

KLUCZ TRANZYSTOROWY

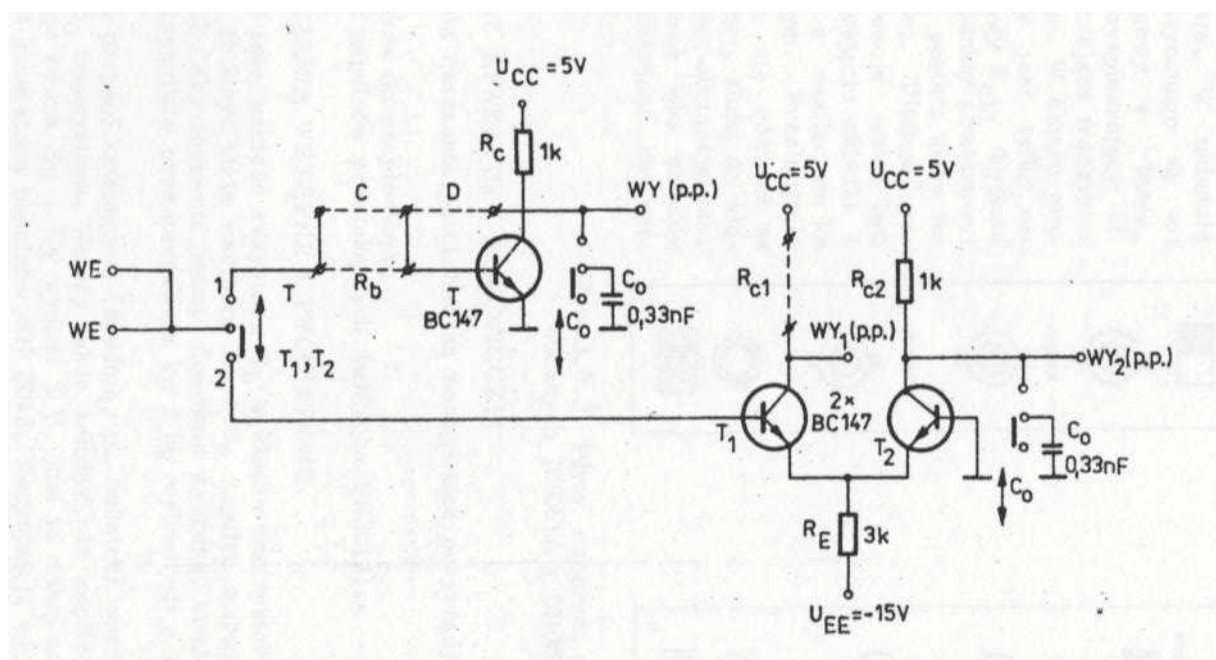
1. WSTĘP

Tematem ćwiczenia jest badanie elementarnych układów przełączających (klucze). Przeprowadza się pomiary i obserwacje przebiegów czasowych w układach podstawowych: tranzystorowym kluczu nasyconym, kluczach NMOS, PMOS.

Celem ćwiczenia jest ugruntowanie wiadomości dotyczących procesów przełączania elementów półprzewodnikowych i doświadczalne zilustrowanie działania elementarnych układów przełącznikowych wchodzących w skład urządzeń techniki impulsowej i cyfrowej.

2. OPIS TECHNICZNY BADANYCH UKŁADÓW

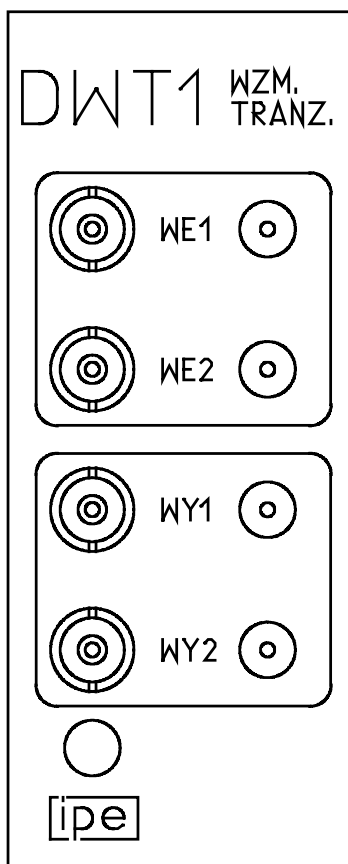
2.1. Dydaktyczna wkładka przełączników tranzystorowych (wkładka DN081B)



Rys.1. Układy przełączników tranzystorowych

Na płytce drukowanej wkładki DN081B zmontowane są dwa klucze tranzystorowe – nasycony z tranzystorem T oraz prądowy (różnicowy) z tranzystorami T₁ i T₂ (rys.1). Przełącznik T-T₁,T₂ znajdujący się na płycie czołowej, umożliwia łączenie każdego z badanych układów z gniazdem wejściowym (podwojonym ze względu na jednoczesne dołączenie generatora impulsów i oscyloskopu). W obu układach znajdują się zaciski montażowe, umożliwiające włączanie elementów. W układzie przełącznika nasyconego są to rezystor szeregowy w bazie, kondensator przyspieszający i dioda zabezpieczająca przed nasycaniem. W kluczu prądowym dobierany jest tylko rezystor kolektorowy R_{C1}. Wyjścia obu układów (punkty pomiarowe) wykonane są w postaci nitów na płytce drukowanej. Dlatego pomiary i obserwacje muszą być prowadzone po wyjęciu wkładki i połączeniu jej z zasilaczem kablem zasilającym. Przełączniki C_o znajdujące się na płytce drukowanej służą do włączania pojemności obciążających.

2.2. Opis wkładki DWT1



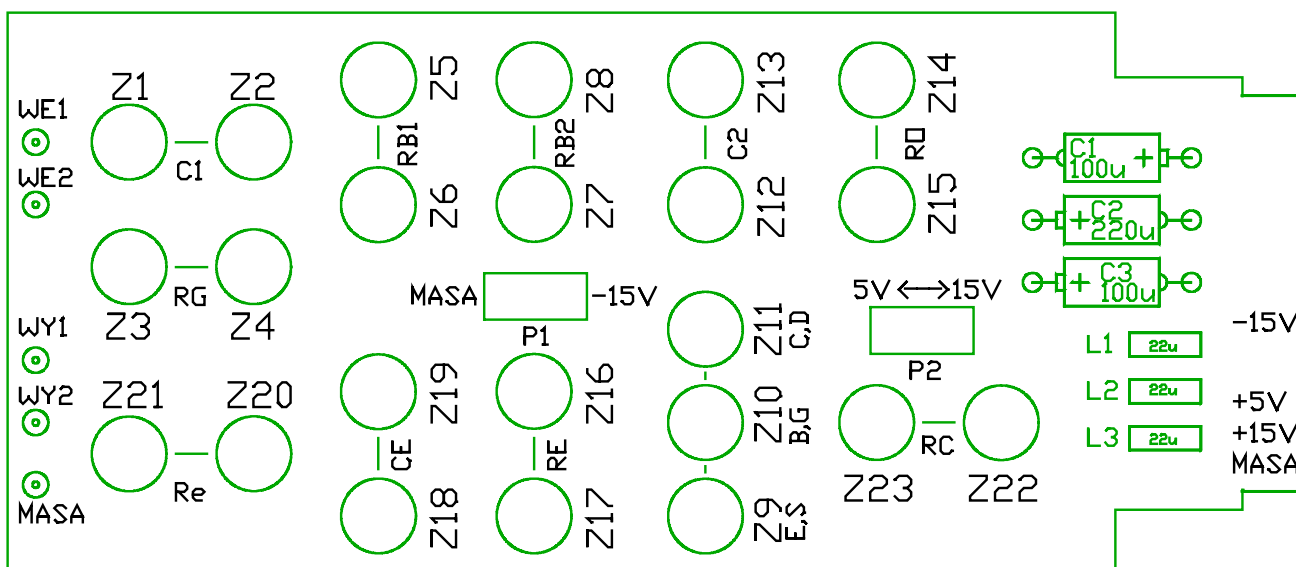
Rys.2. Płyta czołowa wkładki DWT 1

Jest to wkładka uniwersalna, używana w kilku ćwiczeniach wykonywanych w laboratorium. Wygląd jej płyty czołowej pokazano na rys.2, natomiast na rys. 3 i 4 pokazano wygląd płytki drukowanej oraz schemat ideowy układu elektrycznego, który stanowi wkładka.

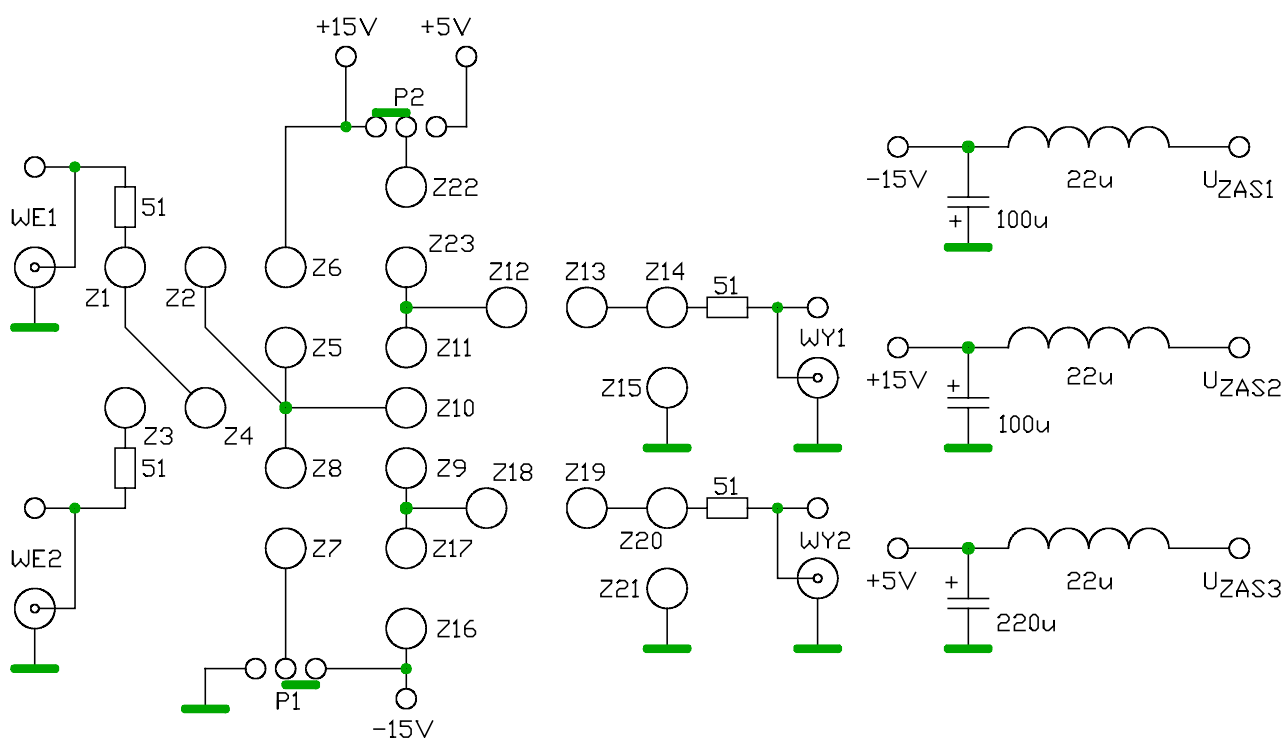
Ze schematu wkładki wynika, że jest to zbiór 23 zacisków połączonych tak, aby możliwe było zmontowanie prostego wzmacniacza z pojedynczym tranzystorem bipolarnym lub polowym. Możliwa jest realizacja wzmacniacza rezystorowego z tranzystorem bipolarnym typu NPN lub PNP w układzie ze wspólnym emiterem lub wspólnym kolektorem oraz wzmacniacza rezystorowego ze złączowym tranzystorem polowym z kanałem N w układzie ze wspólnym źródłem lub wspólnym drenem. Można również realizować, rzadko spotykane w praktyce, wzmacniacze w układach ze wspólną bazą lub wspólną bramką, lecz wtedy należy zignorować opis wejść i wyjść znajdujący się na płycie czołowej wkładki.

Element aktywny, czyli tranzystor bipolarny lub polowy (lub bardziej skomplikowany trójnik złożony z tranzystora i rezystorów) należy montować między zaciskami Z9, Z10 i Z11. Pozostałe zaciski należy wykorzystać stosownie do postaci schematu realizowanego układu wzmacniacza. Opis elementowy umieszczony na płytce drukowanej odnosi się do napięciowego wzmacniacza rezystorowego z tranzystorem bipolarnym NPN, z lokalnym ujemnym sprzężeniem zwrotnym i nie należy się nim sugerować przy realizowaniu innych układów wzmacniających.

Na płytce drukowanej wkładki są dwa przełączniki suwakowe P₁ i P₂. Za pomocą przełącznika P₁ wybiera się wartość napięcia doprowadzanego do zacisku Z7; można wybrać 0 V lub -15 V. Natomiast za pomocą przełącznika P₂ ustala się wartość napięcia doprowadzanego do zacisku Z22. Można ustalić wartość +5 V lub +15 V.



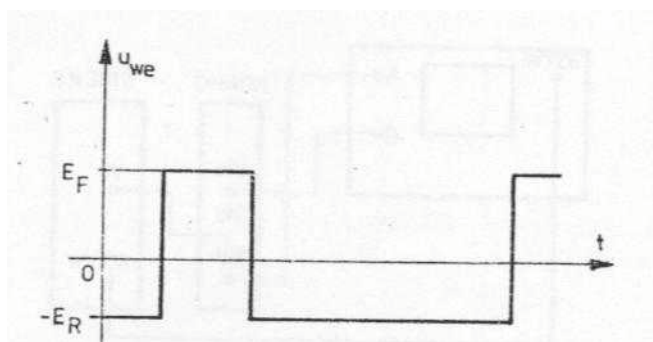
Rys.3. Wygląd płytki drukowanej wkładki DWT 1



Rys.4. Schemat ideowy wkładki DWT 1

2.3. Generator impulsów prostokątnych (wkładka SN3012)

Generator impulsów SN3012 wytwarza napięcie w postaci fali prostokątnej o współczynniku wypełnienia około 0,2 i dwóch częstotliwościach powtarzania, różniących się stukrotnie. Amplituda impulsów wyjściowych oraz ich poziom odniesienia może być płynnie regulowany. Generator ten posiada także wyjście o parametrach standardowych TTL. Regulacja amplitudy i przesuwu składowej stałej za pomocą odpowiednich pokręteł pozwala na uzyskanie na wyjściu oznaczonym 5V przebiegu o dowolnych poziomach dolnym i górnym. Pozostałe dwa gniazda to wyjście impulsów TTL oraz impulsów wyzwalających (dodatnich) wyprzedzających impulsy wyjściowe o 60-100ns w celu skompensowania opóźnienia własnego toru wyzwalania oscyloskopu.



Rys. 5. Idealizowany kształt impulsu generatora SN3012

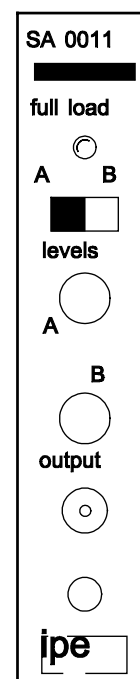
2.4. Regulowane źródło napięcia stałego (wkładka SA0011)

Wkładka SA0011 jest regulowanym źródłem napięcia stałego. Służy ona do zasilania układów badanych wymagających regulacji napięcia zasilającego. Wartość napięcia wyjściowego źródła SA0011 można regulować każdym z dwóch pokręteł potencjometrów umieszczonych na płycie czołowej (rys.6) i oznaczonych jako „A” oraz „B”. Wyboru potencjometru, którym regulowane jest napięcie wyjściowe, dokonuje się przełącznikiem suwakowym oznaczonym „A B”, umieszczonym nad potencjometrami. W lewych skrajnych położeniach gałek nastawia się minimalną, a w prawych maksymalną wartość napięcia wyjściowego. Po nastawieniu potencjometrami „A” i „B” dwóch różnych wartości napięcia wyjściowego otrzymuje się, za pomocą przełącznika „A B”, możliwość szybkiego przełączania napięcia wyjściowego pomiędzy dwoma ustawionymi wartościami.

Przeciążenie prądowe źródła SA0011 jest sygnalizowane świeceniem diody umieszczonej w górnej części płyty czołowej. Dioda świeci, gdy wartość prądu pobieranego ze źródła przekracza 55 mA. Źródło jest odporne na dowolnie długo trwające przeciążenie.

Dane techniczne wkładki SA0011:

Zakres regulacji napięcia wyjściowego	0÷12 V
Rezystancja wyjściowa	≤ 150 mΩ
Maksymalny prąd wyjściowy	60 mA



Rys.6. Płyta czołowa wkładki SA0011

3. WYKAZ MODUŁÓW DYDAKTYCZNYCH ORAZ APARATURY POMOCNICZEJ

Bazę ćwiczenia stanowią moduły dydaktyczne:

moduł kluczy tranzystorowych	DN081B
moduł wzmacniacza tranzystorowego	DWT1

Do wykonania ćwiczenia potrzebne są następujące przyrządy pomocnicze:

regulowane źródło napięcia stałego -10÷+10V	SA1311
generator impulsów prostokątnych	SN3012 (SN3012=SGP1)
generator funkcyjny	9205
oscyloskop dwukanałowy	
sonda bierna do oscyloskopu z uziemieniem	
woltomierz	

Za wkładkę SA1311 można zastosować zamiennie (nie wszystkie punkty ćwiczenia mogą być możliwe do wykonania):

regulowane źródło napięcia stałego 0÷+10V	SA1321
regulowane źródło napięcia stałego 0÷+12V	SA0011
przełącznik czterokanałowy DC/DC	SA4022 (SP2)

4. ZAGADNIENIA WSTĘPNE I PROJEKTOWE

4.1. Narysować w konspekcie idealizowane przebiegi czasowe prądów i napięć przy przełączaniu tranzystora bipolarnego.

4.2. Opracować i narysować w protokole schemat połączeń układu pomiarowego do eksperymentów z kluczem bipolarnym przeprowadzanych w ćwiczeniu (patrz p. 5.1).

Tabela 1.

GRUPA	A	B	C	D
E_F [V]	5	5	3	3
E_R [V]	0	0	2	2
R_b [k Ω]	15	33	18	68
C [pF]	270	220	220	270

E_F , E_R – patrz rys. 5, R_b - rezystancja szeregowo bazy, C- pojemność przyspieszająca.

4.3. Wyjaśnić w konspekcie pojęcie napięcia progowego tranzystorów MOS.

4.4. Opracować i narysować w konspekcie schemat połączeń układu pomiarowego do eksperymentów z kluczem MOS przeprowadzanych w ćwiczeniu (patrz p. 5.2).

5. OBSERWACJE I POMIARY

5.1. Badanie klucza tranzystora bipolarnego (wkładka DN081B)

1. Po wmontowaniu rezystora R_b o wartości podanej w tabeli 1 i podaniu na wejście badanego układu (wkładka DN081B0) napięcia sterującego z generatora SN012 (przełącznik „high”) zaobserwować i narysować przebiegi na bazie i kolektorze tranzystora T. Do obserwacji należy użyć sondy biernej, zaś wkładkę DN081B należy wyjąć z zestawu i połączyć kablem zewnętrznym z zasilaczem znajdującym się w obudowie dolnej. Wyznaczyć czasy t_d , t_n , t_s , t_o w badanym kluczu.

2. Zaobserwować przebiegi jak w p. 5.1.1 z obciążeniem pojemnościowym C_0 .

3. Zaobserwować i naszkicować zależność czasów t_d , t_n , t_s , t_o od napięć E_F oraz E_R (najpierw zmieniamy E_F przy stałym E_R , a następnie E_R przy stałym E_F).

4. Napięcia E_F i E_R ustawiamy tak, jak na początku pomiarów. Dołączamy pojemność podaną w tabeli 1. Zaobserwować przebiegi napięć na bazie i kolektorze tranzystora. Dołączyć pojemność o ok. 100razy większą i powtórzyć obserwacje. O ile wzrosła prędkość działania klucza po dołączeniu pojemności?

5.2. Badanie klucza NMOS, PMOS (wkładka DWT1)

1. Wmontować tranzystor MOSi zworki do wkładki DWT1. Na bramkę tranzystora podać napięcie 0V z wkładki SA1311. Sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1kHz z generatora 9205 o amplitudzie 5V i składowej stałej równej 0V należy podać na dren tranzystora. Sygnał wejściowy i wyjściowy (źródło tranzystora) należy obserwować na oscyloskopie. Przerysować oscylogramy wejściowy i wyjściowy do sprawozdania. Wyznaczyć napięcie progowe badanego tranzystora.

2. Zaobserwować zależność sygnału wyjściowego od napięcia bramki badanego tranzystora. W tym celu należy zwiększać lub zmniejszać napięcie w zależności od zastosowanego tranzystora (NMOS, PMOS). Wyznaczyć wartość napięcia na bramce tranzystora przy której cały sygnał wejściowy jest przekazywany na wyjście klucza.

3. Ustalić ponownie napięcie na bramce badanego tranzystora na 0V. Zmieniając składową stałą sygnału z generatora zaobserwować zmiany przebiegu wyjściowego. Wnioski należy zawrzeć w sprawozdaniu.

6. LITERATURA

- S. Kuta, G. Krajewski, J. Jasielski – „Układy elektroniczne cz.II”, AGH, Kraków 2000
- J. Baranowski, G. Czajkowski – „Układy elektroniczne cz.II”, WNT, Warszawa 1993
- W. Nowakowski, A. Obłój – „Laboratorium układów elektronicznych”, WPW, Warszawa 1984
- A. Filipkowski – „Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe”, WNT, Warszawa 1993