

# Konečné automaty (sekvenční obvody)

Název školy: SPŠ Ústí nad Labem, středisko Resslova

Autor: Ing. Pavel Votrubec

Název: VY\_32\_INOVACE\_03\_CIT\_43\_Navrh\_konecneho\_automatu

Téma: Metodický postup při návrhu konečného automatu

Číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.10.1036



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Jak postupovat při návrhu konečného automatu

- Analýza KA
- Syntéza KA
- Realizace KA

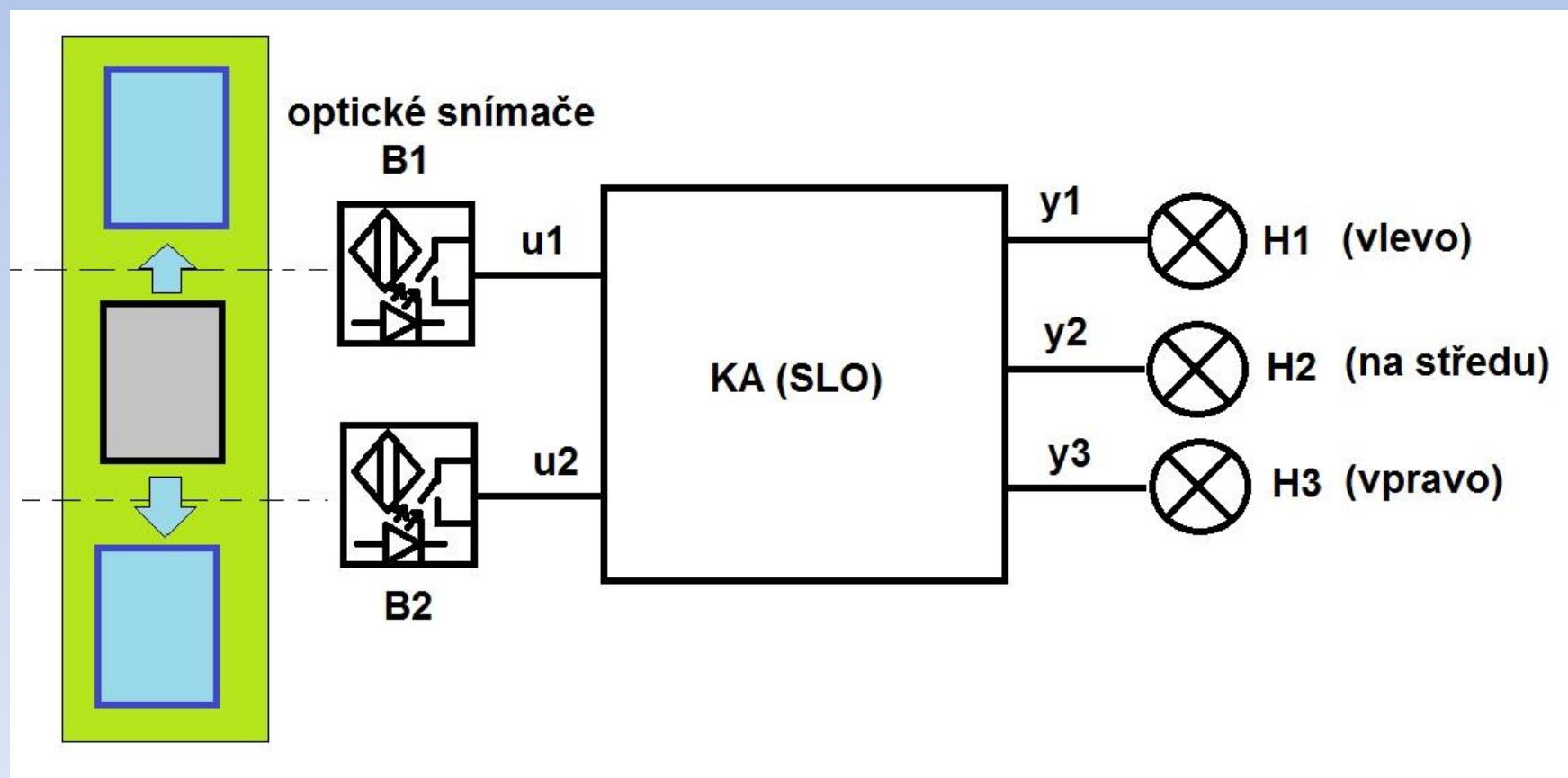
# Co je to konečný automat?

KA je sekvenční zařízení, které na základě získaných informací a zapamatovaných informací o stavu řízeného zařízení řídí řízené zařízení

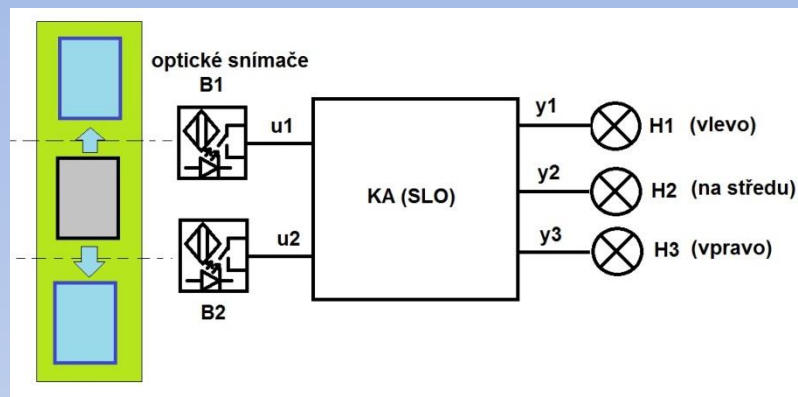
Např.: železniční přejezd, výtah, dopravník, identifikační zařízení, vyvrtávačka, manipulátor, automobilová myčka, ...

# Návrh konečného automatu

## Příklad č.1: Návrh číslicového indikátoru polohy



# Návrh konečného automatu



Základní poloha je uprostřed. Při pohybu vlevo, předmět přeruší paprsek optického senzoru B1 a ten vyšle signální impuls do vstupu u1. Při návratu do středu je také vyslán signální impuls do u1. Při pohybu vpravo se tentýž pochod opakuje, ale se senzorem B2 a vstupem u2.

Na výstupu y1, y2 a y3 požadujeme hladinový signál v kódu 1 ze 3 podle toho, kde se hledaný předmět nachází. Výstup y1 signalizuje vlevo, y2 uprostřed a y3 signalizuje, že detekovaný předmět je vpravo.

Jelikož si musí logický obvod pamatovat tři polohy předmětu, stačí na to sekvenční obvod se dvěma klopnými obvody.

# Návrh konečného automatu

## Analýza:

- Nejdříve si musíme nakreslit technologický obrázek zařízení, ze kterého vyplyne, kde jsou umístěné senzory a aktuátory (neboli vstupy a výstupy KA).
- Navrhujeme orientovaný graf, který nám vytyčí kroky, které má automat udělat.
- konečný počet kroků - > z toho vyplývá i název konečný automat

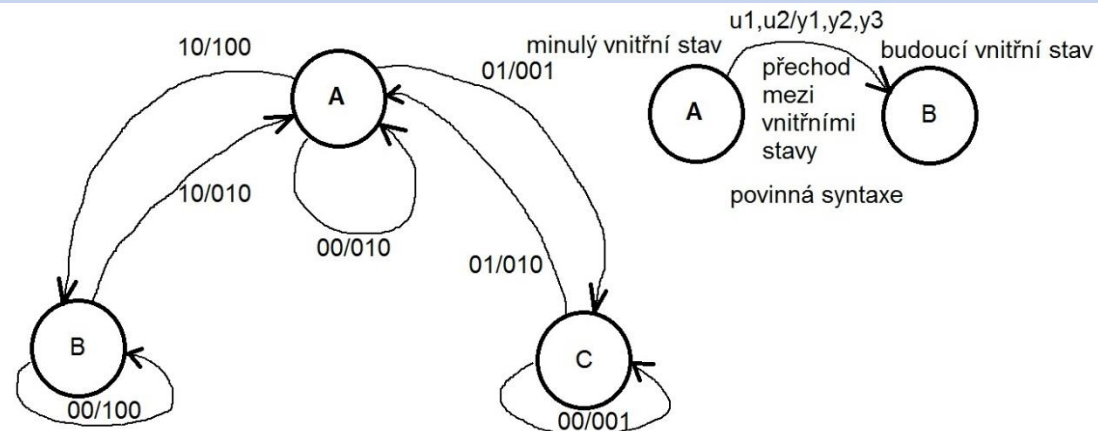
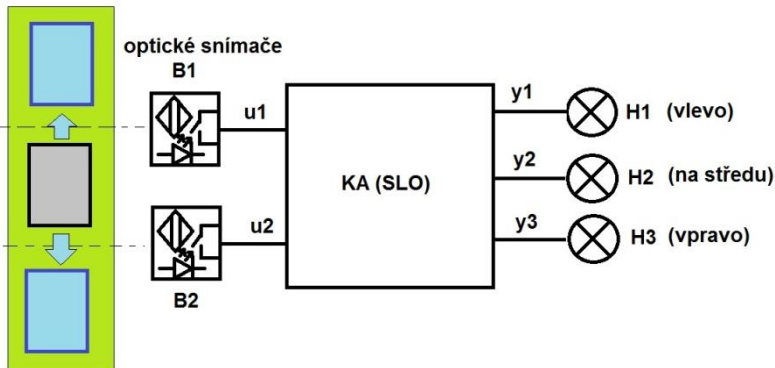
Vnitřní stavy automatu A, B a C:

**ZLATÉ PRAVIDLO KA:**  
**STAV NA SNÍMAČI,**  
**NENÍ VNITŘNÍM STAVEM**

A stojí uprostřed

B je vlevo

C je vpravo

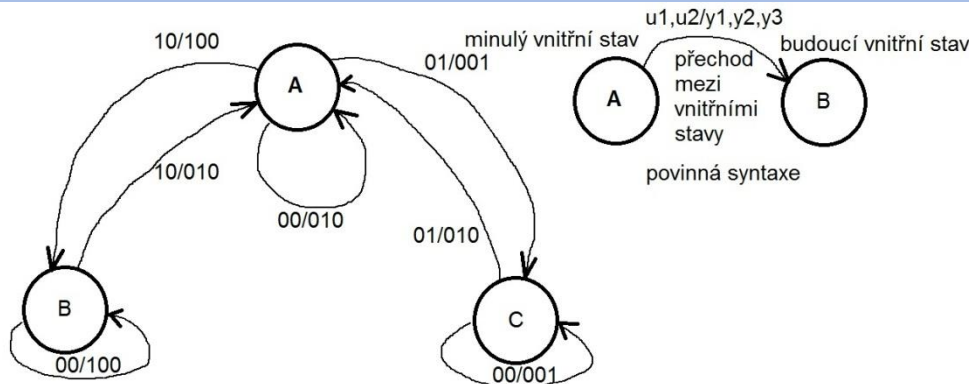


# Návrh konečného automatu

**Zlaté pravidlo KA:**

**Stav na snímači,  
není vnitřním stavem**

# Návrh konečného automatu



Další kroky analýzy:

Z orientovaného grafu vytvoříme pravdivostní tabulku konečného automatu. Musíme si určit, jak budeme identifikovat v PT vnitřní stavy. Na identifikaci tří vnitřních stavů nám stačí dvě vnitřní proměnné Q1 a Q2, které budou reprezentovat dva klopné obvody.

	Q1	Q2	poloha
A	0	0	(S)
B	0	1	(L)
C	1	0	(P)

i	L	P	P	L	P	L	L	S	P
	u1	u2	Q1	Q2	Q1 <sup>+</sup>	Q2 <sup>+</sup>	y1	y2	y3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	1	0	0	0	1
3	0	0	1	1	X	X	X	X	X
4	0	1	0	0	1	0	0	0	1
5	0	1	0	1	X	X	X	X	X
6	0	1	1	0	0	0	0	1	0
7	0	1	1	1	X	X	X	X	X
8	1	0	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	1	0
10	1	0	1	0	X	X	X	X	X
11	1	0	1	1	X	X	X	X	X
12	1	1	0	0	X	X	X	X	X
13	1	1	0	1	X	X	X	X	X
14	1	1	1	0	X	X	X	X	X
15	1	1	1	1	X	X	X	X	X



$Q^-$	$Q^+$	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

# Návrh konečného automatu

Analýza:  
Poslední kroky. Teď  
musíme odvodit budící  
funkce pro zvolené KO.  
Volíme KO JK.

$$J_1 = u2$$

$$K_1 = u2$$

		$u2$	
		$u1$	
$Q1$	$Q2$	0	4
	$Q2$	2	6
	$Q2$	X	X
	$Q2$	1	X

		$u2$	
		$u1$	
$Q1$	$Q2$	0X	1X
	$Q2$	X0	X1
	$Q2$	X	X
	$Q2$	0X	X

		$u2$	
		$u1$	
$Q1$	$Q2$	0X	0X
	$Q2$	0X	0X
	$Q2$	X	X
	$Q2$	X0	X

i	L	P	P	L	P	L	L	S	P
	u1	u2	Q1	Q2	$Q1^+$	$Q2^+$	y1	y2	y3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	1	0	0	0	1
3	0	0	1	1	X	X	X	X	X
4	0	1	0	0	1	0	0	0	1
5	0	1	0	1	X	X	X	X	X
6	0	1	1	0	0	0	0	1	0
7	0	1	1	1	X	X	X	X	X
8	1	0	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	1	0
10	1	0	1	0	X	X	X	X	X
11	1	0	1	1	X	X	X	X	X
12	1	1	0	0	X	X	X	X	X
13	1	1	0	1	X	X	X	X	X
14	1	1	1	0	X	X	X	X	X
15	1	1	1	1	X	X	X	X	X

$Q^-$	$Q^+$	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

# Návrh konečného automatu

Analýza:

Poslední krok. Jako poslední krok musíme odvodit výstupní funkce KA.

Ty volíme dle toho, zda se jedná o [Mealyho](#) nebo [Moorův](#) konečný automat.

To zjistíme pohledem na budoucí stavy a na výstupy. Pokud lze výstupy  $y1$ ,  $y2$  a  $y3$  jednoznačně určit z  $Q1$  a  $Q2$ , tak volíme Mooreův automat, což nám dost zjednoduší poslední krok.

$$y1 = Q2$$

$$y2 = \overline{Q1} * \overline{Q2}$$

$$y3 = Q1$$

*Poznámka: Jinak bychom museli pomocí mintermů výstupů  $y1$ ,  $y2$  a  $y3$  odvodit výstupní funkci ze vstupů  $u1$ ,  $u2$  a z minulých vnitřních stavů  $Q1$  a  $Q2$ .*

i	L	P	P	L	P	L	L	S	P
	u1	u2	Q1	Q2	$Q1^+$	$Q2^+$	y1	y2	y3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	1	0	0	0	1
3	0	0	1	1	X	X	X	X	X
4	0	1	0	0	1	0	0	0	1
5	0	1	0	1	X	X	X	1	0
6	0	1	1	0	0	0	0	1	0
7	0	1	1	1	X	X	X	X	X
8	1	0	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0	1	0
10	1	0	1	0	X	X	X	X	X
11	1	0	1	1	X	X	X	X	X
12	1	1	0	0	X	X	X	X	X
13	1	1	0	1	X	X	X	X	X
14	1	1	1	0	X	X	X	X	X
15	1	1	1	1	X	X	X	X	X

# Návrh konečného automatu

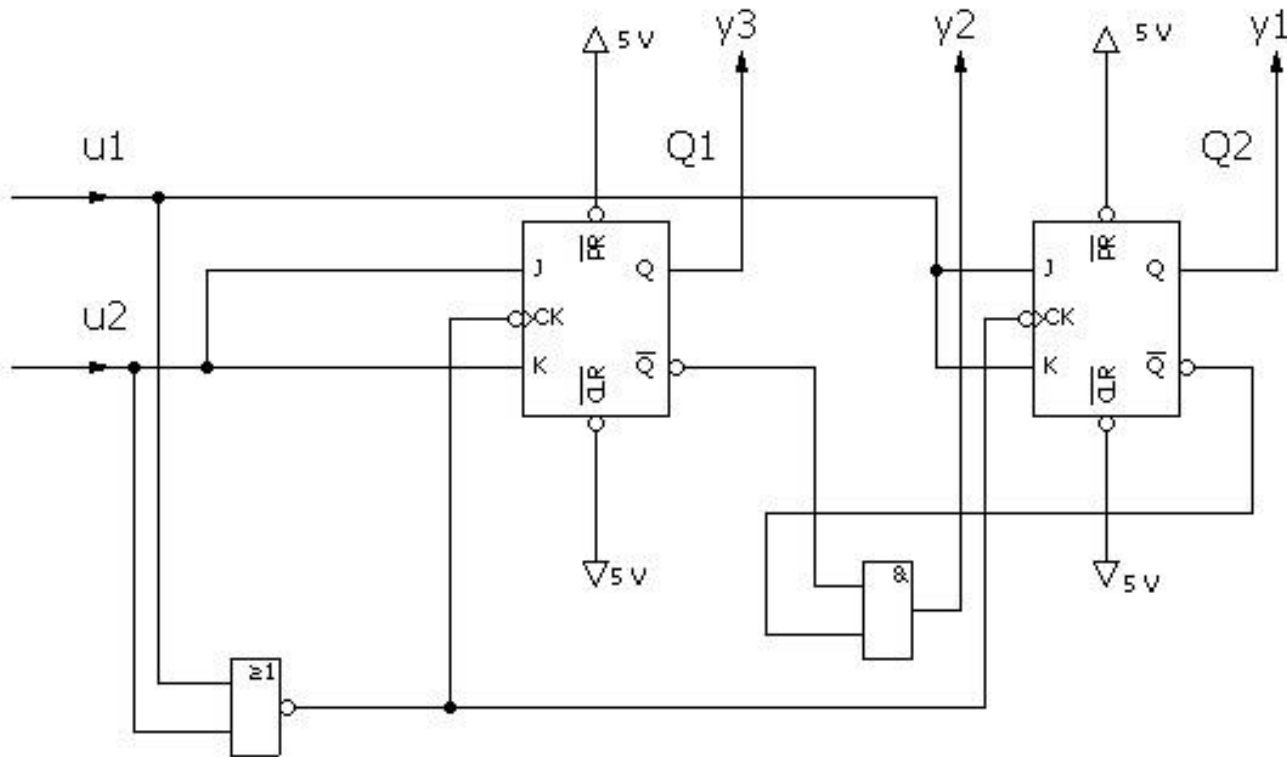
Budící a výstupní funkce:

a nezapomenout na clock.

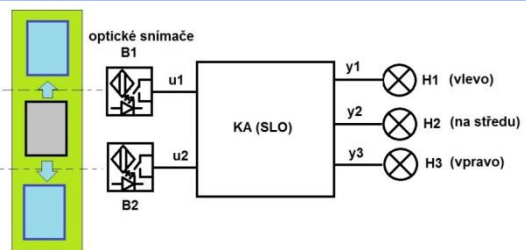
V tomto případě se dá vytvořit ze součtu vstupů  
a protože máme KO JK na týl, musíme ho navíc ještě  
navíc invertovat.

$$clock = \overline{u1 + u2}$$

$$\begin{array}{lll} J_1 = u2 & J_2 = u1 & y1 = Q2 \\ K_1 = u2 & K_2 = u1 & y2 = \overline{Q1} * \overline{Q2} \\ & & y3 = Q1 \end{array}$$



# Návrh konečného automatu



Číslicový indikátor polohy

