

P. Napiórkowski

Kacper Kulczycki

Miernik czasów przelotu

Warszawa 2002

Wstęp

Przedstawiany przeze mnie układ miał umożliwiać pomiar czasu jaki potrzebny był kulce, do pokonania odcinka równi pochyłej. Został on wykonany z układów cyfrowych technologii TTL.

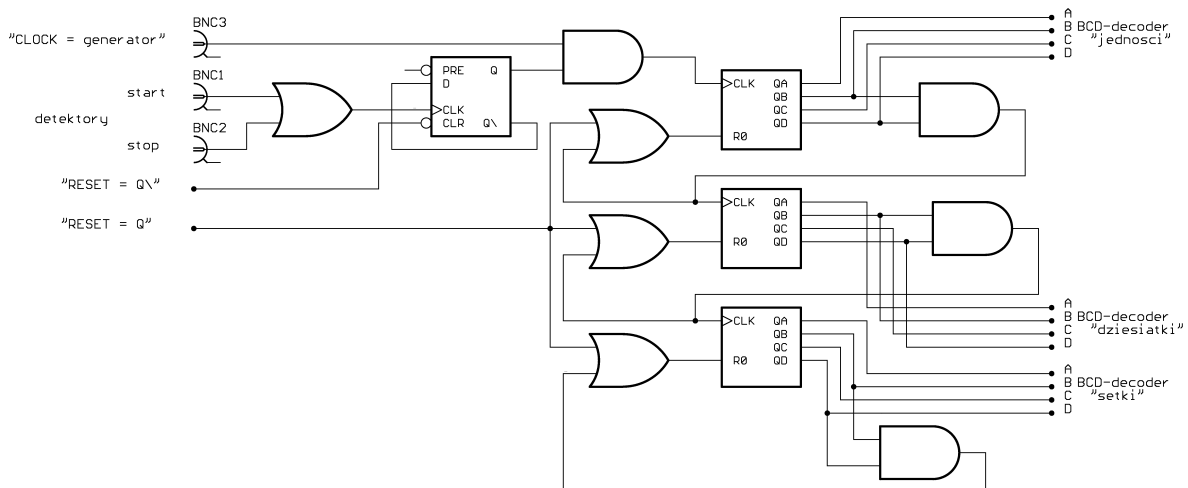
Teoria

Miernik oprócz licznika, potrzebował układu taktującego (zegara). W tej roli użyty został generator. Detektory skonstruowane z fotodiod oraz równia, były dostępne w pracowni jako zastaw. Sygnał rejestracji przelotu przez dany punkt, zgodnie z instrukcją miał być zgodny ze standardem impulsu wysokiego w technologii TTL. Do montażu układu wykorzystana została dostępna w pracowni uniwersalna makieta, z dekoderni sygnału BCD, na sygnał siedmiosegmentowego wyświetlacza LED, generatorem pojedynczego impulsu, itd..

Zestaw miał wskazywać czas jaki upłynął od rejestracji przez pierwszy detektor, do rejestracji przez drugi czyli, krotność (w systemie dziesiętnym, od 0 do 999) okresów drgań generatora.

Oznaczało to że miernik musiał składać się z trzech liczników (liczących przynajmniej do jedenastu), trzech dekoderni liczby 10 – bramka AND na wejścia której podawano sygnał B i D w kodzie BCD; oraz układu sterującego włączaniem i wyłączaniem pomiaru czasu (przerzutnik T, wykonany z przerzutnika D, na którego wejście zegarowe podawane były poprzez bramkę OR sygnały z detektorów, a wyjście Q wraz z sygnałem zegarowym z generatora podłączone do wejść bramki AND). Do zerowania układu został wykorzystany generator pojedynczego impulsu.

Schemat ideowy układu przedstawia rysunek 1.



rys.1.

Jak więc widać układ mógł się składać z sześciu kości:

7408 ($4 \times \text{AND}$),

7432 ($4 \times \text{OR}$),

7474 ($2 \times \text{przerzutnik D}$),

oraz trzech 7493 (licznik dwójkowy 1-bitowy i 3-bitowy, lub 4-bitowy po odpowiednim połączeniu wyjścia jednego licznika z wejściem drugiego).

Przebieg montażu i wnioski

Niestety okazało się że wśród dostępnych układów nie ma 7432, ani innego z bramkami OR, musieliśmy skorzystać z układu bramki NOR której wyjście połączone było z bramką NOT.

Ostatecznie układ miał się więc składać z siedmiu kości

7402 – IC7,

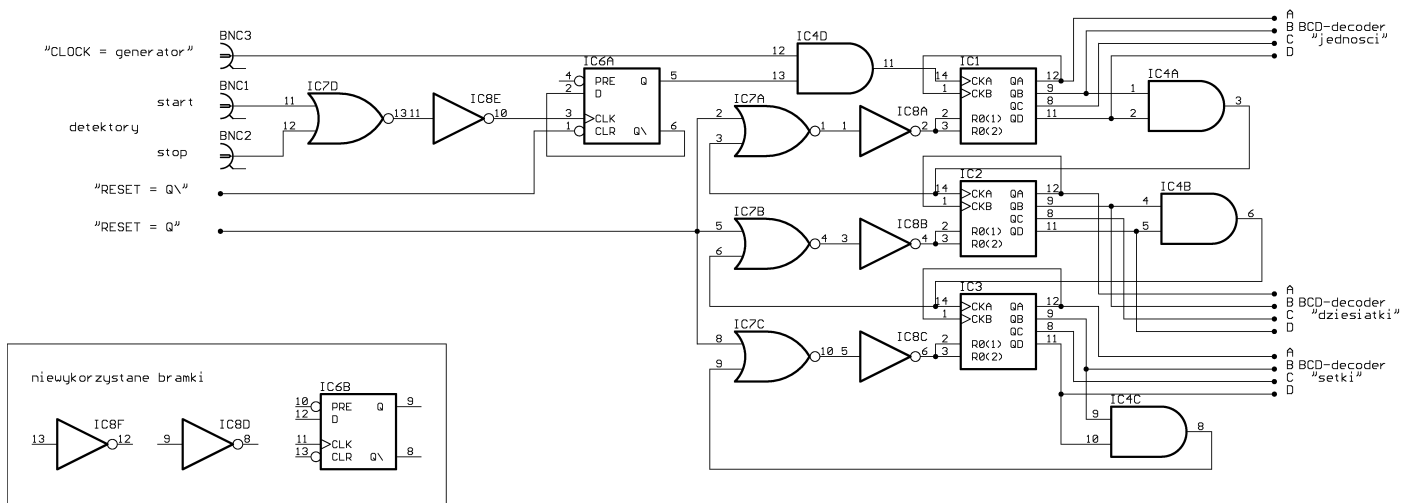
7404 – IC8,

7408 – IC4,

7474 – IC6,

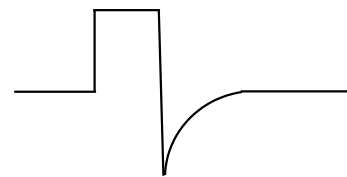
oraz trzech 7493 – IC1, IC2, IC3.

Układ prezentował się więc następująco:



rys.2.

Sygnal podawany z generatora miał przebieg prostokątny, naciśnięcie przycisku generatora pojedynczego impulsu powodowało wyzerowanie układu, a przesłonięcie jednego z detektorów, rozpoczynało liczenie. Wydawało się więc że układ sprawuje się bez zarzutu. Niestety okazało się że sygnał z detektorów nie był zgodny ze standardem TTL, czyli kwadratowym impulsem o zmianie napięcia od 0 do 3.3 V i długości trwania odpowiadającej czasowi przesłonięcia. Okazało się że po podaniu sygnału detektora na oscyloskop zobaczyliśmy krzywą o następującym kształcie:

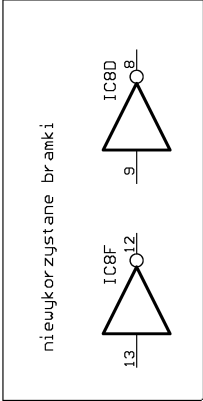
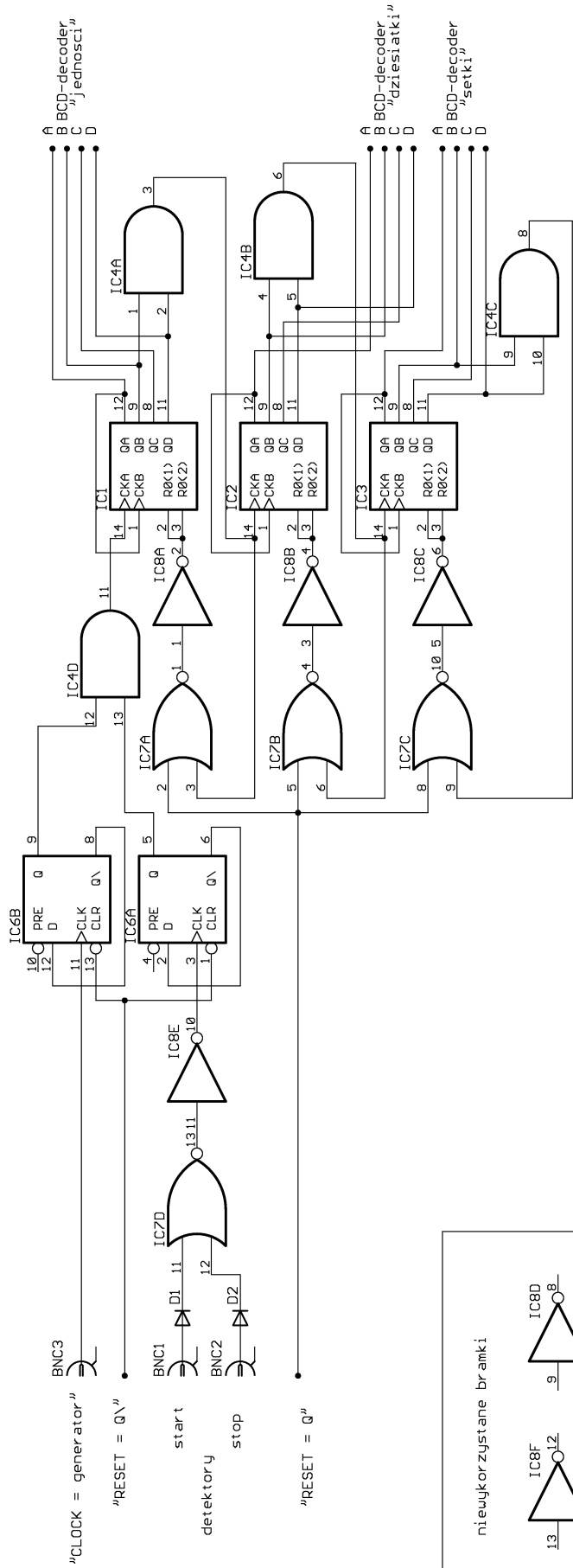


Gdzie czas trwania „maksimum” odpowiadał okresowi przesłonięcia detektora.

Przerzutnik zawarty w układzie 7474 reagował na pojawienie się zbocza rosnącego, więc wyłączał licznik tuż po opuszczeniu przez kulkę detektora. Radą na to mogło być wstawienie „prostowników” sygnałów z detektorów (np. diod), albo użycie zamiast przerzutnika T, przerzutnika RS.

O ile pierwsze rozwiązanie nie zmieniało zasadniczej zalety układu (niezależnie od sposobu podłączania detektorów do gniazd BNC1 i BNC2, układ powinien działać dobrze przy podawaniu sygnałów o standardzie TTL), to w drugim przypadku sygnał z pierwszego detektora powinien wprowadzać przerzutnik w stan wysoki, a z drugiego z powrotem w niski, czyli podłączenie detektorów odwrotnie uniemożliwiłoby pomiar.

Dodatkowo układ można było poprawić umieszczając drugi z przerzutników z układu 7474, przerobiony na licznik dwójkowy, tak jak pokazuje rysunek 3., na następnej stronie.



Zastosowanie drugiego przerzutnika układu 7474 umożliwiłoby użycie dowolnego generatora, podającego sygnał o periodycznym przebiegu. Sygnał ten musiałby dawać podzielić się na część rosnącą i malejącą. Dodatkowo nie miało by znaczenia jaką wartość maksymalną i minimalną uzyskiwało by napięcie sygnału. Wynika to z własności tego przerzutnika, która uprzednio spowodowała nieprawidłowe działanie miernika.

Niestety układu pokazanego na rysunku 3. nie udało nam się zrealizować, z powodu braku czasu. Ostatecznie więc miernik mierzył nie tyle czas przelotu pomiędzy detektorami, ale sumę czasów przelotów przez detektory.

Gdyby jednak nanieść poprawki umieszczone na ostatnim schemacie układ powinien pracować dokładnie tak jak to było zakładane na początku.

Zamiast diod można też użyć bramek Schmitta, istniałoby jednak niebezpieczeństwo że przy zbyt dużym spadku równi, sygnał z pierwszego detektora mógłby nie zaniknąć, przed pojawieniem się sygnału z drugiego detektora.

Należy też sprawdzić czy problem nie tkwi w uszkodzeniu jakiegoś złącza, które powodować mogło powstanie pasożytniczej pojemności (wskazywałby na to kształt krzywej podczas dochodzenia do stanu równowagi).

Dodatek

Numery przy wyjściach i wejściach bramek oznaczają numery nóżek w danym układzie scalonym.

Rysunki schematów zostały wykonane w programie EAGLE firmy CadSoft. Program ten jest dostępny w sieci na stronie: www.cadsoft.de/, w wersji darmowej, pod system Windows i Linux. Oprócz możliwości projektowania schematów umożliwia on stworzenie płytki dwu lub jednostronnie drukowanej na której zrealizowany zostanie dany schemat.