

ANDRZEJ ZASTAWNY

Katedra Fizyki Technicznej

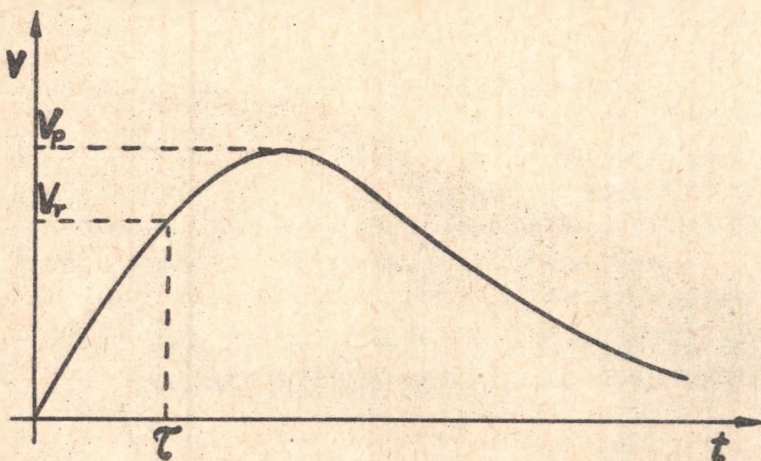
Zespół Fizyki Jądrowej I

UKŁAD DO POMIARU WOJNO NARASTAJĄCYCH IMPULSÓW
WIELOKANAŁOWYM ANALIZATOREM AMPLITUD IMPULSÓW

Streszczenie. W artykule jest opisany układ do pomiaru wojno narastających impulsów wielokanałowym analizatorem impulsów i podane są rezultaty jego zastosowania. W pomiarze promieniowania gamma - 60 keV licznikiem proporcjonalnym z użyciem opisanego układu otrzymano dwa razy lepszą zdolność rozdzielczą.

Współczesną wielokanałowe analizatory amplitud impulsów, stosowane w fizyce jądrowej, charakteryzują się ściśle określonym krótkim odstępem czasu τ (od 0,1 do około 1 μ sek) mijającym od chwili ukazania się początku frontu badanego impulsu na wejściu analizatora do momentu rejestracji jego amplitudy. Jeżeli czas narastania impulsu jest dłuższy od wspomnianego odstępu czasu τ , to zarejestrowana amplituda impulsu V_r równa wysokości impulsu w chwili czasu τ różni się znacznie od prawdziwej amplitudy impulsu V_p . Zależności te ilustruje rys. 1, przedstawiający wykres napięcia V impulsu w funkcji czasu t , podawanego na wejście analizatora z zaznaczonymi wartościami τ , V_r i V_p .

Sytuacja taka występuje, gdy źródłem impulsów jest licznik proporcjonalny. Stosowany środek zaradczy polega na różniczkowaniu impulsu, aby czas narastania impulsu zrównać z czasem τ . Metoda ta jest poprawna, jeżeli tory jonizacji pierwotnej w liczniku propor-

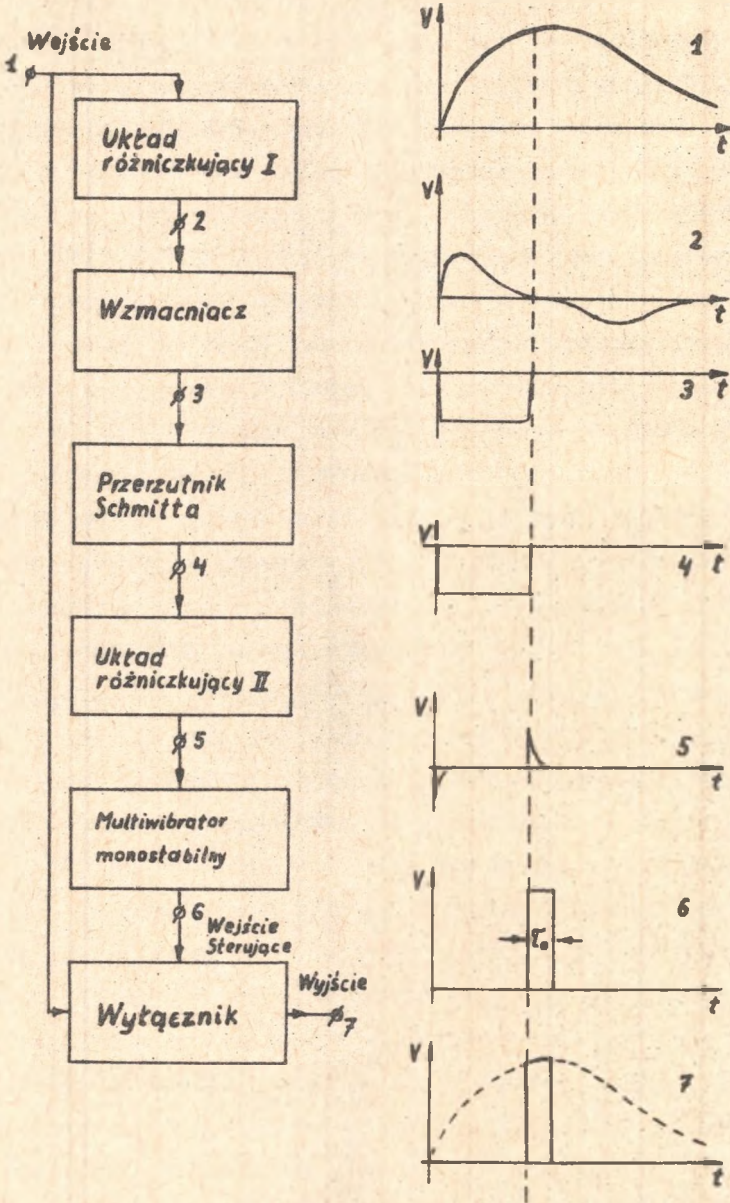


Rys. 1

cyjonalnym są krótkie i gaz wypełniający licznik charakteryzuje się dużą wartością współczynnika ruchliwości elektronów. Wtedy bowiem czas narastania impulsów nie zależy od wielkości i kierunku toru jonizacji pierwotnej. W przypadkach przeciwnych różniczkowanie impulsów powoduje fałszowanie lub przynajmniej rozmycie mierzonego widma.

Opracowano układ elektroniczny, który umożliwia rejestrację prawdziwej amplitudy wolno narastających impulsów wielokanałowym analizatorem amplitud impulsów. Charakteryzuje się on następującym działaniem: jeżeli na wejście układu pada się wolno narastający impuls napięcia, to na wyjściu pojawia się wycinek impulsu wejściowego o czasie trwania τ_0 , odpowiadający jego największej wartości tj. amplitudzie impulsu wejściowego. Wyjaśnia to wykres nr 7 z rys. 2, na którym jest przedstawiony wykres napięcia V impulsu na wejściu układu w funkcji czasu t - linia przerywana i na wyjściu układu - linia ciągła.

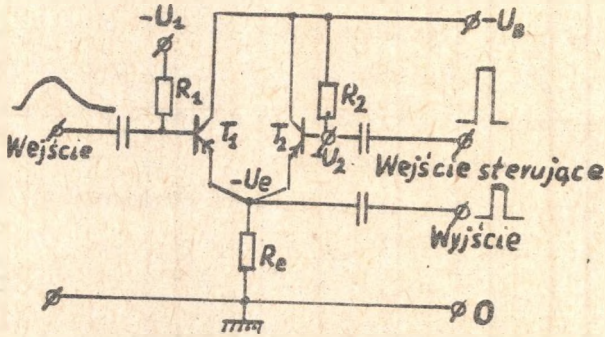
Schemat blokowy układu jest przedstawiony na rys. 2. Przebiegi napięć w funkcji czasu w punktach od 1 do 7 schematu blokowego są



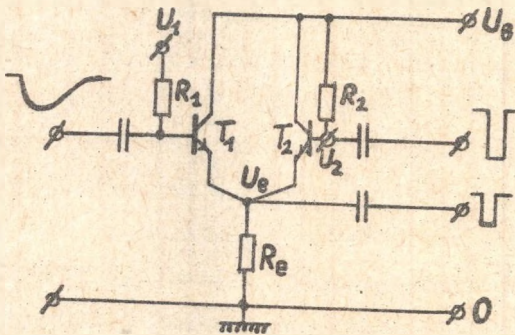
Rys. 2.

pokazane na wykresach o tych samych numerach. Impuls wejściowy jest podawany na wejście Wyłącznika i Układu różniczkującego I. Z Układu różniczkującego I przebieg napięcia jest podawany do Wzmacniacza. Wzmacniacz charakteryzuje się dużym wzmocnieniem dla impulsów odpowiadających narastaniu impulsu wejściowego z nasyceniem przy amplitudzie wyjściowej rzędu kilka woltów i bardzo małym wzmocnieniem oraz własnościami zaporowymi dla impulsów polaryzacji przeciwnej. Impuls z wyjścia Wzmacniacza wyzwala przerzutnik Schmitta. Impuls prostokątny z Przerzutnika Schmitta jest różniczkowany przez Układ różniczkujący II i impuls wynikający z różniczkowania tylnego zbocza wyzwala Multiwibrator monostabilny, który generuje impuls prostokątny o czasie trwania τ_0 . Moment generacji tego impulsu odpowiada chwili, gdy impuls na wejściu układu osiąga wartość maksymalną i impuls ten jest podawany na wejście sterujące Wyłącznika. Wyłącznik jest najważniejszym elementem układu. W czasie trwania na jego wejściu sterującym impulsu prostokątnego, na wyjściu wyłącznika pojawia się przebieg napięcia występujący aktualnie na jego wejściu. Schemat blokowy pokazany na rys. 2 odpowiada dodatnim impulsom wejściowym. Podobnie wyglądałby schemat dla impulsów wejściowych ujemnych. Wszystkie komórki układu blokowego z wyjątkiem Wyłącznika są znane.

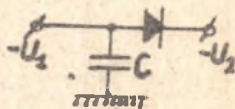
Schemat ideowy Wyłącznika dla impulsów dodatnich, zbudowany na tranzystorach, jest pokazany na rys. 3a. Napięcie U_1 polaryzacji bazy tranzystora T_1 jest trochę mniejsze lub prawie równe napięciu U_2 . Tym sposobem tranzystor T_2 przewodzi a tranzystor T_1 jest zatkany i impuls dodatni występujący na wejściu nie występuje na wyjściu. Gdy na wejście sterujące zostanie podany impuls prostokątny dodatni o napięciu U_s , to rolę tranzystora przewodzącego przejmuje tranzystor T_1 . Dla przebiegu napięciowego występującego wtedy na wejściu i mniejszego od napięcia U_s , tranzystor T_1 z oporem R_e spełnia rolę wtórnika emiterowego. Jeżeli U_s jest większe od



a)



b)



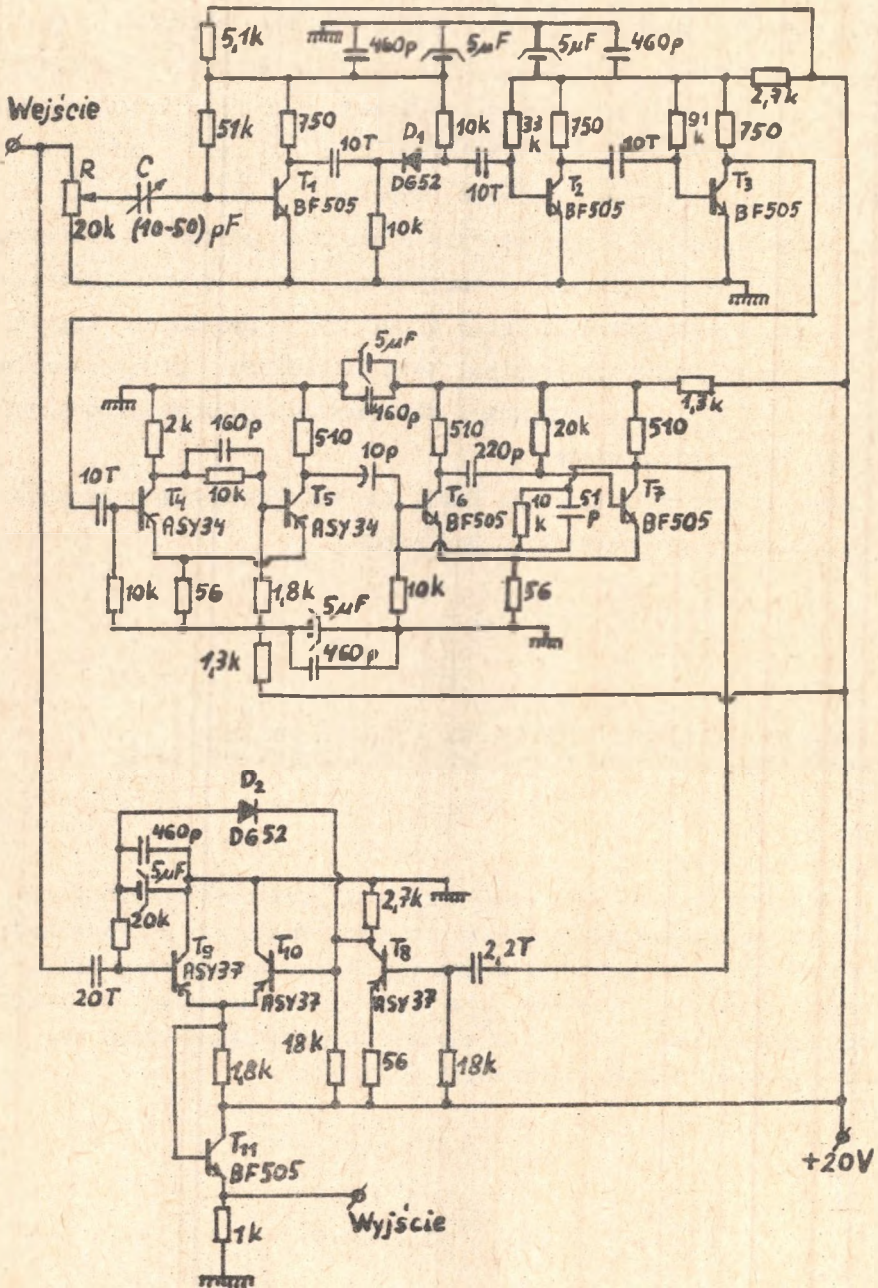
c)

Rys. 3

U_2 to tranzystor T_1 spełnia rolę wtórnika w całym zakresie napięć wynikających z napięć zasilających. Rys. 3b pokazuje analogiczny schemat dla impulsów ujemnych. Ustalenie napięcia U_1 może być zrealizowane przez włączenie między punkty U_1 i U_2 układu pokazanego na rys. 3c. Stała czasowa R_1C winna być dużo większa od czasu trwania impulsów na wejściu. Dla wariantu pokazanego na rys. 3b dioda musi być włączona odwrotnie.

Na rys. 4 jest pokazany schemat układu zbudowanego i eksploatowanego. Układ różniczkujący I tworzą opór wejściowy tranzystora T_1 i kondensator zmienny C. Potencjometrem R można regulować czułość układu różniczkowania a kondensatorem C jest stałą czasową. Tranzystory T_1 , T_2 i T_3 tworzą wzmacniacz. Przerzutnik Schmitta jest zbudowany na tranzystorach T_4 i T_5 . Pojemność 10 pF łącząca kolektor tranzystora T_5 z bazą tranzystora T_6 oraz oporność wejściowa tranzystora T_6 tworzą Układ różniczkujący II. Tranzystory T_6 i T_7 stanowią multiwibrator monostabilny. Opór 20 k Ω i pojemność 120 pF w obwodzie tych tranzystorów wyznaczają stałą czasową τ_0 równą 2 μ sek. Tranzystor T_8 wzmacnia impuls prostokątny przed podaniem go na wejście sterujące wyłącznika. Opory 2,7 k Ω i 18 k Ω w obwodzie kolektora tranzystora T_8 wyznaczają napięcie bazy tranzystora T_{10} spełniającego rolę tranzystora przewodzącego w Wyłączniku. Tranzystor T_9 jest tranzystorem nieprzewodzącym wyłącznika. Impuls z wyjścia wyłącznika pojawiający się na wspólnym oporze emiterowym tranzystorów T_9 i T_{10} jest podawany na wtórnik emiterowy T_{11} . Całość układu jest zasilana napięciem +20 V i pobiera prąd 45 mA. Układ przenosi impulsy do wysokości 14 V. Czas narastania wycinka na wyjściu jest równy 0,1 μ sek.

Działanie układu wypróbowano wstępnie w pomiarach linii 60 keV promieniowania gamma radioizotopu Am-241, licznikiem proporcjonalnym typu PXXeBe52/80 produkcji ITJ w Krakowie i analizatorem radzieckim AI-128, dla którego najdłuższy czas narastania impulsu



Rys. 4

może być równy $1\mu\text{sek}$. Pierwszy pomiar wykonano bez opisanego układu, wybierając stałą czasową na wyjściu licznika równą $0,6\mu\text{sek}$, a drugi pomiar z układem i stałą czasową $60\mu\text{sek}$. W drugim pomiarze uzyskano zdolność rozdzielczą linii dwa razy lepszą od uzyskanej w pierwszym pomiarze, wydajność rejestracji piku była dwa razy większa, a konieczne wzmocnienie impulsów było 3,5 razy mniejsze od wzmocnienia w pierwszym pomiarze. Wypełnienie gazowe użytego licznika proporcjonalnego charakteryzuje się dużą wartością współczynnika ruchliwości elektronów a energia mierzonego promieniowania nie była duża. W sytuacjach bardziej typowych dla opisanego zagadnienia, np. przy pomiarach promieni beta licznikiem proporcjonalnym wypełnionym CO_2 itp., korzyści z zastosowania przedstawionego układu mogą być jeszcze większe.

Autor składa podziękowanie Prof. dr. Wł. Mościckiemu za pomoc i przychylność przy wykonywaniu tej pracy.

СХЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МЕДЛЕННО НАРАСТАЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ МНОГОКАНАЛЬНЫМ АНАЛИЗАТОРОМ АМПЛИТУД ИМПУЛЬСОВ

Резюме

В статье описана электрическая схема установки предназначенной для измерений медленно нарастающих импульсов многоканальным анализатором амплитуд импульсов. Представлены тоже результаты применения установки. Измерение гамма излучения - 60 keV пропорциональным счётчиком с применением описанной схемы получается дважды лучшей разрешающей способност.

A CIRCUIT FOR MEASUREMENTS OF THE LOW TIME RISE
PULSES WITH A MULTICHANNEL AMPLITUDE ANALYZER

S u m m a r y

A circuit for measurements of the low time rise pulses with a multichannel amplitude analyzer and the results of its application are described. The resolution of the measurements of 60 keV gamma radiation is twice better when the described circuit is applied.