

## Ćwiczenie 7

### Liczniki binarne i binarne systemy liczbowe.

#### Cel.

1. Poznanie zasady działania liczników binarnych.
2. Poznanie metod reprezentacji liczby w systemach binarnych.

#### Wstęp teoretyczny

Liczniki binarne lub bistabilne FF charakteryzują się tym, że zmiana stanu na ich wyjściach odbywa się po pojawieniu się odpowiedniego impulsu, a licznik wraca do pierwotnego stanu po dwóch takich impulsach. Po dwóch impulsach nie możemy rozpoznać czy pojawiły się dwa, czy też nie było żadnego impulsu. Jednakże powrót do pierwotnego stanu może być zarejestrowany przez następny licznik, połączony z poprzednim w sposób kaskadowy. Łącząc w ten sposób pojedyncze liczniki jesteśmy w stanie wytwarzać całe binarne systemy liczące.

Jeżeli stan początkowy, przed pojawieniem się impulsu oznaczmy przez „0”, a stan po jego pojawieniu przez „1” to w takim przypadku liczbę zliczanych impulsów, możemy przedstawić jako odpowiednie stany poszczególnych liczników zapisane w sposób przedstawiony poniżej.

$$LZ = B_n 2^{n-1} + B_{n-1} 2^{n-2} + B_{n-2} 2^{n-3} + B_{n-3} 2^{n-4} + \dots + B_1 2^0$$

Gdzie LZ oznacza liczbę zliczeń.

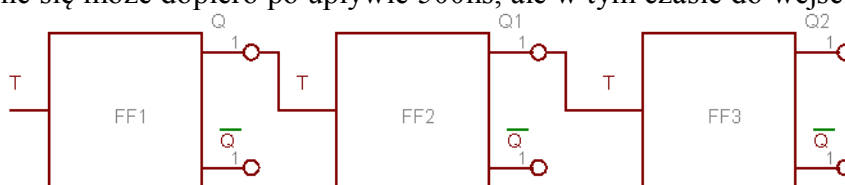
#### Dzielniki częstotliwości.

Jeżeli impuls wejściowy ma stałą częstotliwość, to częstotliwość impulsów pojawiających się na wyjściu licznika jest dwa razy mniejsza. W ten sposób przez zastosowanie odpowiedniego licznika możemy dzielić częstotliwość przebiegu wejściowego przez dowolną liczbę.

#### Liczniki impulsów.

Rysunek 8-1(a) pokazuje schemat blokowy typowego licznika binarnego. W tym typie liczników wyjście każdego przerzutnika połączone jest z wejściem następnego, itd. Przypuśćmy, że licznik składa się z trzech przerzutników typu T i że impuls wyzwalający pojawia się n a wejściu pierwszego. Każdy układ elektroniczny w tym również przerzutnik ma określony czas propagacji sygnału., Dla przykładu, jeżeli czas propagacji przez jeden licznik wynosi 100ns to musi minąć 300ns zanim ostatni z przerzutników za schematu 8-1(a) będzie mógł zmienić swój stan.

Jeżeli mamy tylko zliczać impulsy lub wykorzystujemy liczniki do dzielenia częstotliwości występowania impulsów to problem ten nieistotny, ale może pojawić się w niektórych zastosowaniach. Przypuśćmy, że doprowadzamy do licznika binarnego zbudowanego z pięciu przerzutników, impulsy o okresie 200ns i pojawienie się jedynek na wszystkich wyjściach ma wyzwalać układ koincydencyjny. Właściwy stan na wyjściu licznika ustalić się może dopiero po upływie 500ns, ale w tym czasie do wejścia licznika

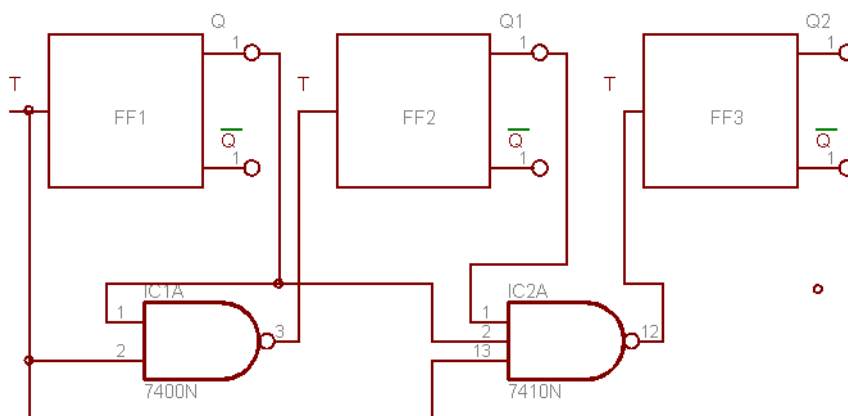


Rys. 8.1a.

mogą dotrzeć już dwa następne impulsy. Może prowadzić to do występowania przekłamań i wyzwalania układu w nieodpowiednich momentach.

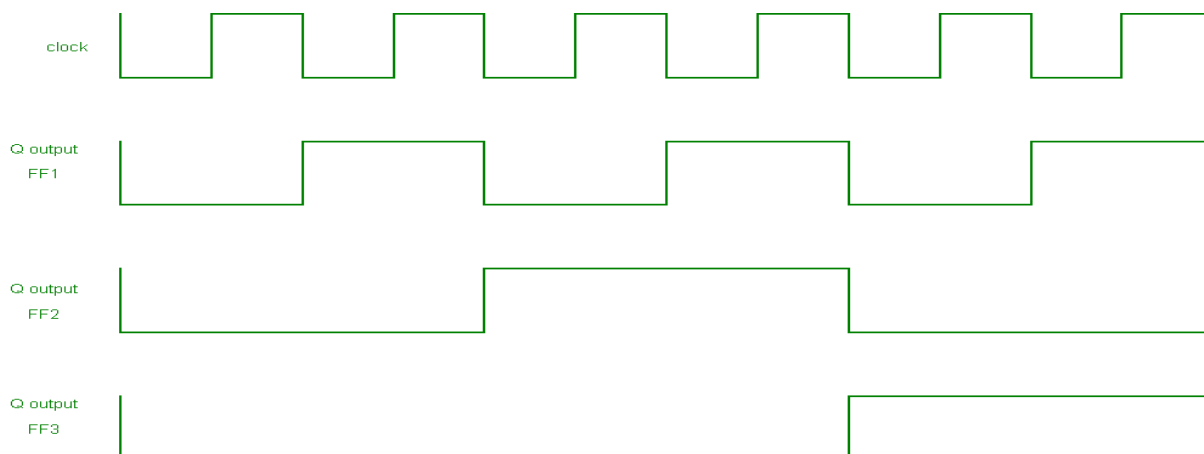
### Bramkowane liczniki binarne.

Licznik binarny, który jest pozbawiony wad omówionych wcześniej jest przedstawiony na schemacie 8-1(b). Analizując układ 8-1(b) widzimy, że impuls wyzwalający przerzutnik FF2 jest podłączony przez bramkę A1. Na jej wyjściu stan jeden może pojawić się tylko wtedy, gdy stan na wyjściu FF1 i stan impulsu zegarowego są również jedynkami. Aby pojawiła się jedynka na wyjściu bramki A2 musi być  $FF1 = 1$ ,  $FF2 = 1$  i  $Clock = 1$ . W efekcie z opóźnieniem o czas propagacji pojedynczej bramki AND wszystkie przerzutniki wyzwalane są jednocześnie.



Rys. 8.1b.

Najlepszą metodą do obserwacji działania liczników jest użycie oscyloskopu wielokanałowego. Metoda ta pozwala na określenie czy wszystkie liczniki wyzwalane są w tych samych chwilach i czy stany na ich wyjściach zmieniają się poprawnie. Na rysunku 8-2 przedstawiono typowe przebiegi czasowe trzybitowego licznika binarnego. Zauważmy, że zmiana stanu każdego licznika odbywa się tylko wtedy, gdy impuls zegarowy zmienia swój stan z wysokiego na niski. W związku z tym oscyloskop musi być ustawiony na wyzwalanie zboczem opadającym.

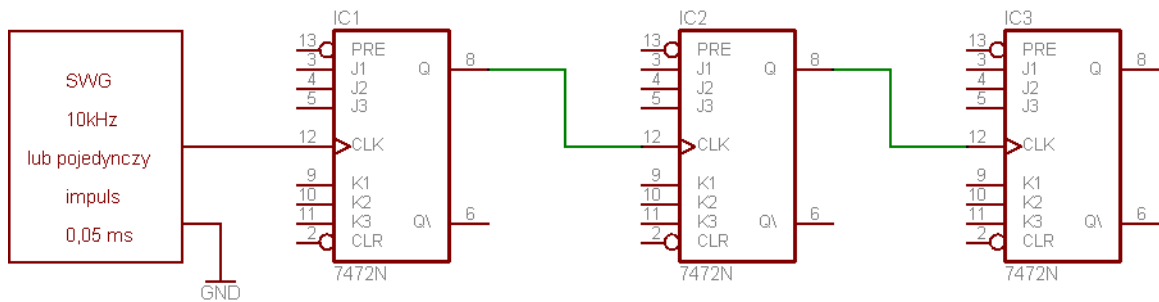


Rys. 8.2.

**Przebieg ćwiczenia.**

1.

(a). Obejrzyj kształt sygnału na wyjściu generatora. Użyj opcji automatycznego wyzwalania zboczem opadającym. Ustaw wzmocnienia w obu kanałach na wartość 1V/div. Dobierz tak częstotliwość generatora i podstawę czasu w oscyloskopie, aby na ekranie pojawiło się dziesięć impulsów zegarowych tak jak przedstawia to rysunek 8-5. Drugi kanał oscyloskopu podłączaj do wyjść FF3 prezentuje to rysunek 8-4



Rys. 8.3.



Rys. 8.4.

(b). Przelącz generator na generację pojedynczych impulsów i ustaw impuls o czasie trwania 50μs. Sprawdź stany wyjściowe wszystkich przerzutników. Wyślij jeden impuls zegarowy, ponownie sprawdź stany liczników. Operację powtarzaj aż do wypełnienia licznika. Wyniki zapisz w tabeli 8-1E.

FF3		FF2		FF1	
PIN8	PIN6	PIN8	PIN6	PIN8	PIN6

**TABELA 8-1.**

(c). Tą część ćwiczenia wykonaj w następującym porządku: podłącz wszystkie piny nr 2 do masy jednocześnie.

- podłącz pin 2 FF1 do masy a następnie go odłącz.
- podłącz pin 2 FF2 do masy a następnie go odłącz
- podłącz pin 2 FF3 do masy a następnie go odłącz

Wyniki zamieść w tabeli.

FF3		FF2		FF1	
PIN8	PIN6	PIN8	PIN6	PIN8	PIN6

**TABELA 8-2.**

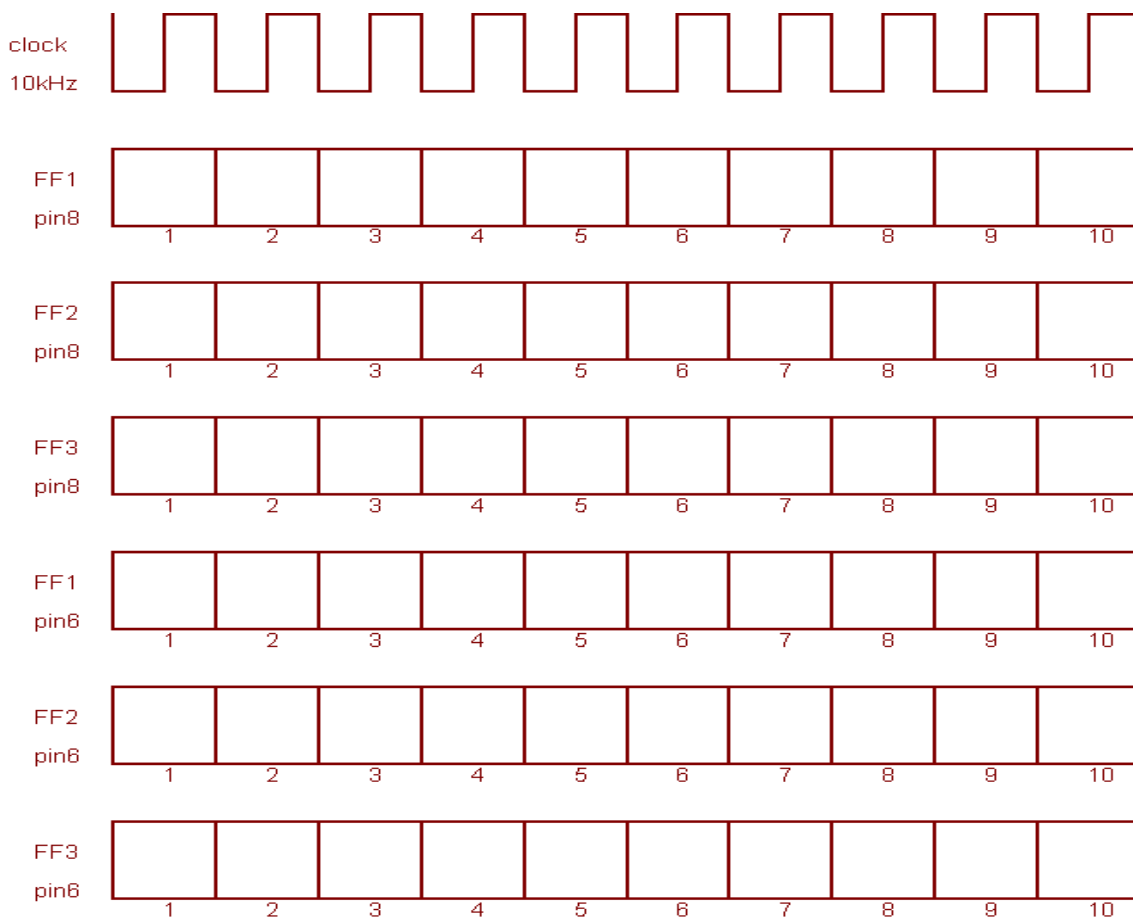
(d). Licznik binarny. Przelącz generator na generację pojedynczych impulsów i ustaw impuls o czasie trwania 50μs. Wypełnij tabelę 8-3E kolumna po kolumnie. Dla impulsu

0 stany powinny być takie jak to wpisano w tabeli 8-3. Sprawdź czy tak jest zanim zaczniesz wypełniać tabelę.

	FF3		FF2		FF1	
IMPULS	PIN8	PIN6	PIN8	PIN6	PIN8	PIN6
1	0	≈+5V	0	≈+5V	0	≈+5V
2						
3						
4						
5						
6						
7						

TABELA 8-3.

(e)Ustaw generator na generację fali prostokątnej o częstotliwości 10kHz. Sprawdź czy fala dociera do odpowiednich pinów. Przerysuj przebiegi pojawiające się w miejscach zaznaczonych na rysunku 8-5. Oscyloskop ustaw na: Automatyczne wyzwalanie zboczem opadającym następnie przełącz oscyloskop na wyzwalanie zewnętrzne.



Rys 8.5.

2. Obserwacje ze źle wybranym zboczem wyzwalającym podstawę czasu w oscyloskopie.

Ta część ćwiczenia pokaż do jakich błędów może prowadzić źle ustawienia parametrów wyzwalania oscyloskopu.. Przy wypełnianiu tabeli 8-4E użyj następujących symboli do opisu stanu poprawności otrzymanych wyników.

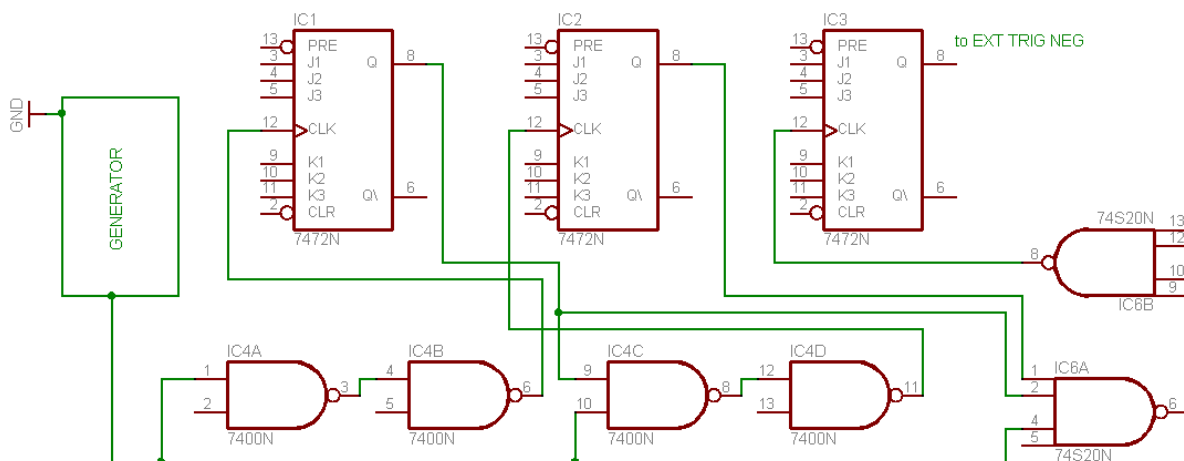
- a- wynik poprawny
- b- zła faza sygnału, częstotliwość prawidłowa
- c- obraz niestabilny lub wynik nieokreślony

	EXT NEG TRIGGER CLOCK	EXT NEG TRIGGER FF1 PIN8	EXT NEG TRIGGER FF2 PIN8	EXT NEG TRIGGER FF3 PIN6	EXT POS TRIGGER FF6 PIN6	NEG TRIGGER INT	POS TRIGGER INT
	A	B	C	D	E	F	G
clock							
FF1, pin8							
FF1, pin6							
FF2, pin8							
FF2, pin6							
FF3, pin8							
FF3, pin6							

TABELA 8-4.

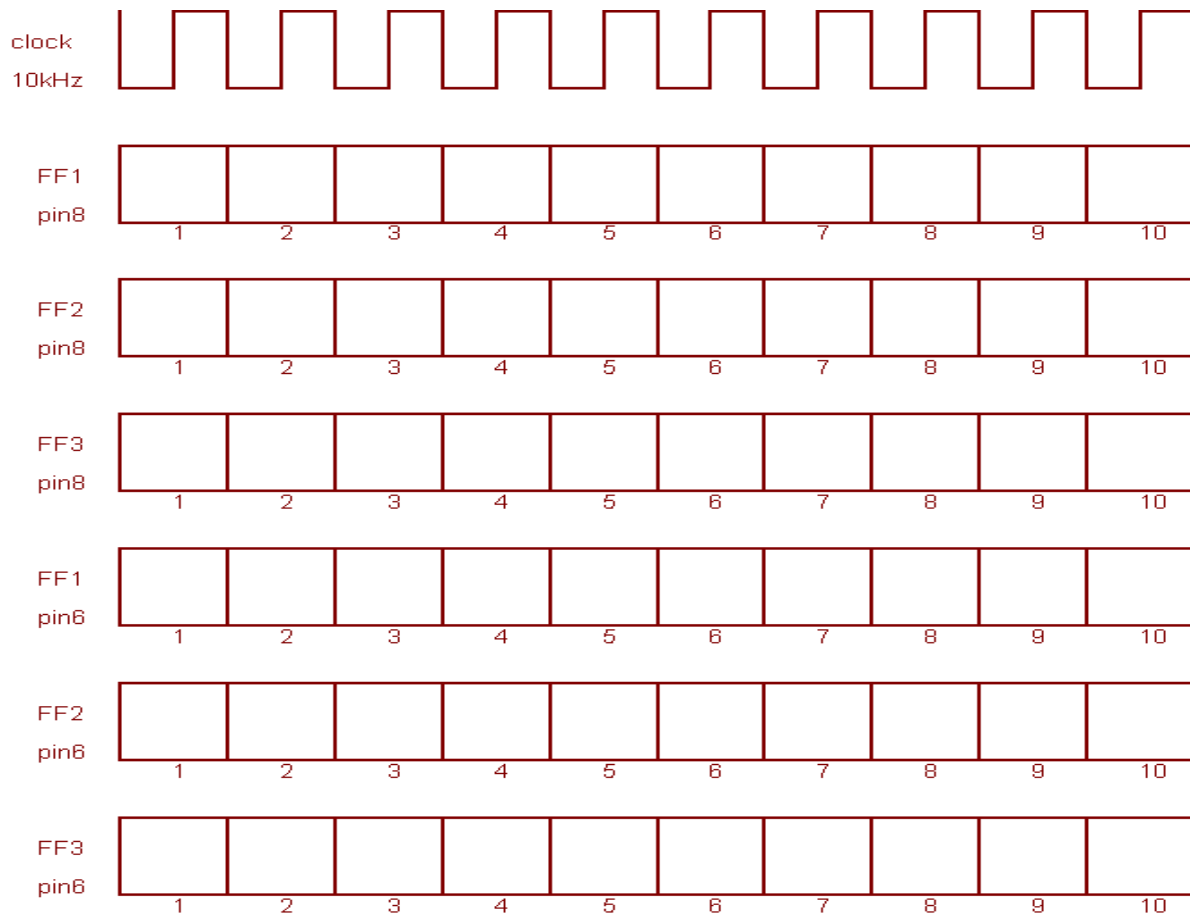
3. Trzybitowy synchroniczny liczn binarny.

(a). Zmontuj układ według schematu 8-6. Fala prostokątna otrzymana na wyjściach 8 i 6 powinna być identyczna jak w przypadku otrzymanym w



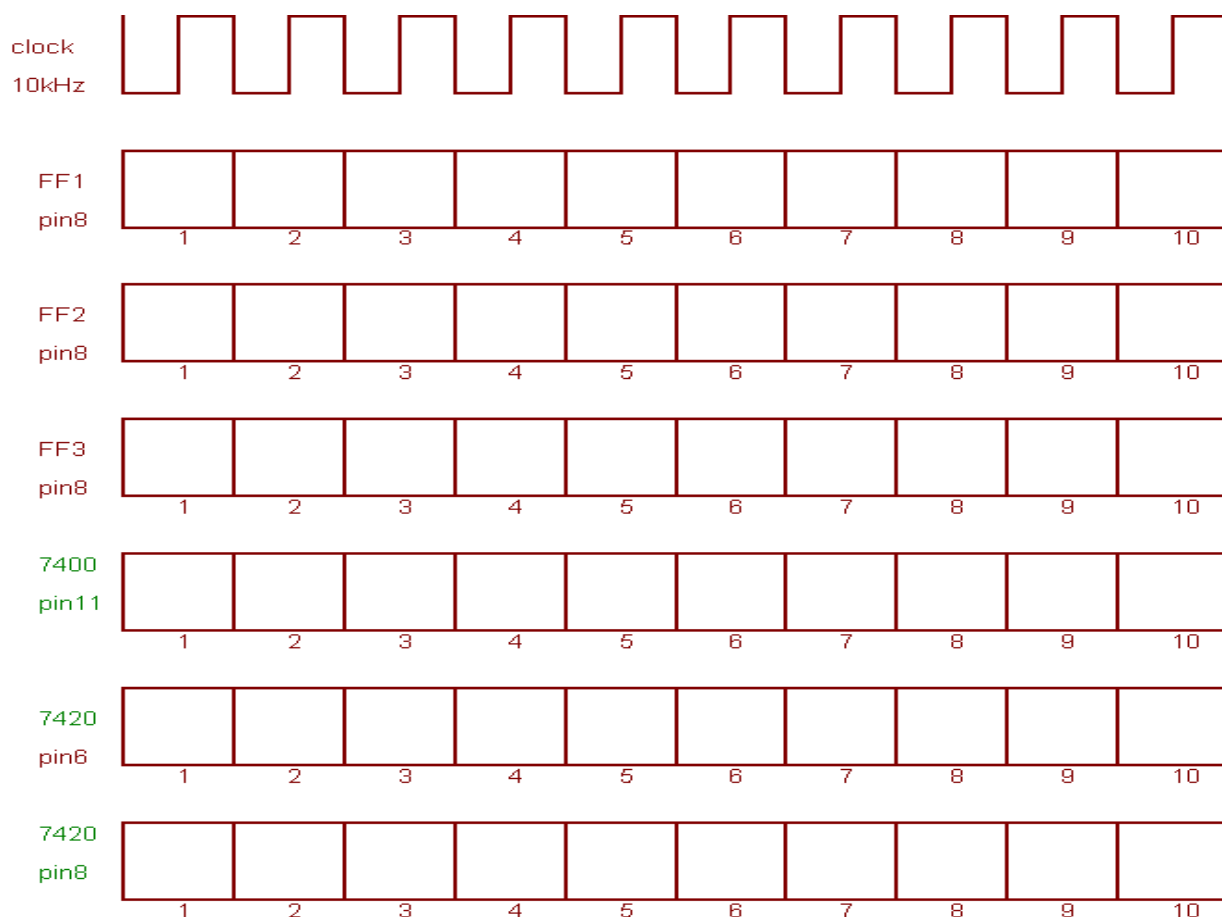
Rys 8.6.

części 1(e) ćwiczenia. Jeżeli się różni, tymczasowo zmień synchronizację na wewnętrzną i sprawdź stany na poszczególnych wyjściach, i usuwając ewentualne niekontakty doprowadź układ do całkowitej sprawności. Jeżeli wszystko jest w porządku naszkicuj falę pojawiającą się w odpowiednich punktach zgodnie z tabelą 8-7. (Użyj wyzwalań zewnętrznego zboczem opadającym z pinu 8 FF3.



Rys 8.7.

(b). Podczas montażu układów elektronicznych może dojść do pomyłki przy łączeniu elementów lub też jeden z nich może być uszkodzony. Analiza przebiegów czasowych w układzie prowadzi do lokalizacji błędów a w efekcie do ich usunięcia. Nawet w tak prostym układzie jak ten z rysunku 8-6 może dojść do pomyłek. W tej części ćwiczenia specjalnie wprowadzimy błąd do badanego układu. Błąd będzie polegał na usunięciu połączenia ab łączącego pin 8 FF1 z pinami 9 IC7400 i pinem 2 IC 7420. Teraz uzupełnij tabelę 8-8 wynikami uzyskanymi z pomiarów we wskazanych miejscach.



Rys 8.8.

## Opracowanie.

- Wyjaśnij, co w części 1(c) ćwiczenia daje podłączenie pinów 2 wszystkich przerzutników do masy. Jakie są stany przerzutników przed i po podłączeniu ich pinów nr 2 do masy?
- Ad tabela 8-3R. Uzupełnij zdanie. Kolumna L jest ..... wyrażeniem liczb z kolumny.....
- Analizując kolumny A i B zwróć uwagę czy zachowana jest w ich kolejnych wierszach kolejność narastająca.
- Jaka jest maksymalna pojemność ośmiobitowego licznika binarnego?  
Binarnie ..... Dziesiętnie.....
- Porównaj i omów wyniki z tabel 8-3R i 8-5R., Która, twoim zdaniem, metoda (omawiana w części 1(d) czy 1(e)) analizy układów elektronicznych jest łatwiejsza. Jaką metodę analizy układów byś użył dysponując wyłącznie woltomierzem?
- Przelicz jaka będzie częstotliwość sygnału na wyjściach 8 układów FF1, FF2, FF3 rys.8-3, jeżeli częstotliwość sygnału wejściowego wynosi 10kHz. Opierając się na tabeli 8-5 pokaż swoje kalkulecje zakładając ,że czas propagacji przez jeden element wynosi 100μs.
- Przelicz częstotliwość wyjściową dla częstotliwości wejściowej 1MHz i licznika siedmiobitowego.

8. Odnośnie części 2. Która z metod wyzwalania oscyloskopu daje prawidłowe wyniki dla wszystkich kolumn. Wyjaśnij dlaczego?
9. Wprowadzony błąd w części 3(b) powoduje niestabilną pracę licznika. Wyjaśnij otrzymane rezultaty na wyjściach Q FF2 i FF3 w oparciu o przeprowadzoną analizę układu.
10. Jakie są zalety i wady liczników synchronicznych?
11. Do budowy sześciobitowego licznika użyto przerzutników o czasie przełączenia 25ns. Licznik jest w stanie 1 1 1 1 1 1 . Pierwszy impuls zmienia stan w pierwszym przerzutniku na 0. Po jakim czasie zmieni się stan z 1 na 0 w ostatnim przerzutniku?