

## WCWICZENIE 16

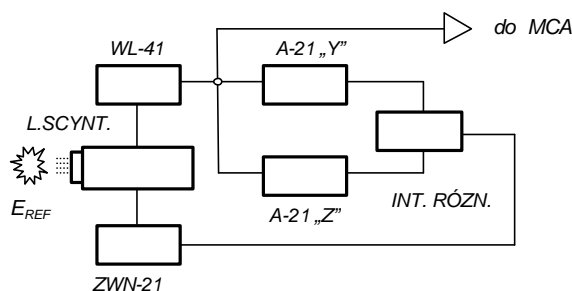
### STABILIZATOR SPEKTROMETRU

#### I. Zakres cwiczenia

- Ustawienie parametrów stabilizatora.
- Pomiar współczynnika stabilizacji  $S$ .
- Pomiar względnej degradacji rozdzielczości  $\eta$ .
- Pomiar szybkości korekcji wzmacnienia  $SKW$ .
- Pomiar zakresu stabilizacji  $D$ .

#### II. Przedmiot cwiczenia

Przedmiotem cwiczenia jest STABILIZATOR PIKU w układzie Grinberga, zestawiany samodzielnie przez cwiczacych z rozporządzalnych wkładek aparatury systemu STANDARD. Rysunek 1 podaje blokowy schemat takiego zestawu. Komercyjnie dostępne bloki funkcjonalne uzupełniono w nim specjalnie zaprojektowaną wkładką INTEGRATORA RÓŻNICOWEGO, wyposażając nadto blok ZASILACZA WYSOKIEGO NAPIĘCIA ZWN-21 w obwód sterowania sygnałem napięciowym.

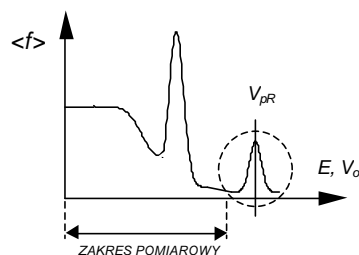


**Rys. 1.** Schemat blokowy zestawu stabilizatora spektrometru amplitudowego

Układ Grinberga wywodzi się z oryginalnej konfiguracji de Waarda. Dla monitoringu globalnego wzmacnienia systemu ( $G$ ) wykorzystuje on referencyjne, monoenergetyczne źródło promieniowania o energii przewyższającej nominalny zakres pomiarowy spektrometru.

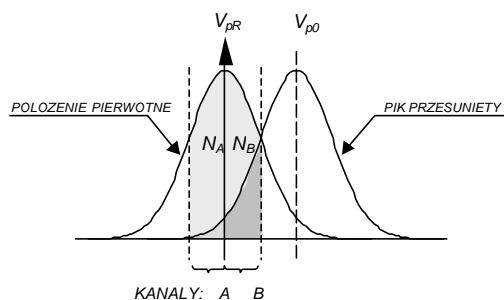
Dla przypomnienia zasady działania stabilizatora, na rysunku 2 przedstawiono schematycznie łączny spektrogram analizowanego (mierzzonego) promieniowania oraz (zakreślone owalem) widmo promieniowania źródła referencyjnego.

Oznaczono na nim również położenie wierzchołka widma źródła referencyjnego ( $V_{pR}$ ) w warunkach nominalnych, to jest dla założonej wartości globalnego wzmacnienia ( $G$ ) toru spektrometrycznego. Replika napięcia  $V_{pR}$  służy jako *reper*, względem którego w bloku *formowania sygnału błędu* monitorowane są, wywołane efektami destabilizującymi, ewentualne przesunięcia pików referencyjnego.



**Rys 2** Ilustracja wzajemnego usytuowania widma mierzonego i referencyjnego

Mechanizm formowania sygnału błędu zilustrowano poglądowo na rysunku 3. Ukazuje on położenia piku referencyjnego w nominalnym stanie pierwotnym oraz w stanie podwyższonego wzmocnienia. W pierwszym przypadku współrzędna napięciowa wierzchołka piku pokrywa się z zadana wielkością referencyjną  $V_{pR}$ . Z tego względu ilości zliczeń  $N_A$  i  $N_B$  rejestrowane w kanałach pomiarowych A i B wobec symetrii piku są takie same, a w konsekwencji ich różnica jest równa zero. Odpowiedzia integratora różnicowego na ciągu impulsów obu kanałów jest w tym przypadku również zerowy sygnał wyjściowy; stan pracy systemu pozostaje zatem niezmienny.



**Rys. 3.** Ilustracja sposobu formowania sygnału korekcyjnego

Zauważmy, że kanały pomiaru ilości zliczeń są przywiązane do napięcia referencyjnego  $V_{pR}$ , zaś ilości zliczeń (a dokładniej mówiąc – szybkości zliczeń) reprezentują na diagramie powierzchnie pod obwiednią piku ograniczone szerokościami kanałów. W przypadku drugim  $N_B$  jest większe od  $N_A$ , dając w efekcie sygnał niezrównoważenia, wykorzystywany w stowarzyszonym bloku wykonawczym (*efektorze*) do odpowiedniej korekcji wzmocnienia globalnego. W stanowiącej przedmiot ćwiczenia konfiguracji funkcje *efektora* pełni wzmacniacz w petli ujemnego sprzężenia zwrotnego stabilizowanego zasilacza wysokiego napięcia.

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

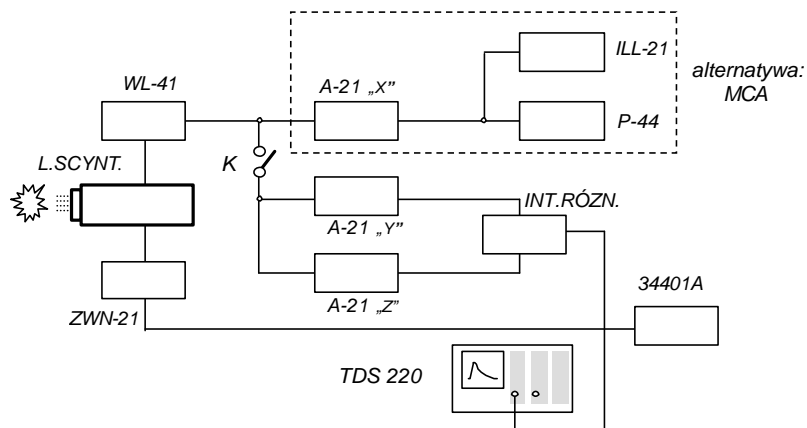
#### **1) Przygotowanie zestawu do pomiarów**

- a) Zestawić układ pomiarowy według schematu podanego na rysunku 4.
- b) W warunkach rozpiętej petli autoregulacji (Klucz K rozłączony) nastawić, podana przez prowadzącego zajęcia, nominalną wartość wysokiego napięcia (ZWN-21) zasi-

## STABILIZATOR SPEKTROMETRU

lajacego fotopowielacz licznika scyntylacyjnego. (W razie braku specjalnych dyspozycji przyjac wartosc  $V_{WN} = 800V$ ).

- c) Ustawic na analizatorze A-21 „X” polozenie piku  $V_{P(X)}$  mierzonego rozkladu amplitudowego oraz szerokosc kanalu pomiarowego  $V_{KAN(X)}$ . Proponowane wartosci uzgodnic z prowadzacy zajecia. (W razie braku specjalnych zalecen przyjac wartosci:  $V_{P(X)} = 8,0V$ , oraz  $V_{KAN(X)} = 0,2V$ ).
- d) Ustalic i nastawic w analizatorach „Y” i „Z” poziomy determinujace szerokosci i polozenia ich okienek pomiarowych. (Uzyskanie pozadanych, mozliwie duzych szybkości zliczen w kanalach zapewniaja wartosci ich szerokosci  $V_{KAN(Y-Z)}$  oraz polozen ich centroid:  $V_{P(Y)}$  i  $V_{P(Z)}$  odpowiednio na poziomie 0,6V, 7,7V i 8,3V).



**Rys. 4** Schemat blokowy zestawu cwiczeniowego

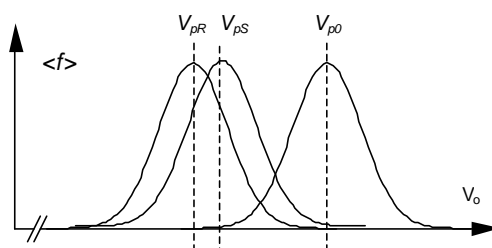
- e) Wstawic do uchwytu na obudowie licznika scyntylacyjnego wzorcowe źródło promieniowania (Cs-137).
- f) Dobrac wartosc wzmacnienia wzmacniacza impulsowego (WL-41) przy zadanych wartosciach stałych czasowych ( $\tau_i = \tau_d = 5 \mu s$ ) dla uzyskania maksimum wychylenia wskaźnika analogowego w integratorze liniowym (ILL-21). (Przy zadanych przykładowo wartosciach  $V_{WN}$ ,  $V_{P(i)}$  oraz  $V_{KAN(i)}$  warunki takie uzyskuje sie dla polozenia przelacznika regulacji zgrubnej (COARSE) wzmacnienia [4 x 4 x 8]). Następnie doregulowac precyzyjnie wzmacnienie za pomoca potencjometru regulacji drobnej (FINE), kierujac sie wskazaniem woltomierza kontrolnego 34401A, zapietego na wyjściu INTEGRATORA RÓZNICOWEGO, które powinny byc sprowadzone do (lokalnego) minimum. Skorygowac polozenie źródła promieniotwórczego az do uzyskania czestosci zliczen w kanale piku  $V_{K(X)}$  okolo  $150 s^{-1}$ .

## 2) Pomiar współczynnika stabilizacji $S$ i względnej degradacji rozdzielczości $h$

Współczynnik stabilizacji spektrometru zdefiniowany jest jako stosunek względnych przesunień położenia wierzchołków pików widma źródła referencyjnego spowodowanych takim samym zaburzeniem destabilizacyjnym w warunkach otwartej i zamkniętej petli autoregulacji (sprzeżenia zwrotnego). Oznaczając symbolami  $V_{pR}$ ,  $V_{pO}$  oraz  $V_{pS}$  położenia wierzchołków pików referencyjnego, odpowiednio, przed zadziałaniem czynnika destabilizującego oraz po jego zadziałaniu w warunkach otwartej ( $O$ ) i zamkniętej ( $S$ ) petli sprzeżenia zwrotnego, formuła definiująca współczynnik stabilizacji  $S$  przyjmie postać

$$S \stackrel{def}{=} \frac{(V_{pR} - V_{pO})/V_{pR}}{(V_{pR} - V_{pS})/V_{pR}}$$

Rysunek 5 pokazuje – celowo przesadnie uwypuklone – relacje między wielkościami  $V_{pR}$ ,  $V_{pO}$  oraz  $V_{pS}$ .



**Rys. 5.** Ilustracja przesunień pików referencyjnego przy załączonej ( $S$ ) i wylaczonej ( $O$ ) autoregulacji

- a) W ustalonych w zadaniu 1b) warunkach za pomocą subzestawu pomiarowego: analizator A-21 „X” – przelicznik P-44, wyznaczyć rozkład amplitudowy impulsów uzyskiwanych w pomiarze promieniowania źródła kontrolnego. Przyjąć czas zliczania  $\Delta t = 100$  s. (W przypadku dostępności analizatora wielokanałowego (MCA) skorzystać z tej możliwości pomiaru).
- b) Wprowadzić „zaburzenie” wzmocnienia globalnego poprzez skokową zmianę napięcia zasilania fotopowielacza  $\Delta V_{WN}$  i w tak zmienionych warunkach wyznaczyć powtórnie rozkład amplitudowy impulsów detektora.

- c) Wlaczyc dzialanie petli autoregulacji (zewrzec klucz K) i przywrócić początkowy stan pracy jak w zadaniu 2a), a następnie dokonac pomiarów według procedury podanej w zadaniu 2b).
- d) Z uzyskanych danych pomiarowych wyznaczyc położenia wierzchołków pików (wartosci  $V_{pR}$ ,  $V_{pS}$  i  $V_{p0}$ ) i zgodnie z zależnością definicyjną określającą współczynnik stabilizacji  $S$  obliczyc jego wartosc.
- e) Wykreslic diagramy rozkładów amplitudowych na podstawie danych pomiarowych i wyznaczyc wartosci szerokosci połówkowych pików  $\Delta E_0$  (przy wylaczonej autoregulacji) oraz  $\Delta E_S$  (z zamknieta petla autoregulacji). Wielkosci te wyznaczaja kolejny parametr znamionowy stabilizatora zwany *względna degradacja rozdzielczosci* ( $\eta$ ) zdefiniowany formuła

$$h = \frac{\Delta E_S - \Delta E_0}{\Delta E_0}.$$

Korzystając z powyższej formuły wykonac stosowne obliczenia.

### 3) Pomiar szybkości korekcji wzmocnienia SKW i zakresu stabilizacji D

Mianem *szybkości korekcji wzmocnienia* określony jest czas, w ciągu którego wprowadzona skokowo zmiana wzmocnienia ulega redukcji od 90% do 10% swej wartości początkowej. Eksperymentalnie parametr ten wyznaczany jest pośrednio przez pomiar czasu reakcji układu na wprowadzone skokowo zaburzenie.

- a) Nastawic parametry pracy układu jak w punkcie 2a) programu cwiczenia.
- b) Wlaczyc oscyloskop z pamiecia na wyjściu integratora różnicowego.
- c) Wprowadzic skokowe zaburzenia wzmocnienia jak w punkcie 2b) i za pomoca oscyloskopu z pamiecia zarejestrowac przebieg nieustalony. Wyznaczyc stala czasowa jego zaniku  $\tau_{zan}$ . Obliczyc wartosc parametru SKW zgodnie z konwencja 90%÷10% według której

$$SKW = \frac{0,46}{t_{zan}}.$$

- d) Powtarzając wielokrotnie pomiary według powyższej procedury przy systematycznie zwiększonym stopniu destabilizacji, odnotowac wartosc zaburzenia wzmocnienia, przy której nie uzyskuje się autoregulacji. Ta graniczna wartosc skokowej zmiany wzmocnienia determinuje czwarty parametr znamionowy stabilizatora zwany *zakresem stabilizacji*.

Informacje dotyczące sondy scyntylacyjnej i sposobu jej włączenia do systemu stabilizatora podano w dodatku E, natomiast szczegóły adaptacji zasilacza WN oraz opis techniczny INTEGRATORA RÓŻNICOWEGO zamieszczono w dodatku F.

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

- Sonda scyntylicyjna SSU 70.2
- Wzmacniacz liniowy typu WL-41
- Analizatory jednokanalowe typu A-21 3 szt. (ew. MCA)
- Zasilacz wysokiego napięcia typu ZWN-21 (uzupełniony obwodem sterowania napięciowego)
- Moduł ćwiczeniowy: INTEGRATOR RÓZNICOWY
- Przelicznik impulsów typu P-44
- Integrator liniowy (lin-log) typu ILL-21
- Obudowy aparatury STANDARD z zasilaczami NN. (3 szt)
- Oscyloskop pomiarowy TDS 220
- Woltomierz cyfrowy 34401A
- Komplet kabli i przewodów połączeniowych
- Kontrolne źródło promieniowania [ $^{137}\text{Cs}$  -  $1\mu\text{Ci}$ ]

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

- [1] Grinberg J., Sabbah B., Schuster M.: *A peak stabilized single channel analyzer*. Nuclear Instruments and Methods, vol. 82, 1970, 278
- [2] Instrukcje fabryczne aparatury STANDARD, ZZUJ POLON
- [3] Korbel K.: *Elektronika jądrowa. Cz.III. Układy i systemy elektroniki jądrowej*. Kraków, Wyd. AGH, 1987
- [4] Masny S.: *Laboratoryjna aparatura techniki jądrowej na obwodach scalonych STANDARD*, Warszawa, OIEJ, Bibl. PTJ, seria: Aparatura i technika pomiarowa, nr 80 (596), 1976
- [5] deWaard H.: *Stabilizing Scintillation Spectrometers with Counting-Rate-Difference Feed-back*. Nucleonics, vol. 13, No. 7, 1955, 36