

4. Przerzutniki

4.1 Przerzutniki asynchroniczne.

Suma pkt

4.1.1 Przerzutnik SR z funktorami NAND

! Sprawdzić działanie przerzutnika asynchronicznego SR zbudowanego z bramek NAND.

- | Stany wejść $\bar{S}$ i $\bar{R}$ zadać przy pomocy nastawników N2 i N3. Aby na wyjściach
- | F1/F2 był nieaktywny stan 1 podaj jako zegar CK stan L (I1 zał.) .

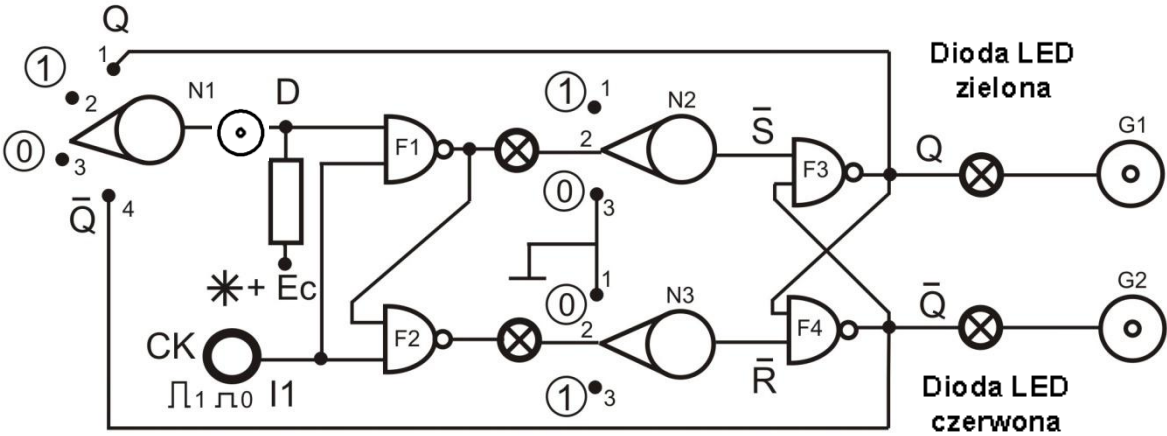


Tabela wzbudzeń

$\bar{S}$	$\bar{R}$	Q
1	1	
0	1	
1	0	
0	0	

Tabela Karnaugh’a

$Q_0 \backslash \bar{S} \bar{R}$	00	01	11	10
0				
1				

*Do tabeli wpisać stany logiczne 0 lub 1 lub Q₀ (podtrzymanie stanu poprzedniego)

„1 logiczna” – dioda zapalona; „0 logiczne” – dioda wygaszona

Na podstawie tabeli Karnaugh’a zsyntezuj funkcje dla wyjścia Q. Jeśli w tabeli „pokrywamy” 1 log to funkcja Q ma postać sumy iloczynów argumentów.

Q =

..... pkt

4.2 Przerzutniki synchronizowane.

4.2.1 Przerzutnik synchronizowany poziomem – typ D

! Zaobserwować działanie przerzutnika D typu zatrask.

| N2 i N3 poz. 2.

| Sprawdzić następujące sytuacje:

| a) CK = 1 (I1 wył). Podawać na D stany 0 i 1 (N1 poz. 2 i 1) i obserwować stan „wejść” $\bar{S}\bar{R}$ i „wyjść” $Q/\bar{Q}$.

| b) Dla D=0 a potem 1 zmienić stan CK z 1 $\rightarrow$ 0 (I1 wciśnięte) – zauważyć, że stan Q pozostaje (zatrzaśnięcie),

| a zmiany D (0 - 1) są ignorowane. Na wejście D podaj przebieg prostokątny o parametrach TTL: HiLev: 5 V,

| LoLev: 0V, wypełnienie $\frac{1}{2}$, $f = 1$ MHz, na oscyloskop podłącz tylko jeden kanał – wyjście Q.

| Zaobserwuj stan na wyjściu Q przy po kilku opadających zboczach CK.

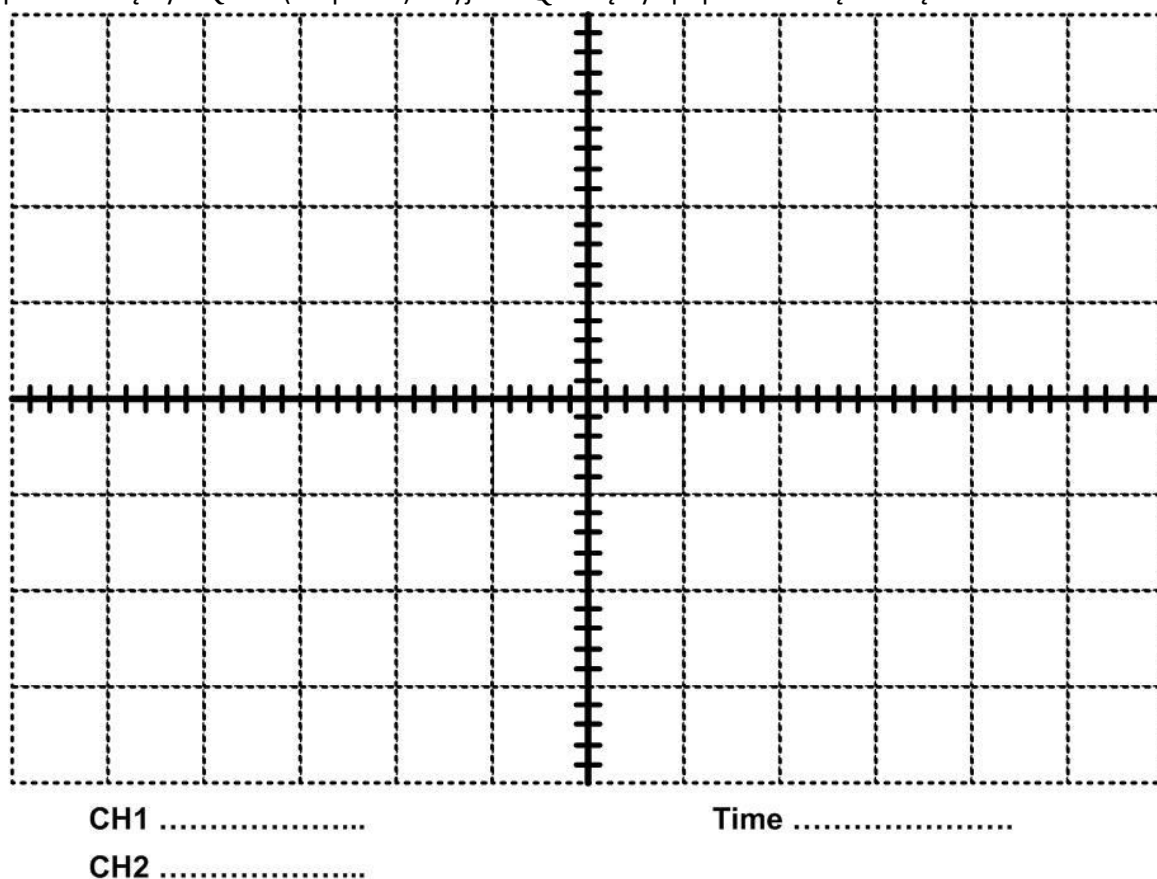
| c) Przy CK = 0 połączyć $Q \rightarrow D$ (N1 poz. 1), następnie załączyć aktywny poziom zegara (CK = 1 tj. I1 wył.).

| Zauważyć, że stan przerzutnika nie zmienia się.

Połączenie Q z D powoduje podtrzymanie istniejącego stanu. Gdy jednak dołączymy do D wyjście zanegowane $\bar{Q}$ to na obu wyjściach uzyskamy komplementarne przebiegi zerojedynkowe. Ich częstotliwość wynika z czasów propagacji bramek.

! Zaobserwować przebiegi na wejściach Q i $\bar{Q}$, gdy $\bar{Q} = D$. Określić częstotliwość generowanego przebiegu.

| N2 i N3 poz. 2. Połączyć $\bar{Q} \rightarrow D$ (N1 poz. 4). Wyjście Q dołączyć poprzez sondę bierną.



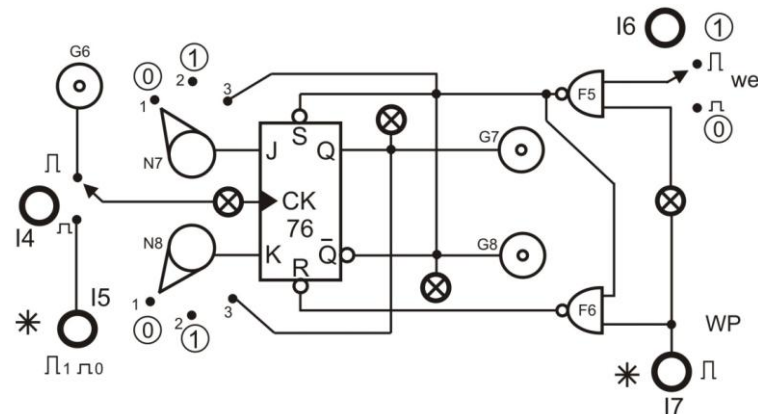
Wniosek: Kształt przebiegu jest

f [MHz]

..... pkt

4.2.2 Przerzutniki synchronizowane zboczem.

4.2.2.1 Przerzutniki JK.



! Sprawdzić działanie układu wpisującego – wyższy priorytet wejść asynchronicznych w stosunku do wejść synchronicznych J,K.

- | Podać **WP=1**. Zauważyć, że stan we (I6 zał./wył.) przenosi się na Q. Po ponownym ustawieniu WP na 0, w przerzutniku pozostaje poprzedni stan. Podać WP=1, I4 zał., I5 przełączane –
- | aktywne zbocze zegara przy zwalnianiu. Zauważyć, że wskutek wyższego priorytetu
- | wejść SR próba zmiany stanu przerzutnika od wejść JK (przy aktywnym zboczu
- | zegara) nie daje rezultatu.

! Sprawdzić tabelę prawdy przerzutnika JK.

| Użyć zegara manualnego (I4 wciśnięty) i przycisku pojedynczego impulsu (I5).

| **Sygnał WP=0** (I7 zał., N6/N7 poz. 1/2). Wpisać „0 logiczne” (przełącznik I6).

- a) Ustawić: J=1 i K=0, podać zbocze opadające (ręcznie wcisnąć i wycisnąć przycisk I5, tak aby LED przy zegarze CK zgasł). Sprawdzić stan Q i wpisać go do tabeli.
- b) Ustawić: J=0 i K=0, podać zbocze opadające (ręcznie wcisnąć i wycisnąć przycisk I5, tak aby LED przy zegarze CK zgasł). Sprawdzić czy nastąpiła zmiana stanu.
- c) Ustawić: J=0 i K=1, podać zbocze opadające (ręcznie wcisnąć i wycisnąć przycisk I5, tak aby LED przy zegarze CK zgasł). Sprawdzić stan Q i wpisać go do tabeli.
- d) Ustawić: J=0 i K=0, podać zbocze opadające (ręcznie wcisnąć i wycisnąć przycisk I5, tak aby LED przy zegarze CK zgasł). Sprawdzić czy nastąpiła zmiana stanu.
- e) Ustawić: J=1 i K=1, podać zbocze opadające (ręcznie wcisnąć i wycisnąć przycisk I5, tak aby LED przy zegarze CK zgasł). Zmieniać zbocze kilkakrotnie i sprawdzić zmianę stanu na
- f) Połączyć $J = \overline{Q}$ i $K = Q$, podać zbocze opadające (ręcznie wcisnąć i wycisnąć przycisk I5, tak aby LED przy zegarze CK zgasł). Zmieniać zbocze kilkakrotnie i sprawdzić zmianę stanu na

J	K	Q
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

}

Q ₀ \ J K	00	01	11	10
0				
1				

Q =

..... pkt

*Do tabeli wpisać stany logiczne 0 lub 1 lub Q₀ (podtrzymanie stanu poprzedniego)

! Na podstawie punktów a-f wypełnij tablicę wzbudzeń i tabelę Karnugha – zsyntezuj funkcję dla wyjścia Q.

! Sprawdzić możliwości tworzenia dwójki liczącej (na wejściu JK oprócz 11 można podać odpowiednio $\bar{Q}/Q$).

Czasy propagacji od wejść JK do wyjścia (przerzutnik w konfiguracji dwójki liczącej).

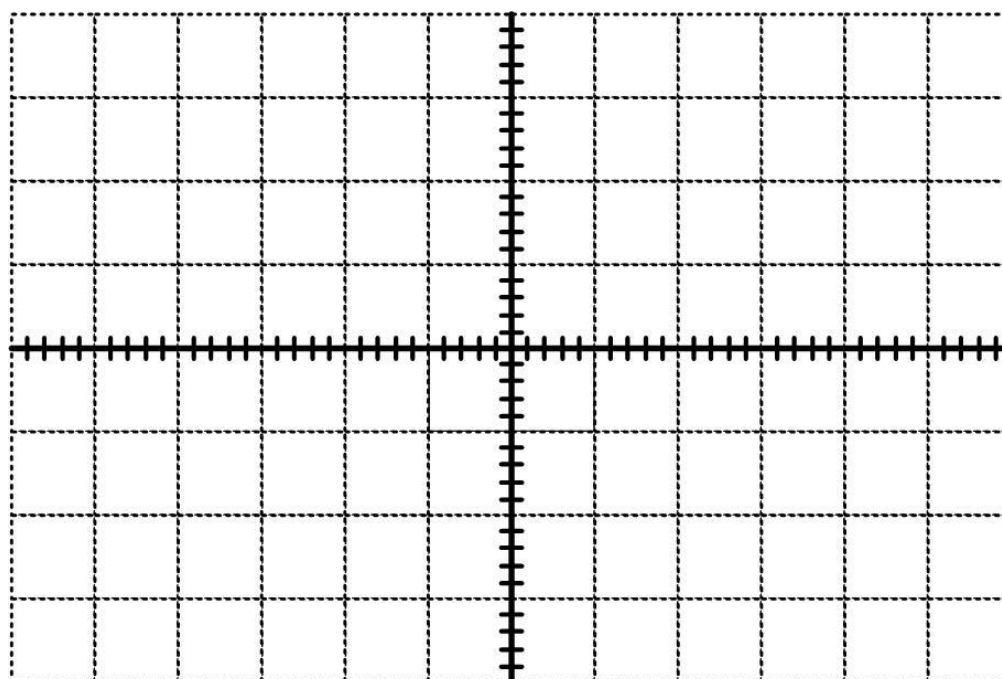
! Zmierzyć czasy propagacji t_{pLH} i t_{pHL} . Wyniki wpisać do tabeli.

Q	t_{pLH} [ns]		*
	t_{pHL} [ns]		

*- wartości średnie

| I4 wył., I7 zał., Gen.: parametry TTL; f = 4MHz do G6 (ewentualnie trójnik) i oscyloskop (CH1), wyjście Q (G7), a potem $\bar{Q}$ (G8) – oscyloskop (CH2).

WNIOSEK: Zliczanie modulo 2 jest prawidłowe, ponieważ okres wynosi



CH1

Time

CH2

..... pkt

Zaobserwowane ujemne impulsy wynikają z niedopasowania falowego.

4.2.2.2 Przerzutnik D wyzwalany zboczem

! Sprawdzić działanie przerzutnika D.

| N4 i N6 poz. 1, I2 zał., I3 – pojedyncze impulsy, N5 stany 0 i 1.

| Zauważyć, że aktywne zerowe stany na wejściach $\bar{R}$ i $\bar{S}$ (N4 i N6 poz. 1)

| wymuszają wysokie poziomy na wyjściach $Q/\bar{Q}$, niezależne od stanu wyjścia D (przy narastającym zboczu zegara).

Sprawdzić, czy dla zatrzymanego zegara (brak zbocza narastającego) zmiany na wejściu D mają wpływ na wyjścia

$Q/\bar{Q}$ ($\bar{S} = \bar{R} = 1$).

Parametry dynamiczne:

- Czas martwy t_d (time dead)

Czas martwy t_d jest to minimalna wartość czasu, który musi upłynąć od wycofania aktywnych stanów z wejść $\bar{S}/\bar{R}$ aby najbliższe aktywne zbocze zegara mogło przepisać stan z wejścia D na Q (rys. 4.19 - instrukcja).

Efekt niezachowania czasu t_d należy sprawdzić łącząc przerzutnik D : CK = $\bar{S}$ (rys. 4.20 - instrukcja).

Zaobserwować i wytłumaczyć skutki niezachowania czasu t_d .

| N4 poz. 3, N5 poz. 1, N6 poz. 2, I2 zał., I3 – zegar manualny.

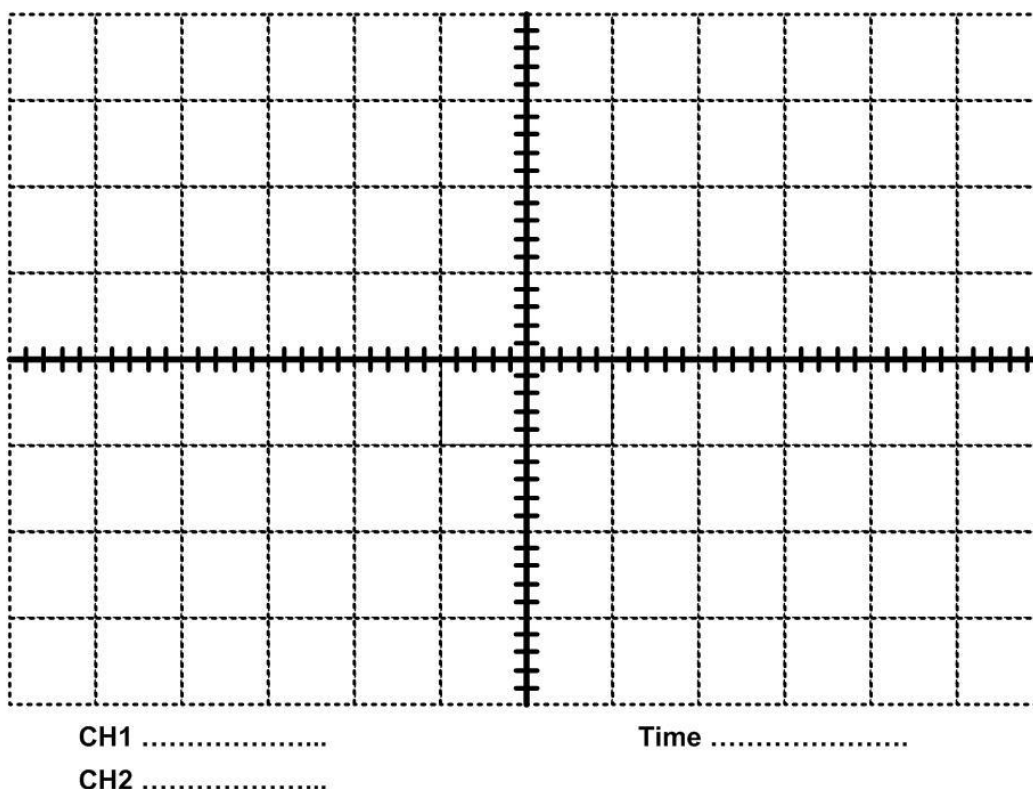
WNIOSEK:

..... pkt

- Czas propagacji

! Zmierzyć czasy t_{pLH} i t_{pHL} na wyjściu $Q/\bar{Q}$, wyniki wpisać do tabeli, przerzutnik w połączeniu dwójki liczącej.

| N4 i N6 poz. 1, N5 poz. 3, I2 wył. Gen.: o parametrach w standardzie dla TTL: HiLev: 5 V, LoLev: 0V, wypełnienie $\frac{1}{2}$, $f = 4\text{MHz}$ do G5 (trójnik) i do CH1 osc., CH2 do G3/G4.



Q	t_{pLH} [ns]		
	t_{pHL} [ns]		

* wartości średnie

..... pkt

- Czas wyprzedzenia t_{su} (time set up)

Aby pokazać niezbędną zachowanie czasów t_{su} przerzutnik D zostanie połączony zgodnie z rysunkiem 4.22 (instrukcja).

Dla powyższego połączenia (CK = D) i dla idealnych elementów należałoby się spodziewać przejścia do stanu Q = 1 po podaniu zbocza zegarowego. W rzeczywistości jest inaczej.

! Sprawdzić efekt niezachowania czasu wyprzedzenia t_{su} .

| Załączyć najpierw I2. Wpisać do przerzutnika stan H przez wejście S (N6 poz. 2, N4 poz. 1, a potem poz. 2).

| Podać impuls zegarowy na CK = D (I2 zał., I3-zegar manualny).

| Przerzutnik zmieni stan na, gdyż jedynka na wejściu D pojawiła się zbyt (nie jest zachowany czas wyprzedzenia t_{su}).

Pomiar maksymalnego dopuszczalnego czasu narastania zbocza zegara

Ponieważ przerzutnik synchronizowany jest zboczem zegara, to dla prawidłowego działania wymagana będzie odpowiednia stromość jego zbocza. Oczywiście, przy standardowych przebiegach TTL np. z wyjścia bramki problem powyższy nie występuje.

Jeśli jednak sygnał zegarowy podaje się z innych zewnętrznych układów, to gdy czas narostu przekroczy dopuszczoną wartość przerzutnik przestaje funkcjonować (przerzutnik D w połączeniu dwójki liczącej $D = \overline{Q}$).

! Zaobserwować działanie przerzutnika D w zależności od czasu zboczy zegara.

| Na generatorze Rigol 1022 ustawić przebieg trójkątny (Ramp) o parametrach w standardzie dla TTL: HiLev: 5 V, | LoLev: 0V; symetria (Symm: 50 %), częstotliwość $f = 150$ kHz - okres wynosi μ s (jest to górna graniczna częstotliwość dla przebiegu | trójkątnego). Sprawdzić przebieg na oscyloskopie, a następnie podłączyć do modelu na wejście G5.

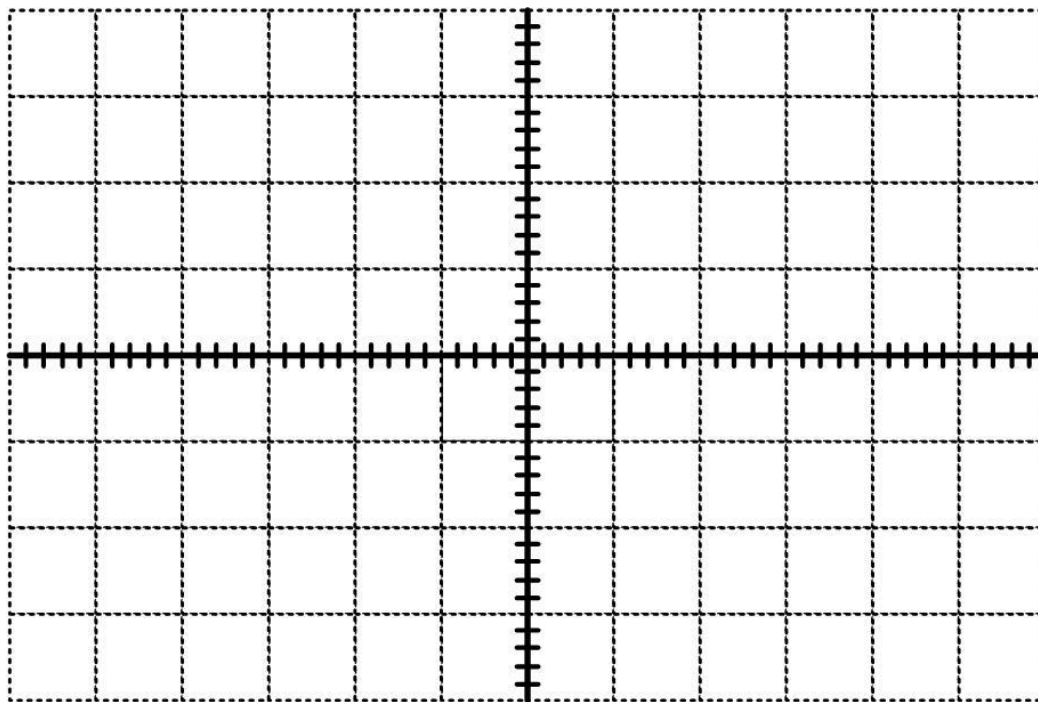
| N4 i N6 –poz. 1, N5 poz. 3 (połączenie jako dwójka licząca), I2 wył. Do G5 wyjście z generatora i wejście na kanał

| CH1 oscyloskopu (trójkąt), wejście kanału CH2 oscyloskopu do G3 (przez sondę bierną). Synchroniz. przez CH2.

| Sprawdzić czy przerzutnik działa poprawnie jako dwójka licząca – czy jest stabilny przebieg prostokątny.

Okres przebiegu na wyjściu przerzutnika D (G3) zmierzony metodą kursorów wynosi μ s.

Zaznaczyć napięcie odpowiadające progowi przełączania.



CH1

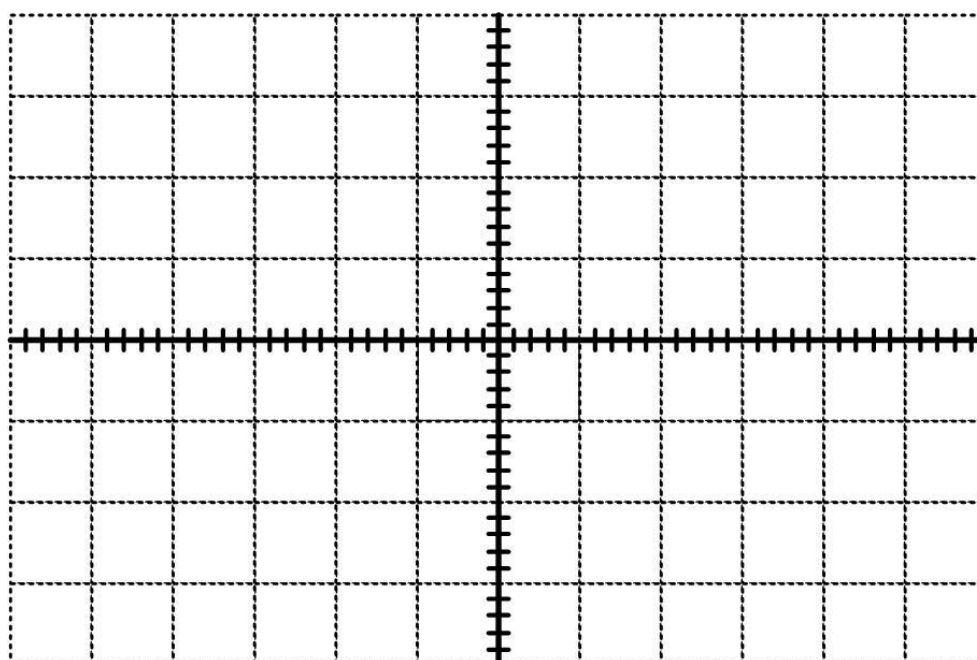
Time

CH2

| Następnie zmniejszaj (lub nie – jeśli przebieg był niestabilny dla 150 kHz) częstotliwość przebiegu trójkątnego (dla symetrii „Symm = 50 %”) i sprawdź przy jakiej częstotliwości przerzutnik nadal pracuje poprawnie. Z przebiegu na wyjściu Q wyznacz maksymalny dopuszczalny czas narastania.

$t_{r+max} [\mu s]$	
---------------------	--

..... pkt



CH1

Time

CH2

Na górnym wykresie narysuj poprawny przebieg ($f = \dots\dots\dots kHz$), a na dolnym przebieg dla częstotliwości kilkakrotnie mniejszej od dopuszczalnej ($f = \dots\dots\dots kHz$).

Dla częstotliwości (** wpisz do tabelki) dla której przerzutnik przestaje działać poprawnie zmniejszaj symetrię (aktywne zbocze narastające – wzrost stromości, zbocze opadające stromość maleje). Zauważ, że przerzutnik działa poprawnie mimo, iż stromość zbocza opadającego jest znacznie „gorsza” od dopuszczalnej stromości dla aktywnego zbocza narastającego.

Częstotliwość [kHz]	**	**	**	**
Symetria [%]				
Czas narastania t_r +[μs]				
Czas opadania t_r - [μs]				
Kształt przebiegu *				

*wpisać: poprawny lub niepoprawny

..... pkt