

CWICZENIE 5

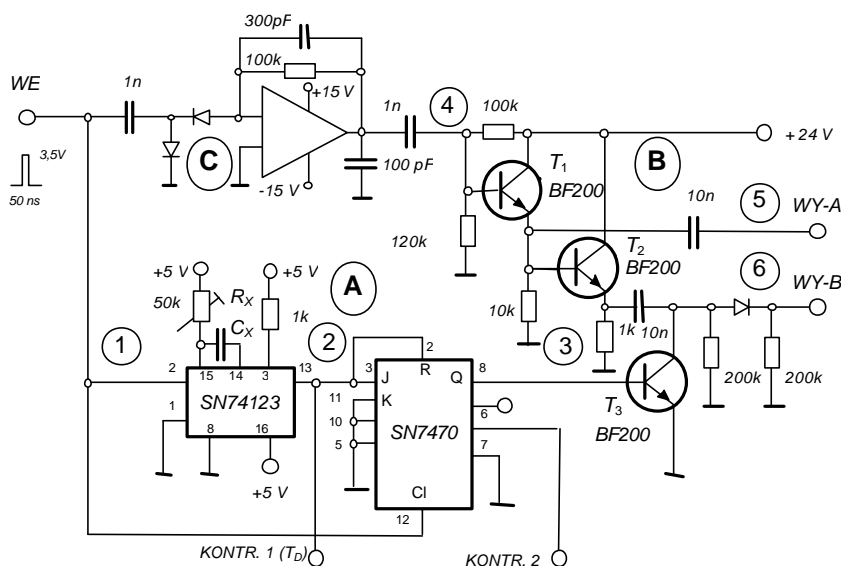
UKŁAD WYKRYWANIA I ODRZUCANIA SPIETRZEN (PUI/R)

I. Zakres ćwiczenia

- Badanie własności układu wykrywania spiętrzeń w stochastycznym ciągu impulsów oraz odrzucania impulsów skazonych tym efektem.
- Pomiar parametrów znamionowych układu:
 - pomiar czasu rozdzielczego dla dwóch impulsów t_{res} ,
 - pomiar interwalu wykrywania (detekcji) spiętrzeń T_D .
- Ocena efektywności wykrywania i odrzucania spiętrzeń.

II. Przedmiot ćwiczenia

Przedmiotem ćwiczenia jest moduł doświadczalny układu „PUI/R” (Pile-Up Inspector/ Rejector). Rysunek 1 podaje ogólny schemat ideowy tego modułu, wyróżniający trzy (oznaczone odpowiednio symbolami A, B i C) bloki funkcjonalne.

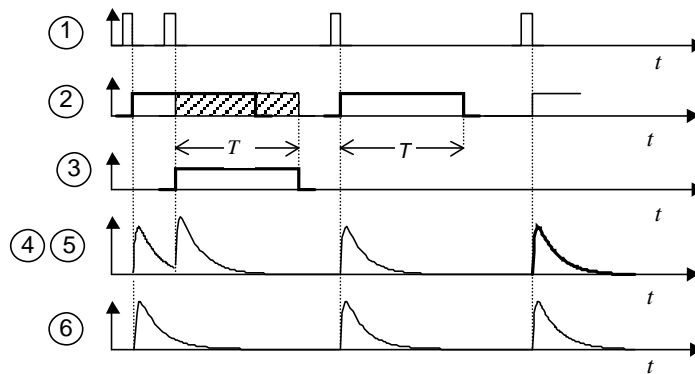


Rys. 1. Schemat ideowy modułu ćwiczeniowego

Podstawowa jednostka funkcjonalna modułu (blok A) stanowi **układ wykrywania spiętrzeń** w konfiguracji zaproponowanej przez C.J. Danielsa. Tworzy ją zespół cyfrowych układów scalonych TTL składający się z monowibratora z impulsowym przedłużaniem czasu regeneracji (SN 74123) oraz synchronicznego przerzutnika jednozboczowego JK (SN 7470). Układ generuje sygnał identyfikujący i ewentualnie przedłuża go w przypadkach, gdy odległości kolejnych impulsów mieszczą się w tzw. **interwale detekcji spiętrzenia**. Długość tego interwalu podyktowana jest szybkością zaniku impulsów licznikowych i dopuszczalna dystorsja amplitud wywołana ich wzajemnym nakładaniem. W układzie ustalają ją wartości elementów biernych R_x i C_x , w obwodzie zewnętrznym monowibratora. W tym sensie monowibrator pełni funkcję **GENERATORA INTERWALU DETEKCJI**, przy czym rozciągłość czasowa generowanego impulsu identyfikującego odpowiada ściśle

interwalowi detekcji. Monowibrator „wyzwalany” jest krótkimi impulsami startowymi przywiazanymi do czola kazdego impulsu licznikowego, a jego odpowiedz o czasie trwania T_D przenoszona jest na wejscie informacyjne J przerzutnika bistabilnego, przygotowujac go z okreslonym opóznieniem transmisyjnym do zmiany stanu przewodzenia. Opóznienie reakcji monowibratora zapobiega przelaczaniu przerzutnika równocześnie w momencie pobudzenia monowibratora. Moze ono natomiast nastapic dopiero pod dzialaniem kolejnego impulsu startowego, mieszczacego sie w obrebie czasowym wygenerowanego w monowibratorze impulsu wyjsciowego (tj. w interwale detekcji), który powoduje zarazem przedluzenie odpowiedzi monowibratora o wartosc T_D , a w konsekwencji podtrzymanie w tym okresie zmienionego stanu przerzutnika

Dla zilustrowania podanego opisu fenomenologicznego na rysunku 2 przedstawiono schematycznie przebiegi sygnalów w wyróznionych punktach wezlowych układu.



Rys. 2. Diagramy przebiegów sygnalów w wybranych punktach układu

Układ wykrywania spietrzen (*pile-up inspector*) skojarzony z bramka liniowa włączona w tor sygnalu spektrometru tworzy strukture zwana **układem odrzucania spietrzen** (*pile-up rejector*). W module cwiczeniowym zastosowano prosta **bramke równoległa** na tranzystorze T_3 (blok B). Z chwila zmiany stanu przerzutnika podwyzszony poziom na je-go wyjsciou Q wprowadza w stan nasycenia tranzystor T_3 zwierajac tym samym do masy tor transmisji sygnalu spektrometrycznego.

W celu uproszczenia zestawu pomiarowego modul cwiczeniowy wyposazono w układ **symulacji impulsów licznikowych** (blok C). W odpowiedzi na wejsciuowy stochastyczny ciąg krótkotrwalych impulsów prostokatnych ($t_i = 60$ ns, $V_{in} = 3,5$ V) „generuje” on analogiczny ciąg celowo wydłużonych impulsów o zaniku eksponencjalnym, symulujacych impulsy napieciowe sygnalu spektrometrycznego. Przemiana ksztaltu i rozciaglosci czasowej impulsów dokonywana jest w konwencjonalnym układcie **pompy diodowej** współpracujacej z **integratorem aktywnym** (UC7741). Uformowany w powyzzszym układcie sygnal przekazywany jest za posrednictwem kaskady wtórników (T_1 i T_2) na wyjsciou bezposrednie WY-A oraz wyjsciou bramkowane WY-B. Umozliwiają one obserwacje i pomiar odpowiednich ciągów impulsów wyjsciowych. Dodatkowe gniazdo wyjsciowe (KONTR. 1) przewidziano dla pomiaru INTERWALU DETEKCJI. Na plycie czolowej MODULU CWICZENIOWEGO

dostępne jest również pokrętło potencjometru nastawczego R_x obwodu ustalającego wartość czasu T_D .

III. Program ćwiczenia - instrukcja szczegółowa

1) Przygotowanie stanowiska pomiarowego

Dla wykonania zadań przewidzianych programem ćwiczenia niezbędne jest zestawienie zastępczego źródła stochastycznego ciągu impulsów na bazie rozporządzałnej, konwencjonalnej aparatury pomiarowej.

Stosunkowo prostym w praktycznej realizacji układem generacji ciągu impulsów o przypadkowym rozkładzie czasowym z możliwością płynnej regulacji ich średniej częstotliwości repetycji jest tandem złożony z generatora szumu białego i dyskryminatora progowego. Zasada pracy takiego układu oparta jest na charakterystycznym dla szumu białego gaussowskim rozkładzie wartości chwilowych amplitud. Średnia częstotliwość $\langle f \rangle$ przekroczenia przez szum zadanego poziomu V_{prog} opisana jest (patrz dodatek B) zależnością

$$\langle f \rangle = \langle f_0 \rangle \exp \left[- \frac{1}{2} \left(\frac{V_{prog}}{V_{Nrms}} \right)^2 \right]$$

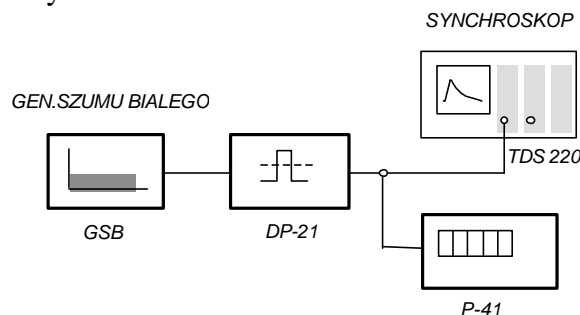
gdzie:

- $\langle f_0 \rangle$ – tzw. *pozorna częstotliwość procesu stochastycznego*, tj. średnia wartość częstotliwości przejścia sygnału przez zero w kierunku jego narastania;
- V_{Nrms} – wartość średnia kwadratowa napięcia szumów.

Jeśli z generatorem szumu białego (GSB) skojarzyć dyskryminator progowy (DP), na wyjściu takiego układu uzyskuje się pożądany stochastyczny ciąg impulsów standardowych o średniej częstotliwości $\langle f \rangle$ uwarunkowanej poziomem dyskryminacji V_{prog} .

Według przedstawionej wyżej koncepcji zestawic tego rodzaju generator korzystając z dostępnych MODUŁÓW FUNKCJONALNYCH, z rodziny wkładek systemu aparatury jądrowej STANDARD-70.

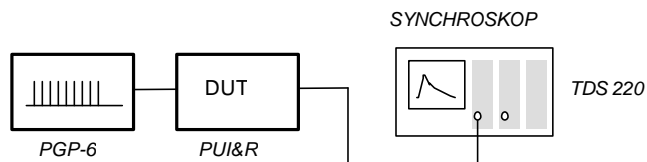
Przeprowadzić obserwacje i pomiary testujące w układzie pomiarowym przedstawionym schematycznie na rysunku 3.



Rys. 3. Schemat układu do formowania i pomiarów ciągu impulsów przypadkowych

W szczególności:

- Dokonać oceny charakteru ciągu impulsów na podstawie obserwacji oscylograficznej na oscyloskopie z pamięcią (Tektronix TDS-220 lub 314), powtarzając kilkakrotnie (w trybie pojedynczego wyzwalańia podstawy czasu) obserwacje fragmentów generowanego ciągu.
- Przeprowadzić serie pomiarów średniej częstotliwości impulsów generowanego ciągu dla kilku wartości progu dyskryminacji.
W pomiarach posłużyć się techniką zliczania impulsów w założonym przedziale czasu, Wyniki pomiarów zestawic w tabelce oraz wykreslic w postaci charakterystyki V_{prog} vs. $\ln \langle f \rangle$.
- W ramach czynności przygotowawczych przetestować subukład *symulacji impulsów licznikowych* (blok C) oraz ich *tor transmisji* do wyjścia WY-A (blok B). W tym celu zestawic układ pomiarowy według schematu z rysunku 4



Rys. 4. Schemat zestawu do formowania i pomiarów ciągu impulsów „licznikowych”

Oscylograf zapic na wyjście WY-A układu wykrywania spiętrzen. Generator impulsów przelaczyc w tryb normalny (ciąg impulsów pojedynczych), a za pomoca jego organów regulacyjnych nastawic następujące parametry generowanego ciągu impulsów:

- szerokosc impulsów $t_i = 60$ ns,
- amplituda impulsów $V_i = 3,5$ V,
- polarnosc impulsów dodatnia,
- czestotliwosc ciągu $f = 1$ kHz.

Ustalic tryb pracy oscylografu i dobrac jego zakresy pomiarowe. Ocenic wiernosc aproksymacji impulsu „licznikowego”. Dokonac pomiaru amplitudy obserwowanego impulsu, czasu jego narastania oraz stalej czasowej jego zaniku. Wyznaczyc wartosc szerokosci $t_{(1\%)}$ impulsu na poziomie 0,01 jego amplitudy.

2) Pomiar interwału detekcji spiętrzen

W układzie pomiarowym z rysunku 4 przelaczyc wejście oscylografu na gniazdo wyjściowe KONTR 1 (T_D) układu PUI&R. Dokonac pomiaru rozciągłości czasowej i poziomu odpowiedzi monowibratora SN 74123 na wymuszenie impulsem startowym pobieranym z generatora PGP-6. Przyjac identyczne jak w poprzednim zadaniu pomiarowym wartości parametrów sygnału generatora impulsów.

Dobrac zakresy pomiarowe i tryb pracy oscylografu. Za pomocą potencjometru nastawczego skorygować szerokość impulsu determinującego interwał detekcji spiętrzen do wartości $T_D = t_{(1\%)}$.

3) Sprawdzenie działania układu generacji sygnału wzbronienia

Do pomiaru wykorzystac ten sam zestaw pomiarowy jak w zadaniu poprzednim. Stosownie do wymagań tego zadania podłaczyc kanał I i II oscylografu odpowiednio do gniazda WY-B oraz KONTR 1 badanego układu PUI&R oraz zmienic odpowiednio warunki pracy generatora PGP-6 i oscylografu TDS-220. Wyzwalanie podstawy czasu zwiázac z czołem impulsu ustalającego interwał detekcji spiętrzen. W szczególności:

- przelaczyc generator impulsów PGP-6 w tryb generacji impulsów podwójnych,
- przy zachowaniu poprzednich wartości t_i oraz V_i zadac wartosc odstepu impulsów w parze (opóźnienie) równa $\Delta t_i = 0,5$ ms oraz okres repetycji $T_i = 5$ ms.

Pomiar oscylograficzny odpowiedzi układu na wymuszenie para impulsów przeprowadzic w trybie wyczekujacej podstawy czasu synchronoskopu.

Obserwujac na ekranie oscylografu sygnały z wyjśc WY-B i KONTR 1 układu PUI&R stopniowo redukowac wartosc opóźnienia między impulsami Δt_i az do momentu „zetknięcia” impulsów interwał detekcji spiętrzen. Stwierdzic czy momentowi temu towarzyszy spowodowany wygenerowaniem impulsu wzbronienia zanik na wyjściu WY-B drugiego impulsu pary. Dodatkowe wyjście kontrolne KONTR 2 umożliwia obserwacje tego impulsu.

4) Obserwacje skutków spiętrzenia impulsów

Obserwacji skutków spiętrzenia impulsów dokonac w tym samym co uprzednio układzie pomiarowym. Manifestuja sie one na sygnałach, zarówno wejsciowym, jak i wyjsciowym układu PUI&R, odbieranych odpowiednio z jego gniazd WY-A oraz WY-B.

Dla przeprowadzenia obserwacji efektu spiętrzenia na pierwotnym ciągu impulsów licznikowych nalezy dokonac odpowiedniego przelaczenia na wejściu kanału I oscyloskopu. Następnie, kontynuujac zmniejszanie dystansu Δt_i dzielacego pare impulsów generatora PGP-6 zaobserwowac spiętrzenie impulsów na krawedzi opadajacej poprzednika („na ogonie”) az do nasuniecie drugiego impulsu „pary” na krawedz czołowa impulsu pierwszego. Opóźnienie Δt_i jest wówczas równe czasowi narastania impulsów licznikowych t_n .

Skutek dalszego zmniejszania odleglosci między impulsami „pary” mozna obserwowac na sygnale wyjsciowym układu. Nalezy zatem na wejście kanału I synchronoskopu doprowadzic sygnal z gniazda WY-B badanego układu. W miare skracania interwał Δt_i nastapi poglebiajaca sie degradacja amplitudy wiodacego impulsu „pary” na skutek obcinania go przez sygnal wzbronienia przed osiagnieciem wartosci maksymalnej. Przeszkicowac obserwowane przebiegi ilustrujace ewolucje dystorsji przenoszonego impulsu. Sformulowac i uzasadnic wnioski odnosnie ograniczen działania układu.

Powyzsze obserwacje mozna przeprowadzic również w warunkach równoczesnej obserwacji obu sygnałów (z wyjśc: WY-A i WY-B), uzależniajac wyzwalanie podstawy czasu synchronoskopu od sygnału z toru A.

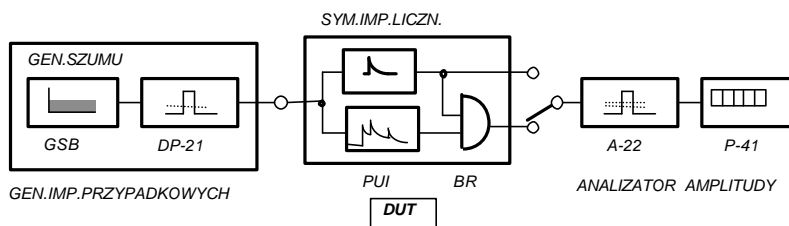
5) Pomiar (inherentnego) czasu rozdzielczego dla pary impulsów wejściowych

Do wykonania tego zadania posłużyć się również zestawem pomiarowym podanym na rysunku 4. Obserwując na ekranie oscylografu sygnał wyjściowy układu PUI&R, stopniowo redukować wartość opóźnienia między impulsami pary wymuszającej, osiągając kolejno stan „wygaszenia” drugiego impulsu pary, stopniowej degradacji i zaniku impulsu pierwszego aż do momentu ponownego pojawienia się odpowiedzi na łączne wymuszenie pokrywającej się niemal całkowicie pary wejściowej. Wyznaczona w ten sposób graniczna wartość opóźnienia Δt_{igr} określa rozdzielczość czasową układu dla impulsów o skrajnie niskim (zerowym) czasie narastania t_n . W warunkach gdy $t_n > \Delta t_i$ czas rozdzielczy podyktowany jest przez czas narastania impulsu licznikowego.

6) Ocena efektywności wykrywania/odrzucającego spierzen

Szkodliwym rezultatem wzajemnego nakładania się impulsów licznikowych jest dystrorsja widma amplitudowego ciągu tych impulsów. Jej wielkość i zasięg zależy zarówno od stopnia przeciążenia częstotliwościowego (tj. od średniej częstotliwości impulsów), jak też od charakteru impulsu (bez przerzutu lub z przerzutem).

Prostym sposobem jakościowej oceny działania układu odrzucającego spierzen jest porównanie spektrogramu ciągu obciążonego spierzeniami, uzyskanego w warunkach eliminacji spierzen, z analogicznym spektrogramem zdjętym w warunkach braku odrzucającego spierzen. Dla oceny skuteczności działania badanego układu PUI&R posłużyć się podanym wyżej sposobem. W tym celu należy dokonać pomiaru rozkładów amplitudowych ciągu impulsów przypadkowych w podanych wyżej warunkach alternatywnych, dla dwóch wartości średniej częstotliwości impulsów: $\langle f_1 \rangle = 1 \text{ kHz}$ i $\langle f_2 \rangle = 100 \text{ Hz}$, korzystając z (zestawionego uprzednio) układu pomiarowego podanego na rysunku 5.



Rys. 5. Schemat zestawu pomiarowego do oceny efektywności działania układu PUI/R

Pomiary takie należy wykonać rutynową metodą „punkt po punkcie”, wykorzystując w tym celu uwidoczniony na schemacie układu pomiarowego zestaw ANALIZATORA AMPLITUDY. Dobrac czas akumulacji zliczeń w przeliczniku kierując się wymogiem uzyskania dokładności pomiaru na poziomie 1%. Szerokość okna analizatora przyjąć na poziomie

200 mV. Przy nastawianiu wartości częstotliwości ciągu impulsów przypadkowych skorzystać z krzywej kalibracyjnej ($V_{prog} - \ln \langle f \rangle$) wyznaczonej w ramach punktu 1.

Skomentować uzyskane rezultaty oraz przedstawić je tabelarycznie i graficznie.

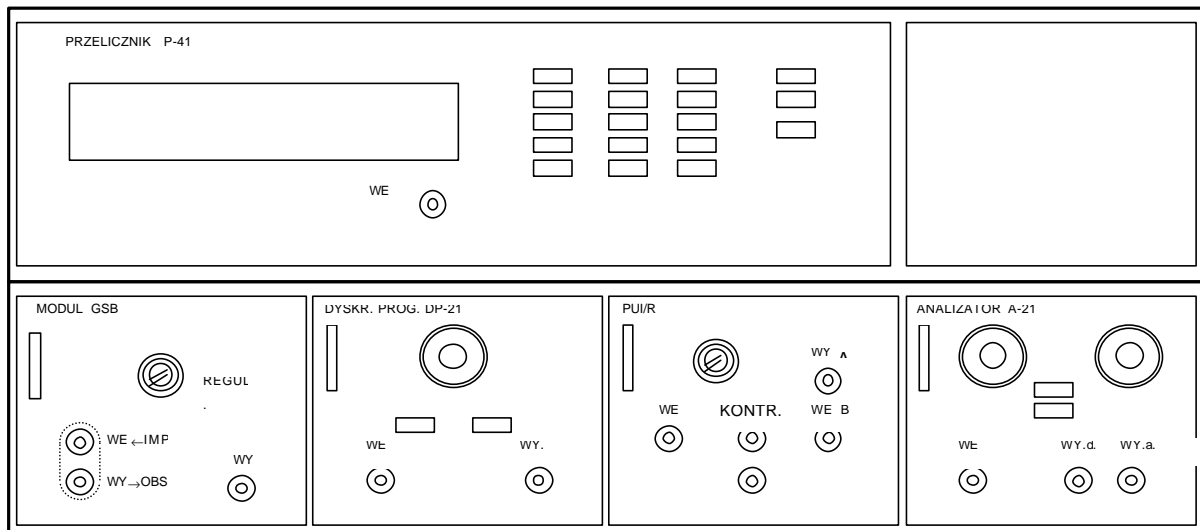
IV. Wyposażenie stanowiska ćwiczeniowego

- Moduł ćwiczeniowy: UKŁAD WYKRYWANIA I ODRZUCANIA SPIETRZEN PUI&R
- Moduł ćwiczeniowy: GENERATOR SZUMU BIALEGO GSB
- Dyskryminator progowy P-D21 – wkładka STANDARD 70
- Obudowa systemu STANDARD 70 z zasilaczem niskiego napięcia
- Przelicznik impulsów P-41 – samodzielna jednostka systemu STANDARD 70
- Generator impulsów PGP-6
- Oscyloskop cyfrowy TDS-220 (Tektronix)
- Analizator jednokanałowy A-22 – wkładka systemu STANDARD 70
- Kable i przewody połączeniowe

V. Literatura pomocnicza

- [1] Daniels C.J.: *An integrated circuit pile-up rejector*. The Review of Scientific Instruments, vol. 46, No.1, 1975, 102
- [2] Gillespie A.B.: *Signal, Noise and Resolution in Nuclear Counter Amplifiers*. Oxford, London, New York, Paris, Pergamon Press 1953
- [3] Gray T.S., Walker R.M.: *Design of a retriggerable IC one-shot*. IEEE Journal of Solid State Circuits, vol. SC-5, No. 4, 1970, 141
- [4] Instrukcje fabryczne pomocniczej aparatury elektronicznej.
- [5] Korbel K.: *Elektronika jądrowa. Cz. II. Układy elektroniki jądrowej*. Kraków, Wyd. AGH 1985
- [6] Korbel K.: *Monowibrator s impulsnym udlinieniem gienierirujemych impulsow*. Pri-bory i Tiechnika Ekspierimienta, Nr 6, 113, 1968

Zestaw wykorzystywanej w ćwiczeniu aparatury pomiarowej systemu STANDARD wraz z modulem „PUI/R”.



UKŁAD WYKRYWANIA I ODRZUCANIA SPIETRZEN (PUI&R)