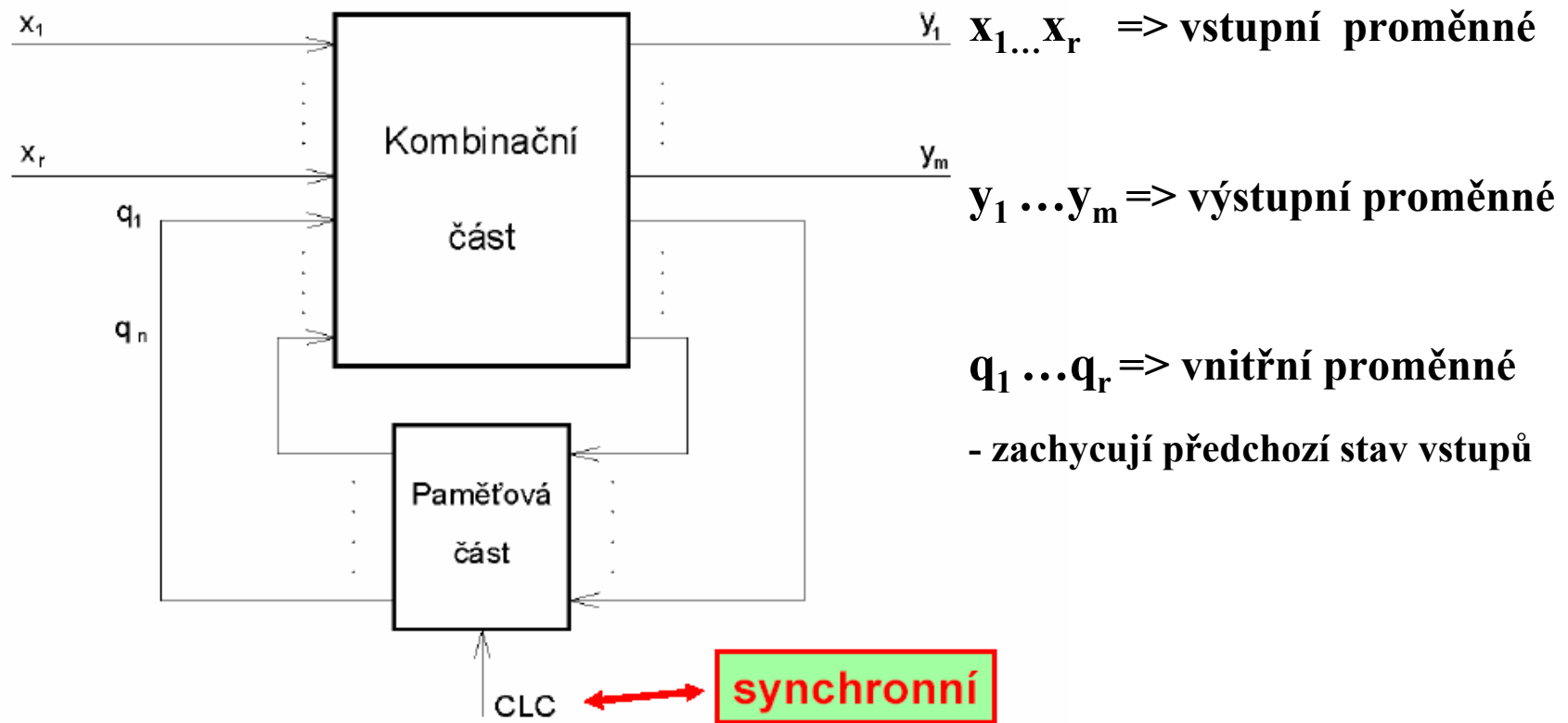


Sekvenční logické řízení - obvody

U **sekvenčních obvodů** jsou funkční hodnoty určeny nejen kombinacemi hodnot vstupních proměnných, ale také jejich časově předcházejícími kombinacemi hodnot. Tyto předcházející hodnoty jsou v sekvenčních obvodech uchovávány do následujícího okamžiku v paměťové části obvodu.

U **synchronních** sekvenčních obvodů je každá změna vstupních a výstupních proměnných řízena synchronizačními impulsy, které zajišťují stejné okamžiky změn všech proměnných.

V **asynchronních** sekvenčních obvodech tomu tak není a změny jsou odvozeny od změn vstupních proměnných.

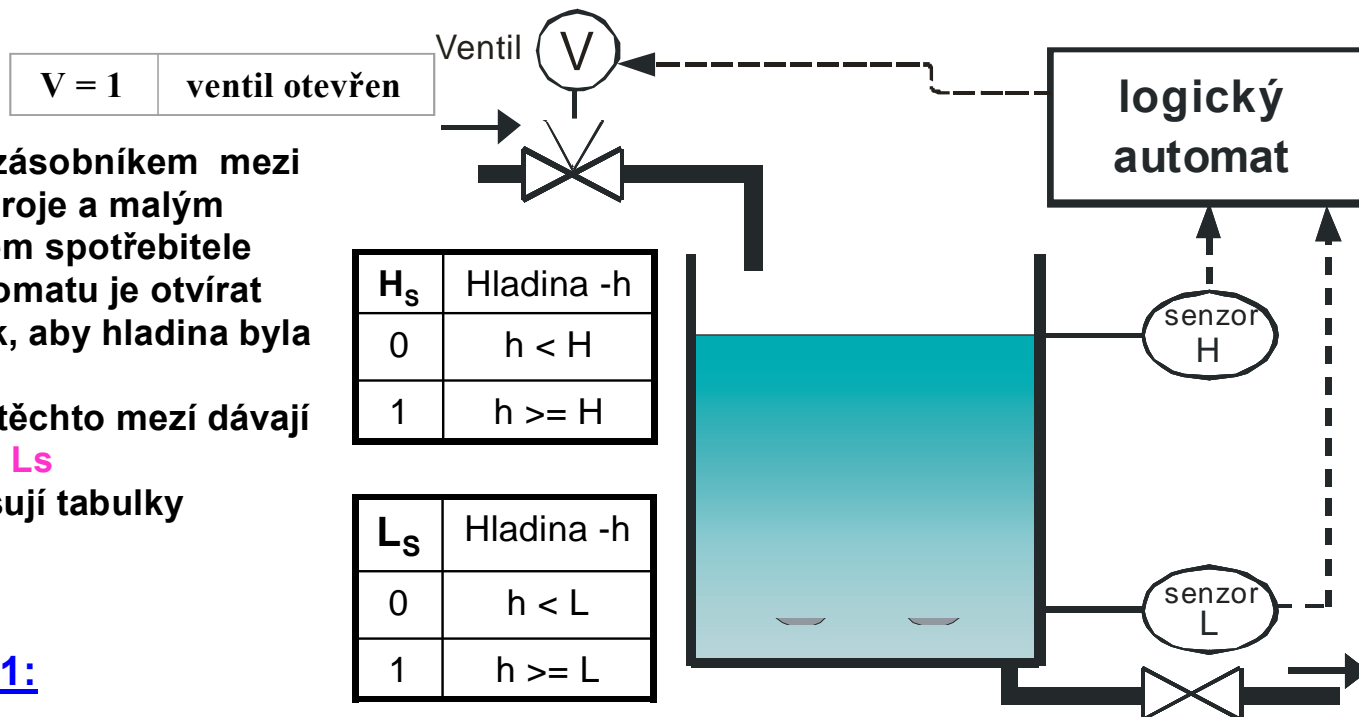


Sekvenční logické řízení - příklad řízení plnění nádrže

Zadání:

Nádrž je vyrovnávacím zásobníkem mezi velkým přítokem ze zdroje a malým nepravidelným odběrem spotřebitele

- Úkolem logického automatu je otvírat napouštěcí ventil **V** tak, aby hladina byla v mezích **H** a **L**
- Informace o dosažení těchto mezí dávají binární senzory **Hs** a **Ls**
- Jejich vlastnosti popisují tabulky vpravo



Pravdivostní tabulka 1:

- vytvořena jako pro kombinační řízení

vstupy		výstup
L_s	H_s	V
0	0	1
0	1	x
1	0	?
1	1	0

- vytvořena tak, že zachycuje sekvenci reálných stavů a také nereálný stav X

Nevíme, zda se napouští nebo vypouští

Pravdivostní tabulka 2:

	vstupy		výstup
Stav	L_s	H_s	V
1	0	0	1
2	1	0	1
3	1	1	0
4	1	0	0
5 (1)	0	0	1
X	0	1	x

Při stavu 2 a 4 je pro shodné hodnoty vstupů a odlišná hodnota výstupu = řízení nelze řešit kombinačním obvodem → potřebujeme logický prvek, který si bude pamatovat předchozí stav = **logický sekvenční obvod (LSO)**.

Teoretický základ LSO



Řešení rozšířením vstupů o předchozí stav výstupu Vp (současný stav Si).

Původní pravdivostní tabulka

	vstupy		výstup
	Ls	Hs	V
1	0	0	1
2	1	0	1
3	1	1	0
4	1	0	0
5 (1)	0	0	0
X	0	1	x

Stejné kombinaci vstupních hodnot odpovídá různá hodnota výstupní veličiny. Jedná se zde tedy o sekvenční logický obvod. Výstupní veličina závisí nejen na kombinaci vstupních hodnot, ale též na jejich časovém sledu.

K-mapa pro V

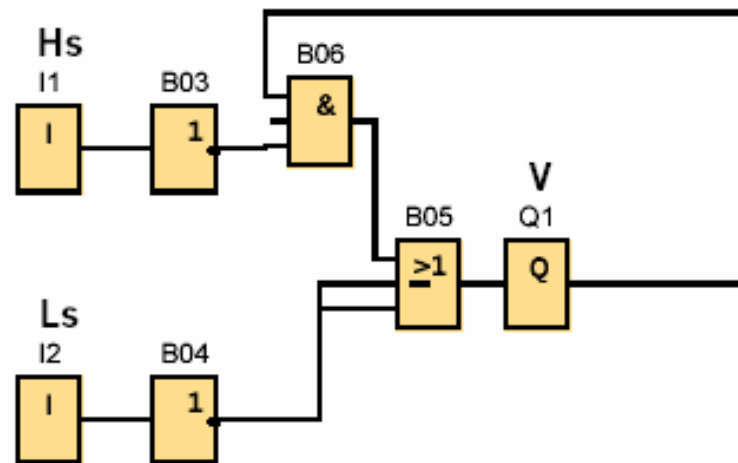
	Hs		
	Ls		
	1	0	0
Vp	1	1	0
	x	x	x

$$V = \neg Ls + \neg Hs * Vp$$

Rozšířená tabulka o vstup Vp

	VSTUPY			VÝSTUP
STAV	Ls	Hs	Vp	V
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	1	0	1	1
4	1	1	1	0
5	1	1	0	0
6	1	0	0	0
7(1)	0	0	0	1
X	0	1	X	X

Obvodové řešení prvky Logosoftu



Další příklad

Zadání úlohy: Řízení teploty sušárny dvoupolohovou regulací mezi zapínací teplotou

$\vartheta_d = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vypínací teplotou $\vartheta_h = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vstupy: binární signály d a h

$d = \begin{cases} 1 & \text{pro } \vartheta > \vartheta_d \\ 0 & \text{pro } \vartheta \leq \vartheta_d \end{cases}$

$h = \begin{cases} 1 & \text{pro } \vartheta \geq \vartheta_h \\ 0 & \text{pro } \vartheta < \vartheta_h \end{cases}$

Výstup $y = 1$ při zapnutém ohřevu

a) Řešení zpětnovazebním zapojením

Výchozí tabulka

Poř.	d	h	Y
1	0	0	1
2	1	0	1
3	1	1	0
4	1	0	0
5(1)	0	0	1

sekvenční
řízení (obvod)

K- mapa

	h		d
	0	1	
y_p	1	x	0
	1	x	0
			1

Rozšířená tabulka

Poř.	d	h	Y_p	Y
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	1	0	1	1
4	1	1	1	0
5	1	1	0	0
6	1	0	0	0
7(1)	0	0	0	1

$$Y = /d*/h*/Y_p + /d*/h*Y_p + d*/h*Y_p =$$

$$= /d*/h + /h*y_p = /h * (/d + y_p)$$

bez nereálného stavu

$$Y = /d + /h * y_p$$

b) Srovnání s návrhem klopného obvodu RS

Poř.	r	s	y
1	1	0	0
2	0	0	0
3	0	1	1
4	0	0	1
x	1	1	x

K- mapa

s		r		
0	1	x	0	y _p
x	x	x	0	

$$Y = s + /r * y_P$$

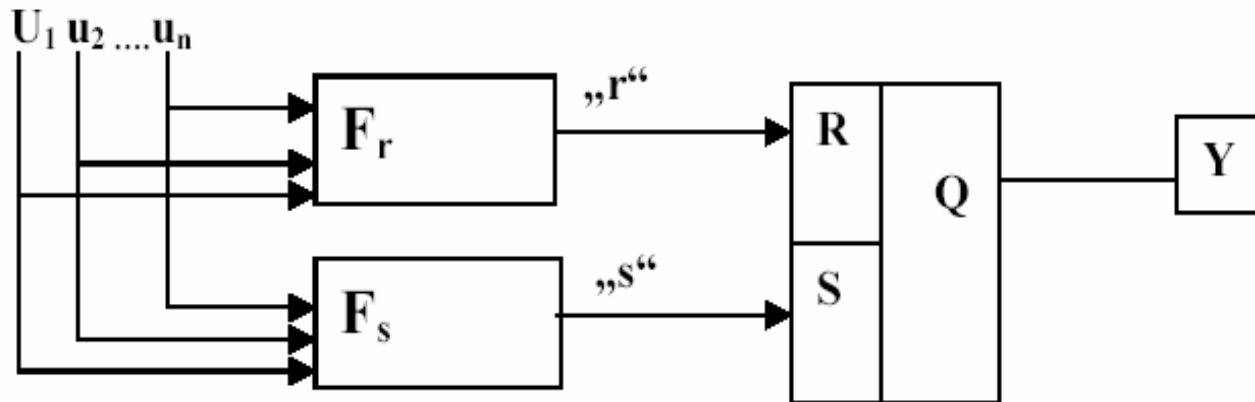
Poř.	s	r	y _p	y
1	1	0	0	1
2	1	0	1	1
3	0	0	1	1
4	0	1	1	0
5	0	1	0	0
6	0	0	0	0
7(1)	1	0	0	1
x	1	1	x	x

$$Y = /r * (s + y_P) \text{ bez zakázaného stavu}$$

Při srovnání syntézy úlohy řízení sušárny a RS klopného obvodu je vidět analogii řešení zpětnovazebního obvodu. Klopný obvod je možné využít k realizaci poměrně komplikovaného zpětnovazebního obvodu a hledáme pouze kombinační funkce vstupních proměnných pro řízení vstupů klopného obvodu (SET, RESET).

Pokračování návrhu s RS-KO

Syntéza sekvenčního řízení s použitím klopného obvodu RS.



$f_r(u_1, u_2, \dots, u_n)$ = kombinační logická funkce , $f_s(u_1, u_2, \dots, u_n)$ = kombinační logická funkce
 u_1, u_2, \dots, u_n = vstupy, R, S ... vstupy klopného obvodu , Y = výstup obvodu

V naší úloze: $u_1, u_2, \dots, u_n = d, h$

s
1
2
3
4
5(1)

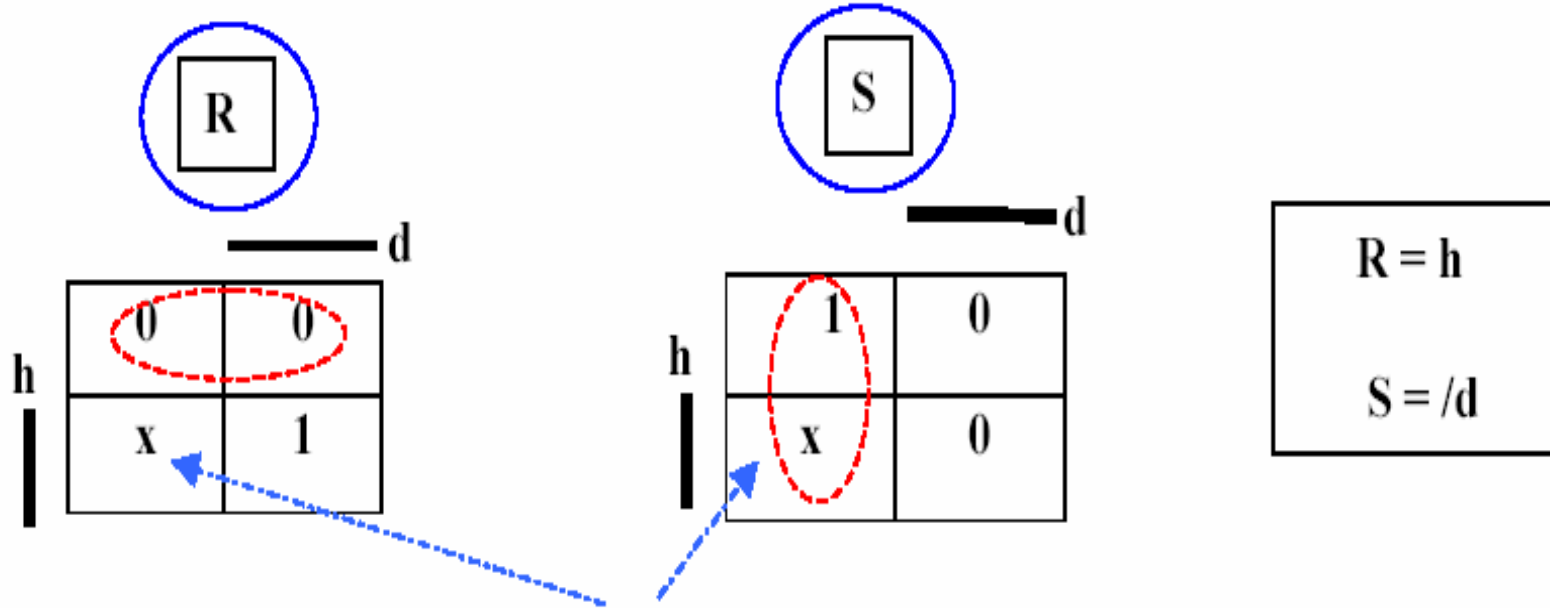
d	h	y	r	s
0	0	1	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0
1	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	x	x	x

$$S = f_s(d, h) = \neg d * \neg h$$

$$R = f_r(d, h) = d * h$$

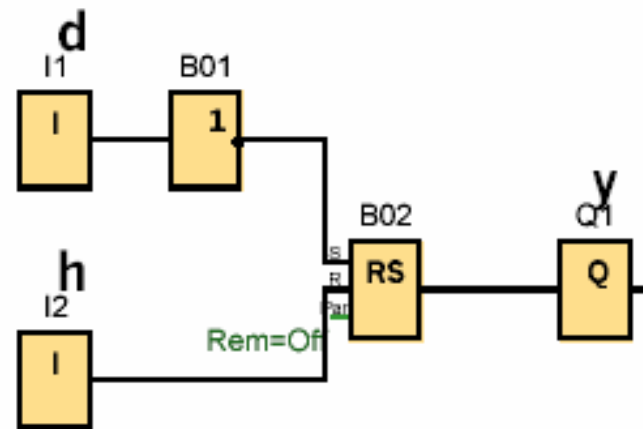
Dokončení návrhu s RS-KO

Jednoduchá minimalizace K-mapami



Doplněno o prakticky nereálný stav ($d=0, h=1$), teoreticky možný, ale neurčitý výstupem. Dosazením $x=1$ docílíme minimální tvar ještě více redukovaný.

Realizace a simulace
v Logosoftu



Teoretický základ LSO

- Sekvenční logický obvod - výstupní vektor závisí na vstupním vektoru a na sekvenci vstupních vektorů v předcházejících bodech diskrétního času popř. na časových intervalech změn vstupních vektorů.
- To znamená, že systém si musí pamatovat předešlé situace a musí mít tedy paměť (výstup závisí na historii systému)

Př.:

Vstup je reprezentován jako sekvence vektorů $\mathbf{x}_1 \dots \mathbf{x}_k$, kde \mathbf{x}_1 je první a \mathbf{x}_k je k-tý vektor. Stav systému je v i-tém kroku dán vektorem \mathbf{s}_i a může nabývat libovolnou hodnotu z množiny stavů S .

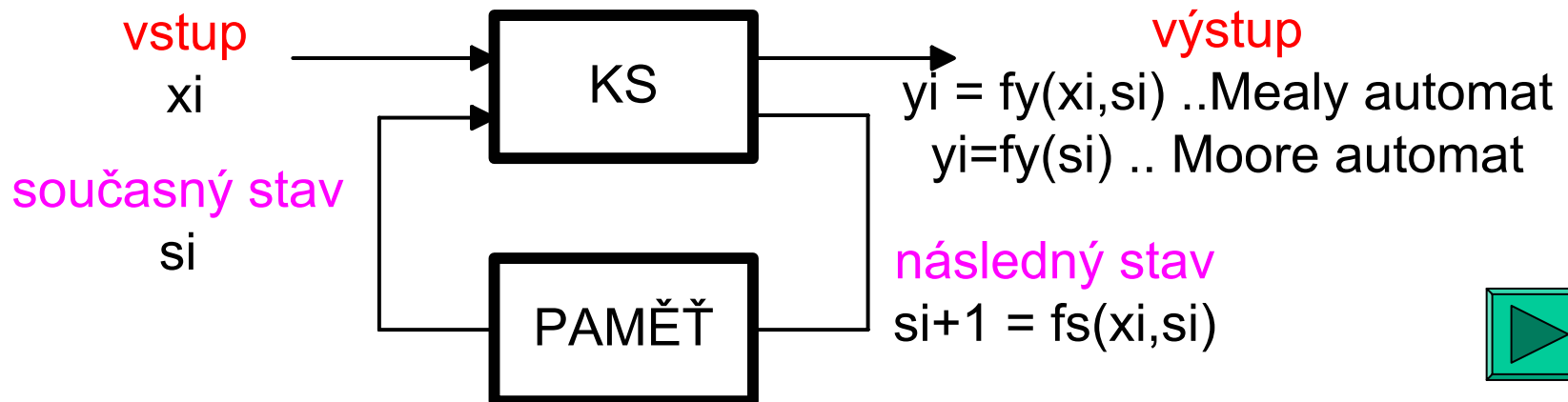
Protože následný stav závisí na předešlém, lze psát $\mathbf{s}_{i+1} = \mathbf{f}_s(\mathbf{x}_i, \mathbf{s}_i)$

kde \mathbf{f}_s je funkce následného stavu systému – tzv. **přechodová funkce**.

Výstup systému je reprezentován sekvencí vektorů \mathbf{y}_i , které jsou prvky množiny výstupních vektorů Y a výstup v i-tém kroku je dán $\mathbf{y}_i = \mathbf{f}_y(\mathbf{x}_i, \mathbf{s}_i)$

kde \mathbf{f}_y je **výstupní funkce** systému.

Z uvedeného vyplývá blokové schéma obecného logického (sekvenčního) systému

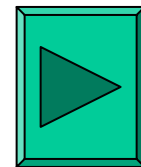
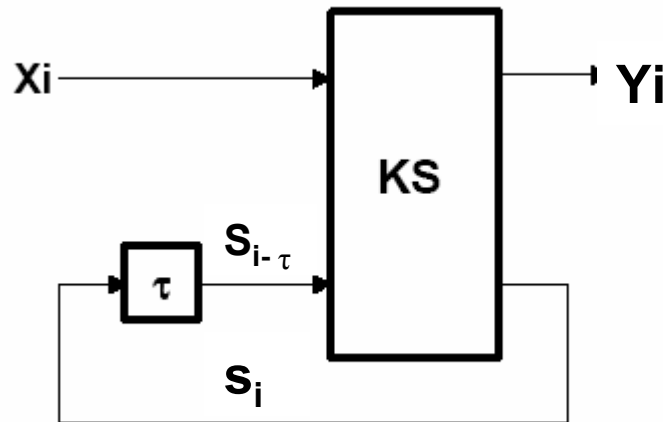


Základní typ asynchronních sekvenčních úrovnových logických obvodů

-- realizovaný jako kombinační síť se zpětnou vazbou.

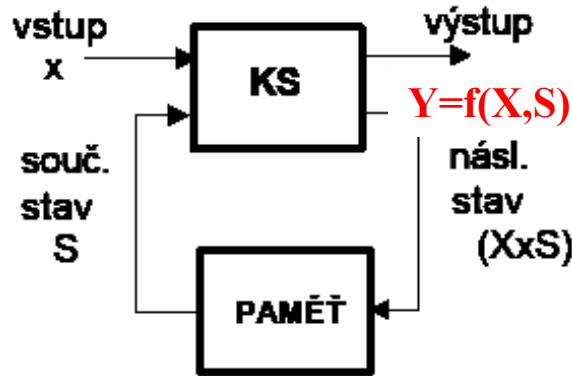
Paměť tvoří **zpětná vazba** – vnitřní proměnné.

Časové zpoždění τ je nezbytné pro ustálení přechodového děje. Někdy stačí když časové zpoždění τ tvoří jen vlastní zpoždění kombinační sítě KS.

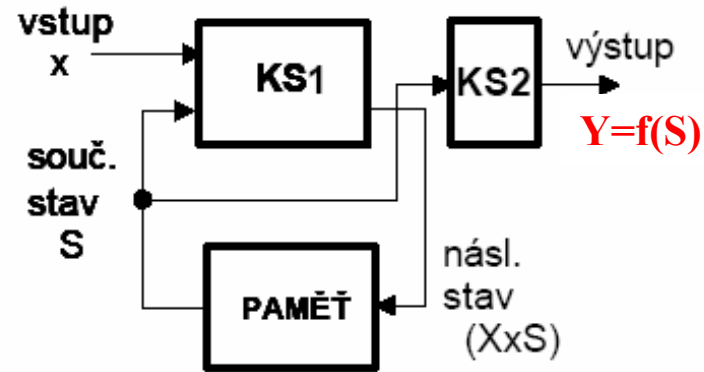


Moore a Mealy automat

- Chování sekvenčního systému jako diskrétního dynamického systému s pamětí lze popsat algebraickým systémem, který představuje automat (sekvenční stroj). Je to model chování sekvenčních systémů - ne však model struktury.



MEALY



MOORE

Výstupní vektor u Moore automatu je pouze funkcí současného stavu **Si**, což je pro modelování funkce sekvenčního řízení jednodušší.

K popisu chování automatu se používají :

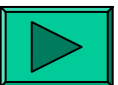
1. Tabulka přechodů 2. Graf přechodů 3. Matice přechodů

Kromě těchto základních druhů popisu, které mají přímou vazbu na standardní metodiku návrhu sekvenčního obvodu, se používají další (vývojový diagram, Petriho síť, Grafcet).

Graf přechodů umožňuje realizovat popis chování automatu orientovaným grafem, což z hlediska chování zcela nahrazuje tabulku přechodů.

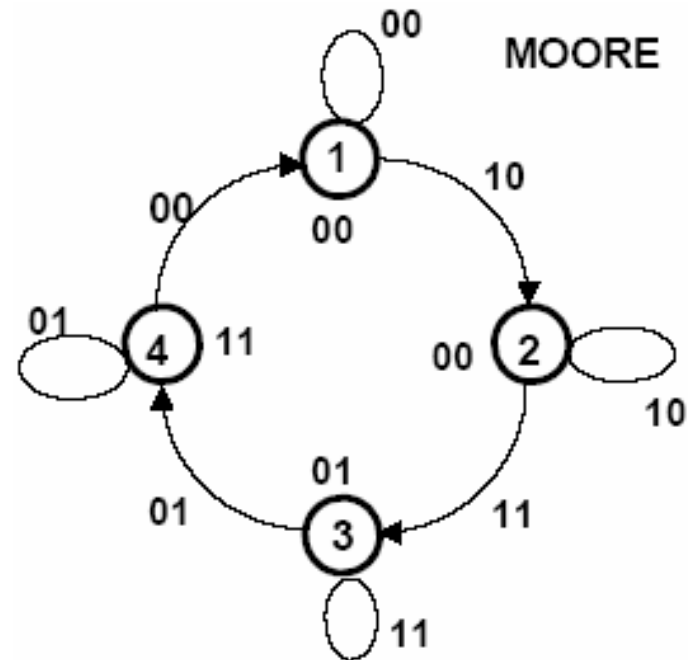
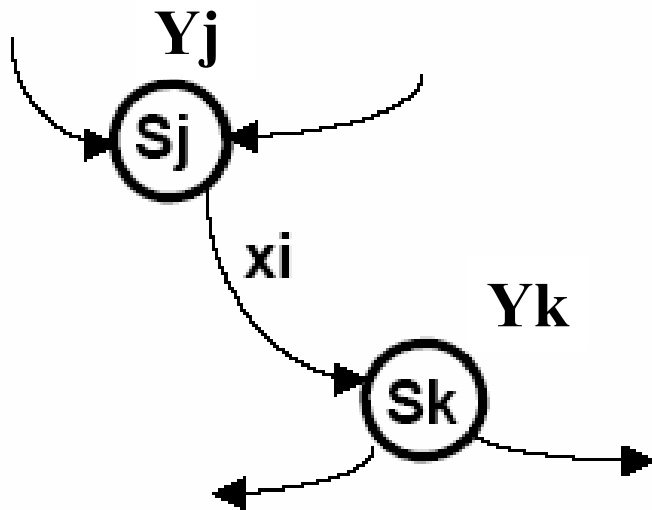
Graf přechodů se skládá z:

uzlů - reprezentují jednotlivé vnitřní stavy automatu, jsou označovány daným stavem **sj**
orientovaných hran - reprezentují možné přechody mezi stavy automatu.



Graf přechodů

Na obrázku je fragment grafu přechodů a konkrétní ohodnocený graf přechodů pro automat typu Moore. Automat generuje výstup pouze pro stabilní stav t.j. graf přechodů se pozměňuje tak, že aktuální výstup se připisuje ke stavu a orientovaná hrana je označena pouze vstupním vektorem, který změnu stavu zapříčiňuje.



Návrat k řešení příkladu

