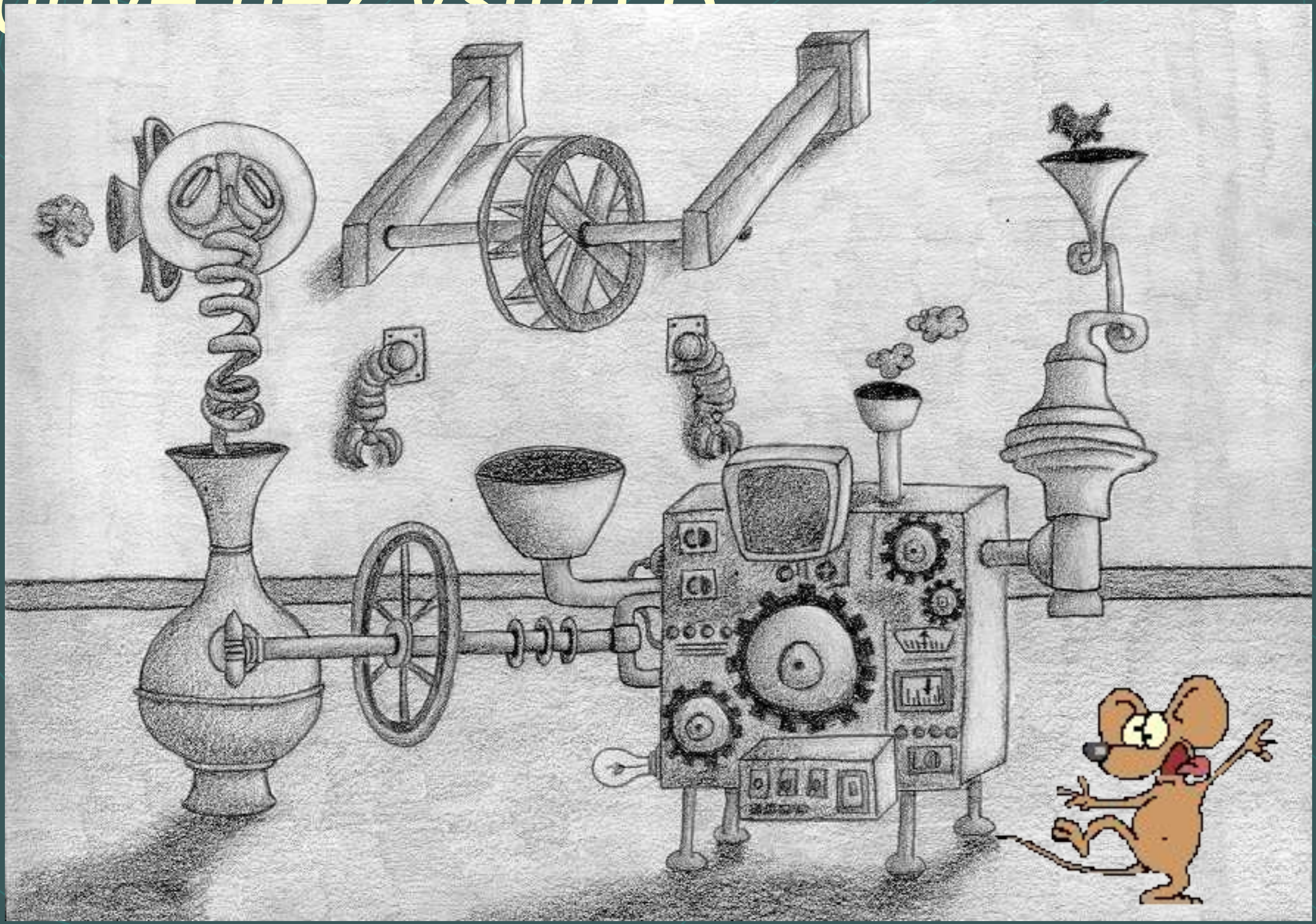
Lekce - Automaty a regularní výrazy

Evropská unie
Evropský sociální fond
Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti

Bod1: *Navrhněte automat, jehož výstup Y bude signalizovat "1" (logickou jedničkou), že vstup A přešel do "1" dříve než vstup B.*

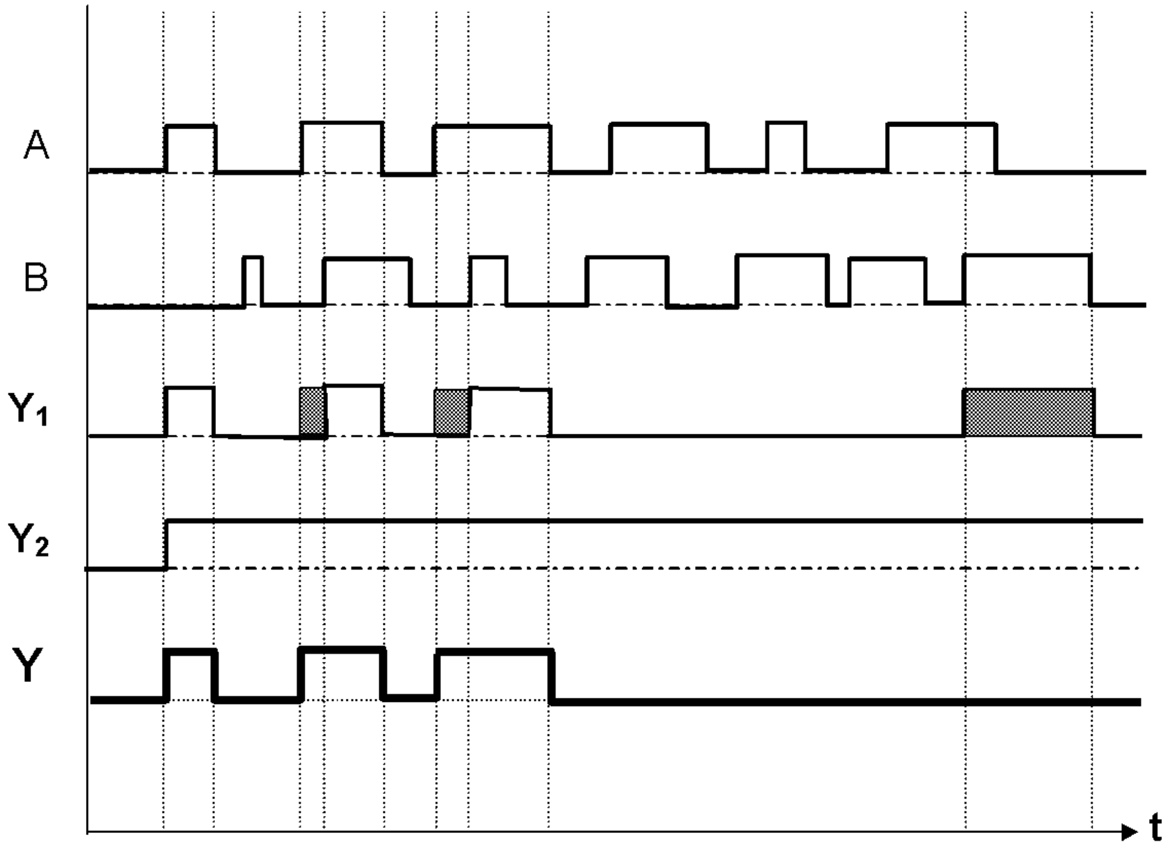


Bod2: Analýza zadání

Návrh vždy začínáme vždy podrobnou analýzou zadání. Jaké možné varianty připouští slovní formulace? Co zadavatel vlastně požaduje? Které možné průběhy mohou nastat?

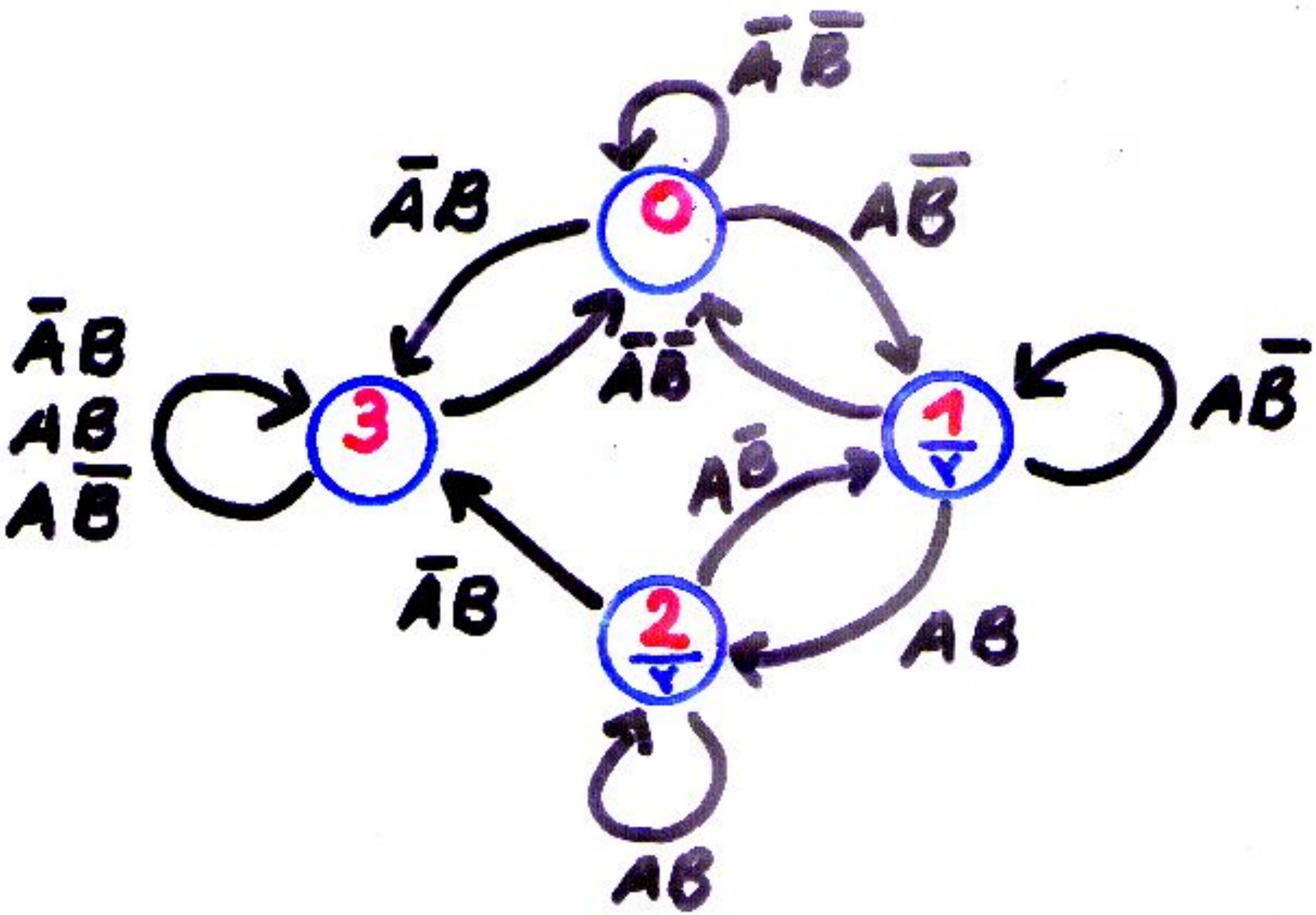
Úkol: Zkuste některé možné průběhy nakreslit

Odpověď: Možné průběhy



Obrázek ukazuje několik možných průběhů, vyhovujících požadavkům, přičemž zadavatel si přál poslední průběh Y. Kdo se nezeptal...

Bod 3: Vyjádření chování automatu v orientovaném grafu.

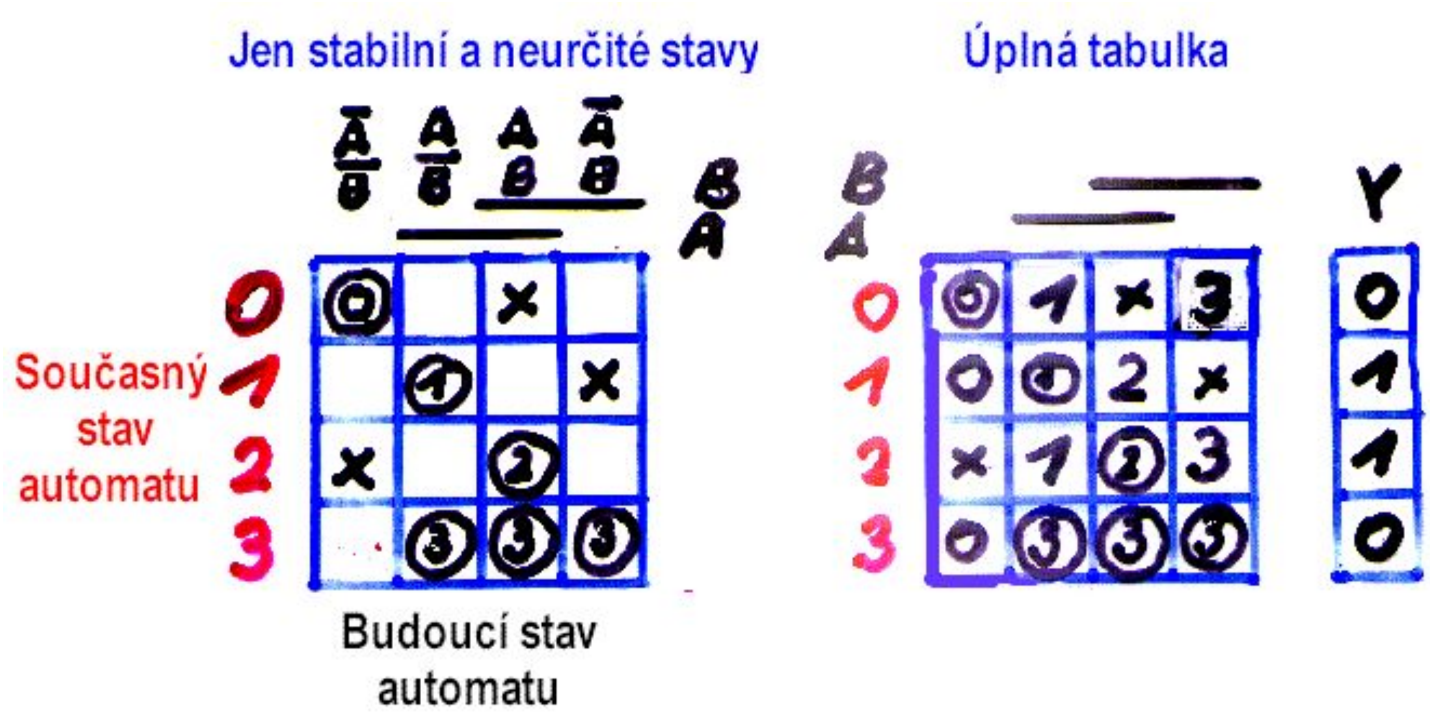


Bod 4: Zápis automatu do tabulky přechodů

- Označte stabilní stavy automatu kolečky.
- Stabilní stavy poznáte podle toho, že jejich čísla se shodují s označením řádku, tj. současný stav (v čase n) se rovná budoucímu stavu (v čase n+1).
- Máte-li označené stabilní stavy, definujte dále neurčité stavy pro zjednodušení návrhu.
- Budou jimi takové přechody z některého stabilního stavu, u nichž by došlo k současné změně dvou vstupních signálů. Například stav 0 (řádek 0) má stabilní stav pro vstupy A=0 a B=0 (levý krajní sloupec tabulky).
- Neurčitý stav se v tomto případě nachází ve sloupci, který odpovídá negaci těchto vstupů, na A=1 a B=1 (třetí sloupec).

Pro automat se dvěma vstupy mohou existovat neurčité stavy pouze v řádcích, na nichž se nachází nejvýše jeden stabilní stav. Proč?

Bod 4: Zápis automatu do tabulky přechodů



Bod 5: Minimalizace stavů

Cílem minimalizace je vyloučit nadbytečné stavy a tím zjednodušit celkovou realizac
obvodu. Zmodifikujme si obecnou definici ekvivalentních a pseudoekvivalentních sta
na prakticky použitelnou metodiku:

Ekvivalence stavů - dva stavy jsou ekvivalentní, pokud mají stabilní stav pro stejný vstupní vektor, pro tento stabilní stav mají stejný výstupní vektor a všechny přechody pro ostatní vstupní vektory jdou do stejných nebo ekvivalentních stavů. Je přípustná ekvivalence do kruhu.

x2
x1

					Z1	Z2
1	1	2	-	6	0	0
2	1	2	5	-	1	0
3	3	4	-	6	0	0
4	1	4	5	-	1	0

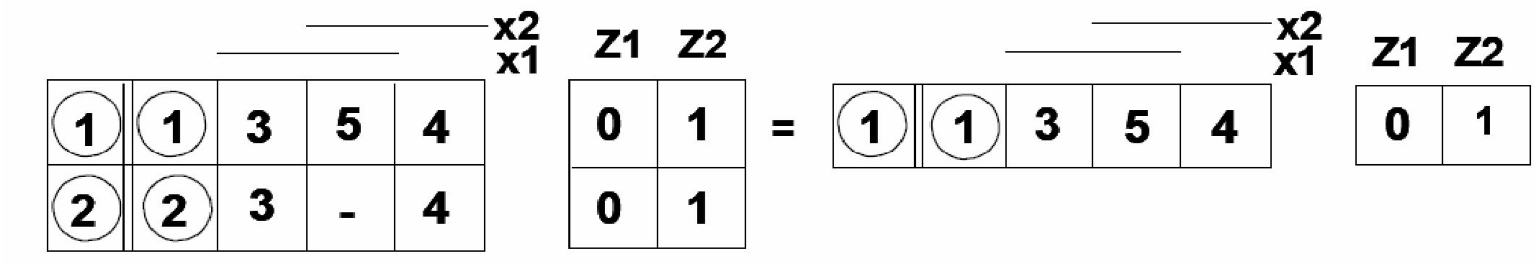
x2
x1

					Z1	Z2
1	1	2	-	6	0	0
2	1	2	5	-	1	0

2 = 4 => 2   1 = 3 => 1

Pseudoekvivalence

- **Pseudoekvivalence** - dva stavy jsou pseudoekvivalentní, pokud mají stabilní stav pro stejný vstupní vektor, pro tento stabilní stav mají stejný výstupní vektor nebo není výstup definován a všechny přechody pro ostatní vstupní vektory jdou do stejných, ekvivalentních stavů nebo přechody nejsou definovány (neúplně určený automat).



Minimalizace stavů

					Y
0	0	1	×	3	0
1	0	1	2	×	1
2	×	1	2	3	1
3	0	3	3	3	0

Při stejném výstupu:

Q ≡ Q

P ≡ Q

× ≡ Q, Q

					Y
R	R	S	×	T	0
S	R	S	S	T	1
T	R	T	T	T	0

R ≡ Ø

S ≡ 1, 2

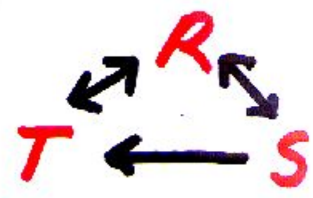
T ≡ 3

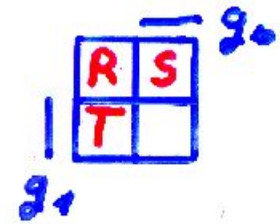
Bod 6: Kódování stavů

Další postup závisí na typu návrhu.

- **Pokud navrhujeme <u>synchronní automat</u>** pomocí synchronních klopných obvodů (JK anebo D) s pomocným externím hodinovým signálem, potom můžeme stavům přiřadit jejich binární kódy zcela libovolně.
- Navrhujeme-li ale <u>asynchronní automat</u>, například asynchronní kódový zámek, pak musíme zajistit, aby logický obvod pracoval ve fundamentálním režimu, tj. na jeho vstupech se měnil v daném čase výhradně jediný signál. Vzhledem k tomu, že kódy stavů se zavádějí díky zpětné vazbě na vstupy, je nutné, aby se měnil právě jeden bit při přechodu mezi stavy. Podmínku splníme, budou-li kódy stavů sousedit v Karnaughově mapě.

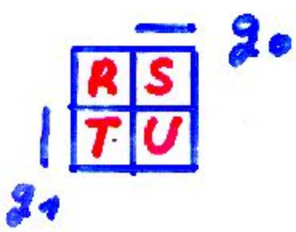
Graf propojení





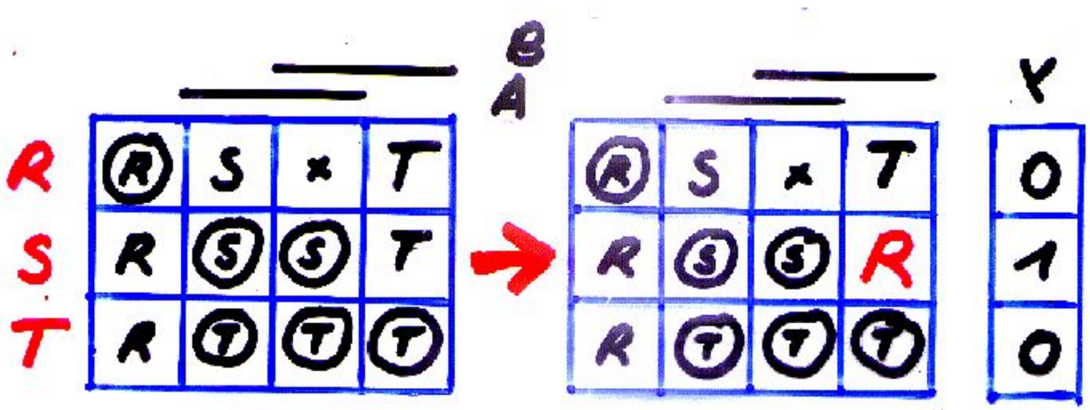
Vytvoříme pomocnou tabulku, která popisuje vztahy sousednosti mezi stavy, tj. existenci přechodu z jednoho stavu do druhého, jednosměrně či obousměrně. Na jejím základě zkusíme umístit stavy. Pokud úloha nemá řešení, nezbývá než modifikovat přechodovou tabulku. K tomu si můžeme vybrat metodu:

a) Lze přidat do přechodové tabulky další stav

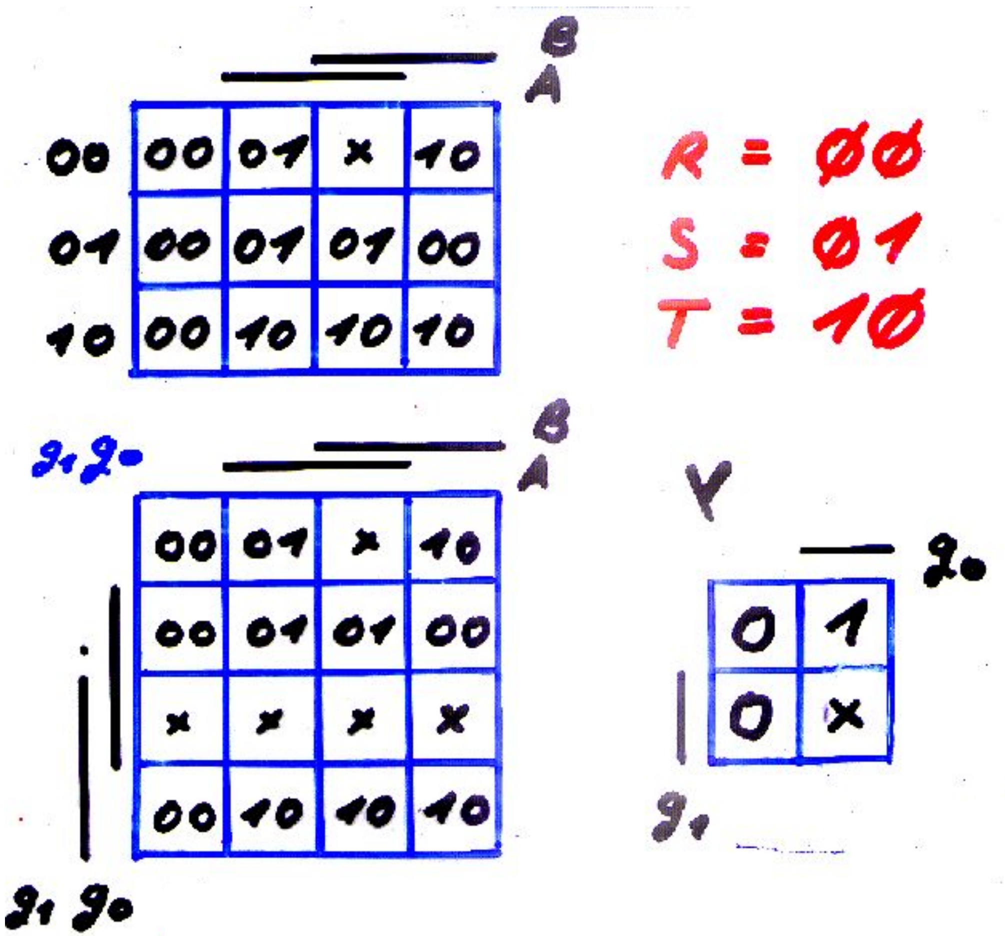


Změna tabulky

b) Lze přecházet před jiný stav, využít již existujícího skoku anebo dodefinovat neurčitý stav X.



Bod 7: Zakódování tabulky



Výsledné Karnaughovy mapy

q_1^* B A

0	0	X	1
0	0	0	0
X	X	X	X
0	1	1	1

$q_1\ q_0$

q_0^* B A

0	1	X	0
0	1	1	0
X	X	X	X
0	0	0	0

$q_1\ q_0$

Výsledkem návrhu automatu je zapojení uskutečňující zadané chování automatu, ale zpětná vazba tvořící paměť obvodu obsahuje i zapojení paměťových členů, které svojí strukturou odpovídají statickým klopným obvodům. Je příliš složitá a vyplatí se její dekompozice na tlusté 0 a 1.

Univerzální mapa: Tlusté 1 a 0

Univerzální tvar této mapy získáme tím, že si v mapěoznačíme některé významné přechody, které nás při realizaci budících funkcí klopných obvodů budou zvláště zajímat. Z hlediska obsahu mapy vnitřní funkce se tedy nic nemění (všechny zápisy v mapě zůstávají stejné), pouze některé přechody si označíme zvýrazněním. V univerzální mapě proto budeme používat místo třech symbolů (1, 0, -) symbolů pět (**1**, **0**, 1, 0, -) podle následující tabulky.

změna stavu Q_K->Q_{K+1}	funkce	zápis do mapy	původní zápis
0 -> 1	zápis 1	**1**	1
1 -> 0	zápis 0	**0**	0
1 -> 1	pamatuj 1	1	1
0 -> 0	pamatuj 0	0	0
libovolné	neurčeno	-	-

Z tabulky je zřejmé, že zvýrazňujeme (barvou, tloušťkou) v mapě vnitřní funkce přechody (překlápění) klopného obvodu z 0 nebo z 1. Méně nás budou zajímat stavy pamatování, ty v mapě ponecháváme nezvýrazněné.

Tlusté 1 a 0 pro JK

J	K	Q_t
0	0	Q_{t-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	Q_{t-1}

	Q_{t-1}	Q_t	J	K
0	0 →	0	0	X
0	1 →	0	X	1
1	1 →	1	X	0
1	0 →	1	1	X

Tlusté 1 a 0 pro RS

S	R	Q_t
0	0	Q_{t-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	?

	Q_{t-1}	Q_t	S	R
0	0 →	0	0	X
0	1 →	0	0	1
1	1 →	1	X	0
1	0 →	1	1	0

Tlusté 1 a 0 pro nonRS

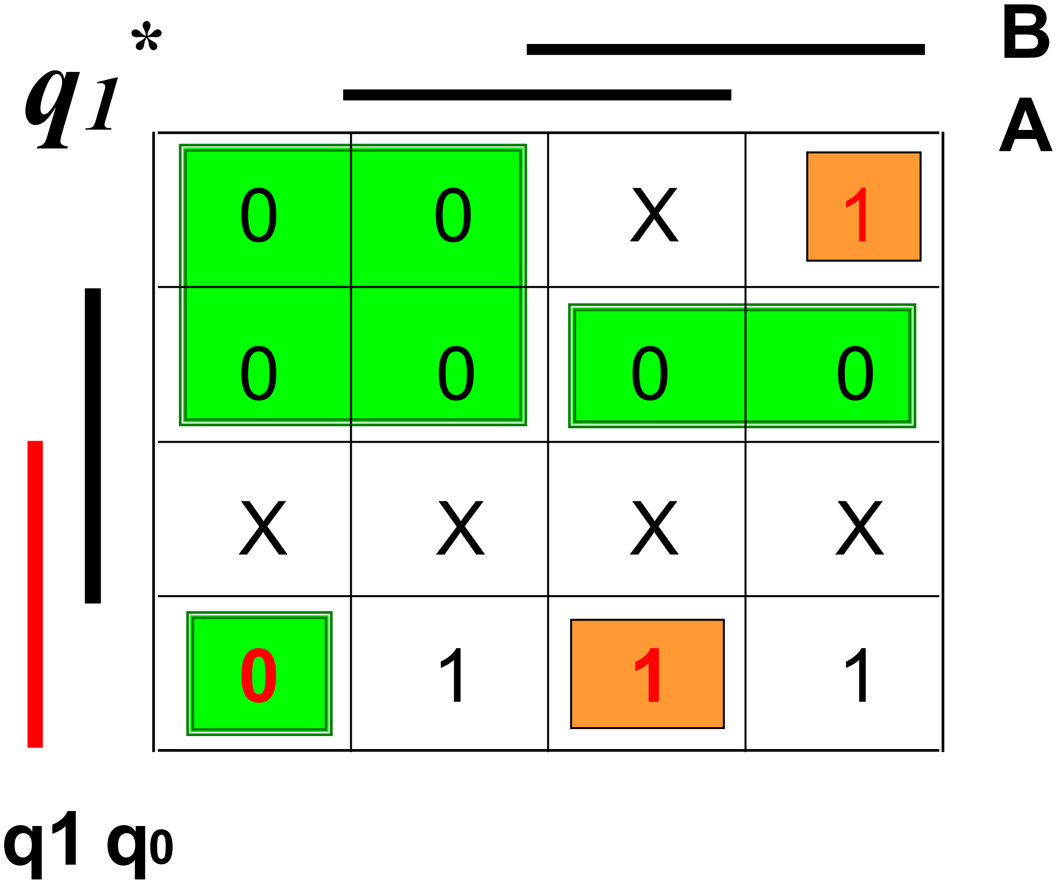
S'	R'	Q_t
1	1	Q_{t-1}
1	0	0
0	1	1
0	0	?

	Q_{t-1}	Q_t	S'	R'
0	0 →	0	1	X
0	1 →	0	1	0
1	1 →	1	X	1
1	0 →	1	0	1

Bod9: Vyznačíme tlusté 1 a 0: S_1'

	Q_{t-1}	Q_t	S'	R'
0	0	0	1	X
0	1	0	1	0
1	1	1	X	1
1	0	1	0	1

$$\overline{S_1} = \overline{B} + q_0 = \overline{B \cdot \overline{q_0}}$$



R_1'

	Q_{t-1}	Q_t	S'	R'
0	0	0	1	X
0	1	0	1	0
1	1	1	X	1
1	0	1	0	1

$\overline{R_1} = B + A$

$= \overline{\bar{A}.\bar{B}} = \overline{\overline{A + B}}$

q_1^*

B

A

0	0	X	1
0	0	0	0
X	X	X	X
0	1	1	1

q1 q0

	Q_{t-1}	Q_t	S'	R'
0	0	0	1	X
0	1	0	1	0
1	1	1	X	1
1	0	1	0	1

$$\overline{S_0} = \bar{A} + q_1 = \overline{A \cdot \bar{q}_1}$$

q_0^*

B

A

0	1	X	0
0	1	1	0
X	X	X	X
0	0	0	0

q1 q0

R_0'

	Q_{t-1}	Q_t	S'	R'
0	0	0	1	X
0	1	0	1	0
1	1	1	X	1
1	0	1	0	1

q_0^*

B

A

0	1	X	0
0	1	1	0
X	X	X	X
0	0	0	0

q1 q0

$\bar{R}_0 = A$

Bod 10: Výsledné schéma obvodu