

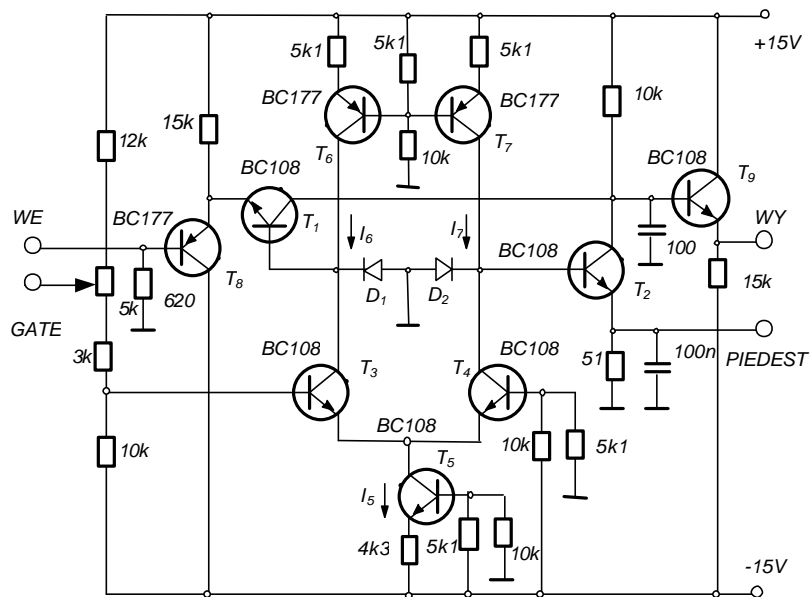
## SZEREGOWO-RÓWNOLEGLA BRAMKA LINIOWA

### I. Zakres ćwiczenia

- Pomiar parametrów znamionowych bramki:
  - współczynnika przenoszenia bramki  $K_{on}$ ,
  - czasu narastania i opadania  $t_n$  i  $t_o$ ,
  - poziomu przesłuchu  $V_{SFT}$ ,
  - piedestału  $V_{PED}$ .
- Zestawienie prostego systemu pomiarowego z bramkowaniem sygnału.

### II. Przedmiot ćwiczenia

Przedmiotem ćwiczenia jest układ szeregowo-równoległej, liniowej bramki transmisyjnej w konfiguracji zaproponowanej przez F.S. Gouldinga. Rysunek 1 przedstawia jej pełny schemat ideowy.



Rys. 1. Schemat ideowy bramki szeregowo-równoległej wg Gouldinga

Bramka ta należy do kategorii bramek *monopolarnych*, przeznaczonych do transmisji impulsów (sygnałów) polarności dodatniej. Podstawowymi jej elementami funkcjonalnymi są dwa klucze tranzystorowe: szeregowy  $T_1$  oraz równoległy  $T_2$ . Są one przełączane komplementarna para sygnałów formowana w stopniu różnicowym  $T_3, T_4, T_5$  w odpowiedzi na zewnętrzny sygnał bramkujący. Sygnał ten podawany jest na bazę tranzystora  $T_3$  za pośrednictwem sieci rezystorowej, umożliwiającej uzgodnienie potencjałów sprzęganych galwanicznie obwodów źródła sygnału bramkującego i stopnia różnicowego. Tranzystory  $T_6$ ,

$T_7$  i  $T_5$  pełnią funkcje źródeł prądowych, przy czym ich wydajności prądowe  $I_6$ ,  $I_7$  oraz  $I_5$  pozostają w relacji:  $I_6 = I_7 < I_5$ . Dzięki temu nadwyżka prądu w gałęzi przewodzącej ( $T_3, T_6$  lub  $T_4, T_7$ ), spływając przez przynależną diodę ( $D_1$  lub  $D_2$ ), daje na niej spadek napięcia utrzymujący w stanie odcięcia odpowiednio tranzystor  $T_1$  (klucza szeregowego) lub, w przypadku alternatywnym, tranzystor  $T_2$  (klucza równoległego). Oczywiście, stanowi odcięcia jednego z kluczy tranzystorowych towarzyszy stan nasycenia drugiego klucza, uwarunkowany skierowaniem do jego bazy pełnego prądu przynależnego źródła prądowego.

W stanie spoczynkowym, tj. przy braku sygnału bramkującego, bramka – według założenia projektowego – pozostaje zamknięta. Klucz szeregowy jest wówczas rozarty (odciety), zaś klucz równoległy zwarty. Taki stan zapewnia odpowiednie ustalenie spoczynkowych wartości potencjałów baz tranzystorów  $T_3$  i  $T_4$  wymuszające przewodzenie tranzystora  $T_3$ . Otwarcie bramki następuje pod działaniem ujemnego sygnału bramkującego ( $V_B = -3V$ ) zmieniającego stan przewodzenia tranzystorów stopnia różnicowego i powodującego w dalszej konsekwencji odcięcie tranzystora  $T_2$  klucza równoległego i wprowadzenie w nasycenie tranzystora  $T_1$  klucza szeregowego.

W tor sygnału włączono nadto separatory wtórnikowe, wejściowy ( $T_8$ ) i wyjściowy ( $T_9$ ), zapewniające właściwe dopasowanie układu do źródła sygnału i jego odbiornika. Dodatkowa gałąź (PEDEST) w obwodzie emitera tranzystora  $T_2$  umożliwia wprowadzenie napięcia kompensującego *efekt piedestału*.

### **III. Program ćwiczenia – instrukcja szczegółowa**

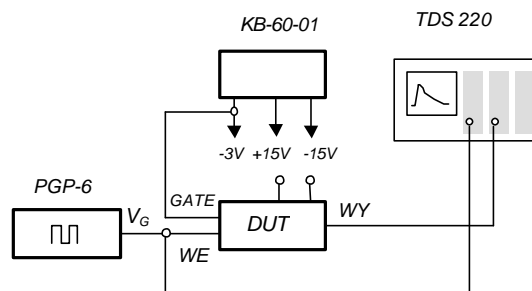
#### **1) Określenie zakresu dynamicznego bramki i pomiar jej współczynnika przenoszenia**

Dokonac wyznaczenia wartości współczynnika przenoszenia bramki  $K_{ON}$  uśrednionego na całym liniowym obszarze charakterystyki przejściowej. W tym celu zestawic układ pomiarowy według schematu podanego na rysunku 13.2. Ustalic warunki pracy bramki w trybie trwałego przewodzenia łącząc jej wejście (GATE) ze źródłem napięcia stałego  $V_G = -3,0 V$ .

Generator impulsów PGP-6, wykorzystywany w ćwiczeniu jako źródło sygnału przełączyć w tryb generacji ciągu impulsów pojedynczych. Za pomocą organów regulacyjnych ustawić następujące wartości parametrów sygnału:

- szerokość impulsów  $t_{imp} = 1 \mu s$ ,
- częstotliwość impulsów  $f = 1 kHz$ ,
- polarność impulsów – dodatnia (odbiór z odpowiedniego gniazda wyjściowego).

Pomiar przeprowadzić standardową techniką „punkt po punkcie”, mierząc każdorazowo amplitudę sygnału (impulsów) wejściowego  $V_i$  i wyjściowego  $V_o$  bramki, oraz wyznaczając na bieżąco przebieg charakterystyki przenoszenia aż do zaobserwowania znaczącego odstępstwa od liniowości. Metodą regresji liniowej wyznaczyć *idealizowany* przebieg charakterystyki przenoszenia oraz określić nominalny zakres napięć wejściowych według kryterium dopuszczalnej nieliniowości całkowitej na poziomie 1%. Wyznaczyć dla tego obszaru wartość współczynnika  $K_{ON}$ .



**Rys. 13.2.** Schemat zestawu do pomiaru zakresu dynamicznego oraz współczynnika przenoszenia bramki liniowej

## 2) Pomiar czasu narastania bramki

Czas narastania bramki  $\tau_r$  określany jest definicyjnie tak samo, jak czas narastania wzmacniacza. Zgodnie z definicją jest to zatem czas narastania odpowiedzi bramki na wymuszenie skokowe. W praktyce pomiarowej zamiast sygnału skokowego posłużyć się można sygnałem prostokątnym [typu  $\Pi(t)$ ] dostatecznej szerokości i stromości zboczy. Pozwala on nadto wyznaczyć szybkość zaniku odpowiedzi, poprzez pomiar czasu opadania  $\tau_d$ .

Pomiar obu tych parametrów należy przeprowadzić w tym samym co poprzednio, układzie, stosując jako wymuszenie ciąg impulsów prostokątnych o częstotliwości  $f = 10$  kHz, o szerokości  $t_i = 1\mu\text{s}$  i maksymalnej amplitudzie znamionowej  $V_{i\text{max}} = +4,0$  V. Korzystając z możliwości pomiarowych oscyloskopu cyfrowego (TDS-220) dokonać pomiaru czasów narastania i opadania zarówno impulsów wejściowych jak i wyjściowych i na gruncie tych danych wyznaczyć wartości parametrów  $\tau_r$  i  $\tau_d$ .

## 3) Pomiar napięcia przesłuchu bramki

Zmodyfikować układ pomiarowy z rysunku 2, odłączając wejście sygnału bramkującego od źródła napięcia stałego ( $-3,0\text{V}$ ) i zwierając go na krótko do masy. W ten sposób bramka zostaje wprowadzona trwale w stan odcięcia.

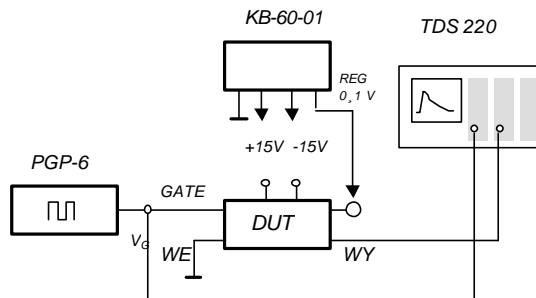
Podać na wejście sygnału informacyjnego ciąg impulsów prostokątnych o maksymalnie dopuszczalnej amplitudzie. Zaobserwować na oscyloskopie przebieg wyjściowy i ewentualnie pomierzyć jego amplitudę ( $V_{FST}$ ).

Stosunek  $V_{FST}$  do  $V_{i\text{max}}$  wyznacza zarazem wartość współczynnika przenoszenia bramki w stanie jej odcięcia tj.  $K_{OFF}$ .

## 4) Pomiar i kompensacja piedestału

Efekt *piedestału* uwarunkowany jest niezgodnością potencjałów na wyjściu bramki w stanie pasywnym (odcięcia) i aktywnym (przewodzenia). Eksperymentalnie łatwo wyz-

naczyć jego wielkość obserwując i mierząc zmiany poziomu na wyjściu bramki przy okresowym przełączaniu jej stanu przewodzenia sygnałem bramkującym w warunkach zwartego wejścia sygnału informacyjnego (WE). Dla realizacji tego zadania ćwiczeniowego przełączyć układ pomiarowy do postaci podanej schematycznie na rysunku 3.



**Rys. 3.** Schemat układu do pomiaru piedestału bramki liniowej

Generator impulsów PGP-6 przełączyć w tryb generacji *unipolarnej fali prostokątnej* ( $t_i = T/2$ ) o amplitudzie nominalnej  $V_G = 3,0$  V i polarności ujemnej. Oscylograficzny pomiar wysokości piedestału  $V_{PED}$  przeprowadzić w warunkach otwartego wejścia (PED). W przypadku stwierdzenia nadmiernego piedestału (powyżej 100 mV) dokonać próby jego skompensowania napięciem (w przedziale  $< 0 \div 1$  V) pobieranym z zasilacza ogólnego (w sposób podany na schemacie).

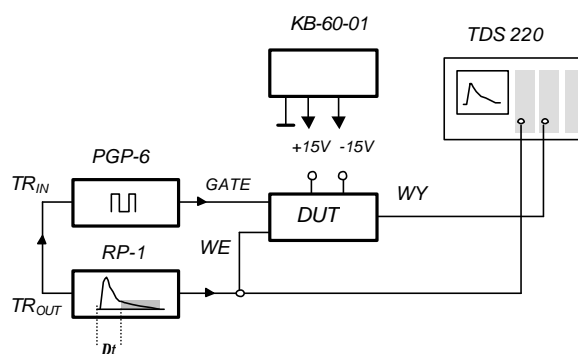
### 5) Obserwacja efektu przenikania sygnału bramkującego

Duża stromość krawędzi impulsów bramkujących sprawia, że poprzez pasozytnicze sprzężenia pojemnościowe te szybkie zmiany sygnału mogą przeniknąć na wyjście bramki. Zaobserwować ewentualne występowanie tego efektu w trakcie pomiarów napięcia piedestału. Przedstawić zwięzłe wyniki dokonanych obserwacji.

### 6) Realizacja prostego systemu z bramkowaniem sygnału

Linowe bramki transmisyjne są szeroko stosowane w różnych systemach selekcji czasowej sygnału. Dobrymi przykładami ich wykorzystania w obszarze fizyki i techniki jądrowej są spektrometryczne systemy pomiarowe z bezpośrednim uzależnieniem czasowym oraz z uzależnieniami koincydencyjnymi. Proponowana realizacja symuluje własności pierwszej grupy. Jej zadaniem jest wyodrębnienie fragmentu sygnału odległego od chwili jego wzbudzenia w źródle o znany interwał czasowy.

Rysunek 4 przedstawia schemat blokowy takiego systemu pomiarowego, w którym generator impulsów RP-1 symuluje przebieg sygnału generowanego w źródle.



**Rys. 4** Schemat prostego systemu transmisji sygnału z bramkowaniem

Zalóżmy, że nosnikiem pozadanej informacji jest koncowy fragment tego przebiegu opóźniony o  $\Delta t$  względem czola sygnału (zawarty w zaciemnionym polu ikonki w bloku RP-1) i tylko on powinien być przeniesiony przez bramkę. Konieczne jest zatem blokowanie toru transmisyjnego w okresie poprzedzającym wybrana część sygnału i następującym po jej zakończeniu. Funkcje te spełnia, wyzwalana czolem sygnału źródła, bramka liniowa otwierana z opóźnieniem  $\Delta t$  na czas trwania wydzielonej frakcji sygnału. Pozadane opóźnienie oraz długość interwału otwarcia bramki zrealizowano w układzie generacji sygnału bramkowania, wykorzystującym możliwości funkcjonalne generatora impulsów PGP-6. Dla osiągnięcia postawionych wymagań rekomenduje się następujące ustawienia generatorów RP-1 i PGP-6:

#### Generator RP-1

- amplituda impulsów 4,0 V,
- czas narastania 0,1  $\mu$ s,
- czas opadania 1,0  $\mu$ s,
- częstotliwość 10 kHz,
- polarność dodatnia;

#### Generator PGP-6

- amplituda 3,0 V,
- opóźnienie 1,5  $\mu$ s,
- szerokość 10  $\mu$ s,
- polarność ujemna,
- typ ciągu impulsy pojedyncze,
- tryb pracy – wyzwalanie zewnętrzne impulsami  $TR_{OUT}$  generatora RP-1.

Zadanie ma charakter jakościowy i polega na obserwacji przebiegów: pierwotnego, generowanego w źródle (RP-1) i wtórnego uzyskiwanego na wyjściu bramki. Skomentować wyniki tych obserwacji.

#### **IV. Wyposażenie stanowiska ćwiczeniowego**

- Moduł ćwiczeniowy: SZEREGOWO-RÓWNOLEGLA BRAMKA LINIOWA
- Zasilacz niskiego napięcia typu KB-60-01
- Generator impulsów PGP-6
- Generator impulsów licznikowych: TAIL PULSE GENERATOR typu RP-1 lub RP-2
- Oscyloskop pomiarowy typu TDS-220
- Kable i przewody łączące

#### **V. Literatura pomocnicza**

- [1] Goulding F.S.: *A Fast, High Performance Linear Gate*, Rev. Sci. Instr., vol. 38, 1967
- [2] Instrukcje obsługi pomocniczej aparatury pomiarowej
- [3] Korbel K.: *Elektronika jądrowa. Cz.III. Układy i systemy elektroniki jądrowej*. Kraków, Wyd. AGH 1987
- [4] Kowalski E.: *Elektronika jądrowa*. Warszawa, OIEJ, PTJ, Seria Aparatura i technika pomiarowa, nr 76 (359), 1973