

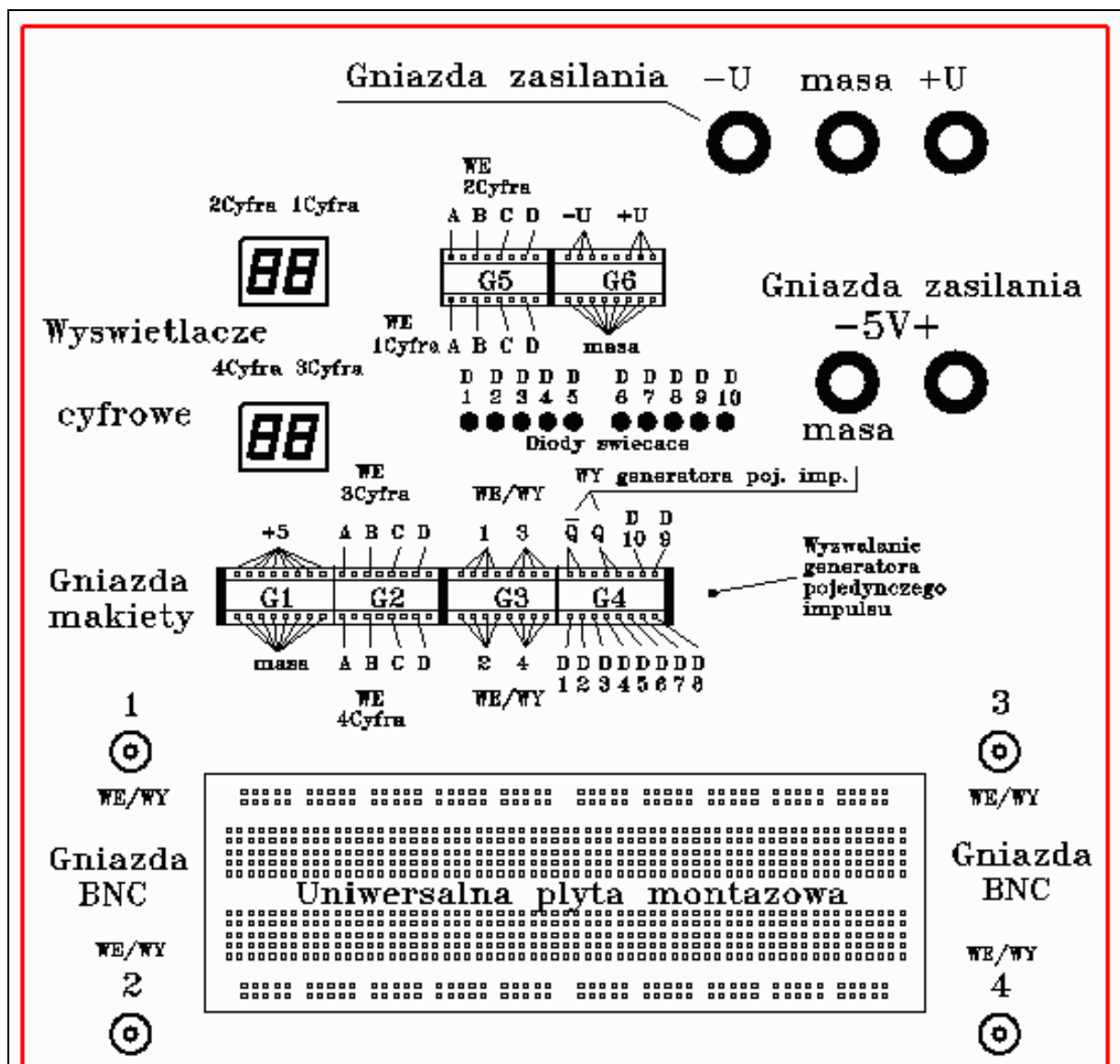
# Cyfrowe układy scalone

## 1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie studentów z podstawami techniki cyfrowej w praktyce. Głównym celem ćwiczenia jest zbudowanie licznika 4-bitowego w oparciu o przeznaczniki D.

## 2 Makieta

Ćwiczenie wykonuje się na uniwersalnej makiecie, przedstawionej na rysunku 1, pozwalającej montować układy elektroniczne bez użycia połączeń lutowanych.



Rysunek 1: Płyta czołowa makiety uniwersalnej.

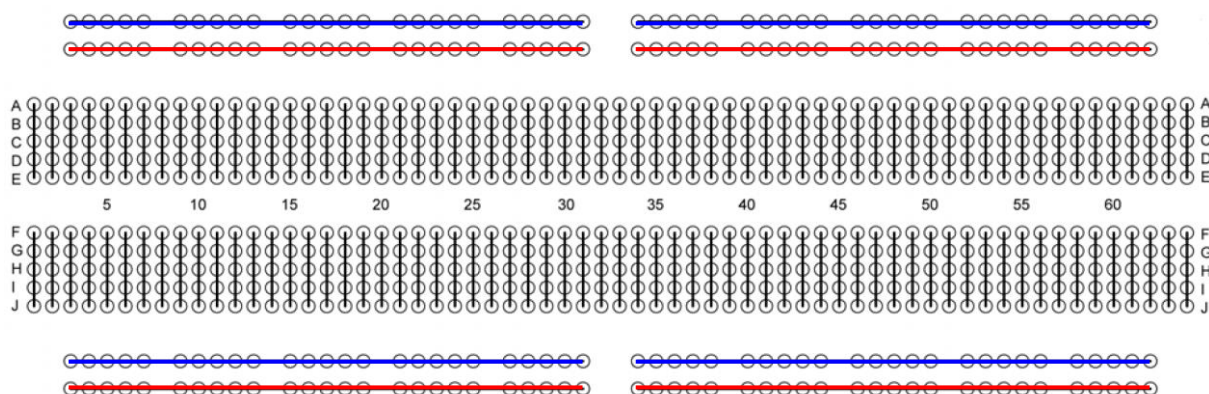
Makieta pracuje prawidłowo po doprowadzeniu do jej zacisków, oznaczonych symbolami (- 5 V +) napięcia ( $5 \pm 0.25$ ) V z zewnętrznego zasilacza. Przed podłączeniem

makiety do zasilacza należy za pomocą woltomierza sprawdzić wartość napięcia na zaciskach zasilacza. Prawidłowe zasilanie makiety sygnalizuje świecenie diod D1-D10.

Umieszczone na mackiecie montażowej gniazda G1 - G4 spełniają następujące funkcje:

- **Gniazdo G1** podaje napięcie zasilające (+5V) i masę układu.
- **Gniazdo G2 i G5** dekodera BCD obsługuje dwa wyświetlacze cyfrowe. Odpowiednie cyfry dziesiętne w kodzie BCD (Binary Coded Decimal 8421) wyświetlane są na wyświetlaczu cyfrowym po podaniu na jego wejścia słowa czterobitowego (wejścia A, B, C, D).
- Gniazdo G3 obsługuje cztery koncentryczne gniazda wejścia/wyjścia typu BNC.
- **Gniazdo G4 służy do sterowania diodami D1-D10, wykorzystywanymi do detekcji stanów logicznych.** Stany te po doprowadzeniu do wejść diod świecących D1 - D10 wyświetlane są na mackiecie zgodnie z konwencją logiczną: „0” logiczne = dioda nie świeci, „1” logiczna = dioda świeci. Należy jednak zauważyć, że zgodnie ze standardem TTL, niepodłączone wejście układu cyfrowego jest rozumiane jako logiczna „1” i powoduje także świecenie diody.
- Wyjścia  $Q$  oraz  $\sim Q$  (zaprzeczenie  $Q$ ) gniazda G4 są wyjściami ręcznie wyzwalanego generatora impulsów pojedynczych.
- Dodatkowe trzy gniazda zasilające (-U, +U, masa) służą do doprowadzenia napięć poza standardem TTL.

Montażu układów elektronicznych dokonuje się na uniwersalnej płytce montażowej, na której umieszcza się układy scalone, oporniki, kondensatory, diody itp. Połączenie elementów elektronicznych zgodnie z zaprojektowanym schematem wykonuje się za pomocą zewnętrznych kabelków zakończonych cienkimi końcówkami lub wykorzystując już przygotowane wewnętrzne połączenia w mackiecie. Za pomocą kabelków doprowadza się do układów napięcie zasilające z gniazd makiety oraz podłącza odpowiednie wejścia / wyjścia (np. generator, oscyloskop). Układ połączeń wewnętrznych na płytce montażowej jest przedstawiony na rysunku 2.



Rysunek 2: Układ połączeń wewnętrznych płytki montażowej. Linie pokazują, które grupy otworów są połączone ze sobą.

Warto przygotować płytkę montażową do dalszej pracy, podłączając zasilanie +5V do przynajmniej jednej magistrali zasilania, zaznaczonej czerwoną linią, a masę do przynajmniej jednej magistrali masy, zaznaczonej niebieską linią.

## 3 Ćwiczenia

### 3.1 Bramka logiczna na makiemie

Aby oswoić się z działaniem makiety, zbadaj działanie rzeczywistego układu cyfrowego zawierającego bramki NAND UCY 7400.

Zainstaluj układ UCY 7400 na płytce, pamiętając o układzie połączeń na płytce montażowej. Schemat połączeń wewnętrznych układu 7400 przedstawiono na rysunku 6 w suplemencie instrukcji.

Zasil układ scalony napięciem +5V, podłączając odpowiedni UCY 7400 do magistrali zasilania, lub innego wyprowadzenia zasilania, a pin masy do masy makiety.

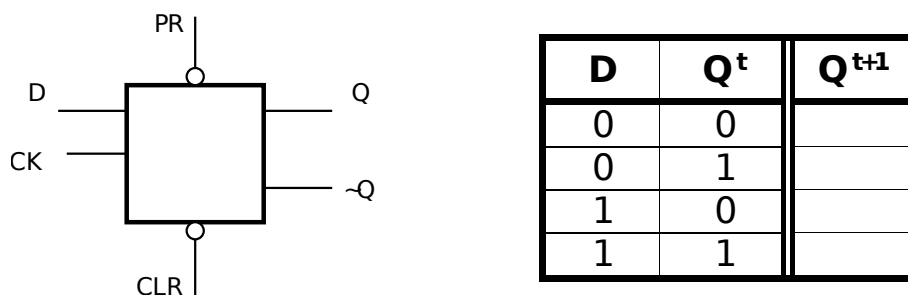
Na wejścia  $X_1$  i  $X_2$  bramki logicznej podawaj kolejno sygnały niski ("0", masa) lub wysoki ("1", +5 V), podłączając przewody do odpowiednich otworów makiety. Obserwuj zmiany stanów diody świecącej podłączonej do wyjścia bramki.

Sprawdź tabelę prawdy dla bramki NAND.

Następnie podłącz na jedno z wejść bramki logicznej periodyczny sygnał prostokątny (w standardzie TTL) z generatora, a na drugie wejście ręcznie podaj stan niski lub wysoki. Zaobserwować istotę działania "bramki" przepuszczającej lub blokującej impulsy.

### 3.2 Przerzutnik D na makiemie

Zainstaluj układ scalony UCY 7474, zawierający 2 przerzutniki D, na płytce montażowej. Schemat przerzutnika D znajduje się na rys. 3, natomiast schemat połączeń układu UCY 7474 na rys. 7 w suplemencie instrukcji. Zasil układ scalony, a na wejście zega-

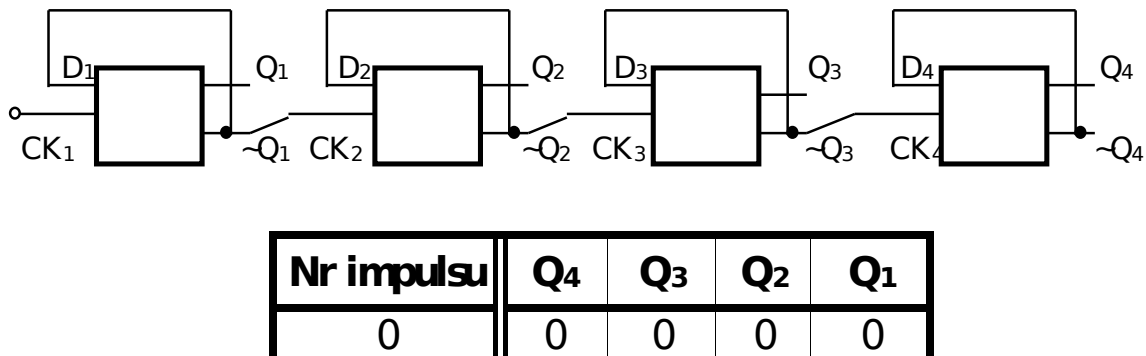


Rysunek 3: Schemat przerzutnika D.

rowe wybranego przerzutnika oraz jedną z diod podaj sygnał prostokątny z generatora w standardzie TTL o częstotliwości nie przekraczającej 10 Hz. Wyjście  $Q$  przerzutnika podłącz do drugiej diody. Aby zapewnić stabilne działanie układu, na wejścia asynchroniczne przerzutnika podaj stan wysoki. Na wejście informacyjne przerzutnika podawaj sygnały wysoki i niski, obserwując, w którym momencie zmienia się stan na wyjściu przerzutnika. Sprawdzić tabelę prawdy dla przerzutnika D.

### 3.3 Licznik na przerzutnikach D

Wykorzystując 2 układy scalone UCY 7474, zmontuj licznik 4-bitowy wg schematu z rysunku 4. Na wejście zegarowe pierwszego przerzutnika podaj sygnał prostokątny z generatora w standardzie TTL o częstotliwości nie przekraczającej 10 Hz. Standardowe wyjścia przerzutników podłącz do kolejnych diod. Sprawdź, czy licznik zlicza sygnały zegarowe.



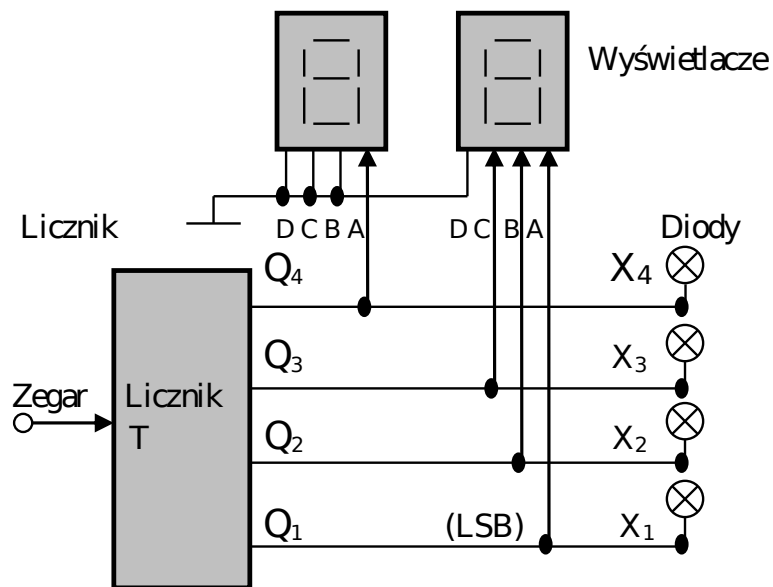
Rysunek 4: Schemat licznika 4-bitowego na przerzutnikach D.

### 3.4 Układ scalony licznika i wyświetlacz segmentowy

Ostatnia część ćwiczenia polega na podłączeniu licznika do wyświetlacza BCD.

Ćwiczenie można uprościć, zastępując licznik z poprzedniej części ćwiczenia układem licznika UCY 7493. Jest to licznik 4-bitowy zbudowany na przerzutnikach J-K. Zaletą tej zmiany jest zmniejszenie liczby połączeń. Schemat układu UCY 7493 znajduje się na rys. 8 w suplemencie instrukcji.

Wyjścia licznika podłącz do odpowiednich wejść wyświetlaczy 7-segmentowych, zgodnie ze schematem z rysunku 5. Przy podłączeniach wyjść licznika na wyświetlacze zwróć



Rysunek 5: Schemat podłączenia licznika do wyświetlaczy BCD.

uwagę na kolejność podłączanych bitów – od najmniej znaczącej pozycji LSB (Least Significant Bit) do najbardziej znaczącej pozycji MSB (Most SB). Do wejścia zegarowego licznika podłącz sygnał w standardzie TTL z generatora funkcyjnego. Częstotliwość sygnału nie powinna przekraczać 10 Hz.

Wyświetlacz BCD w tym podłączeniu wyświetla liczbę binarną w systemie ósemkowym. Grupując bity w triady ( $2^3 = 8$ ) i odczytując liczby w każdej triadzie, otrzymamy liczbę zapisaną w systemie ósemkowym.

binarnie: 101 111 001  
 ósemkowo: 5 7 1

czyli:  
 $101\ 111\ 001_{(2)} = 571_{(8)}$

### 3.5 Dekoder, licznik w trybie modulo 10 i wyświetlacz dziesiętny- zadanie dodatkowe

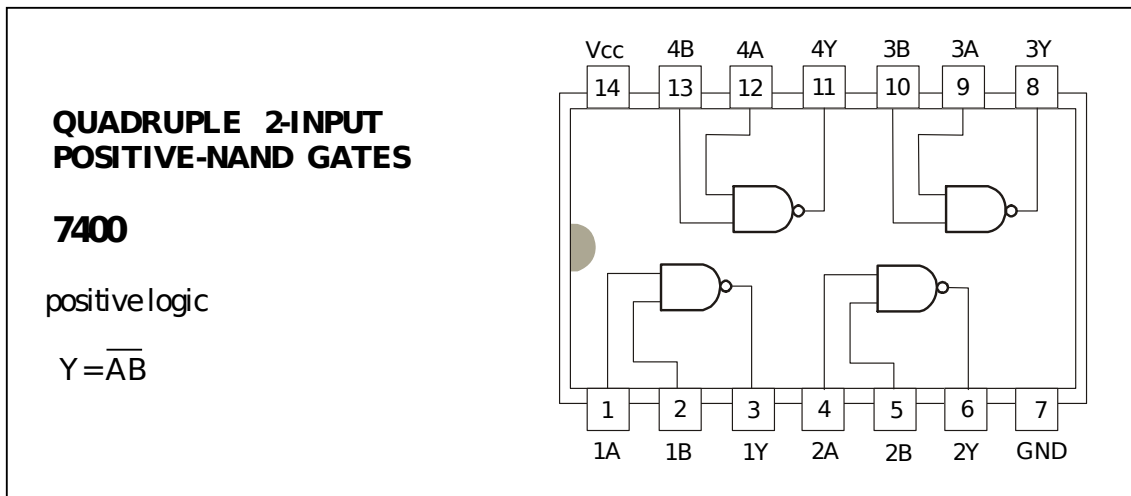
Zadaniem dodatkowym jest opracowanie sposobu wyświetlania wyniku licznika na wyświetlaczu siedmiosegmentowym w sposób dziesiętny. W tym celu należy wykorzystać projekt dekodera liczby 10, wykonany na ćwiczeniu na układach cyfrowych na platformie Circuit Lab.

Wskazówki:

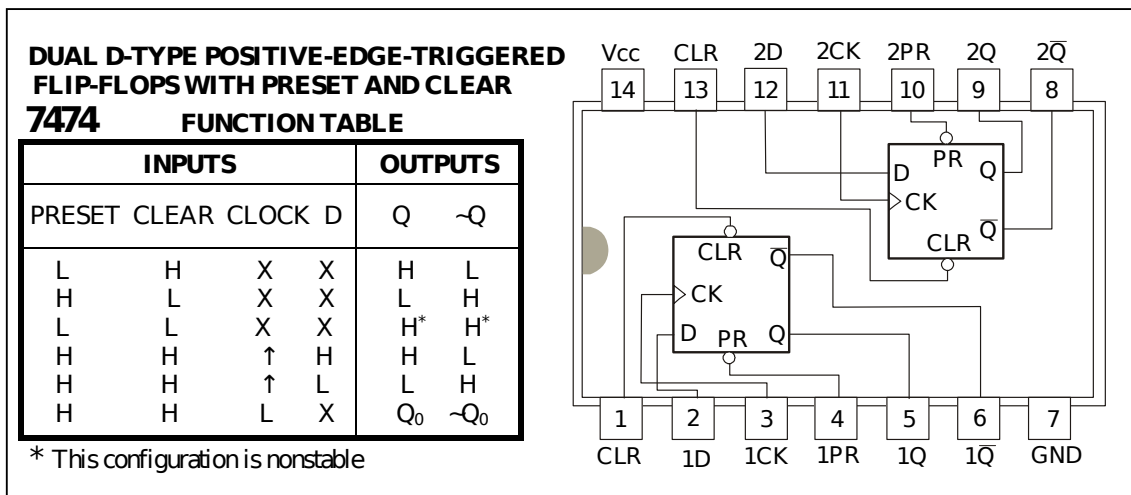
1. W pierwszym kroku warto wyprowadzić wyjścia licznika na wejścia zaprojektowanego dekodera liczby 10 i za pomocą diody sprawdzić czy działa poprawnie. Uwaga, różnorodność bramek logicznych dostępnych na pracowni jest ograniczona.
2. W kolejnym kroki, wyjście z dekodera podłączyć do wejścia zerowania licznika.
3. Wyprowadzenie wyjścia najstarszego bitu (MSB) licznika modulo 10, podłączyć do wejścia D pierwszego wyświetlacza.

Powodzenia!

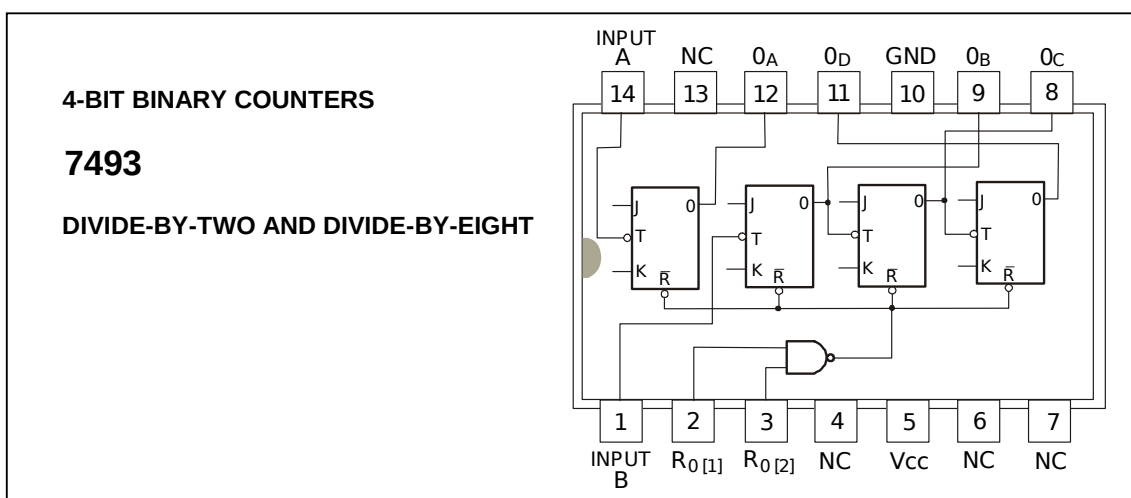
# Supplement



Rysunek 6: Uproszczona karta katalogowa układu scalonego 7400.



Rysunek 7: Uproszczona karta katalogowa układu scalonego 7474.



Rysunek 8: Uproszczona karta katalogowa układu scalonego 7493.