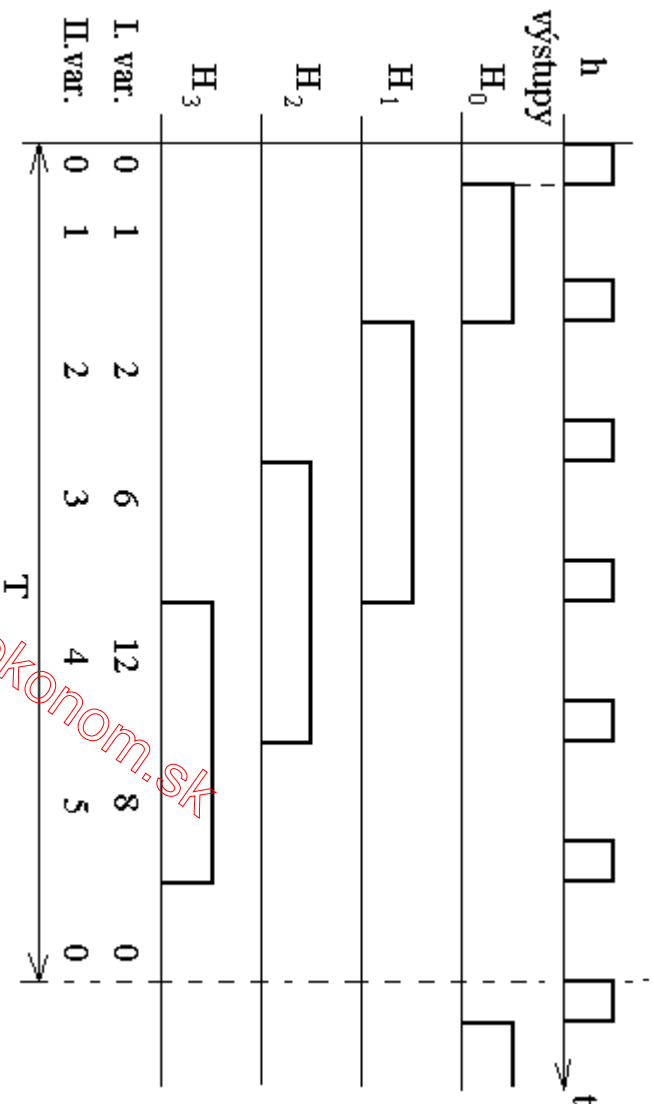


Příklad návrhu synchronního automatu

Varianta I.

Zadání časovým diagramem :



I. varianta : volíme kód vnitřních proměnných stejný s kódem pro výstupní symboly (písmena), k tomu potřebujeme 4 vnitřní proměnné a tudíž 4 klopné obvody (dvě pouzdra)
 Řešíme jako Mooreův automat

Sestavíme tabulku přechodů a tabulku výstupů:

Q ^t	Q ^{t+1}	Q ^t	Q ^{t+1}	H ₃	H ₂	H ₁	H ₀
0	1	0000	0001	0	0	0	0
1	2	0001	0010	0	0	0	1
2	6	0010	0110	0	0	1	0
6	12	0110	1100	0	1	1	0
12	8	1100	1000	1	1	0	0
8	0	1000	0000	1	0	0	0

Mapa přiřazení - kódování

0	1	x	2
x	x	x	6
12	x	x	x
8	x	x	x

q₃q₂

q₁
q₀

Použití klopných obvodů v návrhu sekvenčních automatů

Tabulky přechodů :

Požadovaný přechod	RS		JK		D	T	Zjednodušená symbolika
	S	R	J	K			
0 → 0	0	-	0	-	0	0	0
0 → 1	1	0	1	-	1	1	1 (silná)
1 → 0	0	1	-	1	0	1	0 (silná)
1 → 1	-	0	-	0	1	0	1

Pravidla pro pokrývání při zjednodušené symbolice zápisu v mapách

Typ klopného obvodu	musí se povinně pokrýt	může se pokrýt, ale nemusí	nesmí se v žádném případě pokrýt
RS	S: všechny 1 R: všechny 0	některé 1, - některé 0, -	žádné 0, 0 žádné 1, 1
JK	J: všechny 1 K: všechny 0	některé 1, 0 , - některé 0, 1 , -	žádné 0 žádné 1
D	všechny 1, 1	-	žádné 0, 0
T	všechny 0, 1	-	žádné 0, 1

Mapy budících funkcí klopných obvodů - použijeme JK klopné obvody :

KO1 - q_0

	q_1	q_0	
	0	1	
0	1	0	x
1	x	x	0
$q_3 q_2$	J_0	K_0	

KO2 - q_1

	q_1	q_0	
	0	1	
0	x	x	1
1	1	x	x
$q_3 q_2$	J_1	K_1	

KO3 - q_2

	q_1	q_0	
	0	1	
0	0	x	1
1	x	x	1
$q_3 q_2$	J_2	K_2	

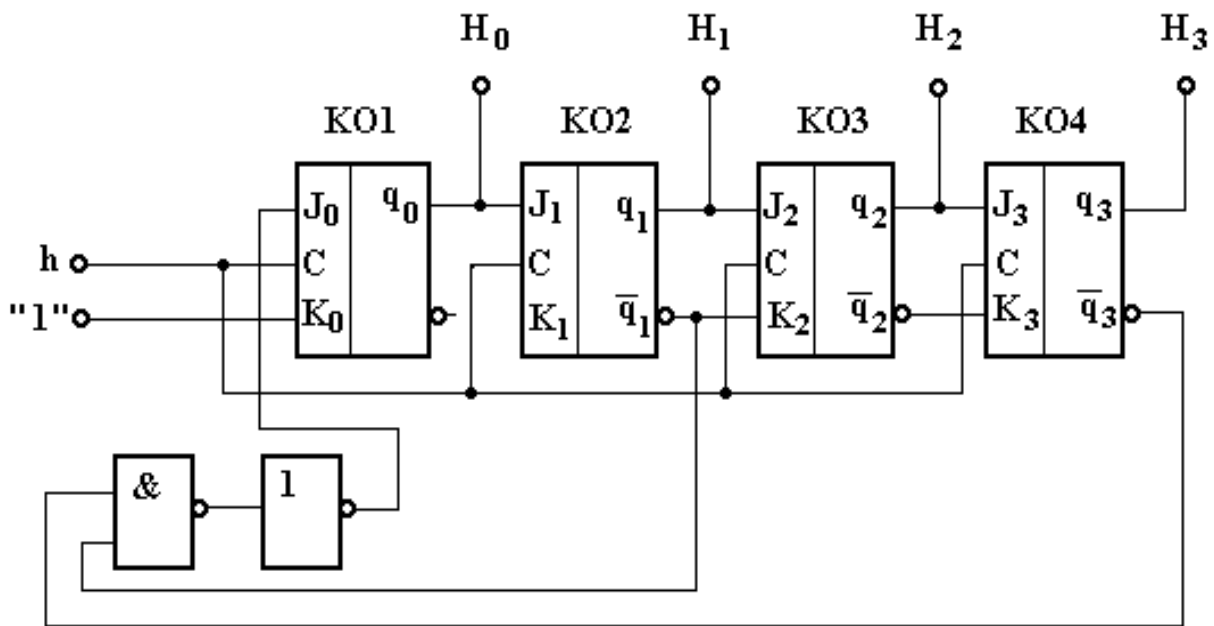
KO4 - q_3

	q_1	q_0	
	0	1	
0	0	x	0
1	x	x	1
$q_3 q_2$	J_3	K_3	

Minimalizované bool. výrazy budících (řídících) vstupů JK – klopných obvodů :

$$\begin{array}{llll}
 J_0 = \bar{q}_0 \bar{q}_3 & J_1 = q_0 & J_2 = q_1 & J_3 = q_2 \\
 K_0 = 1 & K_1 = q_2 & K_2 = \bar{q}_1 & K_3 = \bar{q}_2
 \end{array}$$

Výsledné schéma zapojení varianty I.



Varianta II.

Vydeme ze stejného časového diagramu, ale volíme různé kódy pro kódování vnitřních stavů a pro výstupní symboly (písmena)

II. varianta : Pro zakódování 6 vnitřních stavů potřebujeme 3 vnitřní proměnné, tj. 3 klopné obvody.
Opět řešíme automat typu Moore

Sestavíme tabulku přechodů a tabulku výstupů:

Q^t	Q^{t+1}	Q^t	Q^{t+1}	H_3	H_2	H_1	H_0
0	1	000	001	0	0	0	0
1	2	001	010	0	0	0	1
2	3	010	011	0	0	1	0
3	4	011	100	0	1	1	0
4	5	100	101	1	1	0	0
5	0	101	000	1	0	0	0

$q_2 q_1 q_0$

Mapa přiřazení - kódování

	q_1		q_0	
	0	1	3	2
q_2	4	5	x	x

Mapy budících funkcí

	_____ q_1			
	_____ q_0			
	0	1	3	2
q_2	4	5	x	x

	_____ q_1			
	_____ q_0			
	1	0	0	1
q_2	1	0	x	x

	_____ q_1			
	_____ q_0			
q_1	0	1	0	1
q_2	0	0	x	x

	_____ q_1			
	_____ q_0			
q_2	0	0	1	0
	1	0	x	x

Minimalizované bool. výrazy výstupních funkcí:

$$J_0 = 1 \quad K_0 = 1 \quad J_1 = q_0 \bar{q}_2 \quad K_1 = q_0 \quad J_2 = q_0 q_1 \quad K_2 = q_0$$

Mapy výstupních funkcí

	_____ q_1			
	_____ q_0			
	0	1	0	0
q_2	0	0	x	x

	_____ q_1			
	_____ q_0			
	0	0	1	1
q_2	0	0	x	x

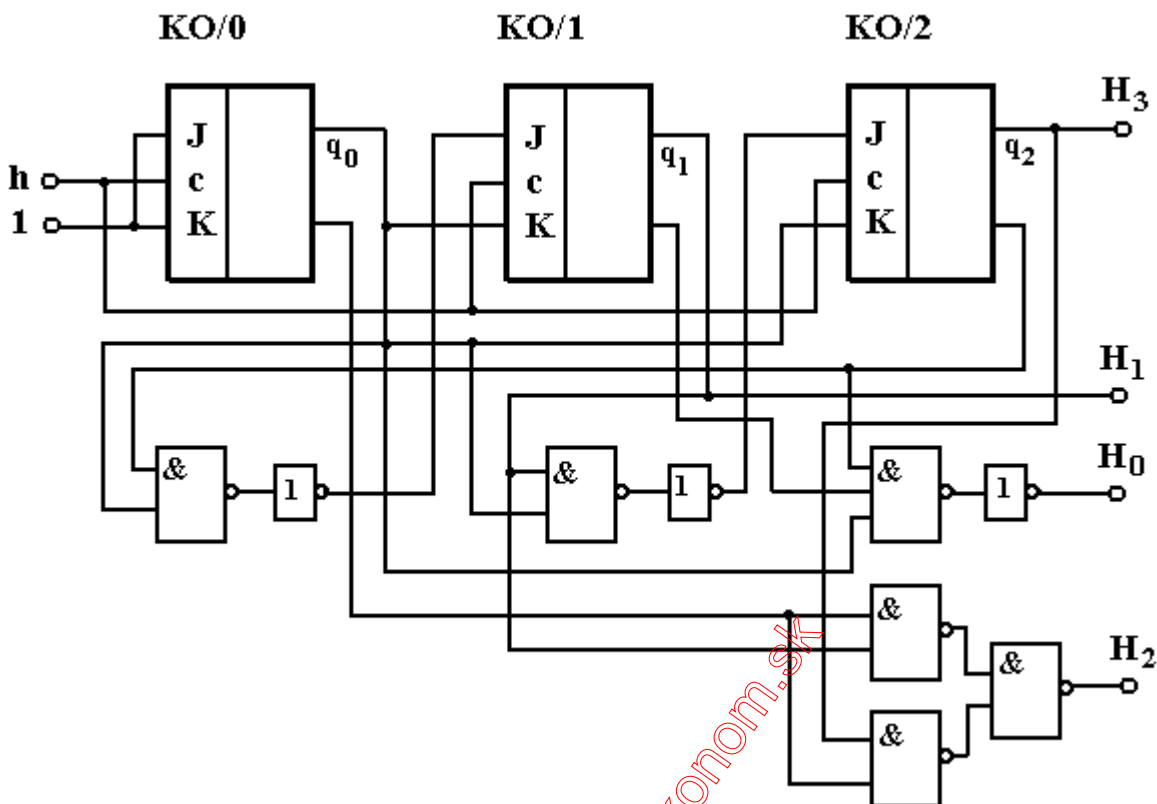
	_____ q_1			
	_____ q_0			
	0	0	0	1
q_2	1	0	x	x

	_____ q_1			
	_____ q_0			
	0	0	0	0
q_2	1	1	x	x

Minimalizované bool. výrazy pro výstupní proměnné:

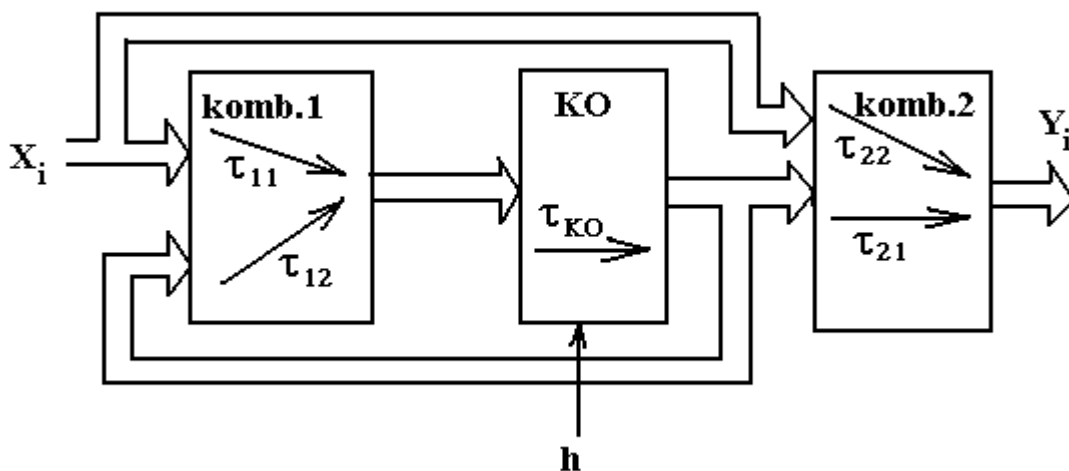
$$H_0 = q_0 \bar{q}_1 \bar{q}_2 \quad H_1 = q_1 \quad H_2 = \bar{q}_0 q_1 + \bar{q}_0 q_2 \quad H_3 = q_2$$

Výsledné schéma 2. varianty řešení



Výpočet maximální frekvence synchronizačních impulsů (hodin)

Je třeba vyhledat nejdelší větev v obou kombinačních obvodech a pak se vezmou ta největší zpoždění, která udává výrobce pro jednotlivé logické členy.



Maximálně přípustná frekvence je převratnou hodnotou T_{\min}

$$T_{\min} = \max [\tau_{KO_{\max}} + \max (\tau_{21_{\max}} + \tau_{Yi} , \tau_{12_{\max}} + t_{\text{setup}}) ; \tau_{Xi} + \max (\tau_{22_{\max}} + \tau_{Yi} , \tau_{11_{\max}} + t_{\text{setup}})]$$

Nejdelší větve a) v kombinační části 1 : 2 x NAND

b) v kombinační části 2 : 2 x NAND

pokud by se nahradil třívstupový NAND3 dvouvstupovými , pak by se větev prodloužila na 4 x NAND

Daná zpoždění :

$\tau_{Xi} = 10 \text{ ns}$ - ustálení vstupního písmene

$\tau_{Yi} = 20 \text{ ns}$ - ustálení výstupního písmene

$t_{\text{setup}} = 15 \text{ ns}$ – doba předstihu

$\tau_{KO} = 20 - 30 \text{ ns}$

$\tau_{\text{NAND}} = 15 - 20 \text{ ns}$

$\tau_{11_{\max}} = \tau_{12_{\max}} = 2 \times 20 = 40 \text{ ns}$

a) $\tau_{11_{\max}} = \tau_{22_{\max}} = 2 \times 20 = 40 \text{ ns}$ (s NAN3)

b) $\tau_{11_{\max}} = \tau_{22_{\max}} = 4 \times 20 = 80 \text{ ns}$ (jen s NAN2)

a)

$$T_{\min} = \max [30 + \max (40 + 20 , 40 + 15) ; 10 + \max (40 + 20 , 40 + 15)] \\ = \max [30 + 60 ; 10 + 60] = 90 \text{ ns.}$$

$$F_{\max} = 1 / T_{\min} = 10^9 / 90 = \underline{\underline{11,1 \text{ MHz}}}$$

b)

$$T_{\min} = \max [30 + \max (80 + 20 , 40 + 15) ; 10 + \max (80 + 20 , 40 + 15)] \\ = \max [30 + 100 ; 10 + 100] = 130 \text{ ns}$$

$$F_{\max} = 1 / T_{\min} = 10^9 / 130 = \underline{\underline{7,69 \text{ MHz}}}$$

Je patrné, že s užíváním prvků s menším počtem vstupů, znamená snižování maximální synchronizační frekvence!!

Při použití hranových klopných obvodů může být nejmenší šířka impulsů :

$$\Delta t_{\min} = t_0 = 10 \text{ ns}$$