

WFiIS	Imię i nazwisko:		ROK	GRUPA	ZESPÓŁ
	1. 2.				
LABORATORIUM FITJ	TEMAT:				NR ĆWICZENIA
Data wykonania:	Data oddania:	Zwrot do poprawy:	Data oddania:	Data zliczenia:	OCENA

CEL ĆWICZENIA

Praktyczne zapoznanie się z obsługą i przygotowaniem do pracy układu koincydencyjnego. Badanie promieniowania charakterystycznego ^{22}Na .

WSTĘP TEORETYCZNY

Układami koincydencyjnymi w zagadnieniach techniki i elektroniki jądrowej określa się układy rejestrujące akty detekcji zachodzące według założonej korelacji czasowej i geometrycznej w różnych torach detekcji promieniowania jądrowego. W najprostszej konfiguracji układ koincydencyjny obejmuje dwa tory pomiarowe dostarczające sygnały wejściowe z dwu detektorów do układu wybierającego, w którym dokonuje się właściwa selekcja zdarzeń koincydentnych.

Układ koincydencyjny można traktować jako pewien specjalny przypadek jednokanałowego analizatora rozkładu czasowego impulsów, którego środek kanału odpowiada współrzędnej czasowej $t=0$.

Przesunięcie centrum kanału czasowego, uzyskiwane przez włączenie w jeden z torów sygnałów wejściowych linii opóźniającej, pozwala zrealizować układ zwany układem koincydencji opóźnionych.

Dla opisu własności układów koincydencyjnych podaje się szereg charakterystycznych parametrów, z których najważniejsze to: czas rozdzielczy, czas martwy, współczynnik wyboru oraz czułość koincydencji.

Czas rozdzielczy τ_r zdefiniowany jest jako maksymalny przedział czasu, w obrębie, którego układ akceptuje sygnały jako równoczesne. Innymi słowy, parametr ten określa dokładność równoczesności zdarzeń. W praktyce pomiarów koincydencyjnych rozróżnia się ponadto czas rozdzielczy elektroniczny (charakteryzuje wyłącznie sam układ elektroniczny koincydencyjny) oraz czas rozdzielczy fizyczny (odnosi się do całego zestawu łącznie z detektorami promieniowania).

Wyznaczenie czasu rozdzielczego układu koincydencyjnego dokonuje się pośrednio, na podstawie tzw. krzywej koincydencji opóźnionych. Przebieg ten uzyskuje się doświadczalnie dokonując pomiaru ilości zdarzeń koincydentnych N w założonym przedziale czasowym, w warunkach wprowadzonego sztucznie opóźnienia w jednym z torów sygnałów wejściowych. Powtarzając pomiar dla różnych wartości czasów opóźnienia T_D uzyskuje się zależność

$$N = f(T_D)$$

dla dodatnich wartości T_D . Przełączenie linii opóźniającej do drugiego toru jest równoważne opóźnieniom „ujemnym” w poprzednim torze. Procedura taka pozwala na zdjęcie pełnej krzywej koincydencji opóźnionych, symetrycznej względem $T_D = 0$.

Czas martwy τ_{∞} układu koincydencyjnego jest minimalnym czasem, liczonym od momentu zarejestrowania zdarzenia koincydentnego, po upływie, którego układ jest zdolny wykryć i zarejestrować kolejną koincydencję.

Współczynnik wyboru ρ określa zdolność układu do rozróżnienia zdarzeń koincydentnych i jest zdefiniowany jako stosunek amplitudy sygnału wyjściowego V_n układu koincydencyjnego uzyskiwanego w przypadku pełnej koincydencji sygnałów wejściowych (we wszystkich n kanałach) do amplitudy sygnału wyjściowego V_{n-1} odpowiadającego koincydencji w $(n-1)$ kanałach pomiarowych.

$$\rho = \frac{V_n}{V_{n-1}}$$

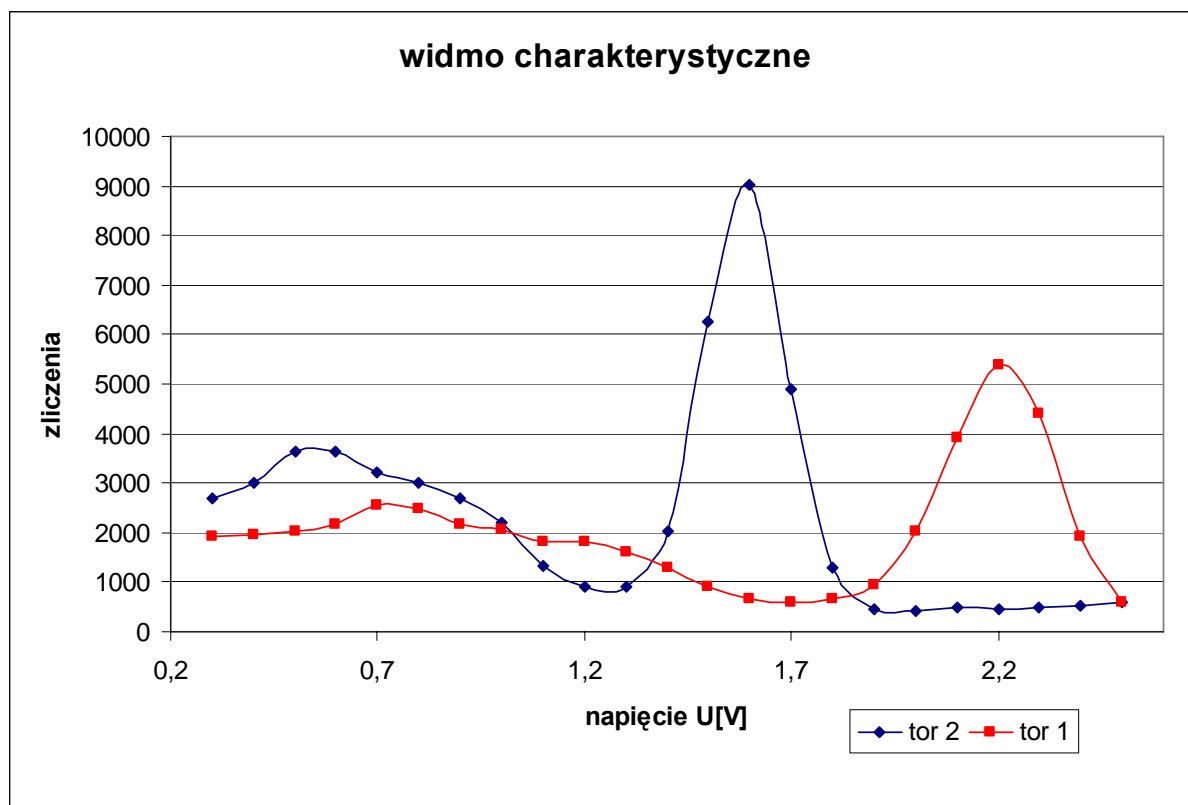
Im większą wartość posiada współczynnik wyboru, tym pewniej układ koincydencyjny wyróżnia koincydencję zupełną na tle koincydencji cząstkowych.

Czułość koincydencji określona jest jako minimalna amplituda impulsów działających równocześnie na wejściu układu, która zapewnia wygenerowanie sygnału wyjściowego.

OPRACOWANIE POMIARÓW

1. Widmo charakterystyczne;

Za pomocą układu koincydencyjnego oraz licznika jednokanałowego wyznaczono widmo charakterystyczne ^{22}Na . Czas pomiaru wynosił $T = 10\text{s}$ a szerokość okna $U_{d1} = 0,1\text{V}$ (dla toru pierwszego) oraz $U_{d2} = 0,12\text{V}$ (dla toru drugiego).



wykres 1

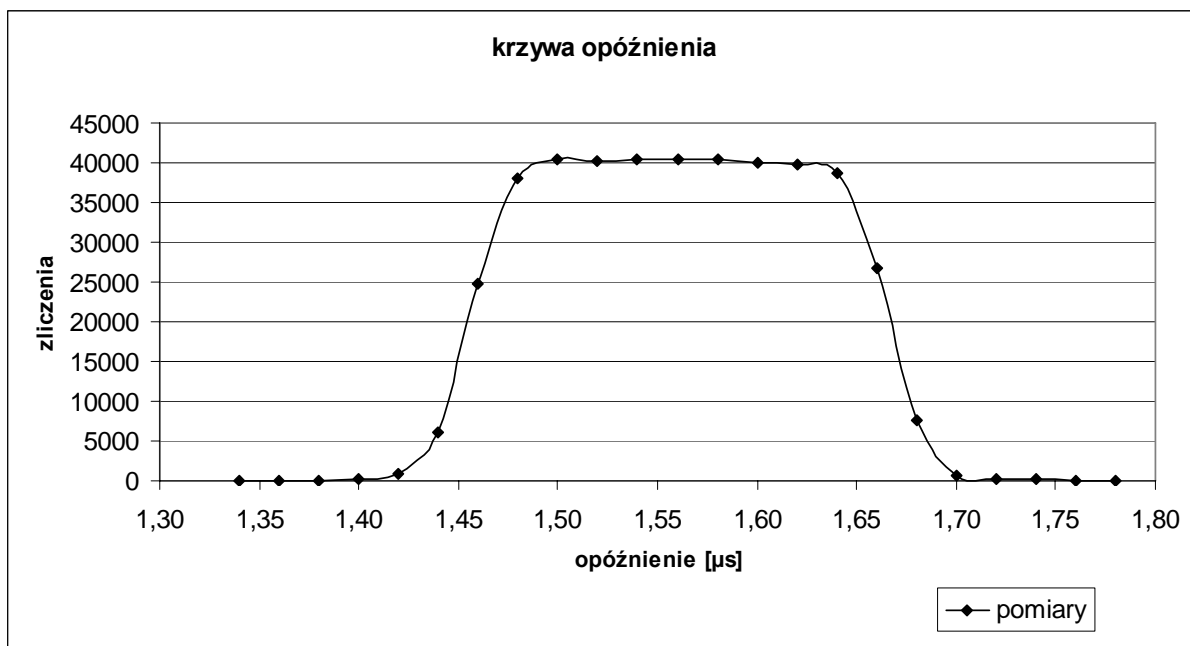
2. Opóźnienie koincydencji:

Wykonano pomiar opóźnienia koincydencji, czyli zależności liczby koincydencji w funkcji opóźnienia w wybranym torze pomiarowym. Opóźnienie na torze drugim ustalono na stałym poziomie $T_{D1}=1,2\mu s$, a na pierwszym było sterowane co $0,02\mu s$. Poniższa tabelka zestawia otrzymane wyniki:

ilość zliczeń	opóźnienie [μs]	
	tor 2	tor 1
73	1,2	1,34
74	1,2	1,36
92	1,2	1,38
157	1,2	1,40
869	1,2	1,42
6190	1,2	1,44
24770	1,2	1,46
38098	1,2	1,48
40469	1,2	1,50
40297	1,2	1,52
40454	1,2	1,54
40433	1,2	1,56
40347	1,2	1,58
40106	1,2	1,60
39709	1,2	1,62
38627	1,2	1,64
26737	1,2	1,66
7535	1,2	1,68
622	1,2	1,70
217	1,2	1,72
136	1,2	1,74
104	1,2	1,76
81	1,2	1,78

tabela 1

Na wykresie 2 przedstawiono krzywą koincydencji:



wykres 2

W celu określenia czasu rozdzielczego układu należy obliczyć szerokość krzywej koincydencji w połowie maksymalnej wysokości.

$$2\tau_r = 0,205 \mu s$$

$$\tau_r \approx 0,1 \mu s$$

3. Koincydencje rzeczywiste:

Poza koincydencjami rzeczywistymi układ pomiarowy zlicza także koincydencje przypadkowe. Rzeczywistą ilość (częstość) koincydencji dla danego czasu opóźnienia jednego toru względem drugiego określa się za pomocą poniższego wzoru:

$$J_{rz} = J - 2J_1J_2\tau_r$$

$$\Delta J_r = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{N}}{100}\right)^2 + \left(2\frac{\sqrt{N_1}}{100}J_2\tau_r\right)^2 + \left(2\frac{\sqrt{N_2}}{100}J_1\tau_r\right)^2}$$

gdzie: $\tau_r \approx 0,1\mu s$ to czas rozdzielczy;

N to liczba koincydencji zliczonych przez aparaturę dla danego opóźnienia;

N_1 to liczba koincydencji zliczonych w pierwszym torze dla danego opóźnienia;

N_2 to liczba koincydencji zliczonych w drugim torze dla danego opóźnienia;

J to częstość koincydencji zliczonych przez aparaturę;

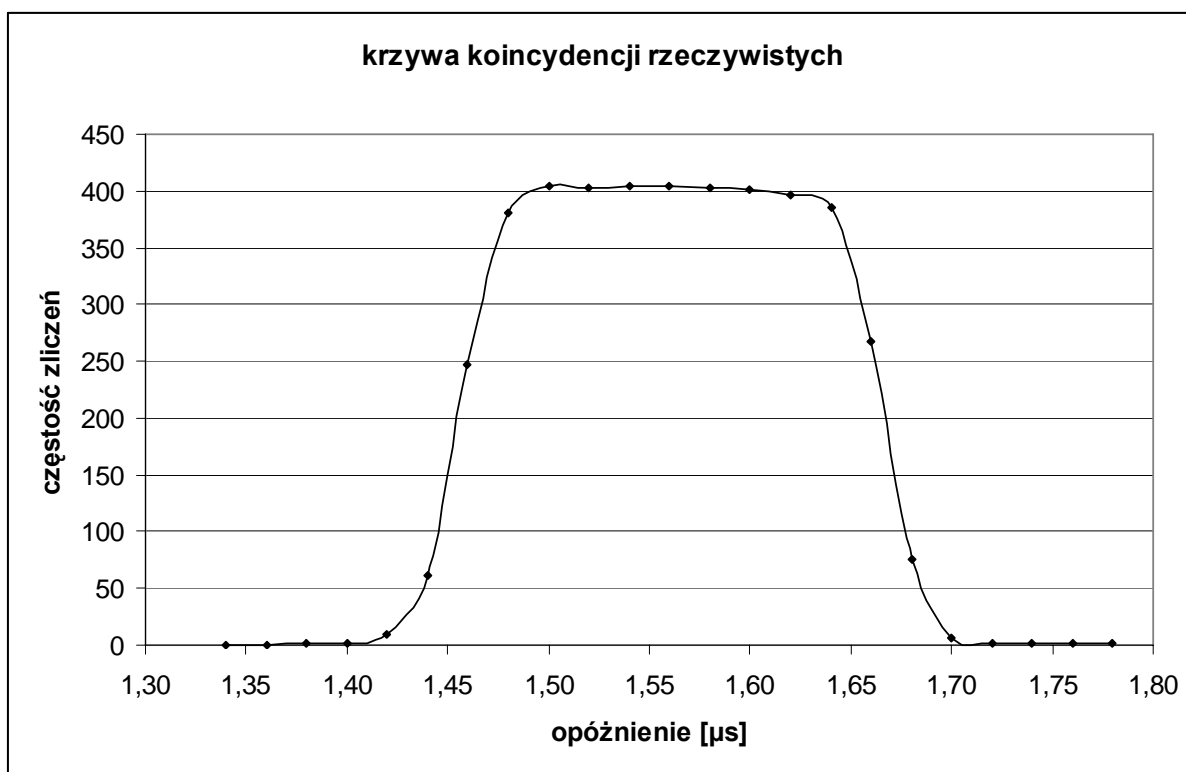
J_1 częstość zliczeń w torze pierwszym;

J_2 częstość zliczeń w torze drugim;

Wszystkie pomiary przeprowadzono dla czasu $t = 100s$. Poniższa tabela zbiera dane pomiarowe jak i wyniki obliczeń:

$d[\mu s]$	N_1	N_2	N	J	J_1	J_2	J_r	ΔJ_r
0,14	13419	16214	73	0,73	134,19	162,14	0,726	0,085
0,16	13332	16228	74	0,74	133,32	162,28	0,736	0,086
0,18	13236	15871	92	0,92	132,36	158,71	0,916	0,096
0,20	13305	15942	157	1,57	133,05	159,42	1,566	0,125
0,22	13248	15765	869	8,69	132,48	157,65	8,686	0,295
0,24	13172	15957	6190	61,90	131,72	159,57	61,896	0,787
0,26	13043	16103	24770	247,70	130,43	161,03	247,696	1,574
0,28	13132	15853	38098	380,98	131,32	158,53	380,976	1,952
0,30	13334	15852	40469	404,69	133,34	158,52	404,686	2,012
0,32	13019	15657	40297	402,97	130,19	156,57	402,966	2,007
0,34	13144	15956	40454	404,54	131,44	159,56	404,536	2,011
0,36	13322	15789	40433	404,33	133,22	157,89	404,326	2,011
0,38	13352	16057	40347	403,47	133,52	160,57	403,466	2,009
0,40	13107	15755	40106	401,06	131,07	157,55	401,056	2,003
0,42	13299	15687	39709	397,09	132,99	156,87	397,086	1,993
0,44	13133	16046	38627	386,27	131,33	160,46	386,266	1,965
0,46	13029	15762	26737	267,37	130,29	157,62	267,366	1,635
0,48	13255	15822	7535	75,35	132,55	158,22	75,346	0,868
0,50	13282	15997	622	6,22	132,82	159,97	6,216	0,249
0,52	13123	15715	217	2,17	131,23	157,15	2,166	0,147
0,54	13009	15766	136	1,36	130,09	157,66	1,356	0,117
0,56	13140	15580	104	1,04	131,40	155,80	1,036	0,102
0,58	13053	15703	81	0,81	130,53	157,03	0,806	0,090

tabela 2



wykres 3

Wykres 3 przedstawia zależność rzeczywistej częstości zliczeń koincydencji w funkcji opóźnienia jednego toru względem drugiego.

WNIOSKI

Wykres 2 przedstawiający krzywą opóźnienia jest charakterystyką zastosowanego układu. Dzięki niemu można odczytać wartość czasu rozdzielczego τ_r , na podstawie którego otrzymujemy informację o tym jakie koincydencje aparatura „uważa” za jednoczesne.

Obliczając dodatkowo częstość koincydencji rzeczywistych (porównując odpowiednie kolumny w tabeli 2) można zauważyć, że J oraz J_r różnią się w małym stopniu, czyli koincydencji przypadkowych jest stosunkowo niewiele.

ZAŁĄCZNIKI

[1] – kartka z pomiarami;