

Kapitola 6

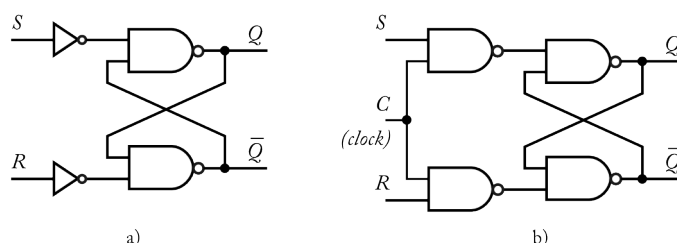
Návrh sekvenčných logických systémov s elementárnymi pamäťami. Kódovanie stavov automatu a súbehové kódy.

Elementárne pamäte, definovanie ich správania sa Moorovým automatom. Návrh sekvenčných logických systémov s klopnými obvodymi typu R-S a J-K. Súbehové kódy. Hammingová vzdialenosť kódových slov. Vartapelova veta. Unikódy a multikódy.

Návrh sekvenčných logických systémov s elementárnymi pamäťami

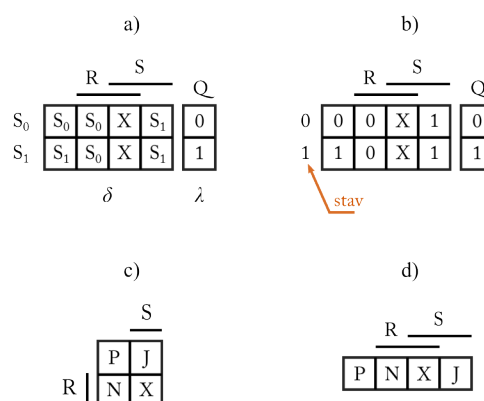
Elementárna pamäť je logický systém, ktorý sa dá popísať Moorovým automatom. Má definované dva stavy a štyri vstupné symboly.

Klopný obvod (pamäť) R-S (Reset-Set)



Obrázok 1. Asynchrónne zapojenie pamäte R-S z logických hradíel NAND – a), príklad zapojenia synchrónnej R-S pamäte „citlivej na hladinu“ – b).

Zapíšme si správanie pamäte R-S, ktorá je zostavená z logických členov NAND na obr. 1a. Odpovedajúci Moorov automat je na obr. 2a.



Obrázok 2. Moorov automat pamäte R-S – a), zjednodušený zápis „bez“ stavov – b), symbolický zápis správania sa klopného obvodu R-S – c) a preferovaný spôsob – d).

Pre zápis automatu elementárnych pamätí si zavedme nasledovné označenie.

Máme štyri typy správania sa pamäte:

Jednotkové správanie (J): $0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 1$ (tzn. výstup sa nastaví na hodnotu log. 1, nech mal akúkoľvek hodnotu).

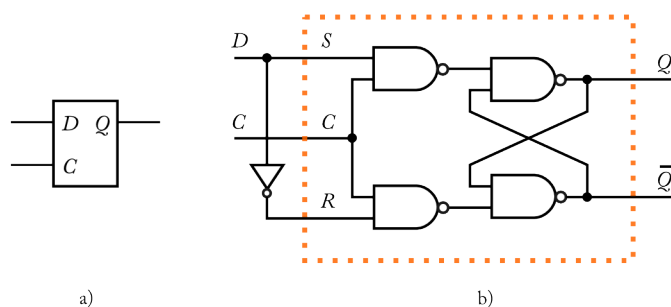
Nulové správanie (N): $0 \rightarrow 0, 1 \rightarrow 0$ (tzn. výstup sa nastaví na hodnotu log. 0, nech mal akúkoľvek hodnotu).

Pamäťové správanie (P): $0 \rightarrow 0, 1 \rightarrow 1$ (tzn. výstup si pamätá predošlú hodnotu; nastaví rovnakú hodnotu).

Klopné správanie (K): $0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 0$ (tzn. výstup sa nastaví na opačnú hodnotu – „preklopí“).

Na obr. 2a a 2b je uvedené symbolické správanie pamäte R-S. Zo zapojenia na obr. 1a je zrejmé, že kombinácia $R = S = \text{log.}1$ je *neprípustná* (symbol X).

Klopny obvod (pamäť) D



Obrázok 3. Bloková schéma pamäte typu D – a), príklad zapojenia pamäte D (vytvorené zo synchronnej R-S pamäte „citlivej na hladinu“) – b).

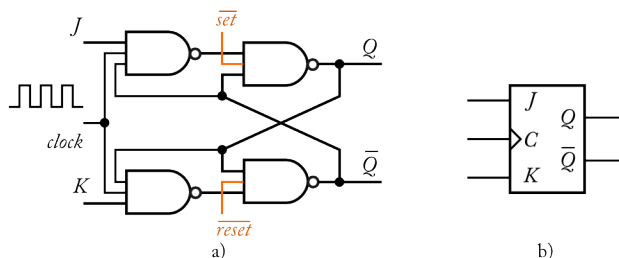
D	
N	J

Obrázok 4. Správanie pamäte typu D z obr. 3a.

Pamäť typu D je vždy synchronná, tzn. má „externý“ vstup – *hodiny* (clock). Avšak pamäť typu R-S môže byť synchronná aj asynchronná, viď. obr. 1. Zapojenia na obr. 1b a 3b majú hodiny citlivé na „jednotkovú hladinu“. Počas trvania úrovne log. 1 na vstupe hodinového signálu môže dochádzať k prestaveniu výstupu Q .

Periodický hodinový signál k riadeniu pamätí získavame najčastejšie z *oscilátora*.

Klopny obvod (pamäť) J-K (J = Set, K = Reset)



Obrázok 5. Zapojenie pamäte J-K získame zdokonalením klopného obvodu R-S – a), odpovedajúca schematická značka – b).

		J		K		Q
		0	1	0	1	
0	0	0	1	1	0	0
	1	1	1	0	0	1

a)

		J		K	
		P	J	K	N

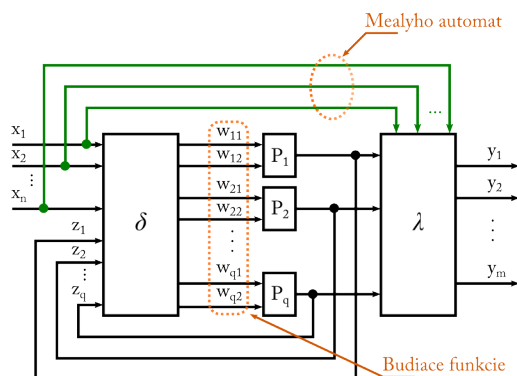
b)

Obrázok 6. Zjednodušený zápis správania sa pamäte typu J-K z obr. 5a „bez“ stavov – a), symbolický zápis správania sa pamäte J-K – b).

Rovnako ako pamäť typu D je pamäť typu J-K vždy synchronná, tzn. má externé *hodiny*. Zapojenie na obr. 5a predstavuje pamäť J-K s hodinovým signálom citlivým na „nábežnú hranu“, viď. schematická značka na obr. 5b. Zmena výstupu pamäte prebieha len počas krátkej doby v okamžiku zmeny hodinového signálu z log. 0 na log. 1.

Návrh sekvenčných logických systémov s elementárnymi pamätami

Použitie elementárných pamätí v návrhu má vplyv na prechodovú časť – δ .
Návrh bloku – λ sa oproti návrhu s priamymi spätnými väzbami nemení.



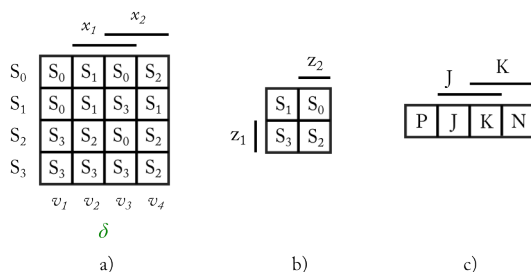
Obrázok 7. Bloková schéma Moorovho a Mealyho automatu s elementárnymi pamätami.

Zápis prechodovej rovnice Moorovho a Mealyho automatu budiacich funkcií pamätí, zjednodušený zápis bez „času“:

$$\begin{aligned} w_{11} &= \delta_{11}(z_1 \cdots z_q, x_1 \cdots x_n) \\ w_{12} &= \delta_{12}(z_1 \cdots z_q, x_1 \cdots x_n) \\ &\vdots \\ w_{q1} &= \delta_{q1}(z_1 \cdots z_q, x_1 \cdots x_n) \\ w_{q2} &= \delta_{q2}(z_1 \cdots z_q, x_1 \cdots x_n) \end{aligned} \quad (6.1)$$

Príklad 6.1

Zapište Karnaughove mapy budiacich funkcií – w_{ij} v Moorovom automate na obr. 8.



Obrázok 8. Moorov automat zadany tabulkou prechodov – a), kód automatu – b) a zadané správanie pamäte J-K – c).

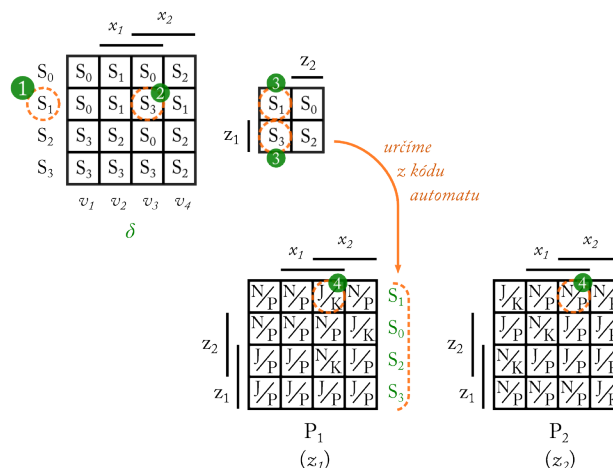
Riešenie

Ako prvý krok zapišeme *mapy správania sa J-K pamätí*. Každá mapa správania pamäte popisuje nastavenie hodnoty jednej vnútornej premennej určenej tabulkou prechodov.

Postup určovania hodnôt v *mapách správania sa pamätí* je nasledovný. Jednotlivé kroky aplikujeme pre všetky existujúce prechody medzi stavmi, v obr. 9 sú označené farebne:

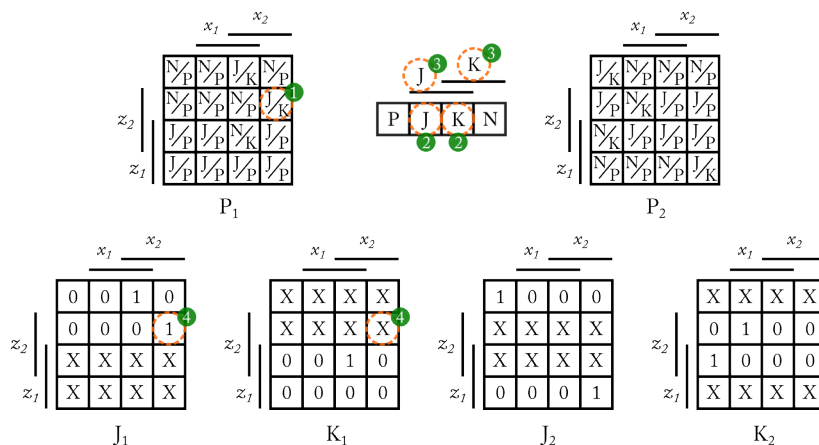
1. Napr. sme v stave S_1 ,
2. chceme prejsť do stavu S_3 (pri vstupnom symbole v_3 , t.j. $x_1=1, x_2=1$),
3. v mape kódovania určíme hodnoty vnútorných premenných počiatočného stavu S_1 ($z_1=0, z_2=0$) a koncového stavu S_3 ($z_1=1, z_2=0$),

4. hodnota vnútornej premennej z_i sa má zmeniť z log. 0 na log. 1, tomu odpovedajú dva typy správania sa J-K pamäte – *jednotkové* a *klopné*;
5. určené hodnoty správania zapíšeme do máp pamätí P_1 a P_2 .



Obrázok 9. Mapy správania sa J-K pamätí. Jednotlivé kroky určovania hodnôt sú označené číslami 1 až 4.

Karnaughove mapy budiacich funkcií (signálov) určíme z máp správania sa pamätí a správania sa J-K pamäte. Pre každú J-K pamäť zapíšeme dve Karnaughove mapy popisujúce hodnoty oboch budiacich logických signálov J a K .

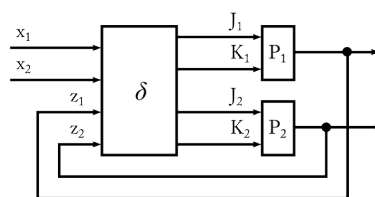


Obrázok 10. Karnaughove mapy budiacich funkcií J-K pamätí.

Jednotlivé kroky určovania hodnôt v *Karnaughových mapách budiacich signálov pamätí* sú na obr. 10 označené farebne:

1. Napr. v mape správania sa pamäte P_1 je definované správanie – J/K,
2. v mape správania sa J-K pamäte určíme aké hodnoty môžu nadobúdať budiace signály J a K ,
3. pre *jednotkové* a *klopné* správanie je vstup pamäte J vždy log. 1 a vstup pamäte K môže byť log. 0 alebo log. 1, tzn. X,
4. určené budiace hodnoty zapíšeme do Karnaughových máp J_1 a K_1 .

Zapojenie prechodovej časti Moorovho automatu s pamätami J-K je na obr. 11.



Obrázok 11. Bloková schéma navrhutej prechodovej časti – δ Moorovho automatu s elementárnymi pamätami J-K z úlohy 6.1.