

# **ĆWICZENIE nr 3**

## **LICZNIKI I REJESTRY**

Dokument służy wyłącznie do celów indywidualnego kształcenia.  
Zabrania się utrwalania, przekazywania osobom trzecim oraz rozpowszechniania.

### 1.1 Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest praktyczne poznanie układów liczników oraz rejestrów zbudowanych przy pomocy prostych układów cyfrowych.

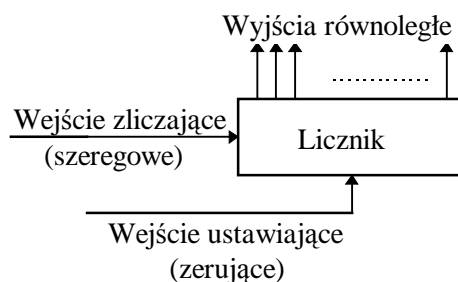
### 1.2 Wprowadzenie.

Liczniki są, obok rejestrów, typowymi układami funkcjonalnymi stosowanymi powszechnie w różnego rodzaju układach cyfrowych i służą do zliczania impulsów i pamiętania ich liczby. Podstawowym elementem licznika jest przerzutnik pracujący w układzie „dwójki liczącej”, który dzieli przez 2 częstotliwość impulsów podawanych na wejście zegarowe. W praktyce otrzymuje się go z przerzutników typu D lub JK, połączonych tak jak na Rys. 1.



Rys. 1. Układy „dwójki liczącej” przerzutników D i JK.

Na Rys. 2. przedstawiono ogólny schemat blokowy licznika impulsów. Impulsy zliczane podawane są na wejście zliczające licznika. Oprócz wejścia dla impulsów zliczanych, licznik ma zazwyczaj wejścia ustawiające jego stan początkowy. Ustawianie wszystkich przerzutników wchodzących w skład licznika, niezależnie od ich aktualnych



Rys. 2 Schemat blokowy licznika.

stanów, w stan 0 nazywa się zerowaniem. Stan licznika (jego zawartość) określony jest poprzez poziomy sygnałów poszczególnych jego stopni.

Licznik ma określoną pojemność  $n$ , zwaną też cyklem pracy licznika; oznacza to, że każdy stan licznika powtarza się po  $n$  impulsach wejściowych. Licznik taki nazywa się licznikiem modulo  $n$ . Pojemność licznika jest wyznaczona liczbą wszystkich możliwych stanów poszczególnych stopni (przerzutników).

Liczbę  $k$  nazywa się długością licznika. W celu umożliwienia łatwego przekształcenia różnych kombinacji sygnałów wyjściowych na liczby dziesiętne,

poszczególnym stopniom licznika przyporządkowuje się określone wagi i tak np. licznik złożony z czterech stopni posiada kolejno wagi 1, 2, 4, 8.

Liczniki o pojemnościach  $n = n_1, n_2, \dots, n_k$  można łączyć ze sobą otrzymując licznik o pojemności

$$n = n_1 * n_2 * \dots * n_k$$

Jeżeli wszystkie człony składowe licznika mają pojemność równą 2, to cały licznik jest nazywany dwójkowym o pojemności  $n = 2^k$ ; jeżeli zaś wszystkie człony składowe licznika mają pojemność równą 10 to, cały licznik jest nazywany dekadowym, a jego pojemność wynosi  $n = 10^k$ .

W pewnych przypadkach potrzebne są liczniki o zmiennej pojemności, zwane też licznikami o programowanej pojemności. Zmianę pojemności licznika realizuje się dwoma sposobami. Pierwszy polega na zmianie struktury logicznej układu w funkcji sygnałów sterujących pojemnością licznika, zaś drugi sposób - na zmianie stanu początkowego, od którego licznik rozpoczyna zliczanie impulsów po kolejnym napełnieniu się.

Licznik, którego zawartość zwiększa się pod wpływem impulsów podawanych na wejście zegarowe jednego (zazwyczaj pierwszego) przerzutnika, nazywa się licznikiem asynchronicznym. Natomiast licznik, w którym impulsy zliczane podawane są na wejścia zegarowe wszystkich jego przerzutników nazywa się licznikiem synchronicznym.

Z kolei licznik, w którym impulsy zliczane podawane są na wejścia zegarowe niektórych przerzutników nazywa się licznikiem asynchroniczno-synchronicznym. Licznik, którego zawartość wzrasta w trakcie liczenia kolejnych impulsów nazywa się licznikiem zliczającym w przód (ang. Count Up), jeśli natomiast zawartość licznika maleje - licznikiem zliczającym wstecz (ang. Count Down). Obydwa te liczniki określa się jako liczniki jednokierunkowe. Dwukierunkowym lub rewersyjnym (nawrotnym) jest licznik zliczający zarówno w przód jak i wstecz.

Podstawowymi parametrami liczników są: szybkość działania i czas ustalania się ich zawartości. Szybkość działania licznika określa maksymalna dopuszczalna częstotliwość impulsów zliczanych, zaś czas ustalania się jego zawartości jest czasem upływającym pomiędzy chwilą pojawienia się impulsu wejściowego, a ustaleniem się zawartości licznika, odpowiadającej danemu przypadkowi.

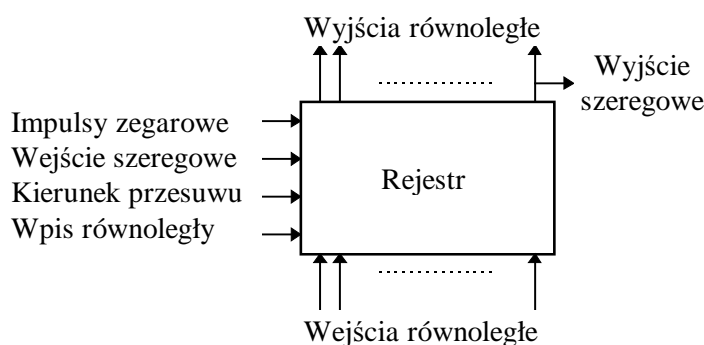
Maksymalny czas ustalania zawartości licznika asynchronicznego jest sumą czasów propagacji wszystkich przerzutników, zaś w liczniku synchronicznym równy jest sumie czasu propagacji 1 przerzutnika i czasów propagacji sygnału przez układy kombinacyjne realizujące zbiór funkcji przełączających, określonych mianem przeniesień.

Licznik synchroniczny zawierający układ kombinacyjny wytwarzający odpowiednie przeniesienia dla wejść informacyjnych przerzutników w sposób równoległy nazywa się licznikiem synchronicznym z przeniesieniem równoległym zaś licznik z układem kombinacyjnym szeregowym nazywa się licznikiem synchronicznym z przeniesieniem szeregowym.

Liczniki oprócz wejścia zliczającego i zerującego mogą mieć również wejścia równoległe, służące do wpisywania do nich dowolnej zawartości początkowej.

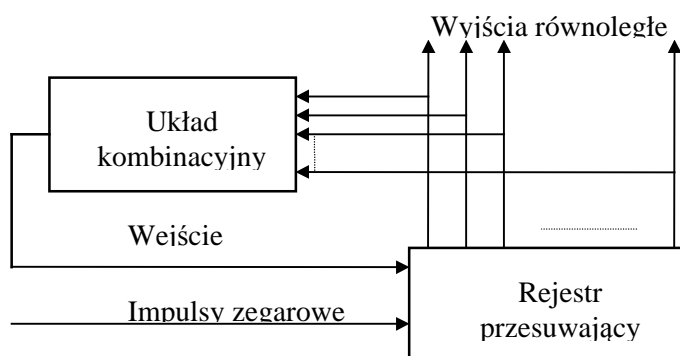
Wpisywanie równoległe może odbywać się niezależnie od zliczania - jest to tzw. wpisywanie asynchroniczne; wpisywanie odbywające się zgodnie z impulsami taktującymi licznik nazywa się wpisywaniem szeregowym.

Rejestrem nazywamy układ cyfrowy służący do przechowywania (pamiętania) informacji. Ze względu na rodzaj działania, rejestry dzielą się na pamiętające, przesuwające i liczące. rejestr pamiętający służy tylko do pamiętania określonej liczby bitów informacji. Rejestr przesuwający jest to zespół przerzutników połączonych w ten sposób, że informacja z każdego przerzutnika może być przesłana do sąsiedniego przerzutnika. Rejestr przesuwający jest układem synchronicznym. Schemat blokowy rejestru przesuwającego przedstawia Rys. 3.



**Rys. 3 Schemat blokowy rejestru przesuwającego.**

Rejestr liczący jest to układ złożony z rejestru przesuwającego oraz obwodu sprzężenia zwrotnego generującego sygnał podawany na wejście szeregowe rejestru. Sygnał ten jest funkcją sygnałów wejściowych rejestru przesuwającego. Schemat blokowy rejestru liczącego przedstawia Rys. 4.



**Rys. 4 Schemat blokowy rejestru liczącego.**

Najczęściej stosowanymi rejestrami liczącymi są: licznik pierścieniowy i licznik Johnsona.

Ze względu na sposób wprowadzania informacji rejestry dzielą się na:

- rejestry szeregowo - umożliwiające wprowadzenie i wyprowadzenie informacji kolejno bit po bicie (SISO),
- rejestry równoległe, umożliwiające wprowadzanie i wyprowadzanie informacji jednocześnie do wszystkich i ze wszystkich pozycji rejestru (PIPO),
- szeregowo-równoległe (SIPO), umożliwiające szeregowe wprowadzanie i równoległe wyprowadzanie informacji,
- równoległo-szeregowe (PISO), umożliwiające równoległe wprowadzanie i szeregowe wyprowadzanie informacji.

Rejestry szeregowo charakteryzują się możliwościami przesuwania wprowadzonej informacji w prawo lub w lewo - rejestry jednokierunkowe, bądź też zarówno w prawo jak i w lewo - rejestry rewersyjne, dwukierunkowe.

Z zespołu rejestrów równoległych budowane są często pamięci buforowe, służące do przechowywania informacji podawanej w sposób równoległy. Parametrami charakteryzującymi rejestry są:

- długość rejestru, równa liczbie  $n$  jego przerzutników,
- szybkość pracy rejestru (dla rejestru szeregowego będzie to maksymalna dopuszczalna częstotliwość impulsów przesuwających, przy której nie następuje zniekształcenie informacji zawartej w rejestrze).

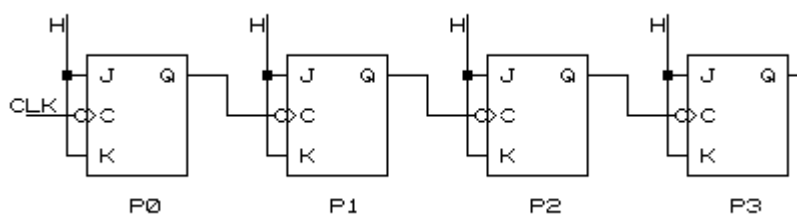
### **1.3 Pytania sprawdzające.**

- 1) Jak można podzielić liczniki ze względu na kierunek zliczania?
- 2) Jakie liczniki nazywamy asynchronicznymi, a jakie synchronicznymi?
- 3) Określić maksymalną częstotliwość impulsów wejściowych, przy której jest jeszcze prawidłowy przebieg zliczania w liczniku asynchronicznym.
- 4) Ile wynosi maksymalny czas ustalenia zawartości licznika asynchronicznego oraz synchronicznego?
- 5) Omówić stosowane sposoby zmiany pojemności licznika.
- 6) Przedstawić podział rejestrów.
- 7) Omówić rejestry przesuwające.
- 8) Omówić działanie rejestrów liczących.
- 9) Omówić rejestry liniowe.

### **1.4 Program ćwiczenia.**

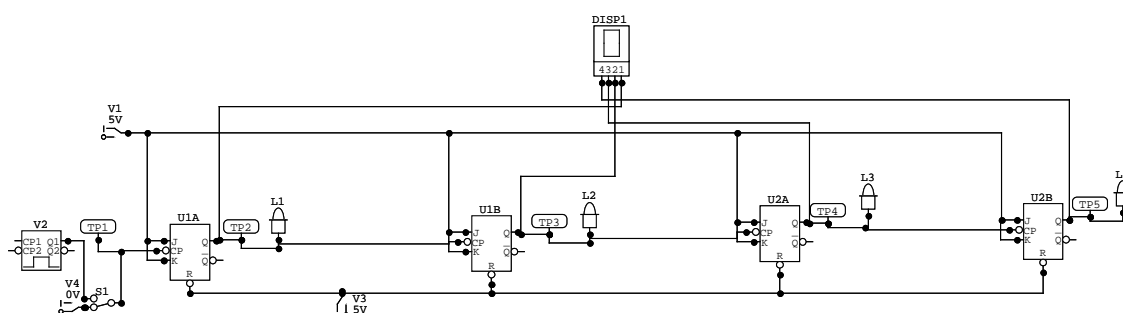
#### **1.4.1 Licznik dwójkowy asynchroniczny zliczający w przód.**

Idea budowy czterobitowego licznika asynchronicznego liczącego w przód przedstawiona jest na rysunku 5. Układ składa się z czterech przerzutników JK pracujących jako dwójka licząca (na wejściach JK przerzutników wymuszony jest stan wysoki). Przerzutniki połączone są szeregowo – wyjście Q przerzutnika połączone jest z wejściem zegarowym następnego przerzutnika wchodzącego w skład licznika. Impulsy zliczane podawane są na wejście zegarowe pierwszego przerzutnika.



**Rys. 5 Schemat licznika dwójkowego asynchronicznego zliczającego w przód.**

Zmontować układ według rysunku 6, wykorzystując przerzutnik JKRN. Na wejściach JK i R ustawić stan wysoki, wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V4 i podawać impulsy zegarowe.



**Rys. 6 Schemat pomiarowy licznika dwójkowego asynchronicznego zliczającego w przód.**

Wyniki wpisać do Tabeli 1 (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).

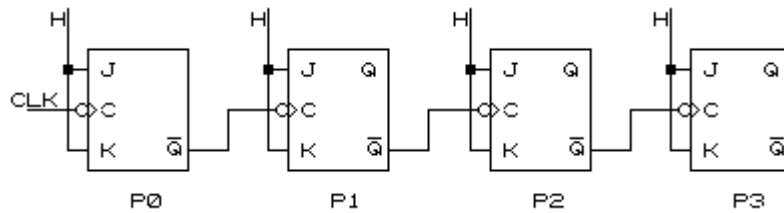
Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.

**Tabela.1**

Impuls	Q3	Q2	Q1	Q0
0				
1				
2				
...				
14				
15				
16				

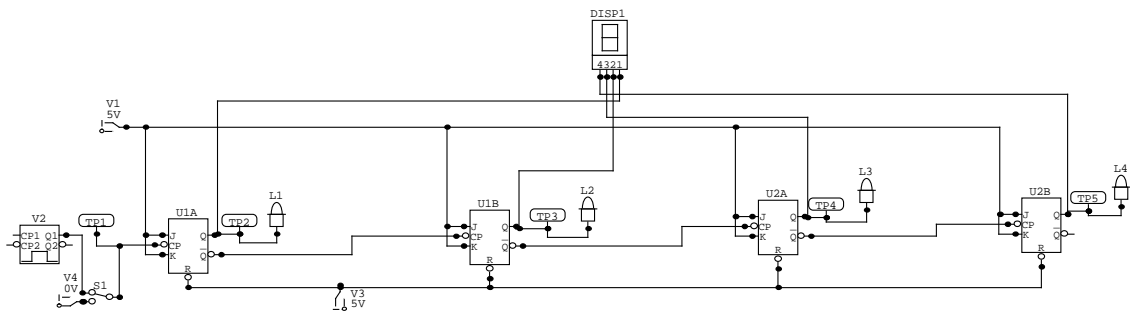
### 1.4.2 Licznik dwójkowy asynchroniczny zliczający wstecz.

Idea budowy czterobitowego licznika asynchronicznego liczącego w tył przedstawiona jest na rysunku 7. Układ składa się z czterech przerzutników JK pracujących jako dwójka licząca (na wejściach JK przerzutników stan wysoki). Przerzutniki połączone są szeregowo – wyjście NIEQ przerzutnika połączone jest z wejściem zegarowym następnego przerzutnika wchodzącego w skład licznika. Impulsy zliczane podawane są na wejście zegarowe pierwszego przerzutnika.



**Rys. 7 Schemat licznika dwójkowego asynchronicznego zliczającego wstecz.**

Zmodyfikować poprzedni układ według rysunku 8, Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V4 i podawać impulsy zegarowe. Wyniki wpisać do tabeli 2 (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).



**Rys. 8 Schemat pomiarowy licznika dwójkowego asynchronicznego zliczającego wstecz.**

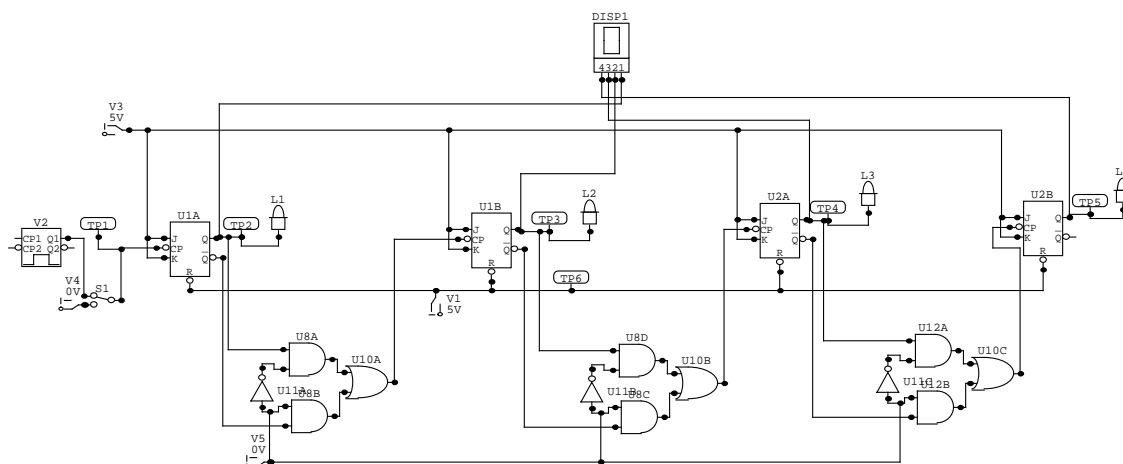
**Tabela.2**

Impuls	Q3	Q2	Q1	Q0
0				
1				
2				
...				
14				
15				
16				

Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.

### 1.4.3 Licznik dwójkowy asynchroniczny rewersyjny

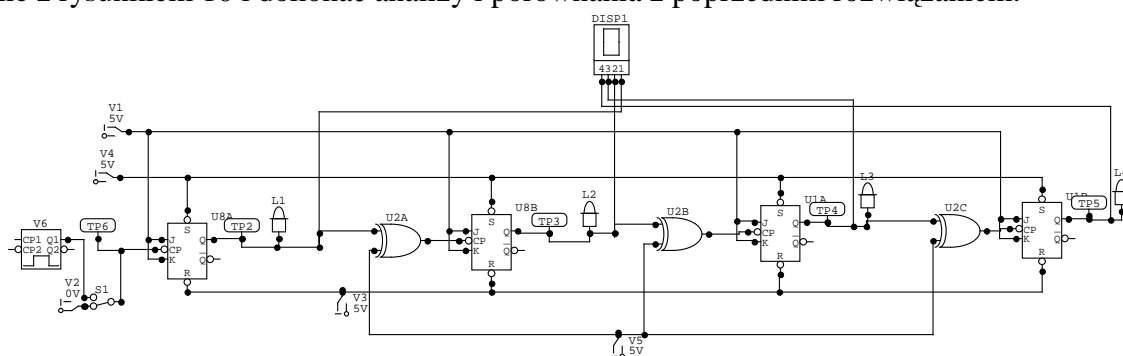
Zmodyfikować poprzedni układ zgodnie z rysunkiem 9, Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V4, ustawić kierunek zliczania zadajnikiem V5- (stan niski) i podawać impulsy zegarowe. Wyniki (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4). wpisać do tabeli Czynności powtórzyć zmieniając kierunek zliczania zadajnikiem V5- (stan wysoki)



**Rys. 9 Schemat pomiarowy licznika dwójkowego asynchronicznego rewersyjnego.**

Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu przy zliczaniu impulsów w obu kierunkach.

Zbudować układ licznika dwójkowego asynchronicznego rewersyjnego w wersji 2 zgodnie z rysunkiem 10 i dokonać analizy i porównania z poprzednim rozwiązaniem.



**Rys. 10 Schemat pomiarowy licznika dwójkowego asynchronicznego rewersyjnego wersja 2.**



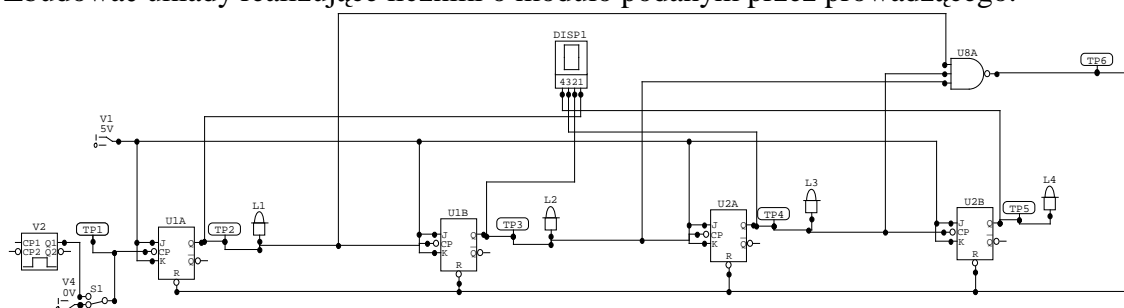
#### 1.4.4 Licznik dwójkowy asynchroniczny „modulo n”.

Przykładowy schemat licznika modulo (modulo 7) przedstawia rysunek 11.

Zmontować układ według rysunku 11, wykorzystując przerzutnik JKRN. Na wejściach JK ustawić stan wysoki, wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V4 i podawać impulsy zegarowe. Wyniki wpisać do tabeli (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).

Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.

Zbudować układy realizujące liczniki o modulo podanym przez prowadzącego.



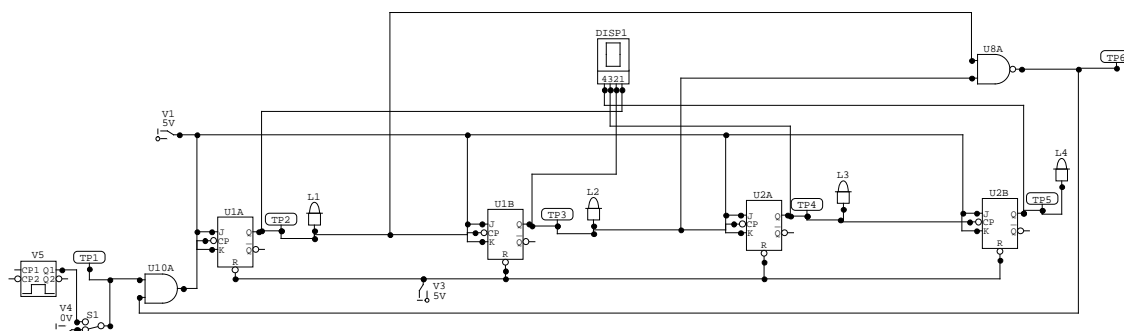
**Rys. 11 Schemat pomiarowy licznika dwójkowego asynchronicznego modulo 7.**

#### 1.4.5 Licznik dwójkowy asynchroniczny „do n”.

Zmontować układ według rysunku 12, wykorzystując przerzutnik JKRN. Na wejściach JK, R ustawić stan wysoki, wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V4 i podawać impulsy zegarowe. Wyniki wpisać do tabeli (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).

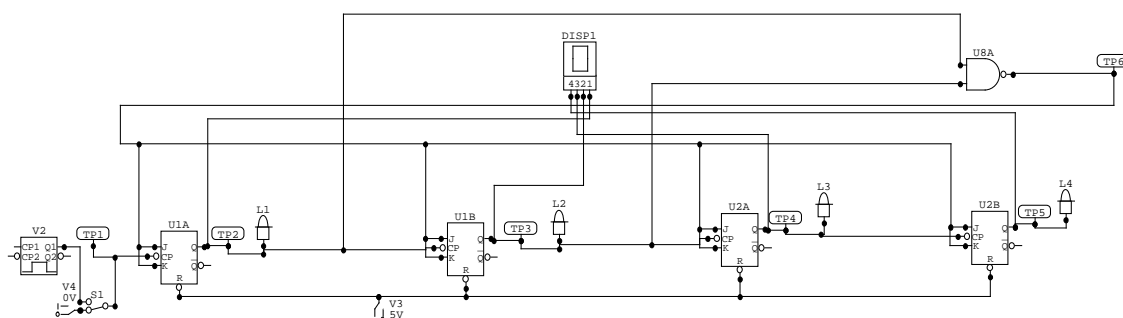
Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.

Zbudować układy realizujące liczniki liczące do liczby podanej przez prowadzącego.



**Rys. 12 Schemat pomiarowy licznika dwójkowego asynchronicznego „do 3”. wersja 1.**

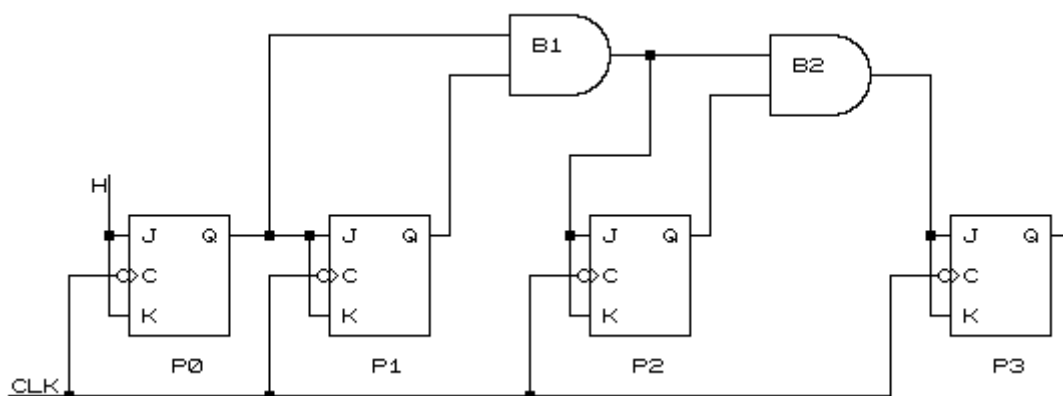
Zbudować układ licznika dwójkowego asynchronicznego liczącego „do” w wersji 2 zgodnie z rysunkiem 13 i dokonać analizy i porównania z poprzednim rozwiązaniem.



**Rys. 13 Schemat pomiarowy licznika dwójkowego asynchronicznego „do 3”. wersja 2.**

#### 1.4.6 Licznik dwójkowy synchroniczny z przeniesieniem szeregowym.

Idea budowy czterobitowego licznika synchronicznego z przeniesieniem szeregowym przedstawiona jest na rysunku 14. Układ składa się z czterech

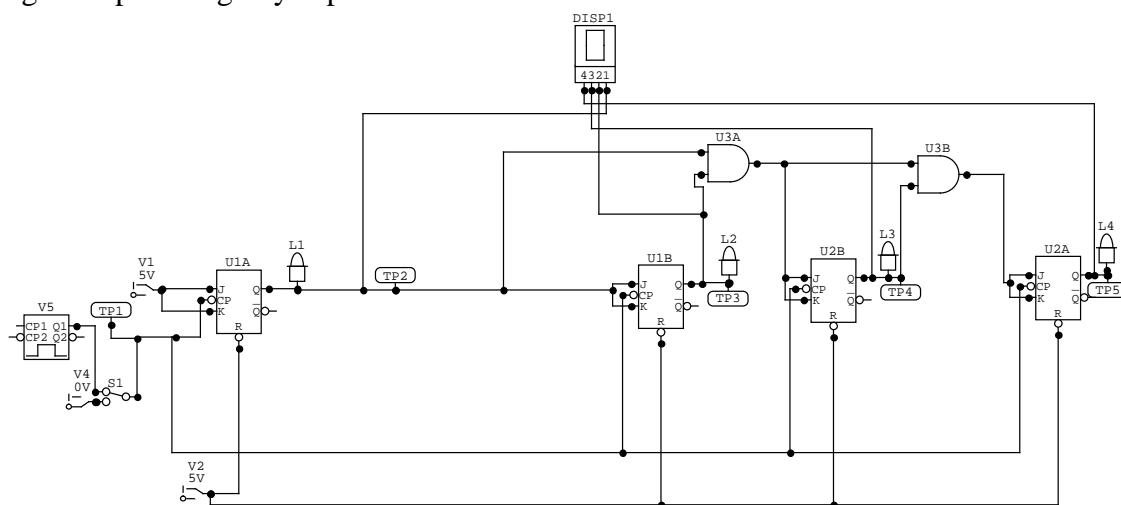


**Rys. 14 Schemat licznika dwójkowego synchronicznego z przeniesieniem szeregowym.**

przerzutników JK. Na wejściach JK pierwszego przerzutnika wymuszony jest stan wysoki dzięki czemu pracuje jak dwójka licząca. Zliczane impulsy są dostarczane jednocześnie do wszystkich przerzutników licznika. Zmiana stanu następuje tylko w tych stopniach licznika, do których doprowadzono poziom jedynki do wejść J i K. Pierwszy stopień pracuje identycznie jak w liczniku asynchronicznym. Następne przerzutniki zmieniają swój stan pod warunkiem, że wszystkie poprzedzające stopnie licznika mają stan wysoki (jedynka logiczna). W celu wykrycia tego warunku stosuje się bramki AND.

Zmontować układ według na Rys 15. Na wejścia JK pierwszego przerzutnika i wejściach resetujących ustawić stan wysoki, wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V4 i podawać impulsy zegarowe. Wyniki wpisać do tabeli (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).

Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.

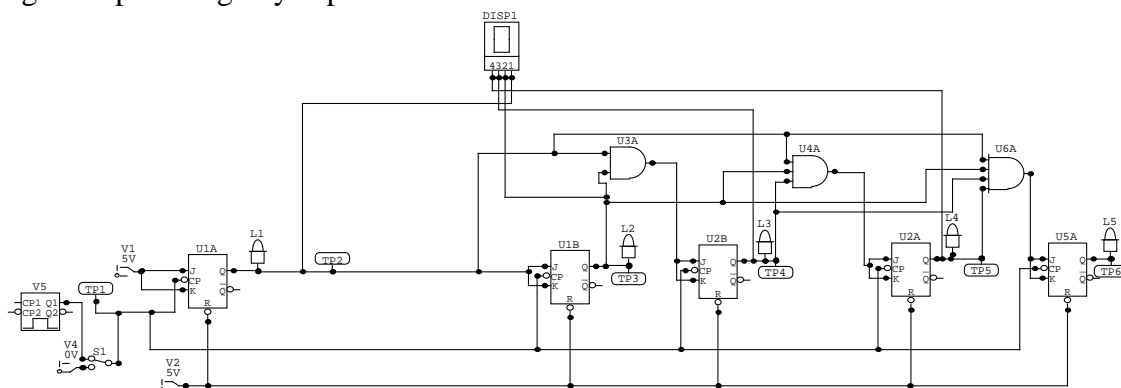


**Rys. 15 Schemat licznika dwójkowego synchronicznego z przeniesieniem szeregowym.**

#### 1.4.7 Licznik synchroniczny z przeniesieniem równoległym.

Zmontować układ według na Rys 16, wyzerować układ. Na wejścia JK pierwszego przerzutnika i wejściach resetujących ustawić stan wysoki, wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V4 i podawać impulsy zegarowe. Wyniki wpisać do tabeli (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).

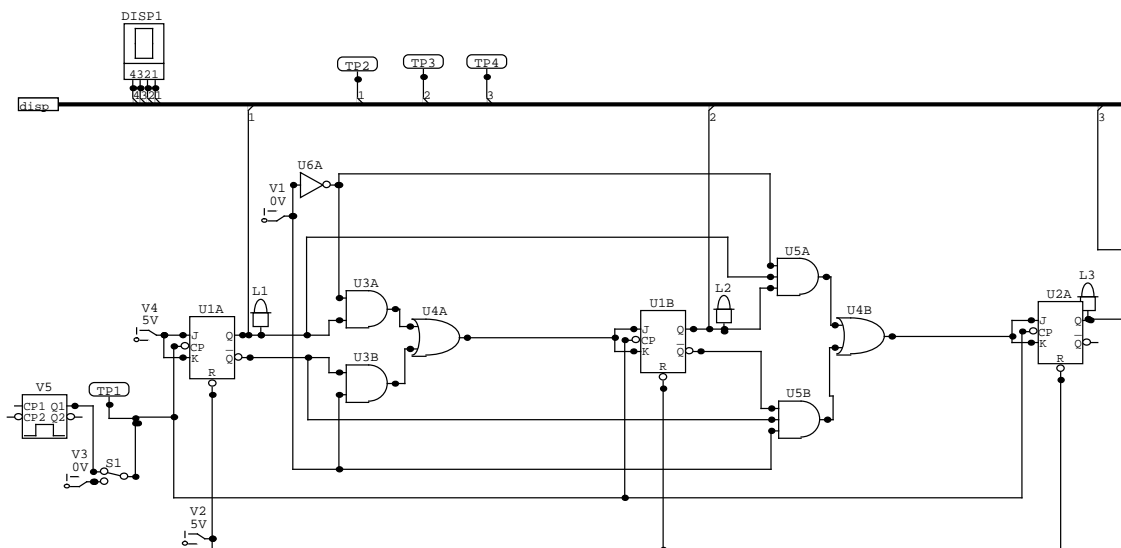
Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.



**Rys. 16 Schemat licznika synchronicznego z przeniesieniem równoległym.**

### 1.4.8 Licznik rewersyjny synchroniczny

Zmodyfikować poprzedni układ zgodnie z rysunkiem 17, Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V3, ustawić kierunek zliczania zadajnikiem V1- (stan niski) i podawać impulsy zegarowe. Wyniki (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4). wpisać do tabeli Czynności powtórzyć zmieniając kierunek zliczania zadajnikiem V1- (stan wysoki).



**Rys. 17 Schemat montażowy licznika rewersyjnego synchronicznego.**

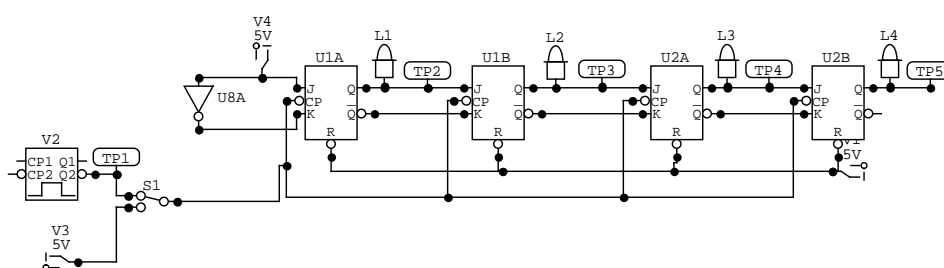
**Tabela.**

Impuls	Q3	Q2	Q1	Q0
<b>V1=0</b>				
1				
2				
...				
15				
16				
<b>V1=1</b>				
1				
2				
...				
15				
16				

#### 1.4.9 Rejestr przesuwający jednokierunkowy.

Zmontować układ według na Rys 18. Na wejście J pierwszego przerzutnika i wejściach resetujących ustawić stan wysoki, wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V3 i podawać impulsy zegarowe. Wyniki wpisać do tabeli (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).

Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.

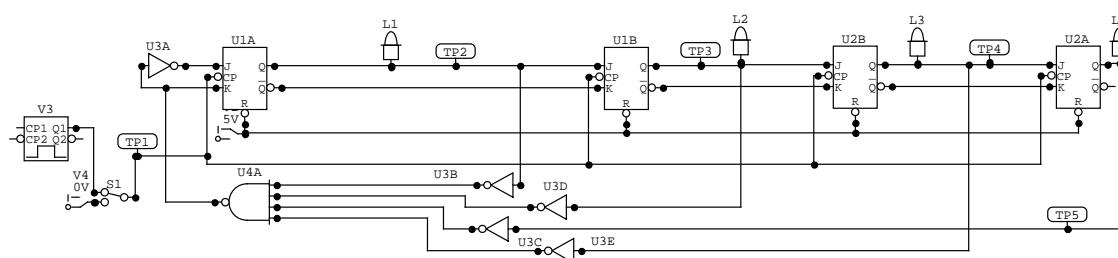


**Rys. 18 Schemat rejestru przesuwającego jednokierunkowego.**

#### 1.4.10 Licznik pierścieniowy samokorygujący.

Zmontować układ według na Rys 19. Na wejściach resetujących ustawić stan wysoki, wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V4 i podawać impulsy zegarowe. Wyniki wpisać do tabeli (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).

Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.

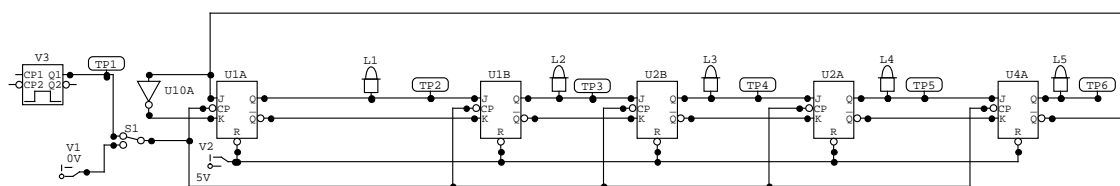


**Rys. 19 Schemat licznika pierścieniowego samokorygującego.**

#### 1.4.11 Licznik pseudopierścieniowy - Johnsona.

Zmontować układ według na Rys 20. Na wejściach resetujących (zadajnik V2) ustawić stan wysoki, wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V1 i podawać impulsy zegarowe. Wyniki wpisać do tabeli (Q0 – L1, Q1 – L2, Q2 – L3, Q3 – L4).

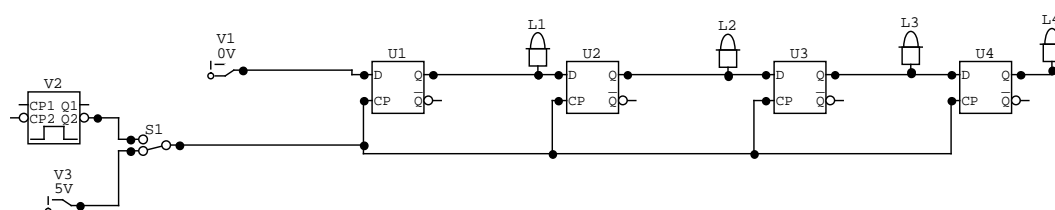
Zmienić przełącznikiem S1 „Rodzaj zegara” na generator przebiegu prostokątnego (Pulser), włączyć podgląd przebiegów. Dokonać analizy prezentowanych przebiegów w poszczególnych punktach układu.



**Rys. 20 Schemat licznika pseudopierścieniowego - Johnsona.**

#### 1.4.12 Rejestr szeregowy.

Zmontować układ według na Rys 21 a następnie wyzerować układ (RESET). Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V3. Na wejściu szeregowym rejestru ustawić wartość 0 lub 1 a następnie podać impuls zegarowy zadajnikiem V3. Czynność powtórzyć czterokrotnie. Po czterech taktach liczba zostanie wprowadzona do rejestru. Wyniki zanotować w tabeli.

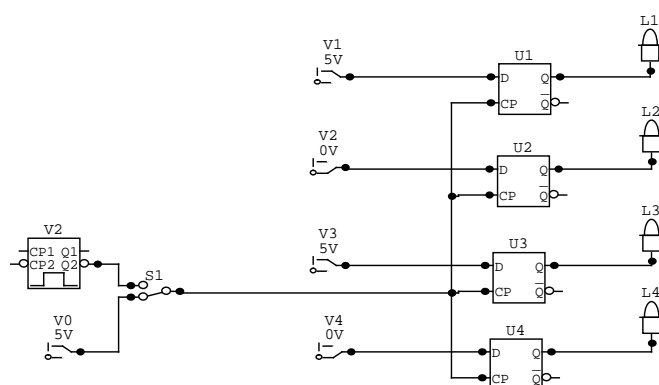


**Rys. 21 Schemat rejestru szeregowego.**

#### 1.4.13 Rejestr równoległy

Zmontować układ według na Rys 22 a następnie wyzerować układ (RESET). Na wejściach rejestru (zadajniki V1, V2, V3, V4) ustawić stan 1010,. Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V0 i podać impuls zegarowy. Na wyjściach rejestru pojawi się wpisana wartość.

Zweryfikować działanie rejestru dla kilku wybranych wartości wejściowych.

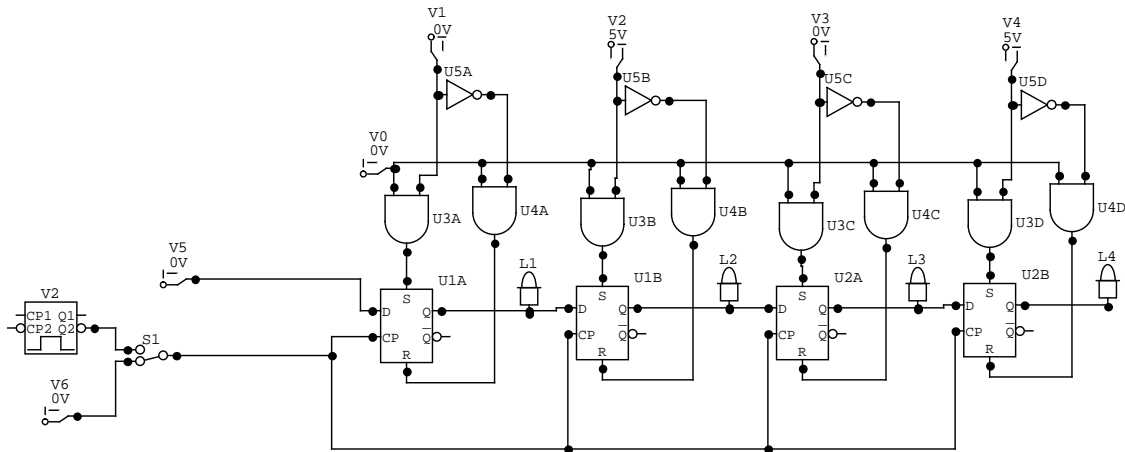


**Rys. 22 Schemat rejestru równoległego**

#### 1.4.14 Rejestr szeregowy z wpisem równoległym.

Zmontować układ według na Rys 23 a następnie wyzerować układ (RESET). Na równoległych wejściach rejestru (zadajniki V1, V2, V3, V4) ustawić stan 0101, zadajnikiem V0 dokonać wpisu do rejestru. Na wejściu szeregowym zadajnik V5

ustawić wartość 0. Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V6 i podawać impulsy zegarowe. Po czterech taktach informacja z rejestru zostanie wyprowadzona w sposób szeregowy. Zweryfikować działanie rejestru dla kilku wybranych wartości wejściowych (szeregowych i równoległych).

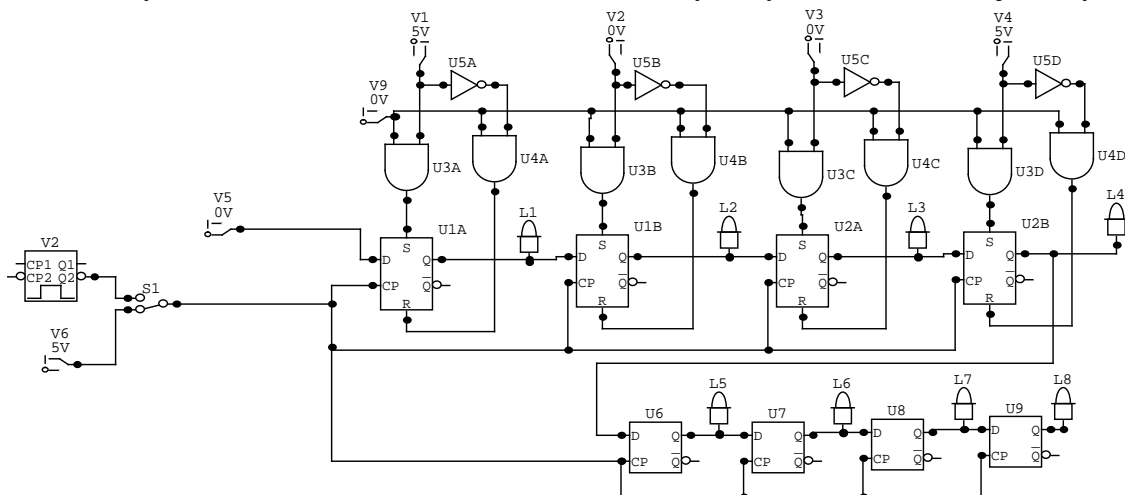


Rys. 23 Schemat rejestru szeregowego z wpisem równoległym..

#### 1.4.15 Transmisja szeregową z wykorzystaniem rejestrów.

Zmontować układ według na Rys 23 a następnie wyzerować układ (RESET). Na równoległych wejściach rejestru (zadajniki V1, V2, V3, V4) ustawić stan 0101, zadajnikiem V0 dokonać wpisu do rejestru. Na wejściu szeregowym zadajnik V5 ustawić wartość 0. Połączyć wejście „Rodzaj zegara” (przełącznik S1) z zadajnikiem stanów V6 i podawać impulsy zegarowe. W takt impulsów zegarowych informacja z rejestru nadawczego będzie wyprowadzana szeregowo i jednocześnie szeregowo odbierana przez rejestr odbiorczy. W tym przypadku przesłanie czterech bitów wymaga czterech taktów zegara.

Zweryfikować działanie układu dla kilku wybranych wartości wejściowych.



Rys. 24 Schemat układu transmisji szeregową z wykorzystaniem rejestrów.

### **1.5 Opracowanie ćwiczenia.**

Dla każdego badanego licznika i rejestru sporządzić na podstawie otrzymanych tablic stanów odpowiednie wykresy przebiegów czasowych.