

PRZERZUTNIKI

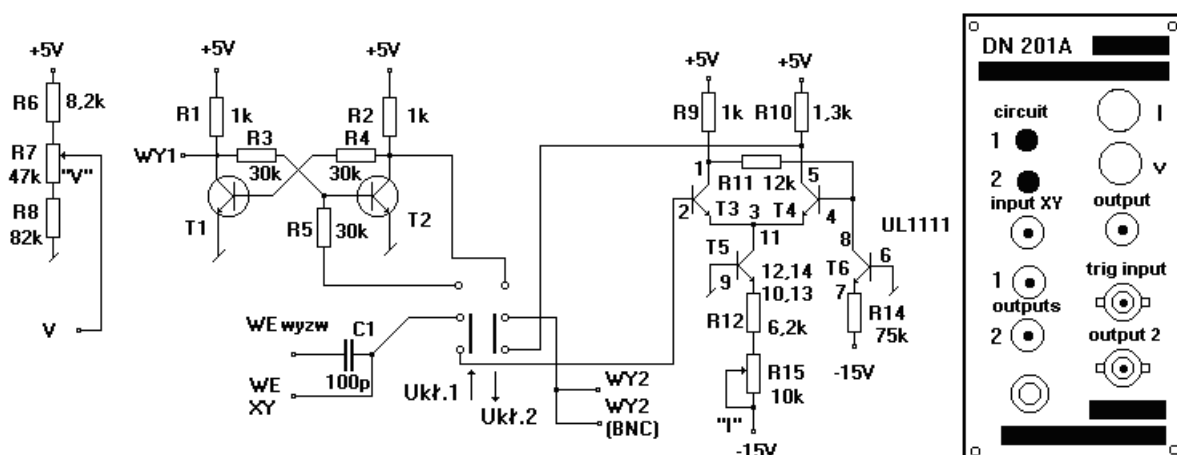
1. WSTĘP

Ćwiczenie poświęcone jest badaniu podstawowych przerzutników bi-, mono i astabilnych. Pierwsza część ćwiczenia polega na eksperymentalnym określeniu parametrów pętli histerezy napięciowej bistabilnych przerzutników Eccles-Jordana, Schmitta (w wersji zmodyfikowanej, z nienasycającymi się tranzystorami) układu 555 oraz bramki TTL 132. W drugiej części ćwiczenia badane są dwa rodzaje przerzutników monostabilnych - układ quasi-symetryczny Eccles-Jordana oraz układ z zewnętrzną pętlą opóźnienia i bistabilnym przerzutnikiem symetrycznym. W trzeciej części badane są przerzutniki astabilne (multiwibratory) oparte na konstrukcji typu integrator - przerzutnik. Należy zaprojektować generatory o różnych częstotliwościach i współczynnikach wypełnienia i dokonać pomiaru stałości ich częstotliwości. Czynnikiem destabilizującym są zmiany napięcia zasilania układów.

2. OPIS BADANYCH UKŁADÓW

2.1. Przerzutniki bistabilne (DN201A)

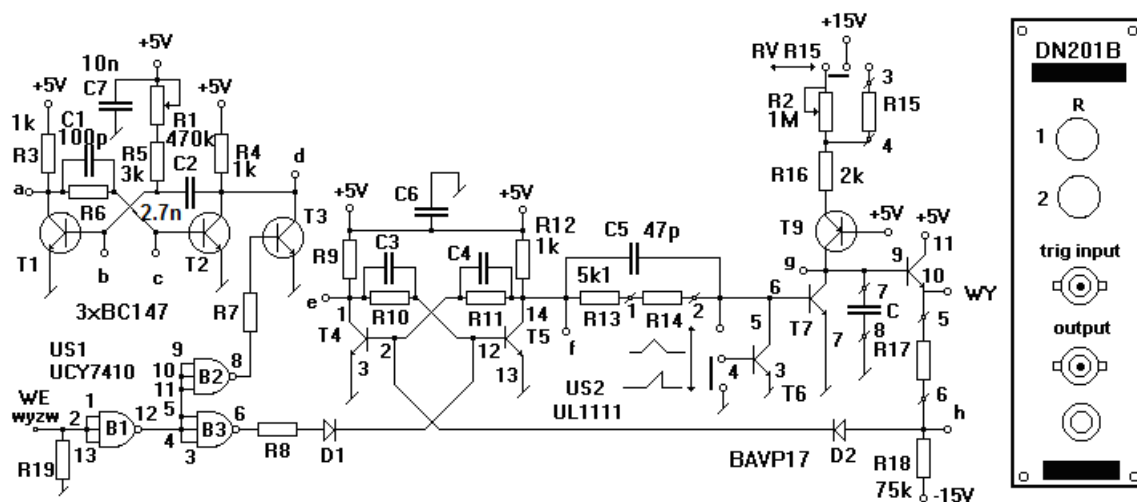
Wkładka DN201A (rys. 1.) zawiera dwa układy przerzutników bistabilnych. Układ symetryczny Eccles-Jordana (T_1, T_2), oprócz konwencjonalnych elementów schematu, zawiera dodatkowy rezystor R_5 , który umożliwia quasi-prądowe sterowanie bazy jednego z tranzystorów i dzięki temu, obserwację pętli histerezy. W układzie Schmitta (T_3-T_6) zastosowano prądowe zasilanie tranzystorów i obwodu sprzężenia zwrotnego, co z jednej strony ułatwia spełnienie warunków nienasycania się tranzystorów oraz umożliwia regulację szerokości pętli histerezy w obwodzie prądu stałego, z drugiej zaś - upraszcza projektowanie i poprawia stałość poziomów. Potencjometr i gniazdo wyjściowe „V” nie są wykorzystywane. Wyjście 2 dc i ac w odróżnieniu od wyjścia 1 dc jest przełączane w zależności od położenia przełącznika rodzaju układu.



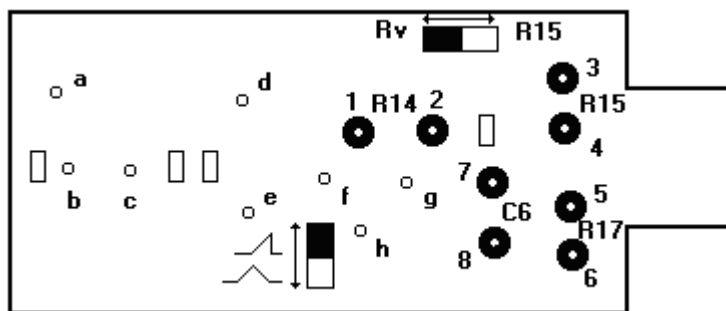
Rys.1. Schemat ideowy i płyta czołowa wkładki DN201A

2.2. Przerzutniki monostabilne (DN201B)

We wkładce DN201B (rys. 2) znajdują się dwa przerzutniki monostabilne: quasi-symetryczny Eccles-Jordana (T_1, T_2, T_3) oraz przerzutniki z zewnętrzną pętlą s.z., zrealizowany na pięciu tranzystorach układu scalonego UL1111 ($T_4 - T_8$) i dodatkowym tranzystorze n-p-n (T_9). W drugim z tych układów przewidziano projektowane i wymienne (zaciski 1-8) elementy biernie. Na płytce znajdują się dwa przełączniki suwakowe. Jednym z nich przełącza się układ rozładowania kondensatora: albo klucz konwencjonalny (T_7), albo lustro prądowe (T_6, T_7). Drugi przełącznik zmienia rodzaj rezystora w obwodzie ładowania kondensatora (rezystor dobierany R15 albo regulowany płynnie R2). Obserwacji przebiegów czasowych w obu układach dokonuje się za pomocą sondy, korzystając z punktów pomiarowych a-h. Rozmieszczenie p. pomiarowych i zacisków montażowych pokazano na rys. 3. Oba układy przerzutnikowe wyzwalane są z generatora zewnętrznego przez układ rozdzielacza impulsów (bramki B1-B3) oraz elementy sprzęgająco-separujące (tranzystor T_3 oraz diodę D1).



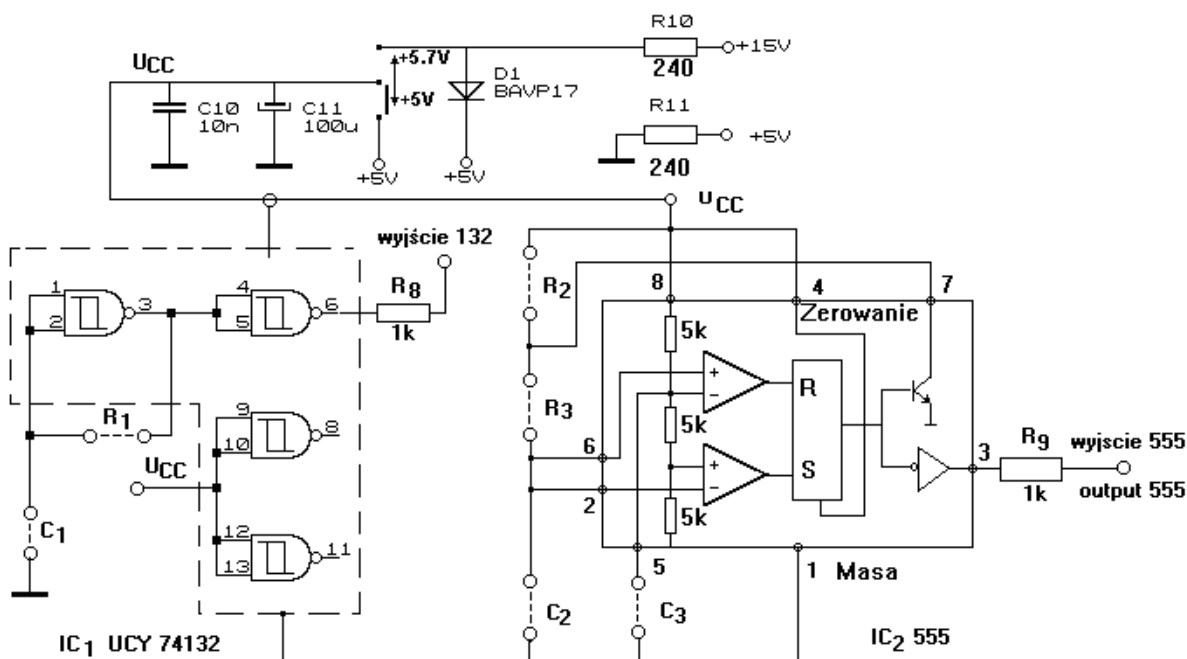
Rys. 2. Schemat ideowy i płyta czołowa wkładki DN201B



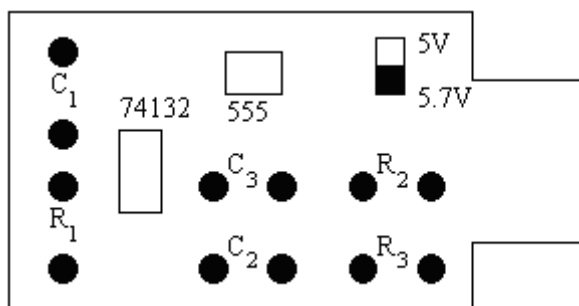
Rys. 3. Rozmieszczenie zacisków i punktów pomiarowych na płytce DN201B

2.3. Multiwibratory typu integrator-przerzutnik (DM241C)

Wkładka DM241C (rys. 4) zawiera dwa układy generatorów. Są to bramka z wejściem Schmitta 74132 z charakterystyką histerezową i zewnętrzną pętlą opóźnienia R1-C1 oraz układ generatora scalonego 555. Na płycie drukowanej wkładki DM241C znajdują się zaciski służące do montowania elementów R i C. Ponadto na płycie umieszczony jest przełącznik suwakowy, służący do przełączania napięć +5V i +5.7V zasilających układy generatorów. Wyjścia generatorów dołączone są do gniazd na płycie czołowej. Rozmieszczenie elementów i zacisków montażowych jest przedstawione na rys. 5.



Rys. 4. Schemat układów wkładki DM 241C



Rys.5. Rozmieszczenie elementów na płycie wkładki DM241C

3. WYKAZ APARATURY POMOCNICZEJ

- generator impulsów prostokątnych SN3012 lub SN3021,
- wkładka charakterograficzna dwukanałowa SN7212,
- generator impulsów wyzwalających SN3511,
- rozdzielacz d.c. SN4032 lub SA4022,
- oscyloskop wraz z sondą.
- rozdzielacz BNC

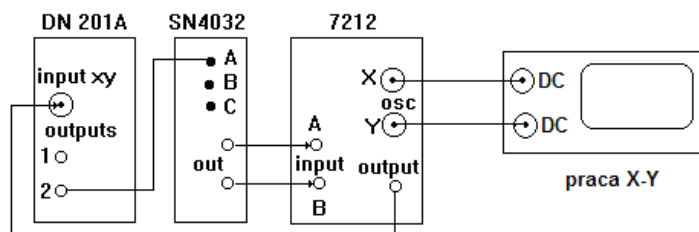
4. OBSERWACJE I POMIARY

4.1. Obserwacje charakterystyk przejściowych przerzutników bistabilnych (DN201A, DM241)

Korzystając z wkładki charakterograficznej SN7212 obejrzyć na ekranie oscyloskopu i zapisać do plików (format map bitowych) charakterystyki przejściowe (z pętlą histerezy) badanych przerzutników (Tabela 1). **Ważne:** Dla obu wejść oscyloskopu zastosować sprzężenia DC. Charakterystyka powinna być obserwowana przy czułości kanału X równej 0,5V/działkę, a dla kanału Y: 1 V/działkę (podstawa czasu 200 kSa/s). Przy zapisie charakterystyki do pliku należy zanotować położenie znaczników □ osi X i Y, jeśli nie są one widoczne na mapie bitowej rysunku.

UWAGA 1 Wkładka charakterograficzna 7212 jest wkładką dwukanałową. Przebieg z wejścia A pojawia się na wyjściu Y gdy napięcie na wyjściu X (wyjściu XY) rośnie, przebieg z wejścia B jest podany na Y gdy napięcie na wyjściu X maleje. Aby zaobserwować przebieg napięcia wyjściowego przy wzroście a następnie przy zmniejszaniu napięcia wejściowego (pętlę histerezy) należy to samo napięcie podać na wejścia A i B wkładki. Jako rozdzielacza sygnału można użyć np. wkładki SA4022 lub SN4032 (rys. 6).

UWAGA 2 W przypadku pomiaru przerzutników na wkładce DM241C napięcie wejściowe (XY) doprowadzić za pomocą kabla DC z końcówkami telefonicznymi do zacisków przeznaczonych do montowania elementów (C₁ lub C₂ - zwrócić uwagę na odpowiednie podłączenie końcówek: masa-biały kolor). Obserwować napięcie na odpowiednim wyjściu wkładki.



Rys. 6. Układ do pomiaru pętli histerezy

Tabela 1

przerzutnik/ wyjście	E-J/Wy1	E-J/Wy2	Sch/Wy2 R15=0k	Sch/Wy2 R15=10k	132	555
wkładka	DN201A				DM241	
Zespół	1	2	3	4	5	1÷5

W sprawozdaniu, w tabeli, należy umieścić zmierzone charakterystyki oraz podać zmierzone i obliczone na podstawie schematu układu wartości współrzędnych charakterystycznych punktów charakterystyki.

charakterystyka	współrzędne "załamań" charakterystyki				
		Zmierzone		obliczone (wzór i wart.)	
		Uwe	Uwy	Uwe	Uwy
	A				
	B				
	C				
	D				
	E				

4.2. Badanie monostabilnego przerzutnika Ecclesa-Jordana

Obejrzyć i narysować w sprawozdaniu przebiegi czasowe napięć w punktach a-d przerzutnika monostabilnego Eccles-Jordana (wkładka DN201B), dla krańcowych możliwych do uzyskania w układzie czasów trwania T impulsu. Określić czas trwania impulsu oraz czas bierny t_b w obu przypadkach. Przerzutnik należy wyzwać sygnałem impulsowym z generatora SN3511: sygnał o częstotliwości „L” należy pobrać z wyjścia „output”. **Ważne!** Oscyloskop należy wyzwać tym samym sygnałem impulsowym (zastosować rozdzielacz BNC) doprowadzonym do jednego z wejść oscyloskopu. Obserwowane przebiegi doprowadzić do drugiego wejścia oscyloskopu.

W sprawozdaniu należy:

1. Podać przybliżone wzory na czas trwania T impulsu i czas bierny t_b w przerzutniku monostabilnym Eccles-Jordana. Następnie odpowiedzieć krótko na następujące pytania:
2. Dlaczego przekroczenie pewnej maksymalnej wartości rezystancji R_1 (odpowiadającej największemu możliwemu czasowi trwania impulsu) powoduje, że układ monostabilny zaczyna pracować niestabilnie. Jak obliczyć tę graniczną wartość rezystancji R_1 ?
3. Dlaczego zbocze opadające na kolektorze tranzystora T_2 jest wielokrotnie krótsze niż zbocze narastające. Czy efekt taki występuje również na kolektorze T_1 ?
4. Czy jest ograniczone maksymalne napięcie zasilania badanego układu przerzutnika.

4.3. Badanie przerzutnika monostabilnego z zewnętrzną pętlą sprzężenia zwrotnego

Obliczyć wartości elementów R_{14} , R_{15} , R_{17} i C przerzutnika monostabilnego z zewnętrzną pętlą sprzężenia zwrotnego (wkładka DN201B), tak aby uzyskać układ o parametrach odpowiadających dowolnej kombinacji danych z tabelicy.

Czas trwania impulsu T [μ s]			Stosunek T/t_b			Amplituda na wyjściu $U_{wy\max}$ [V]		
10	20	50	max	5	1	2	3	4
zesp. 1, 5	2, 3	4	2	1, 5	4, 3	1	2, 4	3, 5

Wskazówka: Kondensator C jest ładowany stałym prądem źródła prądowego T_9 (zależnym od R_{15}). Napięcie U_C na pojemności C rośnie więc liniowo. Proces ten trwa dopóki napięcie na wyjściu $U_{wy} \cong U_C - 0,7V$ jest mniejsze od wartości $U_{wy\max}$. Gdy $U_{wy} = U_{wy\max}$ napięcie w punkcie h wynosi ok. 1,4V. Wtedy następuje zmiana stanu przerzutnika T_4 , T_5 . Napięcie na kolektorze T_5 osiągnie wartość ok. 5 V. Tranzystory T_6 , T_7 zostaną wysterowane i rozładują pojemność C co kończy impuls. Czas rozładowania t_b to faza bierna, czas narastania napięcia na C , to czas trwania impulsu T .

Pomocne równania:

$$U_{wy} + 0,7V = \frac{1}{C} I_{lad} T, \quad I_{lad} = \frac{(15 - 5 - 0,7)V}{R_{15} + R_{16}} = \frac{9,3V}{2k + R_{15}}; \text{ (przyjąć } C, \text{ wyliczyć } R_{15})$$

$$U_{wy} + 0,7V = \frac{1}{C} I_{rozt} t_b, \quad I_{rozt} = I_{T7} - I_{Lad}, \quad I_{T7} = \frac{(5 - 0,7)V}{R_{14} + R_{13} + R_{12}} = \frac{4,3V}{6,1k + R_{14}}; \text{ (wyliczyć } R_{14})$$

$$\frac{U_{wy} \cdot R_{18}}{R_{18} + R_{17}} - \frac{15 \cdot R_{17}}{R_{17} + R_{18}} \cong 1,4V, \quad R_{18} = 75k \text{ (obliczyć } R_{17})$$

Po wmontowaniu elementów o obliczonych wartościach i dokonaniu odpowiednich przełączeń zarejestrować przebiegi czasowe występujące w punktach e-h układu.

W sprawozdaniu należy podać ostateczne wzory projektowe i obliczone wartości elementów oraz zamieścić projektowane i zmierzone przebiegi. Z rysunku odczytać wartości parametrów T , t_b i $U_{wy\max}$.

4.4. Projektowanie i badanie generatora 555

W oparciu o układ 555 zaprojektować układ generatora jak w Tabeli 2

Tabela 2

wsp. wypełnienia	1/3	1/4	1/5	1/3	1/4
częstotliwość [kHz]	15	10	10	20	15
zespół	1	2	3	4	5

Obliczone wartości elementów R_3 , R_2 , C_2 i C_3 wmontować na płytkę a następnie obserwować przebiegi. Dokonać pomiaru częstotliwości oraz współczynnika wypełnienia. Częstotliwość zmierzyć dla obu wartości napięcia zasilającego +5V i +5.7V. Obliczyć współczynniki względnych zmian częstotliwości przy zmianach napięcia zasilania. Wyniki umieścić w tabeli.

f_{projekt} [kHz]	k	C_2 [nF], C_3 [nF] R_2 [k Ω], R_3 [k Ω]	f_{pomiar} [kHz]		$\Delta f/f$	k_{pomiar}	szkic sygn.
			$U_{cc}=5V$	$U_{cc}=5,7V$			

W sprawozdaniu zamieścić schemat układu, wzory projektowe oraz obserwowane przebiegi.

Zagadnienia dodatkowe

4.5. Projektowanie i badanie multiwibratora opartego o układ 74132

1. W układzie jak w punkcie 4.1 zmierzyć parametry pętli histerezy bramki 74132. Następnie zaprojektować układy generatorów o częstotliwościach: $f = 50, 75, 110, 200$ kHz. Obliczone wartości elementów R_1 i C_1 wmontować na płytkę, a następnie obserwować przebiegi. Zmierzyc częstotliwość oraz współczynnik wypełnienia $k = t_H/(t_L+t_H)$. Wyniki umieścić w tabeli. Częstotliwość mierzyć dla obu wartości napięcia zasilającego +5V i +5.7V. Wyznaczyć względne zmiany częstotliwości przy zmianach napięcia zasilania.

f_{projekt} [kHz]	R_1 [k Ω]	C_1 [nF]	f_{pomiar} [kHz]		$\Delta f/f$	k	szkic sygnału
			$U_{cc}=5V$	$U_{cc}=5.7V$			
50							
75							
110							
200							

2. Zaproponować sposób zmiany współczynnika wypełnienia generowanego przebiegu polegający na zmianie rezystancji w obwodach ładowania i rozładowania pojemności przy użyciu diody półprzewodnikowej. Wmontować odpowiednie elementy. Zaobserwować na oscyloskopie i zmierzyc współczynniki wypełnienia otrzymanych przebiegów. Obserwacji dokonać dla różnych kierunków przewodzenia diody. [Wskazówka: W miejsce rezystora R_1 należy wmontować dwójnik składający się z rów-

nolegle połączonych elementów: 1- rezystora o rezystancji R_A , 2 - szeregowego połączenia rezystora R_B i diody D. Element 2 można montować "w dwóch kierunkach".

W sprawozdaniu umieścić schemat układu, zmierzone przebiegi oraz wartości zmierzonych częstotliwości i współczynników wypełnienia. Zmierzone wartości porównać z odpowiednimi obliczeniami.