<table>
<tr><td colspan="5" align="center">ELiAK 2</td></tr>
<tr><td>Kierunek
Informatyka</td><td>Specjalność
Informatyka</td><td>Rok studiów
2</td><td colspan="2">Symbol grupy lab.
L04</td></tr>
<tr><td colspan="4">Temat Laboratorium
Liczniki synchroniczne</td><td>Numer lab.
4</td></tr>
<tr><td colspan="5">Skład grupy ćwiczeniowej
Katarzyna Michoń, Elżbieta Wolanin, Dariusz Ostrowski, Wojciech Muła</td></tr>
<tr><td colspan="4">Uwagi</td><td>Ocena</td></tr>
</table>

Ćwiczenie 5. Zaprojektować pięciobitowy licznik synchroniczny, liczący w kodzie Johnsona. Do budowy licznika użyć przerzutników typu T.

Tablica stanów licznika

Q_5^T	Q_4^T	Q_3^T	Q_2^T	Q_1^T	Q_0^T	Q_5^{T+1}	Q_4^{T+1}	Q_3^{T+1}	Q_2^{T+1}	Q_1^{T+1}	Q_0^{T+1}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Tablica przejść przerzutnika typu T

Q^T	$\rightarrow$	Q^{T+1}	T
0		0	0
0		1	1
1		0	1
1		1	0

Postępując zgodnie ze schematem, tj. przyporządkowując każdej parze bitów (Q_x^T, Q_x^{T+1}) z tablicy stanów licznika, odpowiednią wartość na postawie tablicy przejść przerzutnika (z kolumny T), otrzymaliśmy poniższe funkcje. Niestety, nie można ich było zminimalizować metodą tablic Karnaugh. Jednak stosując podstawowe prawa algebry Boole'a udało się je uprościć; dodatkowo, już podczas syntezy układu, wykorzystano własność $a \otimes b = \overline{a \oplus b}$, co uprościło obwód (we wzorach już tego nie uwzględniono).

$Q_0^{T+1} = \overline{Q_5^T Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T} + Q_5^T \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T} Q_0^T + Q_5^T Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T \overline{Q_0^T} + \overline{Q_5^T} Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T = \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T} Q_1^T (\overline{Q_5^T Q_0^T} + Q_5^T Q_0^T) + Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T (Q_5^T \overline{Q_0^T} + \overline{Q_5^T} Q_0^T) = \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T} Q_1^T (Q_5^T \otimes Q_0^T) + Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T (Q_5^T \oplus Q_0^T)$

$Q_1^{T+1} = \overline{Q_5^T Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T} Q_0^T + Q_5^T \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T} Q_1^T Q_0^T + Q_5^T Q_4^T Q_3^T Q_2^T \overline{Q_1^T Q_0^T} + \overline{Q_5^T} Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T \overline{Q_0^T} = \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T} Q_0^T (\overline{Q_5^T Q_1^T} + Q_5^T Q_1^T) + Q_4^T Q_3^T Q_2^T \overline{Q_0^T} (Q_5^T \overline{Q_1^T} + \overline{Q_5^T} Q_1^T) = \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T} Q_0^T (Q_5^T \otimes Q_1^T) + Q_4^T Q_3^T Q_2^T \overline{Q_0^T} (Q_5^T \oplus Q_1^T)$

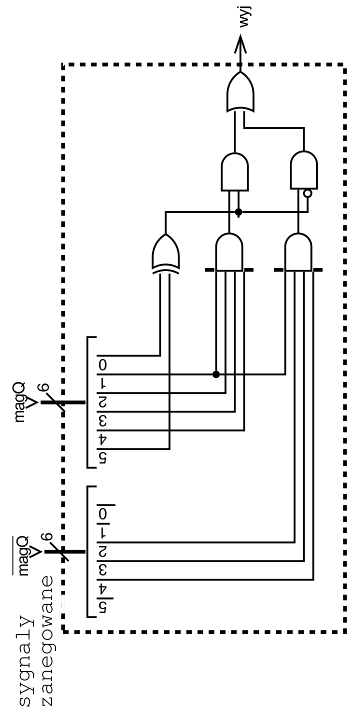
$Q_2^{T+1} = Q_5^T Q_4^T Q_3^T \overline{Q_2^T Q_1^T Q_0^T} + \overline{Q_5^T Q_4^T Q_3^T Q_2^T} Q_1^T Q_0^T + \overline{Q_5^T} Q_4^T Q_3^T Q_2^T \overline{Q_1^T Q_0^T} + Q_5^T \overline{Q_4^T Q_3^T} Q_2^T Q_1^T Q_0^T = Q_4^T Q_3^T \overline{Q_1^T Q_0^T} (Q_5^T \overline{Q_2^T} + \overline{Q_4^T} Q_2^T) + \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T} Q_1^T (\overline{Q_5^T Q_2^T} + Q_5^T Q_2^T) = Q_4^T Q_3^T \overline{Q_1^T Q_0^T} (Q_5^T \oplus Q_2^T) + \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T} Q_1^T (Q_5^T \otimes Q_2^T)$

$Q_3^{T+1} = \overline{Q_5^T} Q_4^T Q_3^T \overline{Q_2^T Q_1^T Q_0^T} + Q_5^T Q_4^T \overline{Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T} + Q_5^T \overline{Q_4^T} Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T + \overline{Q_5^T Q_4^T Q_3^T} Q_2^T Q_1^T Q_0^T = Q_4^T \overline{Q_2^T Q_1^T Q_0^T} (\overline{Q_5^T} Q_3^T + Q_5^T \overline{Q_3^T}) + \overline{Q_4^T} Q_2^T Q_1^T Q_0^T (Q_5^T Q_3^T + \overline{Q_5^T} Q_3^T) = Q_4^T \overline{Q_2^T Q_1^T Q_0^T} (Q_5^T \oplus Q_3^T) + \overline{Q_4^T} Q_2^T Q_1^T Q_0^T (Q_5^T \otimes Q_3^T)$

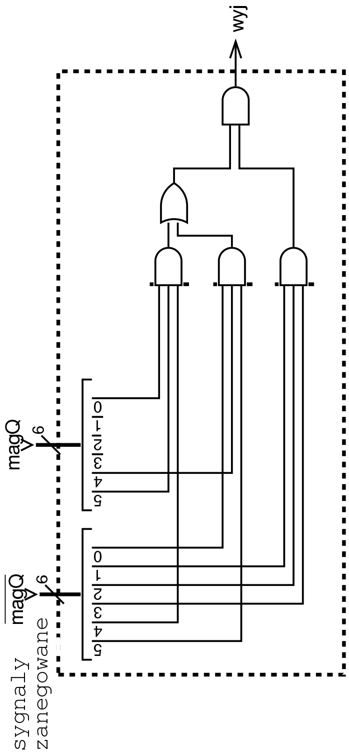
$Q_4^{T+1} = \overline{Q_5^T} Q_4^T \overline{Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T} + Q_5^T \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T} Q_0^T + Q_5^T Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T + \overline{Q_5^T Q_4^T} Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T = \overline{Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T} (\overline{Q_5^T} Q_4^T + Q_5^T \overline{Q_4^T}) + Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T (Q_5^T Q_4^T + \overline{Q_5^T Q_4^T}) = \overline{Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T} (Q_5^T \oplus Q_4^T) + Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T (Q_5^T \otimes Q_4^T)$

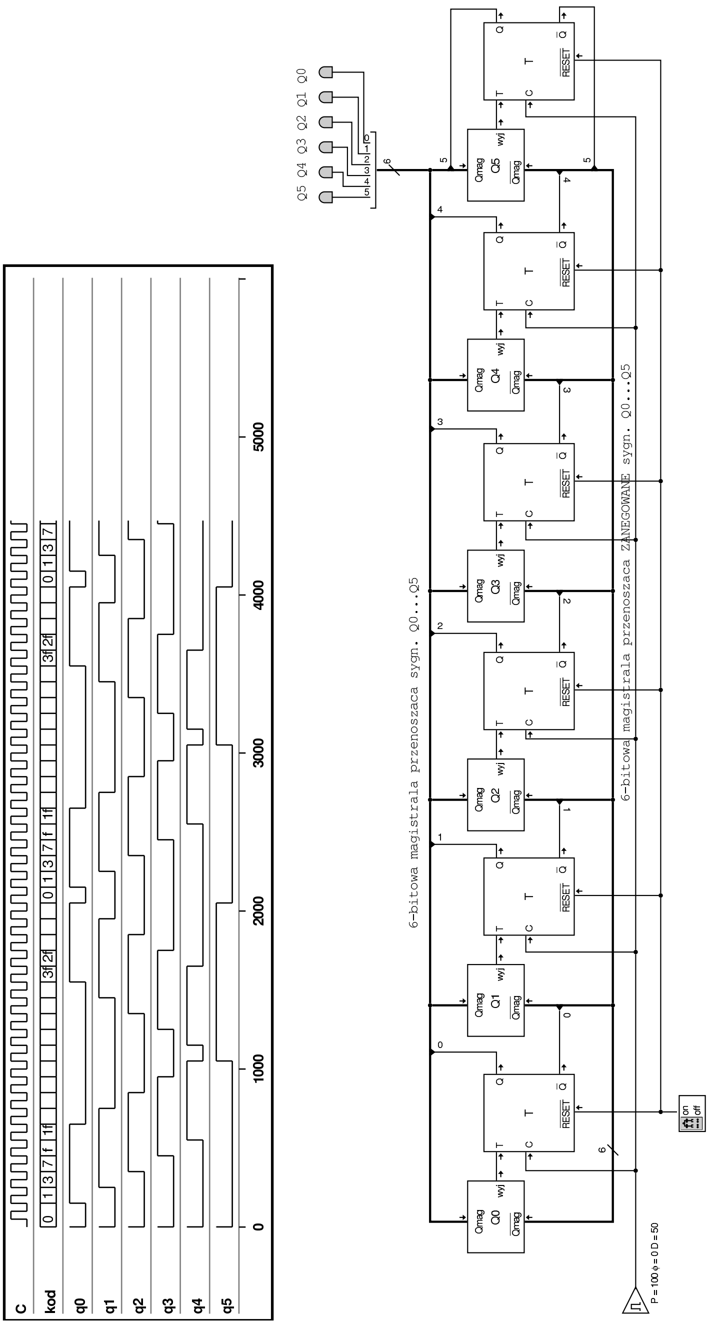
$Q_5^{T+1} = \overline{Q_5^T} Q_4^T \overline{Q_3^T Q_2^T Q_1^T Q_0^T} + Q_5^T \overline{Q_4^T Q_3^T Q_2^T Q_1^T} Q_0^T = \overline{Q_3^T Q_2^T Q_1^T} (\overline{Q_5^T} Q_4^T \overline{Q_0^T} + Q_5^T \overline{Q_4^T} Q_0^T)$

Bloki oznaczone na schemacie $Q0$, …, $Q4$ mają praktycznie taką samą budowę, z dokładnością do wykorzystania wyjść przerzutników Q i $\overline{Q}$. Poniżej schemat ideowy bloku $Q0$.



Schemat ideowy bloku $Q5$


wyj
magQ
6
magQ
6
sygnaly
zanegowane



Wnioski

- Funkcje, które nie mogą zostać zminimalizowane przy użyciu tablic Karnaugh, można znacznie uprościć stosując funkcje Ex-OR i Ex-NOR. Odpowiada „sklejaniu” implikantów funkcji po przekątnych tablicy Karnaugh.
- Stan **wszystkich** wyjść licznika zmienia się w tej samej chwili czasu.