú hodnoty vektora prislúchajúce stavom S_i a S_j,
vektora totožnosti ***T*(i, j)**, ktorého zložky $r_1, r_2, ..., r_m$ nadobúdajú hodnoty 0 resp 1, ak príslušné premenné p_{ri} v stavoch S_i a S_j **sú=** rovnaké a **"-"** v ostatných prípadoch.

Nutnou a postačujúcou podmienkou neprekrývania sa množín **U(i, j)** a **U(k, m)** je prítomnosť takej zložky p_q v kódoch ***T*(i, j)** a ***T*(k, m)**, ktorá nadobúda hodnotu **r** v jednom z týchto kódov a hodnotu $\bar{r}$ v druhom, $r \in \{0, 1\}$. Ak uvedená podmienka je splnená, potom hovoríme, že dvojica prechodov $S_i - S_j$ a $S_k - S_m$ je rozviazaná.
Uvedenú podmienku môžeme formálne vyjadriť vektorom, ktorého prvky p_i a p_j nadobúdajú hodnotu **r**, prvky p_k a p_m hodnotu $\bar{r}$, $r \in \{0, 1\}$ a všetky ostatné prvky nadobúdajú hodnotu **"-"**. Súbor takýchto vektorov tvorí maticu **Q**, ktorej prvky nadobúdajú hodnoty z množiny **{0, 1, -}**, a ktorú budeme nazývať **maticou podmienok**.

Tab.8.1 Tabuľka prechodov a výstupov neúplne určeného ASO

S(t) / X(t)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
X_1	S_1	S_1	S_3	S_3	-
X_2	S_1	S_2	S_2	S_2	S_5
X_3	S_1	S_2	S_4	S_4	S_4
X_4	S_5	S_2	S_5	S_5	S_5
Y(t)	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_3

Aby sme pritom zabezpečili splnenie podmienky jednoznačného kódovania, formálne doplníme tabuľku prechodov jedným vstupným stavom, pri ktorom sú všetky vnútorné stavy stabilné

Tab. 8.17 Rozšírená tabuľka prechodov neúplne určeného obvodu

S(t) / X(t)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
X_1	1	1	3	3	-
X_2	1	2	2	2	5
X_3	1	2	4	4	4
X_4	5	2	5	5	5
X_5	1	2	3	4	5

Rozviazanie dvojíc prechodov zodpovedajúcich vstupnému stavu $\mathbf{X_1}$

1	2	3	4	5		
1	**-**	**0**	**-**	**-**	**1 - 1 ,**	**3 - 3**
1	**1**	**0**	**-**	**-**	**2 - 1 ,**	**3 - 3**
1	**-**	**0**	**0**	**-**	**1 - 1 ,**	**4 - 3**
1	**1**	**0**	**0**	**-**	**2 - 1 ,**	**4 - 3**

podmienky vyjadrené uvedenými štyrmi riadkami môžu byť vyjadrené poslednou podmienkou

minimálna matica podmienok $\mathbf{Q_m}$ bude v tvare

$$\mathbf{Q_m} = \begin{array}{cc} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} & \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & - \\ 1 & 0 & 0 & - & - \\ 1 & 0 & - & 0 & - \\ - & 1 & 1 & - & 0 \\ - & 1 & - & 1 & 0 \\ 1 & - & - & 0 & 0 \\ - & 1 & - & 0 & 0 \\ 1 & 0 & - & - & 1 \\ - & 1 & 0 & - & 0 \\ - & - & 1 & 0 & - \end{bmatrix} & \begin{array}{cc} \underline{1} & \underline{1} \\ 2 & \\ 3 & 2 \\ 4 & \\ \underline{5} & \\ 6 & \\ \underline{7} & \underline{3} \\ 8 & \\ \underline{9} & \underline{4} \\ 10 & 5 \end{array} \end{array}$$

Všeobecný implikant riadkov $\mathbf{Q_{i1}}$, $\mathbf{Q_{i2}}$, ..., $\mathbf{Q_{ik}}$ matice $\mathbf{Q_m}$ - vektor trojhodnotových prvkov, ktorý implikuje každý z uvedených riadkov.
Zlučiteľný súbor riadkov - pre ktorý môžeme nájsť všeobecný implikant.
Maximálny zlučiteľný súbor riadkov matice $\mathbf{Q_m}$ - prestáva byť zlučiteľným, ak do neho zaradíme ľubovoľný ďalší riadok danej matice.
Hlavný implikant matice $\mathbf{Q_m}$ - všeobecný implikant maximálnych zlučiteľných súborov, v ktorom - žiaden symbol **0** alebo **1** nemôžeme nahradiť symbolom "-", aby pritom daný vektor zostal všeobecným implikantom.

Pri určovaní matice kódovania **K** určujeme minimálny súbor hlavných implikantov, ktorý pokrýva (implikuje) všetky riadky matice $\mathbf{Q_m}$.

Súbor všetkých hlavných implikantov je tvorený implikantami

1 1 0 0 0	**(1, 6, 7, 9)**
1 0 0 0 1	**(2, 3, 4, 5, 8)**
1 0 0 0 0	**(2, 3, 6)**
1 0 0 1 1	**(2, 4, 7, 8, 10)**
1 0 1 0 1	**(3, 5, 8, 9, 10)**
1 0 1 0 0	**(3, 6, 10)**
1 1 1 0 0	**(4, 6, 7, 10)**

Hlavné implikanty		Podmienky									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	11000	X					X	X		X	
B	10001		X	X	X	X			X		
C	10000		X	X			X				
D	10011		X					X	X		X
E	10101			X		X			X	X	X
F	10100			X			X				X
G	11100				X		X	X			X

Obr. 8.22 Mriežka hlavných implikantov

Pre danú mriežku hlavných implikantov je definovaná funkcia pokrytia

$\varnothing$ = A(B + C + D) . (B + C + E + F) . (B + G) . (B + E) . (A + C + F + G) .

. (A + D) . (B + D + E) . (A + E) . (D + E + F + D) =

= ABD + ABE + ABF + ABG + ADEG + ACEG

$$r_A = \{\overline{1,\ 2};\ \overline{3,\ 4,\ 5}\} \qquad \pi_A = \{\bar{1};\bar{2};\bar{5};\ \overline{3,\ 4}\} = r_A \,.\, r_B$$

$$r_B = \{\overline{1,\ 5};\ \overline{2,\ 3,\ 4}\} \qquad \pi_B = \{\bar{1};\bar{2};\bar{5};\ \overline{3,\ 4}\} = r_A \,.\, r_B$$

$$r_D = \{\overline{2,\ 3};\ \overline{1,\ 4,\ 5}\} \qquad \pi_D = \{\bar{2};\overline{1,5}\,;\ \overline{3,\ 4}\}$$

$$r_E = \{\overline{2,\ 4};\ \overline{1,\ 3,\ 5}\} \qquad \pi_E = \{\bar{1};\bar{2};\bar{5};\ \overline{3,\ 4}\}$$

$$r_F = \{\overline{1,\ 3};\ \overline{2,\ 4,\ 5}\} \qquad \pi_F = \{\bar{1};\overline{2,\ 3,\ 4,\ 5}\} \geq r_A \,.\, r_F$$

$$r_G = \{\overline{4,\ 5};\ \overline{1,\ 2,\ 3}\} \qquad \pi_G = \{\bar{1};\bar{2};\bar{5};\ \overline{3,\ 4}\}$$

K rozdeleniam $\mathbf{r_A}$ a $\mathbf{r_B}$ vyberieme ešte rozdelenie $\mathbf{r_F}$, pretože ako jediné pokrýva prienik $\mathbf{r_A}$ **.** $\mathbf{r_F}$ (aj $\mathbf{r_B}$ **.** $\mathbf{r_F}$)

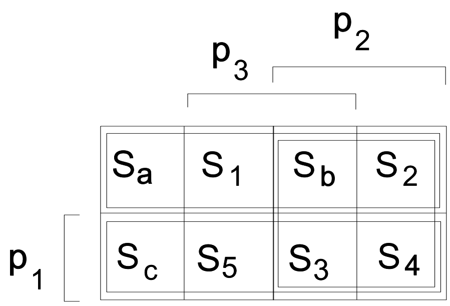
Optimálnym protisúbehovým kódom je teda kód daný maticou kódovania $\mathbf{K_m}$ a jej zodpovedajúcej matici štruktúrne ekvivalentného kódu $\mathbf{K'_m}$

$$\mathbf{K_m} = \begin{matrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{matrix} \qquad \mathbf{K'_m} = \begin{matrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{matrix}$$

Tab. 8.18 Tabuľka kódovania vnútorných stavov

S	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
p_1	0	0	1	1	1
p_2	0	1	1	1	0
p_3	1	0	1	0	0

Kódovanú tabuľku prechodov je potrebné doplniť tak, aby platilo **δ(S_q, X_p) = S_j** pre každý stav **S_q** ∈ **U(i, j)**.



Obr. 8.23 Mapa kódovania vnútorných stavov s vyznačením množín medzistavov

Tabuľku výstupov automatu typu Mealy tiež rozšírime o hodnoty výstupov pri súbehových prechodoch podľa vzťahov **λ(S_q, X_p) = λ(S_i, X_p)** pre všetky **S_q** ∈ **U(i, j)**.

V automate typu Moore hodnotu výstupu v nestabilných stavoch dourčujeme tak, aby sa pri prechode **S_i - S_j** menila maximálne raz.

Tab.8.2 Tabuľka prechodov a výstupov asynchrónneho obvodu doplnená o súbehové prechody

S(t) / X(t)	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_a	S_b	S_c
X_1	S_1	S_1	S_3	S_3	-	S_1	S_1	
X_2	S_1	S_2	S_2	S_2	S_5		S_2	
X_3	S_1	S_2	S_4	S_4	S_4			S_4
X_4	S_5	S_2	S_5	S_5	S_5	S_5		S_5
Y(t)	Y_1	Y_2	Y_3	Y_1	Y_3	Y_1	Y_3	Y_3