

TECHNIKA JĄDROWA	NORMA BRANŻOWA	BN-74
	Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej Wzmacniacze liniowe do spektrometrycznych detektorów półprzewodnikowych	3411-16
	Parametry podstawowe i metody badań	Grupa katalogowa 1823

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wzmacniacze liniowe do spektrometrycznych półprzewodnikowych detektorów promieniowania jonizującego. Norma ustala wykaz parametrów podstawowych wzmacniaczy liniowych oraz metody ich badań.

1.2. Symbole i jednostki stosowane w normie

e_{ni}	— napięcie szumów wzmacniacza odniesione do wejścia, μVeff ,
e_{no}	— napięcie szumów na wyjściu wzmacniacza, μVeff ,
K_I	— nieliniowość całkowita wzmacniacza, %,
k_u	— współczynnik wzmocnienia wzmacniacza, V/V ,
S_p	— długoczasowa niestabilność współczynnika wzmocnienia, %/dobę,
S_t	— temperaturowa niestabilność współczynnika wzmocnienia, %/°C,
t_r	— czas narastania impulsu wyjściowego wzmacniacza, ns z odłączonymi układami formowania, ns,
t_w	— czas powrotu czułości wzmacniacza po przeciążeniu amplitudowym, μs ,
τ_s	— stała czasu opadania impulsu wyjściowego wzmacniacza z odłączonymi układami formowania, μs ,
ΔU_o	— amplituda impulsu wyjściowego wzmacniacza, V,
U_o	— przyrost amplitudy impulsu wyjściowego wzmacniacza, V,
ΔT	— przyrost temperatury, °C,
$U_{o\max}$	— maksymalna liniowa amplituda impulsu wyjściowego wzmacniacza, V,
U_p	— amplituda impulsu z generatora podawanego na wejście wzmacniacza, mV,
U_s	— poziom nasycenia amplitudy impulsu wyjściowego wzmacniacza, V.

2. PARAMETRY PODSTAWOWE

Ustala się następujące parametry podstawowe, których wartości powinny być podawane w normach przedmiotowych:

- współczynnik wzmocnienia oraz zakresy jego ciągłej i skokowej regulacji dla każdego z rodzajów formowania i przy odłączonych układach formowania,
- maksymalna liniowa amplituda impulsu wyjściowego wzmacniacza,
- poziom nasycenia amplitudy impulsu wyjściowego wzmacniacza,
- rodzaje formowania oraz zakresy regulacji czasów formowania,
- czas narastania i stała czasu opadania wzmacniacza z odłączonymi układami formowania,
- napięcie szumów wzmacniacza odniesione do wejścia ze wskazaniem rodzaju i czasu zastosowanego formowania,
- wpływ gęstości impulsów podanych przy wejściu wzmacniacza na przesunięcie i szerokość piku (FWHM) rozkładu amplitud impulsów wyjściowych wzmacniacza,
- czas powrotu czułości wzmacniacza po przeciążeniu amplitudowym,
- temperaturowa niestabilność współczynnika wzmocnienia,
- długoczasowa niestabilność współczynnika wzmocnienia.

3. METODY BADAŃ

3.1. Ogólne warunki badań

- badania należy przeprowadzać w znormalizowanych warunkach badań wg BN-71/3410-03,
- badania należy rozpocząć nie wcześniej niż po upływie 1 godz od włączenia wzmacniacza,
- wpływ zewnętrznych zakłóceń na wynik pomiaru powinien być pomijalnie mały.

Zgłoszona przez Instytut Badań Jądrowych — Zakład Jądrowej Elektroniki Przemysłowej
Ustanowiona przez Prezesa Urzędu Energii Atomowej dnia 13 grudnia 1974 r. jako norma obowiązująca
w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 lipca 1975 r. (Dz. Norm. i Miar nr 4/1975 poz. 11)

3.2. Zalecana aparatura pomiarowa

3.2.1. Generator impulsów o następujących parametrach

- impuls wyjściowy dodatni i ujemny,
- amplituda impulsu wyjściowego od 0 do 1,0 V,
- nieliniowość całkowita nie większa niż 0,02% (dla wszystkich podzakresów amplitudy impulsu wyjściowego),
- błąd nastawienia wartości amplitudy impulsu nie większy niż 0,5% (dla amplitud większych niż 1,0 mV),
- częstość powtarzania impulsów od 50 do 1000 imp/s,
- czas narastania impulsu nie większy niż 20 ns,
- stała czasu spadania impulsu nie mniejsza niż 50 μ s,
- niestabilność temperaturowa amplitudy impulsu nie większa niż 0,005%/°C,
- niestabilność długoczasowa amplitudy impulsu nie większa niż 0,5%/dobę.

3.2.2. Synchronoskop o następujących parametrach

- górna przenoszona częstotliwość nie mniejsza niż 60 MHz,
- czułość nie mniejsza niż 5 mV/cm,
- błąd pomiaru czasu nie większy niż 5%.

3.2.3. Analizator amplitudy o następujących parametrach

- liczba kanałów nie mniejsza niż 800,
- nieliniowość całkowita nie większa niż 0,1%,
- analizator powinien być wyposażony w dyskryminator wejściowy, umożliwiający dyskryminację szumów bez przesunięcia zera analizatora.

3.2.4. Jednokanałowy analizator amplitudy o następujących parametrach

- szerokość okna nie mniejsza niż 5 V,
- szybkość zliczania nie mniejsza niż 10^6 imp/s,
- analizator powinien być wyposażony w układ odtwarzający składową stałą.

3.2.5. Woltomierz wartości skutecznej o następujących parametrach

- zakres przenoszonych częstotliwości od 50 Hz do 30 MHz,
- czułość nie mniejsza niż 10 μ Veff.

3.2.6. Generator napięcia sinusoidalnego o następujących parametrach

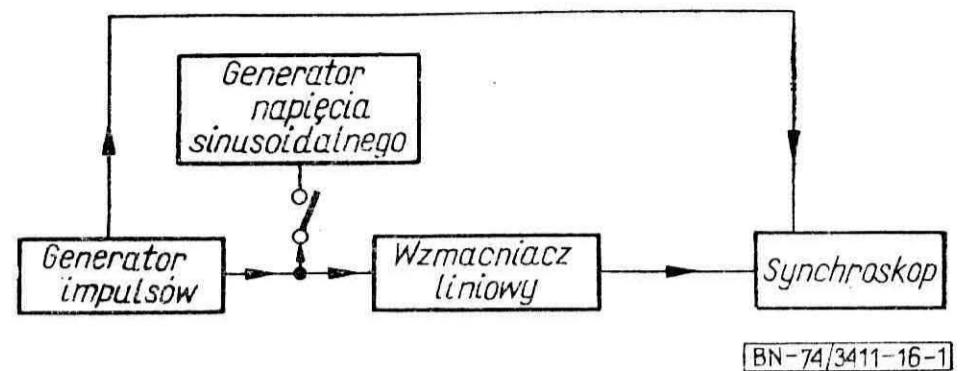
- częstotliwość sygnału od 0,1 do 10 MHz,
- wielkość sygnału wyjściowego od 1,0 do 100 mVeff.

3.2.7. Integrator linearny o następujących parametrach

- zakresy pomiarowe od 10^1 do 10^6 imp/s,
- błąd pomiaru nie większy niż 10%.

3.3. Opis badań

3.3.1. Pomiar współczynnika wzmocnienia. Układ pomiarowy wg rys. 1. Generator napięcia sinusoidalnego odłączony.

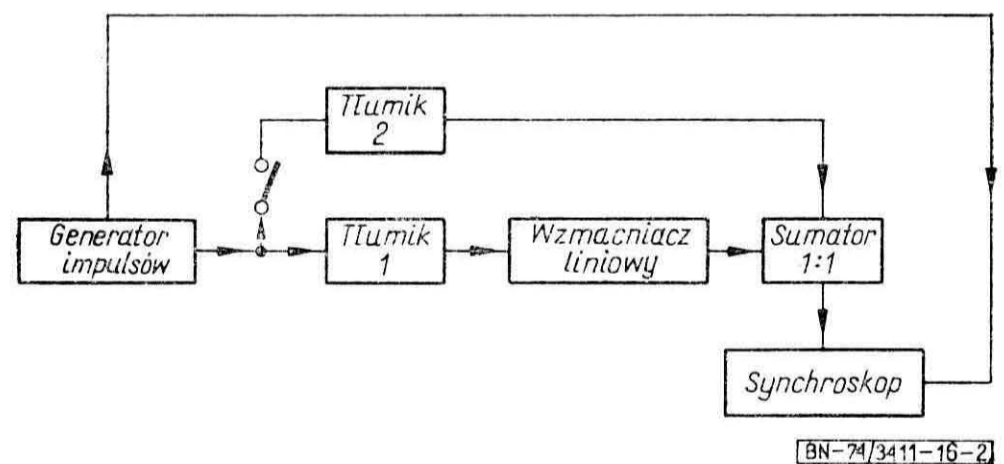


Rys. 1

Na wejście wzmacniacza należy podać z generatora impuls o znanej amplitudzie. Amplitudę impulsu na wyjściu wzmacniacza należy zmierzyć synchronoskopem.

Należy określić zakresy ciągłej skokowej regulacji współczynnika wzmocnienia. Pomiaru powinny być wykonane dla wszystkich rodzajów i czasów formowania oraz przy odłączonych układach formowania.

3.3.2. Pomiar nieliniowości całkowitej i poziomu nasycenia amplitudy impulsu wyjściowego wzmacniacza. Układ pomiarowy wg rys. 2.

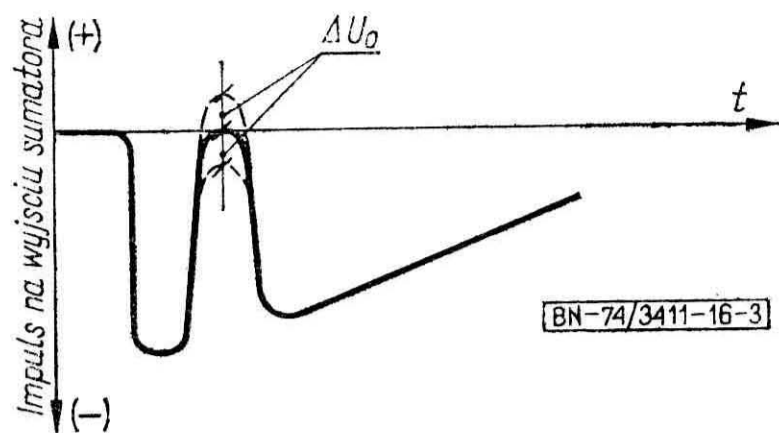


Rys. 2

Impuls z generatora należy jednocześnie podać na jedno z wejść sumatora i przez badany wzmacniacz na drugie wejście sumatora. Zsumowany impuls należy podać na wejście synchronoskopu. Synchronoskop należy wyzwać impulsem z drugiego synchronicznego wyjścia generatora. Impulsy na wejściach sumatora powinny mieć różną polarność.

W celu uzyskania jednakowych amplitud impulsów na wejściach sumatora można np. zastosować tłumik, jak na rys. 2.

Jeśli wzmacniacz nie odwraca fazy impulsu wejściowego, między wzmacniacz i sumator lub między tłumik 2 i sumator należy włączyć odwracacz fazy. Kształt impulsu obserwowanego na synchronoskopie przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3

Dla ustalonej wartości współczynnika wzmocnienia wzmacniacza należy znaleźć taką wartość amplitudy impulsu z generatora i takie wartości współczynników tłumienia, przy których wyjściowy impuls wzmacniacza osiąga maksymalną amplitudę liniową $U_{o\max}$, a ΔU_o równa się zero. Następnie, zmniejszając amplitudę impulsu z generatora, należy mierzyć ΔU_o w zależności od amplitudy impulsu wyjściowego wzmacniacza.

Nieliniowość całkową wzmacniacza w procentach należy obliczyć wg wzoru

$$K_I = \frac{|\Delta U_o|_{\max}}{U_{o\max}} \cdot 100$$

w którym $U_{o\max}$ — maksymalna wartość U_o w zakresie od 0 do $U_{o\max}$.

Zalecany współczynnik wzmocnienia sumatora — 1 V/V. Pomiary powinny być wykonane przy maksymalnej, minimalnej i kilku pośrednich wartościach współczynnika wzmocnienia wzmacniacza dla wszystkich rodzajów i czasów formowania oraz przy odłączonych układach formowania.

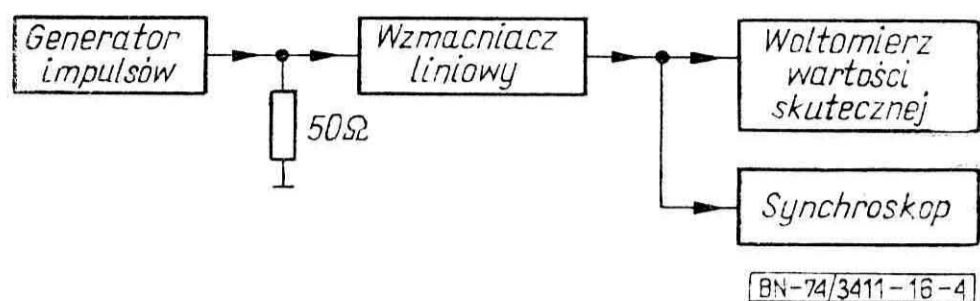
Za pomocą tego samego układu pomiarowego z odłączonym tłumikiem 2 na ekranie synchronoskopu należy zmierzyć poziom nasycenia amplitudy impulsu wyjściowego wzmacniacza.

3.3.3. Pomiar czasu narastania i stałej czasu opadania wzmacniacza z odłączonymi układami formowania. Układ pomiarowy wg rys. 1. Generator napięcia sinusoidalnego odłączony. Na wejście wzmacniacza należy podać impuls z generatora. Za pomocą synchronoskopu należy zmierzyć czas narastania i stałą czasu opadania impulsu na wyjściu wzmacniacza. Pomiary powinny być wykonane przy maksymalnej, minimalnej i kilku pośrednich wartościach współczynnika wzmocnienia wzmacniacza.

3.3.4. Pomiar odniesionego do wejścia napięcia szumów wzmacniacza. Układ pomiarowy wg rys. 4.

Na wejście wzmacniacza należy podać impuls o amplitudzie U_p . Równolegle do wejścia wzmacniacza należy podłączyć opornik o wartości 50Ω . Za pomocą synchronoskopu należy zmierzyć amplitudę impulsu wyjściowego wzmacniacza U_o . Po

odłączeniu sygnału wejściowego, woltmierzem wartości skutecznej należy zmierzyć wartość napięcia szumów na wyjściu wzmacniacza e_{no} .



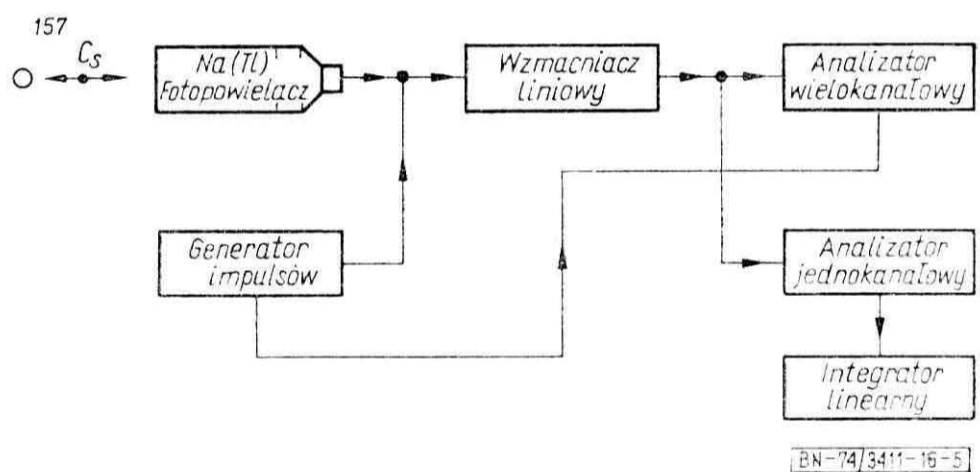
Rys. 4

Odniesione do wejścia napięcie szumów wzmacniacza w mikrowoltach wartości skutecznej należy obliczyć wg wzoru

$$e_{ni} = \frac{U_p}{U_o} \cdot e_{no}$$

Pomiary powinny być wykonane przy maksymalnej, minimalnej i kilku pośrednich wartościach współczynnika wzmocnienia wzmacniacza dla wszystkich rodzajów i czasów formowania oraz przy odłączonych układach formowania.

3.3.5. Pomiar wpływu gęstości impulsów podanych na wejście wzmacniacza na przesunięcie i szerokość piku (FWHM) rozkładu amplitud impulsów wyjściowych wzmacniacza. Układ pomiarowy wg rys. 5.



Rys. 5

Na wejście wzmacniacza należy podać jednocześnie impulsy z generatora i z fotopowielacza. Wielokanałowy analizator amplitudy pracuje w koincydencji z impulsem generatora. Przez zmianę odległości między źródłem promieniotwórczym ^{137}Cs i scyntylatorem NaI(Tl) uzyskuje się zmianę ilości impulsów podawanych z fotopowielacza na wejście wzmacniacza. Pomiar średniej liczby impulsów w jednostce czasu należy wykonać za pomocą integratora ilości zliczeń włączonego po jednokanałowym analizatorze amplitudy.

Przy małej liczbie impulsów z fotopowielacza należy tak ustalić parametry układu, aby pik pochodzący od impulsów generatora znajdował się w końcu skali analizatora wielokanałowego, a fotopik pochodzący od źródła ^{137}Cs — o około 20% poniżej. Zmieniając ilość impulsów podawanych z fotopowielacza na wejście wzmacniacza należy

określić przesunięcie i szerokość piku (FWHM) pochodzącego od impulsów generatora. Pomiar położenia maksimum piku i jego szerokości należy wykonać zgodnie z BN-73/3411-15.

Amplituda impulsu wyjściowego wzmacniacza pochodzącego od impulsów generatora powinna wynosić około 80% maksymalnej liniowej amplitudy impulsu wyjściowego. Należy uwzględnić wpływ zmiany liczby impulsów na wejściu wielokanałowego analizatora amplitudy na stałość jego parametrów technicznych.

Pomiary powinny być wykonane przy kilku określonych wartościach współczynnika wzmocnienia wzmacniacza dla wszystkich rodzajów i czasów formowania.

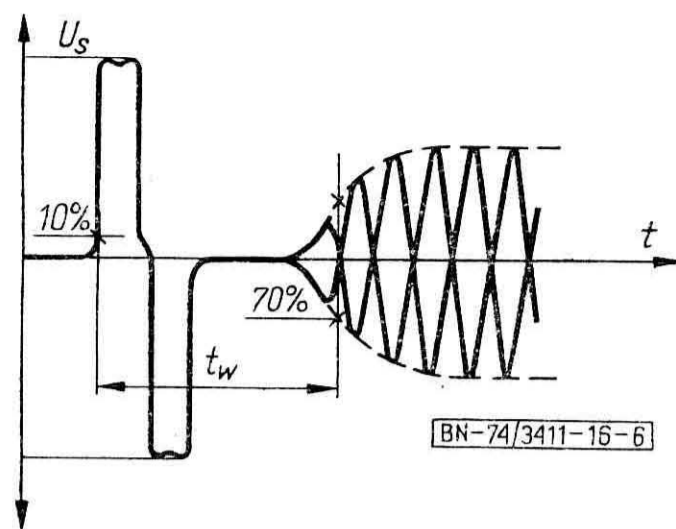
3.3.6. Pomiar czasu powrotu czułości wzmacniacza po przeciążeniu amplitudowym. Układ pomiarowy wg rys. 1.

Na wejście wzmacniacza należy podać jednocześnie impuls przeciążający z generatora impulsów i sygnał sinusoidalny z generatora napięcia sinusoidalnego. Napięcie sinusoidalne powinno mieć amplitudę na tyle małą, aby wyjściowy sygnał sinusoidalny nie wychodził poza zakres liniowości wzmacniacza. Po przyjsciu na wejście wzmacniacza impulsu przeciążającego, wzmacniacz na pewien czas przestaje wzmacniać przychodzące na wejście sygnały.

Jako czas powrotu czułości wzmacniacza po przeciążeniu amplitudowym t_w należy uważać czas od początku frontu (10%) impulsu przeciążającego do momentu, w którym amplituda sygnału sinusoidalnego osiąga 70% swojej maksymalnej wartości (rys. 6).

Pomiary powinny być wykonane za pomocą synchronoskopu dla współczynników przeciążenia 10-, 100-, i 1000-krotnego przy kilku określonych wartościach współczynnika wzmocnienia wzmacniacza dla wszystkich rodzajów i czasów formowania.

3.3.7. Pomiar temperaturowej niestabilności współczynnika wzmocnienia. Układ pomiarowy wg rys. 2. Pomiar należy wykonać metodą opisaną w 3.3.2.



Rys. 6

Wzmacniacz należy umieścić w termostacie. Przy temperaturze normalnej należy znaleźć taką wartość amplitudy impulsu z generatora i takie wartości współczynników tłumienia, przy których amplituda impulsu wyjściowego wzmacniacza osiąga połowę $U_{o\max}$, a $\Delta U_o = 0$.

Zmieniając temperaturę należy rejestrować zmiany wartości ΔU_o , a następnie niestabilność temperaturową w procentach obliczyć wg wzoru

$$S_t = \frac{|\Delta U_o|_{\max}}{1/2 U_{o\max}} \cdot 100$$

w którym $|\Delta U_o|_{\max}$ — najwyższa wartość ΔU_o dla całego zakresu zmian temperatury.

Pomiary powinny być wykonane przy maksymalnej, minimalnej i pośredniej wartości współczynnika wzmocnienia wzmacniacza.

3.3.8. Pomiar długoczasowej niestabilności współczynnika wzmocnienia wzmacniacza. Pomiary należy wykonać wg 3.3.7 przy normalnej temperaturze. Należy rejestrować zmiany wartości U_o w ciągu jednej doby, a następnie niestabilność długoczasową w procentach obliczyć wg wzoru

$$S_p = \frac{|\Delta U_o|_{\max}}{1/2 U_{o\max}} \cdot 100$$

w którym $|\Delta U_o|_{\max}$ — największa wartość ΔU_o w ciągu jednej doby.

Pomiary powinny być wykonane przy maksymalnej, minimalnej i pośredniej wartości współczynnika wzmocnienia wzmacniacza.

K O N I E C

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Badań Jądrowych, Branżowy Ośrodek Normalizacyjny Aparatury Jądrowej, Warszawa.

2. Normy związane

PN-73/J-01003 ark. 08 Technika jądrowa. Nazwy i określenia. Detektory promieniowania jonizującego

BN-71/3410-03 Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej. Wymagania środowiskowe i metody badań

BN-72/3411-14 Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej. Spektrometryczne półprzewodnikowe krzemowe detektory promieniowania jonizującego. Metody badań parametrów podstawowych

BN-73/3411-15 Urządzenia elektroniczne dla techniki jądrowej. Przedwzmacniacze ładunkowe dla spektrometrycznych detektorów półprzewodnikowych. Parametry podstawowe i metody badań

3. Zalecenia międzynarodowe

RWPG PC 4504-72 Изделия ядерного приборостроения. Спектрометрические линейные усилители для полупроводниковых детекторов. Основные параметры и методы их измерения — норма zgodna.

4. Autor projektu normy — mgr inż. Mieczysław Szymczak, Zakład IA, IBJ.