

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie LABORATORIUM Teoria Automatów			
Temat ćwiczenia		Przerzutniki	
Grupa ćwiczeniowa:		Poniedziałek 8.00	
L.p.	Imię i nazwisko	Ocena	Podpis
1.	Krzysztof Wesołowski		
2.	Paweł Górka		
3.	Łukasz Bondyra		
4.	Jakub Tutro		
Data wykonania ćwiczenia:			27.10.2008

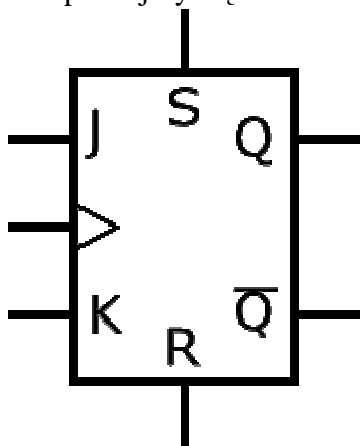
Wstęp

W naszym ćwiczeniu badaliśmy zasadę działania układu sekwencyjnego realizowanego z wykorzystaniem przerzutników JK i bramek logicznych NAND. Układ ten ma realizować następujące przejścia między stanami, i w każdym z nich ustawiać odpowiednie wyjście. Jest to prosty automat Mealy'ego (wyjście zależy nie tylko od stanu ale i od wejścia)

	X	0	1
Q			
p		q,0	r,0
q		p,1	p,1
r		r,1	q,0

Przygotowanie teoretyczne

Na początek zapoznajmy się z działaniem przerzutnika JK.



Przejście	J	K
0 -> 0	0	-
0 -> 1	1	-
1 -> 0	-	1
1 -> 1	-	0

Po lewej widzimy schemat reprezentujący typowy przerzutnik JK w schematach układów, oraz jego tabelę wzbudzeń – listę sygnałów które trzeba podać na dane wejście aby otrzymać dane przejście.

Sam przerzutnik JK jest prostym automatem o 2 stanach, którego wyjście jest równe stanowi (0 lub 1). Dodatkowo, często posiada (dla wygody użytkownika) dodatkowe wyjście będące po prostu negacją pierwszego. Automat ten jest synchronizowany zegarem (podpinanym do wejścia oznaczonego trójkątem) i typowo reaguje on na zbocze narastające – wykonuje swoje działanie (zmianę stanu i jednocześnie wyjścia/wyjść) gdy sygnał zegara zmienia się z 0 na 1.



Dodatkowo przerzutnik ten często posiada dodatkowe wejścia R i S (czasem w wersjach zanegowanych). Służą one najczęściej do inicjowania przerzutnika i NIE SA synchronizowane zegarem.

Wewnętrzna konstrukcja takiego przerzutnika jest stosunkowo skomplikowana, dlatego skupimy się na używaniu go zgodnie z zasadami jego działania.

Znając już te zasady działania przerzutnika możemy przystąpić do projektowania układu. W tym celu najpierw wybieramy kodowanie dla naszych stanów:

	X	Q1	Q2
Q			
p		0	0
q		0	1
r		1	1
s		x	x

Stan s jest stanem zabronionym – poprawnie działający układ nigdy się w nim nie znajdzie, dlatego możemy w dowolny sposób definiować jego zachowanie przy stanie kodowanym 10. Po wybraniu kodowania możemy zapisać tabelę przejść naszego automatu, informującą nas o następnym stanie i wyjściach w kolejnych cyklach pracy układu. Poza tym wypisujemy również przejścia między bitami konieczne do zmiany stanu, oraz informację co podać na poszczególne wejścia danego przerzutnika. Np. w pierwszym wierszu, czyli dla stanu p, kodowanego jako 00 i wejściu 1 mamy przejście do stanu q czyli 01. Pierwszy bit stanu ma więc się nie zmienić (0->0), drugi zaś przejdzie z 0 do 1 (0->1). Aby uzyskać zmianę 0->0 musimy na wejście J przerzutnika podać 0, na wejście K zaś dowolną wartość. Z kolei dla drugiego przerzutnika mamy przejście 0->1, które wg tabeli wzbudzeń przerzutnika wymaga podania sygnału J=1 i dowolnego sygnału K.

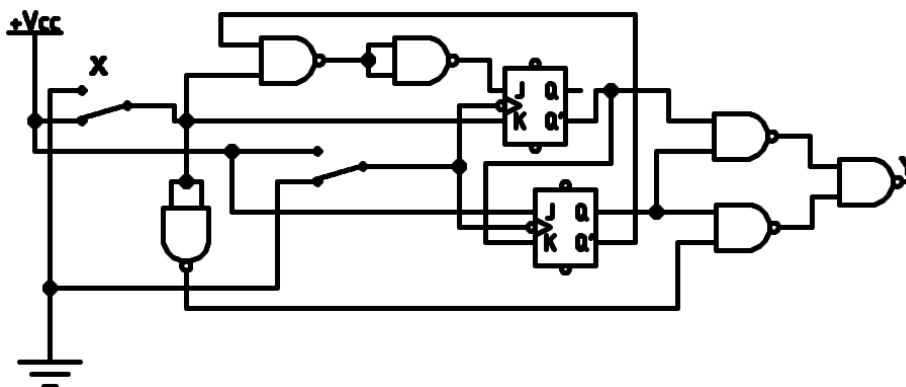
Wejście X	Stan bieżący		Stan następny		Przejście Q1 ->Q1'	Wejścia przerzutnika numer 1		Przejście Q2 ->Q2'	Wejścia przerzutnika numer 2	
	Q1	Q2	Q1'	Q2'		J1	K1		J2	K2
0	0	0	0	1	0 -> 0	0	-	0 -> 1	1	-
0	0	1	0	0	0 -> 0	0	-	1 -> 0	-	1
0	1	1	1	1	1 -> 1	-	0	1 -> 1	-	0
1	0	0	1	1	0 -> 1	1	-	0 -> 1	1	-
1	0	1	0	0	0 -> 0	0	-	1 -> 0	-	1
1	1	1	0	1	1 -> 1	-	1	1 -> 1	-	0

Teraz wybieramy z powyższej tabeli pierwsze wejście pierwszego przerzutnika (J1), i zapisujemy je jako funkcje stanu i wejścia w tabelce Karnaugh. Podobnie postępując z każdym wejściem przerzutnika rozpisujemy je w tabelach, a na podstawie tabel wyznaczamy funkcje. Ponieważ w laboratorium dysponujemy tylko bramkami NAND od razu zapisujemy funkcje logiczne pokryć, oznaczonych wyszarzeniem. Przypominam że pokrywamy jedynie pola o dowolnej wartości (-), tak aby otrzymać pokrycia prostokątne, dające prostą funkcję logiczną.

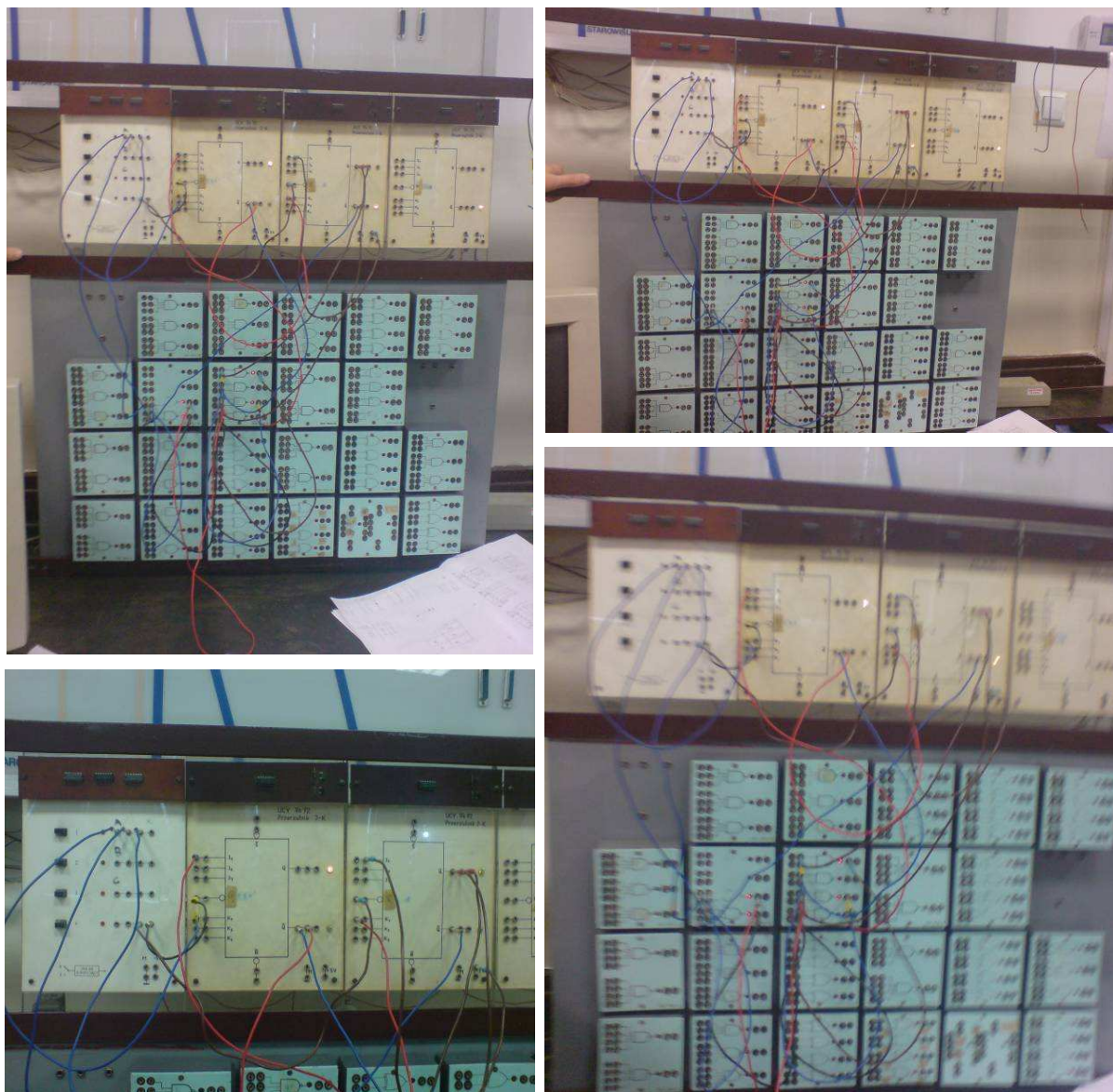
Wejście J1: <table border="1"> <tr> <td>X \ Q1Q2</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> </table>				X \ Q1Q2	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	-	1	0	-	$J1 = \overline{Q2}X = \overline{\overline{\overline{Q2}X}}$
X \ Q1Q2	0	1																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	1	-																	
1	0	-																	
Wejście K1: <table border="1"> <tr> <td>X \ Q1Q2</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> </table>				X \ Q1Q2	0	1	0	-	-	0	1	-	1	1	0	1	0	-	$K1 = X$
X \ Q1Q2	0	1																	
0	-	-																	
0	1	-																	
1	1	0																	
1	0	-																	
Wejście J2: <table border="1"> <tr> <td>X \ Q1Q2</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> </table>				X \ Q1Q2	0	1	0	1	1	0	1	-	1	1	-	1	0	-	$J2 = 1$
X \ Q1Q2	0	1																	
0	1	1																	
0	1	-																	
1	1	-																	
1	0	-																	
Wejście K2: <table border="1"> <tr> <td>X \ Q1Q2</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> </table>				X \ Q1Q2	0	1	0	-	-	0	1	1	1	1	0	1	0	-	$K2 = \overline{Q1}$
X \ Q1Q2	0	1																	
0	-	-																	
0	1	1																	
1	1	0																	
1	0	-																	
Wyjście Y: <table border="1"> <tr> <td>X \ Q1Q2</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> </table>				X \ Q1Q2	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	-	$Y = \overline{Q1}Q2 \vee Q2\overline{X} = \overline{\overline{\overline{\overline{Q1}Q2} \wedge \overline{Q2\overline{X}}}}$ $= \overline{\overline{Q1}Q2} \wedge \overline{Q2\overline{X}}$
X \ Q1Q2	0	1																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	1	0																	
1	0	-																	

Realizacja ćwiczenia

Następnym krokiem było zaprojektowanie układu łączącego bramki logiczne i 2 przerzutniki oraz zegar w jedną całość realizującą powyższe funkcje logiczne.



Po połączeniu zgodnie z powyższym schematem bramek logicznych otrzymaliśmy układ zaprezentowany na poniższych zdjęciach:



Dodatkowe zadanie

Z uwagi na to że w trakcie ćwiczenia zostało nam trochę czasu, prowadzący poprosił o zrealizowanie tego samego układu na przerzutnikach RS.

Przerzutnik RS:

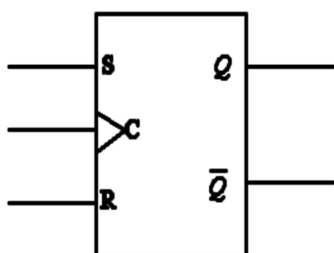


Tabela wzbudzeń		
Przejście	S	R
0 -> 0	0	-
0 -> 1	1	0
1 -> 0	0	1
1 -> 1	-	0

Jak widać, tabela wzbudzeń przerzutnika RS różni się tylko 2 polami od przerzutnika JK – wynika to z faktu że dla przerzutnika RS nie możemy ustawić obu wejść w stan 1, gdyż jest to stan w którym jego zachowanie byłoby nieokreślone. Poza przypadkiem podania 2 jedynek przerzutniki te działają identycznie (JK to udoskonalony RS).

Tabele przejść naszego automatu – już zmodyfikowana:

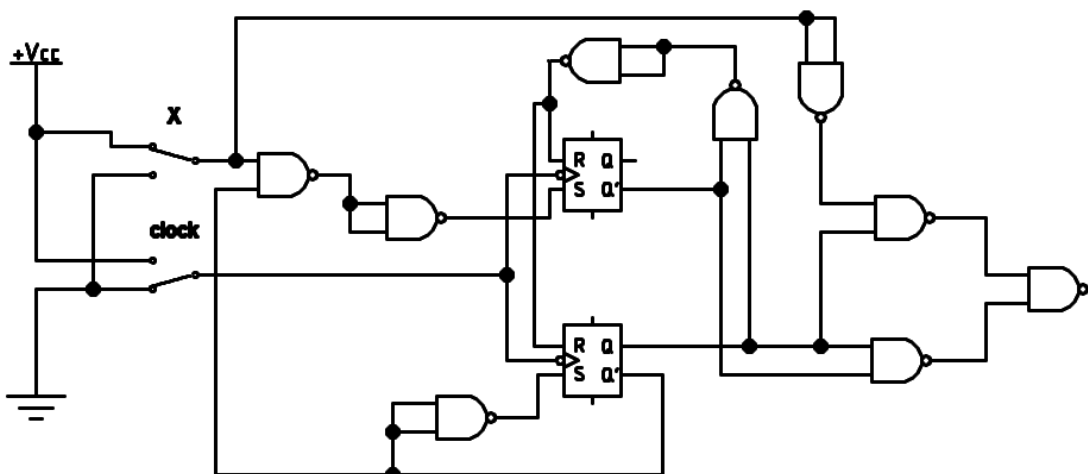
Wejście X	Stan		Stan następny		Przejście Q1 ->Q1'	Zmiany Q1		Przejście Q2 ->Q2'	Zmiany Q2	
	Q1	Q2	Q1'	Q2'		R1	S1		R2	S2
0	0	0	0	1	0 -> 0	-	0	0 -> 1	0	1
0	0	1	0	0	0 -> 0	-	0	1 -> 0	1	0
0	1	1	1	1	1 -> 1	0	-	1 -> 1	0	-
1	0	0	1	1	0 -> 1	0	1	0 -> 1	0	1
1	0	1	0	0	0 -> 0	1	0	1 -> 0	1	0
1	1	1	0	1	1 -> 1	0	-	1 -> 1	0	-

Poniżej zaś tabele przejść – niektóre myślniki zastąpiły 0 (wyżej wyjaśnienie).

<p>Wejście R1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>0</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q1Q2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0 0</td> <td>-</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0 1</td> <td>-</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1 1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1 0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	X	0	1	Q1Q2			0 0	-	0	0 1	-	1	1 1	0	0	1 0	-	-	$R1 = \overline{Q1}Q2 = \overline{(\overline{Q1}Q2)}$
X	0	1																	
Q1Q2																			
0 0	-	0																	
0 1	-	1																	
1 1	0	0																	
1 0	-	-																	
<p>Wejście S1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>0</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q1Q2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0 0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0 1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1 1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1 0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	X	0	1	Q1Q2			0 0	0	1	0 1	0	0	1 1	-	-	1 0	-	-	$S1 = \overline{(\overline{Q2}X)}$
X	0	1																	
Q1Q2																			
0 0	0	1																	
0 1	0	0																	
1 1	-	-																	
1 0	-	-																	
<p>Wejście R2:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>X</th> <th>0</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q1Q2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0 0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0 1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1 1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1 0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	X	0	1	Q1Q2			0 0	0	0	0 1	1	1	1 1	0	0	1 0	-	-	$R2 = \overline{(\overline{Q1}Q2)} = R1$
X	0	1																	
Q1Q2																			
0 0	0	0																	
0 1	1	1																	
1 1	0	0																	
1 0	-	-																	

Wejście S2:				$S2 = \overline{Q2}$
	X	0	1	
Q1Q2				
0	0	1	1	
0	1	0	0	
1	1	-	-	
1	0	-	-	
Wyjście Y:				$Y = \overline{Q1}Q2 \vee Q2\overline{X} =$ $\overline{\overline{\overline{Q1}Q2} \wedge \overline{\overline{Q2X}}}$
	X	0	1	
Q1Q2				
0	0	0	0	
0	1	1	1	
1	1	1	0	
1	0	-	-	

Zgodnie z funkcjami zaprojektowaliśmy schemat bramek i przerzutników:



Układ taki działa sprawnie w symulacji, niestety nie mieliśmy możliwości sprawdzić jego działania w praktyce – próby użycia niesynchronizowanego przerzutnika RS oczywiście zakończyły się fiaskiem.

Wnioski z wykonanego ćwiczenia

Podsumowując otrzymaliśmy ten sam układ sekwencyjny (podobnie złożony pod względem ilości elementów) bazując na dwóch typach przerzutników. Nauczyliśmy się konstruować funkcje logiczne za pomocą układów kombinacyjnych dla wejść przerzutników tak, aby zmiany ich stanu były zgodne z naszymi oczekiwaniami. Rozróżniamy także różne typy przerzutników, zarówno z względu na realizowane przejścia, jak i ich sterowanie zegarem. Dzięki temu możemy konstruować dowolne automaty sekwencyjne.