

Ćw. 9 Przerzutniki

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi elementami sekwencyjnymi, czyli przerzutnikami. Zostanie przedstawiona zasada działania przerzutników oraz sposoby synchronizacji.

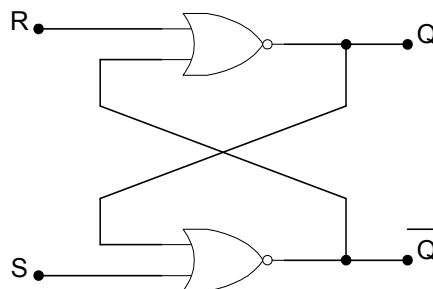
2. Wymagane informacje

Podstawowe informacje o synchronicznych układach cyfrowych: poziomy logiczne, sygnał zegarowy, synchronizacja (poziomem, zboczem). Bramki logiczne.

3. Wprowadzenie teoretyczne

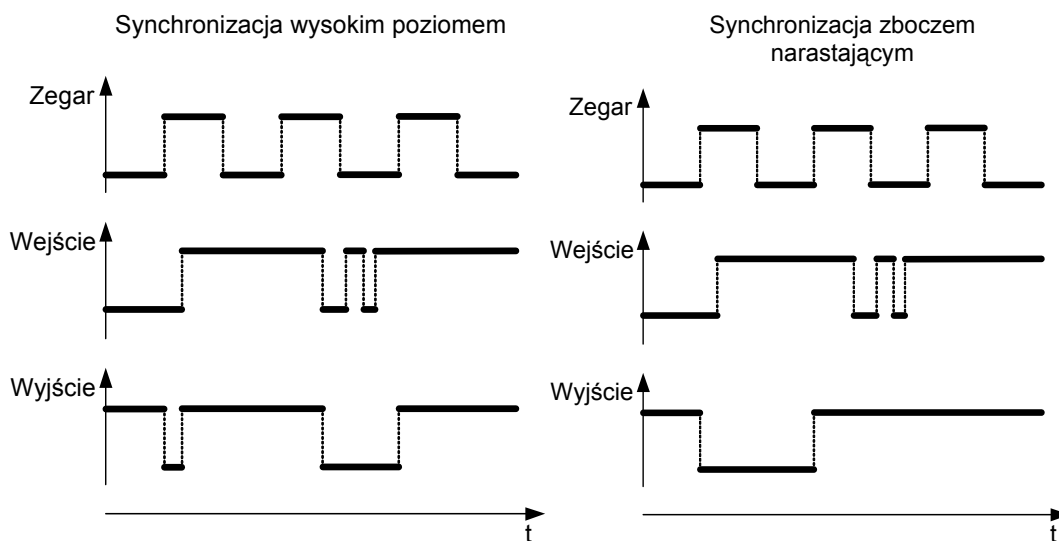
W przeciwieństwie do układów kombinacyjnych, zbudowanych z bramek logicznych, których działanie zależy wyłącznie od aktualnego stanu na wejściu układu, działanie układów sekwencyjnych zależy od historii. Przerzutnik jest podstawowym elementem sekwencyjnym. Stan na jego wyjściu może zależeć również od stanów poprzednich. Dzięki temu można go traktować jako podstawową komórkę pamiętającą.

Podstawowym przerzutnikiem jest przerzutnik RS, którego struktura przedstawiona jest na Rys.1. Posiada on dwa wejścia S (Set) i R (Reset) oraz wyjście Q (a także wyjście zanegowane \bar{Q}). Zapamiętanie stanu wyjścia następuje poprzez sprzężenie z wyjścia na wejścia bramek. Pojawienie się „1” na wejściu S powoduje ustawienie wyjścia Q na „1”. Podanie „1” na wejście R skutkuje wyzerowaniem wyjścia Q. Analizując pracę tego układu można określić stan wyjść (Q i \bar{Q}) w przypadku podania jedynek na obydwa wejścia (S i R). Z punktu widzenia opisu takiego sterowania należy tę sytuację rozumieć jako jednoczesne ustawianie i kasowanie przerzutnika. Jest ona nielogiczna, dlatego jest niedozwolona. Pojawienie się jedynek na obu wejściach jednocześnie jest więc stanem zabronionym. Inne typy przerzutników można uzyskać w podobny sposób budując je z odpowiednich bramek logicznych.



Rys.1. Schemat ideowy przerzutnika RS.

Stan wyjścia przerzutnika może się zmieniać w pewnych określonych chwilach czasowych, mówimy wtedy o synchronizacji. Zapamiętanie lub przepisanie stanu na wyjście może być synchronizowane na dwa sposoby: poziomem lub zboczem sygnału zegarowego. Sytuację taką wyjaśnia Rys.2. Synchronizacja zboczem narastającym (lub opadającym) polega na tym, że stan wyjścia jest ustalany w momencie zmiany stanu sygnału zegarowego ze stanu niskiego na wysoki (lub z wysokiego na niski). Synchronizacja poziomem wysokim oznacza, że stan wyjścia może się zmieniać przez cały czas, kiedy sygnał zegarowy (lub zezwalający) jest w stanie wysokim.



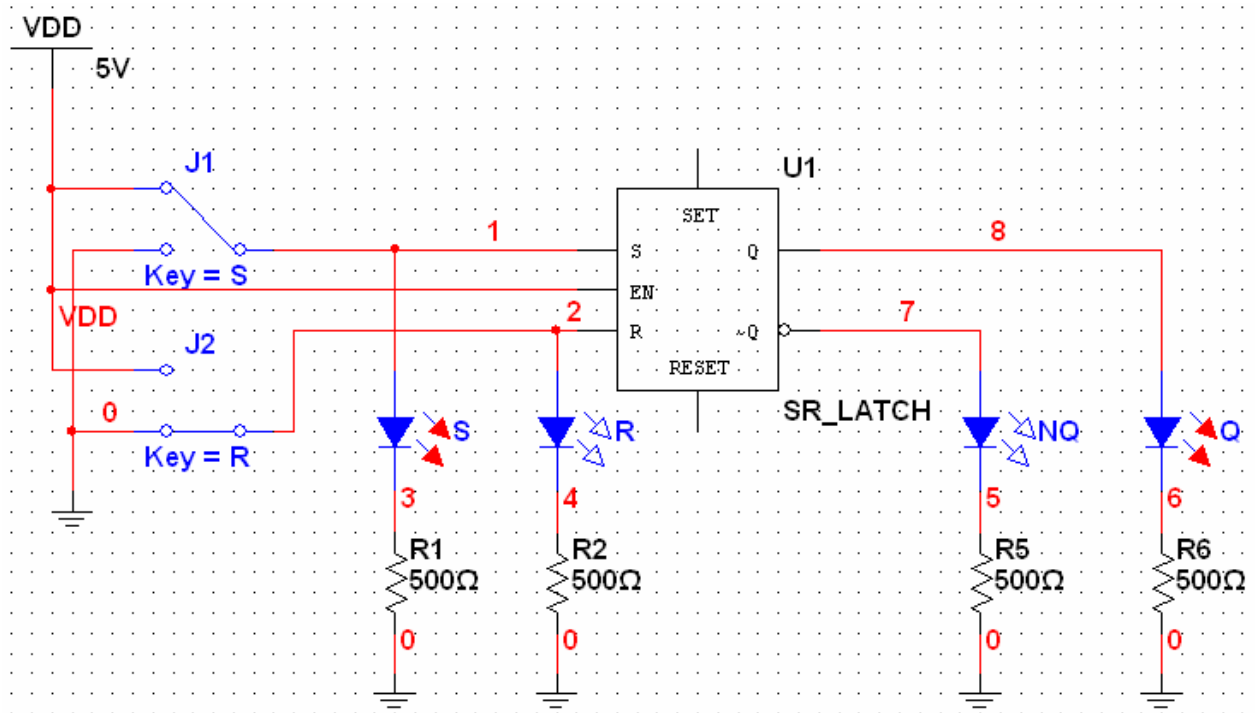
Rys.2. Przykład synchronizacji:
poziomem sygnału (lewy rysunek) i zboczem zegara (prawy rysunek).

4. Wykonanie ćwiczenia

4.1. Badanie przerzutnika RS.

Wykorzystując najprostszы przerzutnik zobrazona zostanie zasada działania przerzutników. Układ do badania przerzutnika RS przedstawia Rys.3. Zakłada się, że świecenie diody oznacza stan logiczny „1”, a nie świecenie „0”.

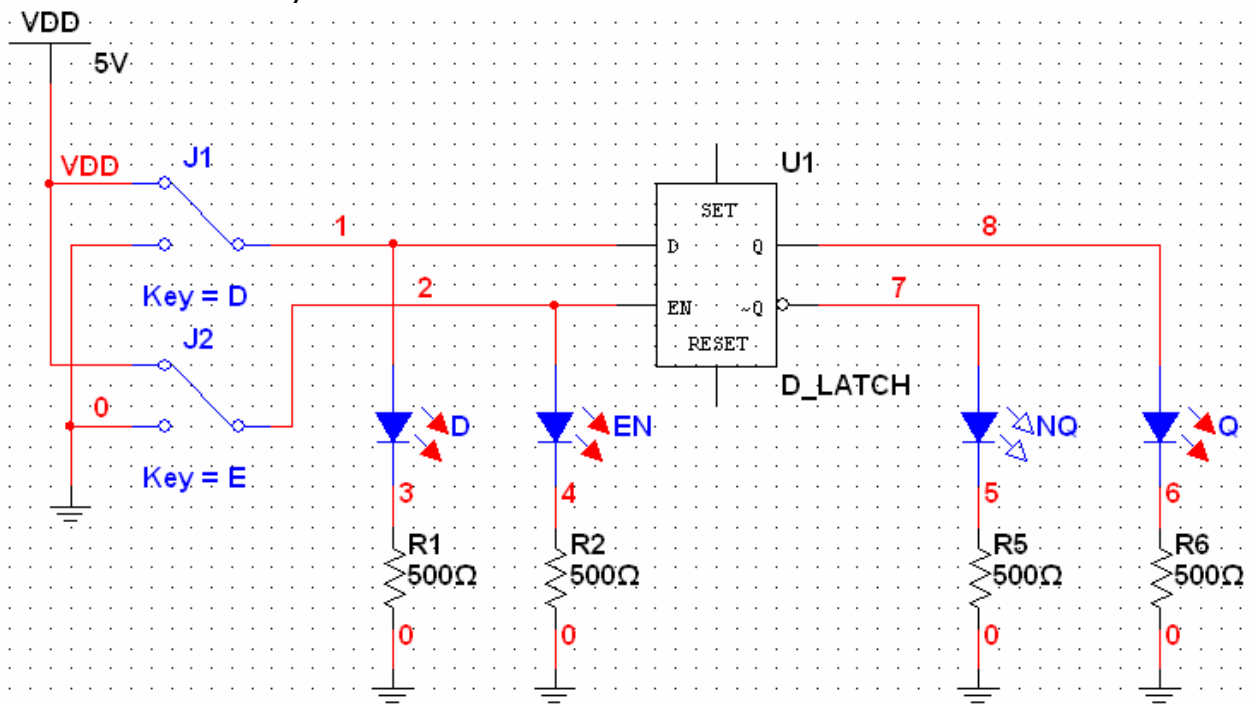
Zmieniając wejściowe stany logiczne za pomocą przełączników należy zaobserwować zachowanie się diod świecących na wejściach i wyjściach przerzutnika. Należy zanotować zaobserwowane stany logiczne dla wszystkich możliwych przypadków. Na tej podstawie należy podać tabelę prawdy przerzutnika i sformułować zasadę jego działania. Należy również wyjaśnić zachowanie przerzutnika w przypadku jednoczesnego wystąpienia jedynek na wejściach R i S.



Rys.3. Schemat do badania przerzutnika RS.

4.2. Badanie przerzutnika D typu zatrask (latch).

Na przykładzie przerzutnika D wyzwalanego poziomem zostanie zobrazowana synchronizacja wysokim stanem logicznym. Układ pomiarowy przedstawiono na Rys.4.

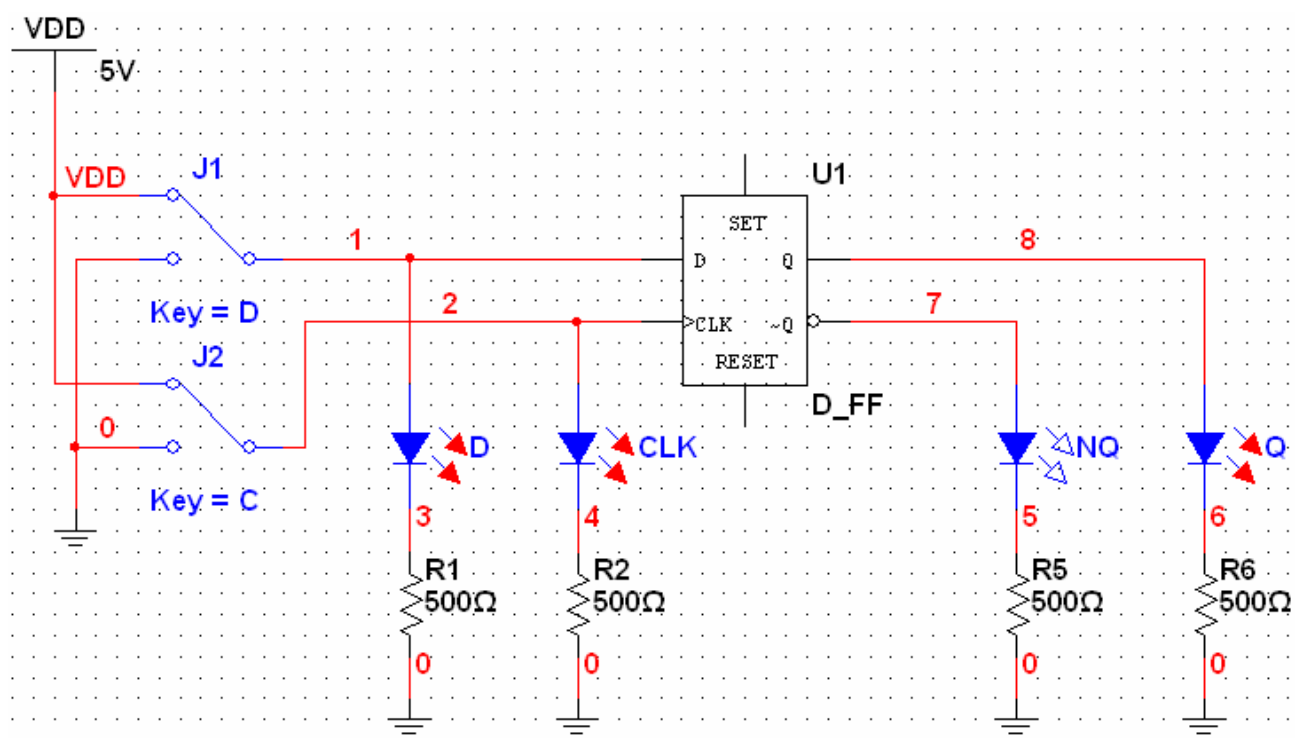


Rys.4. Schemat do badania zatrasku D.

Zmieniając wejściowe stany logiczne za pomocą przełączników należy zaobserwować zachowanie się diod świecących na wejściach i wyjściach przerzutnika. Należy zanotować zaobserwowane stany logiczne dla wszystkich możliwych przypadków. Na tej podstawie należy podać tabelę prawdy przerzutnika i sformułować zasadę jego działania. Należy wyjaśnić na czym polega synchronizacja wysokim poziomem sygnału.

4.3. Badanie przerzutnika D (flip-flop)

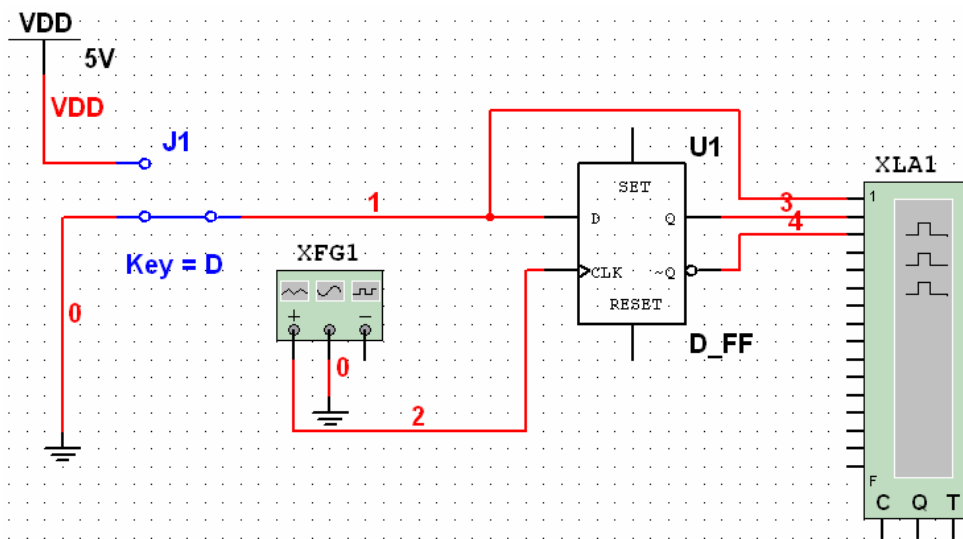
Na przykładzie przerzutnika D wyzwalanego zboczem zostanie zobrazowana synchronizacja zboczem sygnału. Podstawowy schemat pomiarowy przedstawiono na Rys.5.



Rys.5. Schemat do badania przerzutnika D.

Zmieniając wejściowe stany logiczne za pomocą przełączników należy zaobserwować zachowanie się diod świecących na wejściach i wyjściach przerzutnika. Należy zanotować zaobserwowane stany logiczne dla wszystkich możliwych przypadków. Na tej podstawie należy podać tabelę prawdy przerzutnika i sformułować zasadę jego działania. Należy wyjaśnić na czym polega synchronizacja zboczem narastającym sygnału.

Dla zrozumienia zasady działania tego przerzutnika pomocna może być obserwacja przebiegów czasowych na wejściach i wyjściach na analizatorze stanów logicznych. Analizator jest urządzeniem pozwalającym na obserwację stanów sygnałów w cyfrowych układach elektronicznych. Potrzebny schemat przedstawiono na Rys.6.



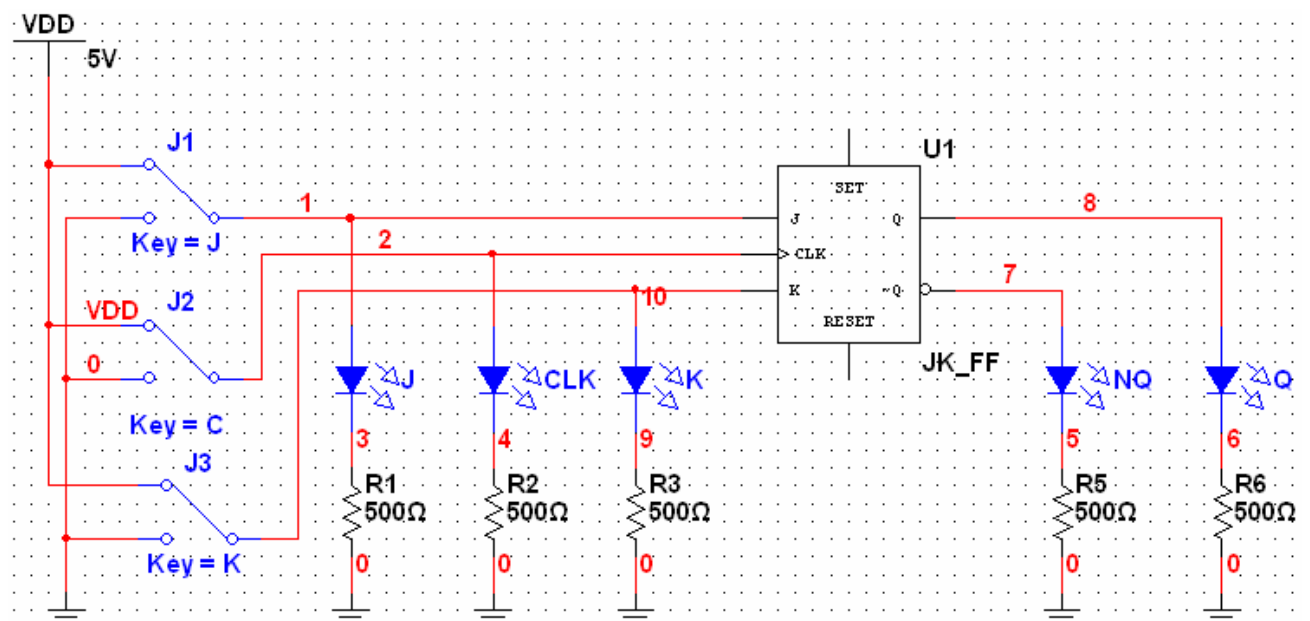
Rys.6. Schemat do badania przerzutnika D z wykorzystaniem analizatora stanów logicznych.

Generator funkcyjny należy ustawić w tryb generacji przebiegu prostokątnego. Ustawić częstotliwość 1 kHz, amplitudę 2,5 V oraz offset 2,5 V. W oknie analizatora należy ustawić parametr Clocks/Div na 16.

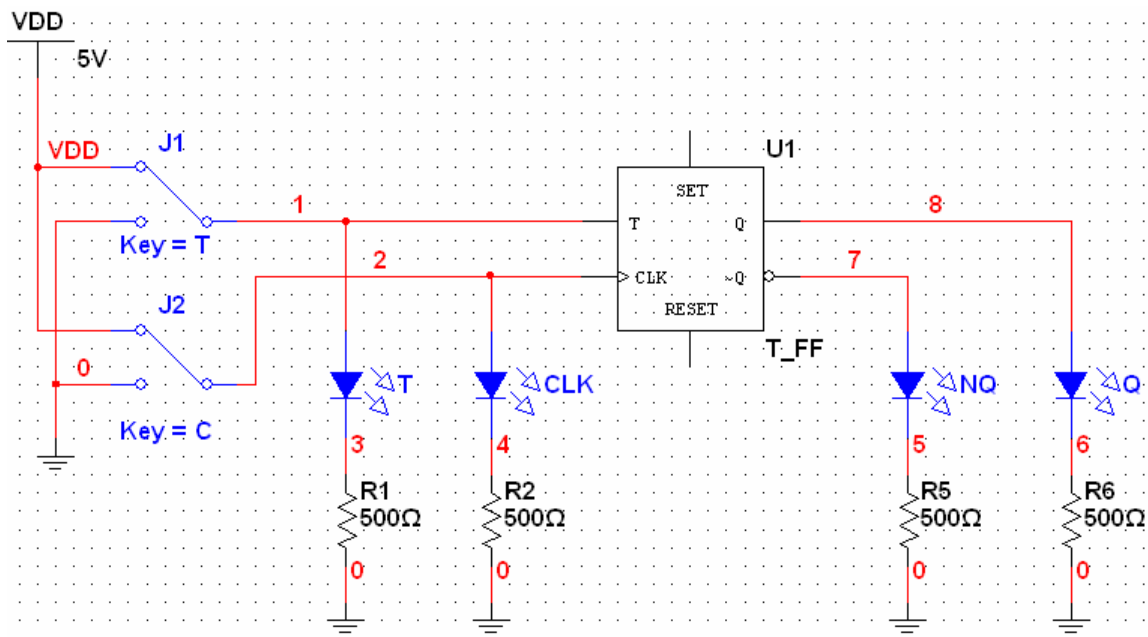
Po włączeniu symulacji należy kilkanaście razy zmienić stan przełącznika wejściowego i zaobserwować zmiany stanów poszczególnych sygnałów.

4.4. Badanie przerzutników JK i T.

Obok poznanych wcześniej typów przerzutników w technice cyfrowej stosuje się również przerzutniki JK i T. W oparciu o schematy na Rys.7 i 8 należy zbadać zasadę ich działania w sposób analogiczny do poprzednich punktów. W sprawozdaniu należy umieścić tabele przejść przerzutników i wyjaśnić zasadę ich działania.



Rys.7. Schemat do badania przerzutnika JK.



Rys.8. Schemat do badania przerzutnika T.

5. Opracowanie wyników

W sprawozdaniu z ćwiczenia należy:

- narysować schematy badanych układów,
- wypełnić tabele przejść przerzutników,
- wyjaśnić zasadę działania poszczególnych przerzutników,
- wyjaśnić na podstawie przeprowadzonych symulacji na czym polega synchronizacja poziomem i zboczem sygnału,
- wyciągnąć wnioski.

6. Literatura

- [1] U. Tietze, Ch. Schenk „Układy półprzewodnikowe”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996, Rozdział 10.1 „Przerzutniki scalone” (s. 253-261)
- [2] P. Horowitz, W. Hill „Sztuka elektroniki. Część 2.”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1995, Rozdziały 8.16, 8.17 (s. 45-51)