ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1973

Seria: MATEMATYKA-FIZYKA z. 23 Nr kol. 485

W. Pomykała, W. Mościcki, A. Zastawny
Instytut Fizyki

APARATURA ELEKTRONICZNA LABORATORIUM C-14 W GLIWICACH

Streszczenie. Opisano aparaturę elektroniczną pracującą w Laboratorium C-14 Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Podano schemat blokowy oraz opisy i schematy ideowe z podaniem wartości elementów poszczególnych podukładów.

1. Wstęp

Pomiary aktywności C-14 w węglach naturalnych, pozwalające między innymi na określanie wieku badanych próbek, należą do najdokładniejszych pomiarów tego typu.
Aktywność właściwa węgla biosfery wynosi zaledwie około 14 rozp./min.gr. tj. około 7 pCi/g. W miarę starzenia się próbki aktywność właściwa spada eksponencjalnie z okresem połowicznego zaniku 5740 lat tak. że np. dla próbek o wieku 20 000 lat wynosi zaledwie ok. 0,6 pCi. Jeżeli się zważy, że przy pomiarach chronometrycznych błąd pomiaru mieści się w granicach 5%, tj. 0,03 pCi widać, że wymagania precyzji pomiaru są niezwykle wysokie. Jednym z najpowszechniej stosowanych detektorów rozpadów C-14 są liczniki proporcjonalne o objętościach kilku litrów wypełnione dwutlenkiem węgla (CO_2) pod ciśnieniem 1-5 atmosfer, wyprodukowanym z węgla, którego aktywność podlega pomiarowi. Zanieczyszczania radioaktywne osłon redukujących niepożądane "tło" promieniowania kosmicznego i otoczenia, a głównie zanieczyszczenia radioaktywne materiału samego licznika pomiarowego powodują, że pomimo stosowania optymalnych osłon, w liczniku pozostaje stałe tło rzędu kilku do kilkunastu imp/min, nakładające się na efekt pochodzący od C-14. Ponadto licznik rejestruje od kilkadziesiąt do kilkaset impulsów wytwarzanych przez składową przenikliwą promieniowania kosmicznego eliminowanych w układach antykoincydencji z impulsami liczników osłon.

Niekorzystny stosunek liczby impulsów "sygnału", których źródłem są rozpady C-14, do liczby impulsów "tła", stwarza szczególnie wysokie wymagania reprodukowalności wszystkich parametrów fizycznych i elektronicznych mogących wpływać na wynik pomiaru. Wszelkie błędy wynikające z niedoskonałej reprodukowalności wspomnianych parametrów muszą być w każdym razie przynajmniej o 1 rząd mniejsze niż "błąd" statystyczny,którego prze-

widywana wielkość odpowiada granicznie niskim aktywnościom rzędu 0,5 . . 10^{-15} Ci.

Pomiary C-14 odbywają się w niezmiennej geometrii, a ciśnienie gazu w liczniku i temperatura gazu mogą być, przy zastosowaniu odpowiednich środków, zmierzone z wymaganą precyzją i reprodukowalnością. Główną trudnością, jaką należy pokonać, jest kontrola czystości CO_2 oraz ciągła w okresie pomiaru kontrola stałości wysokiego napięcia, wzmocnień wzmacniaczy oraz napięć progów dyskryminacji aparatury elektronicznej.

Aparatura elektroniczna musi czynić zadość warunkowi nie wytwarzania dodatkowych impulsów "fałszywych" mimo dużej dynamiki rozkładu amplitudowego impulsów wejściowych. Zaprojektowana i wykonana przez autorów aparatura elektroniczna spełnia warunki pełnej (w granicach fluktuacji statystycznych mierzonych efektów) reprodukowalności elektrycznych parametrów pomiaru, umożliwia kontrolę czystości gazu i interwałową kontrolę warunków i wyników pomiarów[1]. Szersze omówienie założeń ideowych metody oraz uzyskanych wyników zostanie dokonane w osobnej publikacji.

2. Układ blokowy

Układ blokowy aparatury elektronicznej i diagram impulsów w funkcji czasu przekazane są na rys. 1 i rys. 2.

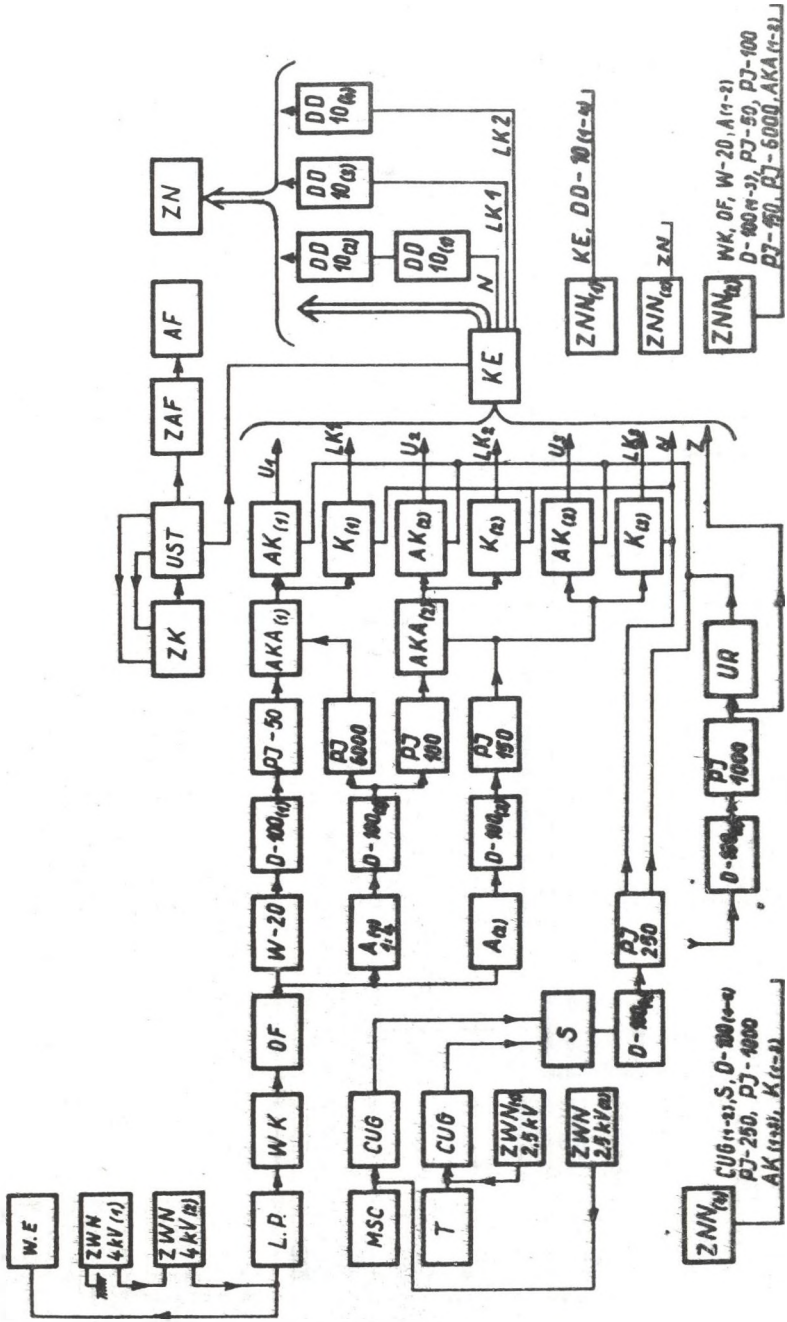
Licznik pomiarowy (L.P.) jest zasilany wysokim napięciem ujemnym z zasilacza (Z.W.N.), (o maksymalnym napięciu wyjściowym 8 kV), zbudowanego z dwóch zasilaczy produkcji krajowej ZWN 4 kV połączonych w szereg. Przybliżoną wartość napięcia mierzy się woltomierzem elektrostatycznym produkcji radzieckiej C 196 klasy 1,0. Stabilność i trwałość zasilacza wysokiego napięcia są zadowalające.

Liczniki osłony (L.O.) typu G-M, własnej produkcji, są podzielone na dwie grupy, z których jedną jest licznik pierścieniowy MSC, a drugą stanowi taca (T) zwykłych metalowych liczników cylindrycznych. Każda z grup jest zasilana wysokim napięciem o polaryzacji dodatniej z oddzielnego zasilacza wysokiego napięcia typu ZWN 2,5 kV.

Impulsy z licznika pomiarowego przechodzą przez wtórnik katodowy (W.K.) umieszczony przy samym liczniku, a następnie długim kablem koncentrycznym są podawane do głównego zespołu aparatury elektronicznej. Po odwróceniu fazy przez odwracacz fazy (OF) o wzmocnieniu -1, impulsy są rejestrowane w układzie trójkanałowego analizatora amplitud o zakresach:

1 kanał od V_{D1} = 5 mV do V_{D2} = 0,4 V,
2 kanał od V_{D2} = 0,4 V do V_{D3} = 2 V,
3 kanał powyżej V_{D3} = 2 V.

[1] Idea metody powstała w latach 1959-60 i była tematem częściowo opublikowanych prac naukowych I Katedry Fizyki Politechniki Gdańskiej 1 .



Rys. 1. Schemat blokowy

LP
u_H
u_{ma}
U_{ma}
PJ 50
PJ 100
PJ 5000
AKA (1)
AKA (2)
PJ 250
PJ 250
PJ 1000
AK (1)
AK (2)
AK (3)
K (1)
K (2)
K (3)

Rys. 2

Taka rejestracja zliczeń impulsów, a następnie analiza stosunków liczby zliczeń w poszczególnych kanałach umożliwia, w oparciu o założenie stałości widma energetycznego składowej przenikliwej promieniowania kosmicznego, wieloraką kontrolę pomiarów.

Progi analizatora wyznaczają trzy niskopoziome dyskryminatory amplitud (D - 100) o progu 100 mV, z których D - $100_{(1)}$ ze wzmacniaczem (W - 20) o wzmocnieniu k = 20, wyznacza próg 5 mV, pozostałe z ateniuatorami (A) określają progi 4 . 10^2 mV i 2 . 10^3 mV. Impulsy z dyskryminatorów są formowane w impulsy prostokątne o odpowiednich czasach trwania przez przerzutniki jednostabilne (PJ), a następnie przechodzą do układów antykoincydencji analizatora ($AKA_{(1)}$) i ($AKA_{(2)}$).

Diagram na rys. 2 wyjaśnia schemat momentów ukazywania się i czasów trwania impulsów na wyjściach poszczególnych układów analizatora. Przerzutnik (PJ - 6000) formuje impulsy o czasie trwania 6 ms których zadaniem jest zapobieganie rejestracji impulsów wtórnych o amplitudach przekraczających V_{D1} związanych z mechanizmami wzmocnienia gazowego w liczniku, towarzyszących impulsom o szczególnie dużych amplitudach. W warunkach pracy Laboratorium łączny czas blokady układu antykoincydencyjnego $AKA_{(1)}$ tymi impulsami wynosi około 0,7% czasu rejestracji i podlega fluktuacjom rzędu 0,1%.

Anody liczników osłony (LO) są połączone z czułymi układami gaszącymi (CUG). Zadaniem CUG jest odbiór impulsów o możliwie małej amplitudzie i natychmiastowe podawanie na liczniki impulsów o ujemnej polaryzacji i dużej amplitudzie w celu szybkiego zgaszenia wyładowań elektrycznych zachodzących w licznikach. Takie rozwiązanie zapewnia długą żywotność liczników GM (wypełnionych mieszanką argonowo-alkoholową) i znacznie poprawia charakterystykę zbiorczą układu liczników osłony. Impulsy z CUG są sumowane w układzie sumatora (S), a dalej przesłane długim przewodem koncentrycznym do głównego zespołu aparatury elektronicznej. Tutaj są dyskryminowane przez niskopoziomowy dyskryminator amplitud D-$100_{(4)}$[1], a następnie formowane przez przerzutnik (PJ-250) w impulsy prostokątne o czasie trwania 250 s.

Impulsy z licznika pomiarowego (LP), po wyjściu z trójkanałowego analizatora amplitud, są rozdzielane w układach antykoincydencji (AK) i koincydencji (K). Układy AK i K są sterowane impulsami prostokątnymi z PJ-250. Na wyjściu układów AK (1-3) pojawiają się impulsy LP odpowiedniego kanału analizatora amplitud, którym nie towarzyszą impulsy LO, względnie impulsy zakłóceń elektromagnetycznych, tj. antykoincydencje (LP, O) lub (LP, Z).

---

[1] Dyskryminator został zaprojektowany, aby umożliwić pracę z osłoną złożoną ewentualnie z liczników proporcjonalnych.

Na wyjściach układu koincydencji K (1-3) pojawiają się impulsy koincydencji (LP, LO).

Celem eliminacji impulsów, wywołanych zakłóceniami elektromagnetycznymi, zbudowano specjalny kanał "przeciwzakłóceniowy". Układ ten składa się z anteny odbiorczej, dyskryminatora niskopoziomowego $D\text{-}100_{(5)}$ i przerzutnika jednostabilnego PJ-1000.

Zespół ośmiu numeratorów elektromechanicznych (ZN) zlicza:

1. Liczby ($U_{(1-3)}$) antykoincydencji (LP, $\overline{LO}$) względnie (LP, $\overline{Z}$).

W zależności od amplitud impulsów z licznika pomiarowego

1. (LP), antykoincydencje rejestrowane są w kanałach U_1, U_2, U_3[1].
2. Liczby $L_{k(1-3)}$ koincydencji (LP, LO) z poszczególnych kanałów.
3. Całkowitą liczbę N impulsów liczników osłony.
4. Całkowitą liczbę Z impulsów zakłóceń.

Początek i koniec czasu zliczeń (we wszystkich kanałach równocześnie) wyznacza klucz elektroniczny (KE) sterowany ręcznie lub automatycznie układem sterującym (UST). Liczba zliczeń w kanale N jest dzielona 100-krotnie dwoma dekadami dzielącymi $DD\text{-}10_{(1-2)}$. Dwie dodatkowe dekady dzielące $DD\text{-}10_{(3-4)}$ mogą być włączone w dowolne dwa z trzech kanałów U_1, L_{K1}, L_{K3}. Zespół układów: zegara kwarcowego (ZK) układu sterującego UST zasilacza aparatu fotogr. (ZAF) i aparatu fotograficznego umożliwia wykonywanie automatycznie zdjęć stanów numeratorów w równych - jednogodzinnych interwałach. W czasie wykonywania zdjęcia układ KE wyłącza pomiar. Okres ten nie jest mierzony przez zegar kwarcowy. Główny zespół aparatury elektronicznej zbudowano w dwu obudowach C-25. Poszczególne układy lub podzespoły w panelach 1A4 i 2A4 zgrupowano w obudowach pośrednich AC-5K. Do zasilania służą zasilacze niskiego napięcia typy ZNN-3A produkcji firmy "Polon".

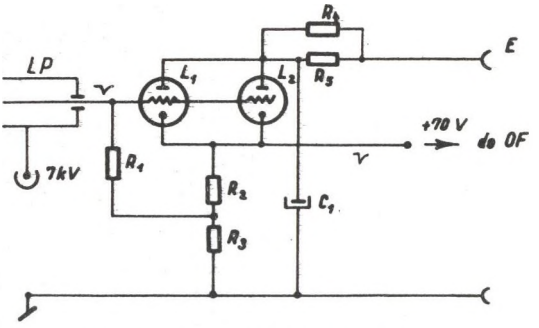
3. Schematy ideowe i opisy działania podzespołów aparatury elektronicznej

3.1. Wtórnik katodowy WK (rys. 3)[2]

Nić anodowa licznika pomiarowego (LP) jest bezpośrednio połaczona z siatkami równolegle połączonych lamp L_1 i L_2. Opór siatkowy R_1 został dobrany dla otrzymania optymalnej wartości stałej czasowej wejścia licznika. Oporność wyjściowa wtórnika jest równa 40 Ω

[1] We wszystkich oznaczeniach przyjęto oznaczać tym samym symbolem kanał i liczbę impulsów cpm zliczonych w tym kanale.

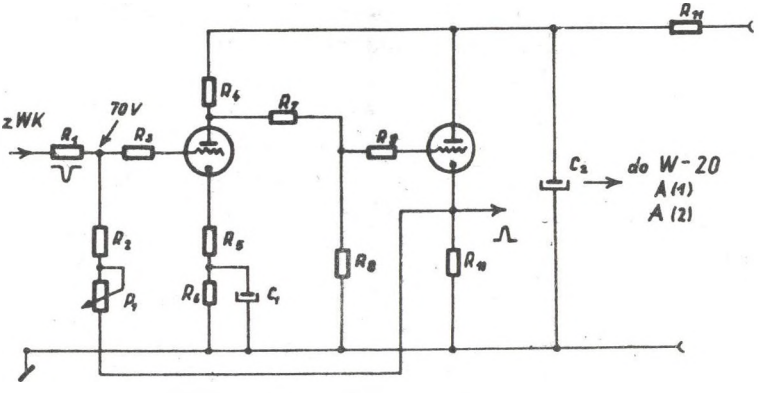
[2] Wartości napięć podane w niektórych punktach schematu na rys. 3 i następnych oznaczają wartości statyczne.



Rys. 3. Wartości elementów
L_1, L_2 = E88CC, R_1 = 100 K, R_2 = 200, R_3 = 7,5 k, R_4, R_5 = 27 k, E=250 V

3.2. Odwracacz fazy OF (rys. 4)

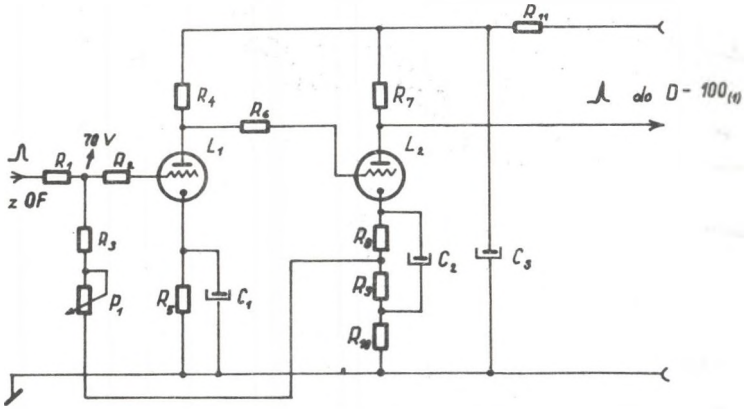
Układ zmienia ujemną fazę impulsów z licznika pomiarowego na fazę dodatnią wymaganą na wejściu dyskryminatora D-100, OF jest jednostopniowym wzmacniaczem z wtórnikiem katodowym na wyjściu objętym silnym sprzężeniem zwrotnym, realizowanym przez opór R_2 i potencjometr P_1. Potencjometr P_1 służy do regulacji wzmocnienia układu do wartości nominalnej równej jedności dla sygnału zmiennego.



Rys. 4. Odwracacz fazy wartości elementów
L_1, L_2 = E88CC, E = +250 V, R_1 = 6,8 k, R_2 = 47 k, R_3,R_9 = 1 k, R_4 = 11 k
R_5 = 3,3 k, R_6 = 3,3 k, R_7, R_8 = 100 k, R_{11} = 1 k, C_1 = 10μF, C_2 = 10μF,
P_1 = 50 k

3.3. Wzmacniacz W-20 (rys. 5)

Wzmacniacz W-20 jest układem dwustopniowego wzmacniacza objętego ujemnym sprzężeniem zwrotnym przez opór R_2 i potencjometr P_1, służący do regulowania wzmocnienia układu do wartości nominalnej 20.



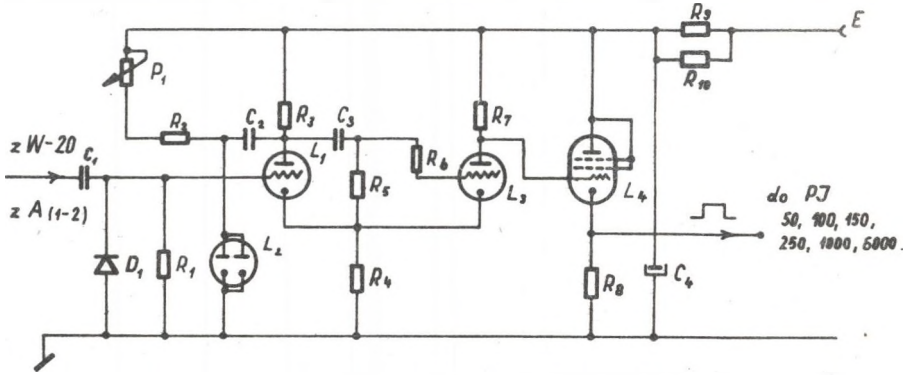
Rys. 5. Wzmacniacz W-20

Wartości elementów: L_1, L_2 = E88CC, R_1 = 6,8 k, R_2 = 47 k, R_3 = 1 k, R_4 = 15 k, R_5 = 10 k, R_6 = 100 k, R_7 = 3,3 k, R_8 = 5,6 k, R_9 = 4,7 k, R_{10} = 180 k, R_{11} = 1 k, C_1 = 10μF, C_2 = 10μF, C_3 = 10μF, E = 250 V, P_2 = 47 k

Przyjęte rozwiązania ideowe układów OF i W-20 zapewniają wysoką stabilność pracy układów i nieprzesterowalność w sensie nie wytwarzania impulsów podwójnych lub nawet potrójnych na wyjściu, gdy na wejściu pojawią się impulsy o amplitudach 10^3 razy większych od najmniejszych amplitud impulsów, jakie układ winien jeszcze poprawnie rejestrować.

3.4. Niskopoziomowy dyskryminator amplitud impulsów D-100 (rys. 6)

W układzie zastosowano niskopoziomowy dyskryminator amplitud impulsów na lampach L_1 - L_2 opisany w pracy 3 . Próg dyskryminacji jest równy 100 mV. Dodatkowe elementy: wtórnik katodowy na lampie L_3 i filtr napięcia



Rys. 6. Wartości elementów

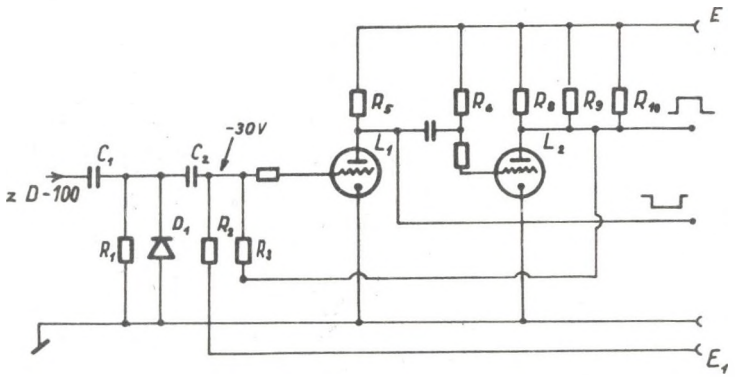
R_1 - 390 k, R_2 - 390 k, R_3 - 47 k, R_4 - 150 k, R_5 - 390 k, R_6 - 1 k, R_7 - 15 k, R_8 - 33 k, R_9, R_{10} - 27 k, C_1 - 3000 pF, C_2 - 1μF, C_3 - 750 pF C_4 - [illegible] E88CC, L_3 - P180 B, L_4 - EAA91 (6x2)

R_9, R_{10}, C_4 zabezpieczają dyskryminator przed zakłóceniami indukowanymi z innych części aparatury elektronicznej. Ponadto z tego samego względu żarzenie lampy L_2 jest zwarte dla przebiegów szybkozmiennych przez kondensatory do masy.

Przy pojawieniu się na wejściu impulsów o amplitudach kilku woltów, dioda D_1 eliminuje "fałszywe" przerzuty dyskryminatora, wywołane impulsami ujemnej polaryzacji związane z rozładowaniem kondensatora C_1. Potencjometr P_1 służy do precyzyjnej regulacji progu dyskryminacji. Układ dyskryminatora cechuje bardzo dobra stabilność progu dyskryminacji.

3.5. Przerzutnik jednostabilny P-J (rys. 7)

Przerzutniki jednostabilne mają sprzężenia anodowo-siatkowe i są wyzwalane szpilkowymi impulsami dodatnimi. Czas trwania impulsu prostokątnego (bramki) wyznacza stała czasowa C_3, R_6. Układ różniczkujący C_1, R_1 na wejściu przerzutnika formuje z impulsów prostokątnych, przychodzących na wejście, impulsy szpilkowe. Impulsy ujemnej polaryzacji są zwierane do masy przez diodę D_1.



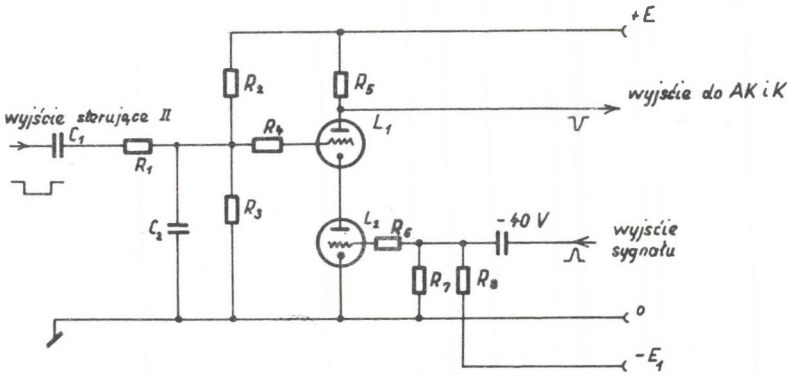
Rys. 7. Przerzutnik jednostabilny PJ

Wartości elementów: L_1, L_2 = E88CC, R_1 = 91 k, R_2 = 220 k, R_3 = 120 k, R_4 = 1 k, R_5 = 15 k, R_6 = 1,5 M, R_7 = 1 k, R_8, R_9, R_{10} = 33 k, C_1 = 100 pF, C_2 = 5,1nF, C_3 = (50, 100, 150, 250, 1000, 6000) pF

3.6. Układ antykoincydencji analizatora AKA (rys. 8)

W stanie statycznym obie lampy nie przewodzą prądu z powodu odcięcia lampy L_2. Gdy na "wejściu sygnału" pojawia się impuls dodatni wprowadzający lampę L_2 w stan przewodzenia, a na "wejściu sterującym" impulsu nie ma, na wyjściu układu pojawia się impuls ujemny. W przypadku gdy na wejściu sterującym pojawia się prostokątny impuls ujemny ("bramka"), obie lampy nie przewodzą prądu niezależnie od sytuacji na wejściu sygnału. Obwód cał-

kujący R_1, C_2 zapobiega indukowaniu się na anodzie lampy L_1 fałszywych impulsów pochodzących od bramki sterującej.

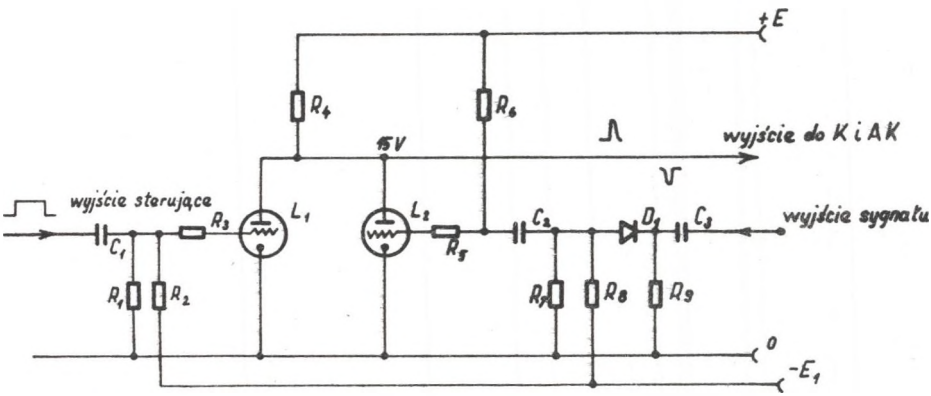


Rys. 8. Układ antykoincydencji analizatora AKA

Elementy: L_1, L_2 = E88CC, E = 250 V, E_1 = -150 V, R_1 = 180 k, R_2 = 820 k, R_3 = 91 k, R_4 = 1 k, R_5 = 91 k, R_6 = 1 k, R_7 = 270 k, R_8 = 820 k, C_1 = = 8200 pF, C_2 = 51 pF, C_3 = 100 pF

3.7. Układ antykoincydencji AK (rys. 9)

Układ antykoincydencji AK jest zmodyfikowanym układem koincydencji Rossiego. W stanie spoczynkowym lampa L_2 przewodzi, a lampa L_1 jest odcięta ujemnym potencjałem z dzielnika oporowego R_1, R_2 zasilanego ujemnym sta-



Rys. 9. Układ antykoincydencji AK

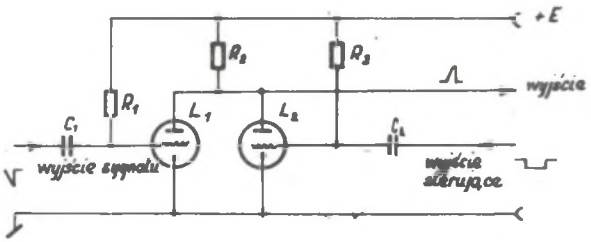
Elementy: L_1, L_2 = E88CC, E = +250 V, E_1 = -150 V, R_1 = 270 k, R_2 = 820 k R_3 = 330 k, R_4 = 56 k, R_5 = 1 k, R_6 = 1 M, R_7 = 1,2 M, R_8 = 1,8 M, R_9 = = 91 k, C_1 = 22nF, C_2 = 330 pF, C_3 = 6200 pF

łym napięciem E_1. Napięcie anod w stanie statycznym wynosi kilkanaście woltów.

Ujemny impuls na wejściu sygnału odcina lampę L_2. Jeżeli w czasie trwania impulsu ujemnego na wejściu sygnału, na wejściu sterującym nie ma "bramki", obie lampy są odcięte i na wyjściu układu pojawia się impuls dodatni około 230 V. Jeżeli na wejściu sterującym jest dodatnia "bramka" napięcia wprowadzająca lampę L_1 w stan przewodzenia, napięcie anod praktycznie nie ulega zmianie w stosunku do stanu statycznego, niezależnie od sytuacji na wejściu sygnału. Układ różniczkujący C_3, R_9 na wejściu sygnału różniczkuje impulsy prostokątne wejściowe do kształtu pożądanych impulsów szpilkowych. Dioda D_1 z dzielnikiem napięcia R_7, R_8 tworzy układ zaporowy dla impulsów dodatnich i obcina częściowo impulsy ujemne.

3.8. Układ koincydencji K (rys. 10)

Układ koincydencji jest układem Rossiego. W stanie statycznym obie lampy przewodzą prąd. Tylko równoczesne ujemne sygnały na siatkach obu lamp, wprowadzające lampy w stany odcięć, wywołują powstanie dodatniego impulsu na wyjściu układu.



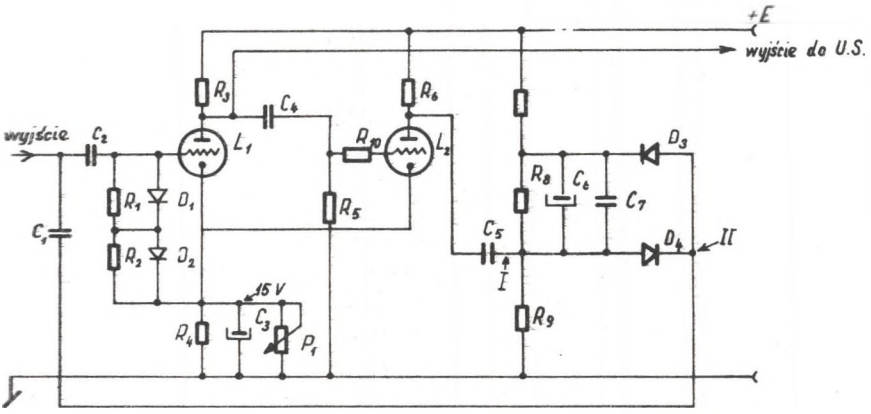
Rys. 10. Układ koincydencji K

Elementy: L_1, L_2 = E88CC, E = +250 V, R_1 = 1 M, R = 56 k, R_3 = 1 M, C_1 = = 330 pF, C_2 = 330 pF

3.9. Czuły układ gaszący CUG (rys. 11)

Czuły układ gaszący CUG jest zmodyfikowanym (uproszczonym) układem opisanym w pracy 4 .

W warunkach statycznych lampa L_1 przewodzi, a lampa L_2 jest odcięta spadkiem napięcia na oporze w obwodzie katodowym. Ujemny impuls z liczników GM o amplitudzie ułamka wolta na wejściu układu wywołuje przerzut układu. Z anody lampy L_2 jest podawany na wejście układu impuls ujemny o amplitudzie przeszło 150 V i czasie narastania rzędu ułamka s. Obwód R_7, R_8, R_9 z kondensatorami C_6 i C_7 oraz z diodami D_3 i D_4 tworzy obcinacz, oddzielający anodę lampy L_2 i wejście układu dla impulsów dowolnej polaryzacji mniejszych od 1 V. Dzięki temu mała oporność obwodu anodowego lampy L_2 nie zawiera wymaganej dużej oporności wejściowej liczników GM. Poza



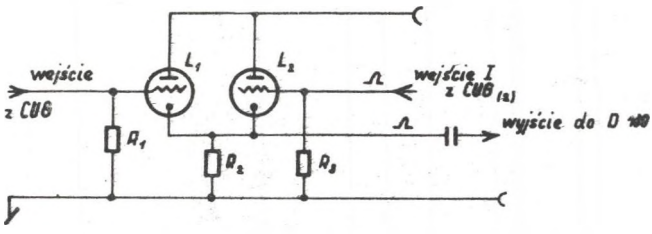
Rys. 11. Czuły układ gaszący CUG

C_1 - 500 pF/3000 V, C_2 - 100 pF/3000 V, C_3 - 50 uF, C_4 - 3,3 uF, C_5 - 20 uF, C_6 - 50μF, C_7 - 1000 pF, R_1 - 2 M, R_2 - 2 M, R_3 - 20 k, R_4 - 3 k, R_5 - 100 k, R_6 - 15 k, R_7 - 120 k, R_8 - 20 k, R_9 - 120 k, P_1 - 2,5 k, L_1, L_2 - ECC81, E = +250 V, D_1, D_2 - DOG 62, D_3D_4 - DOG 63, R_{10} - 30 k

tym obwód ten oraz diody D_1 i D_2 z oporami R_1, R_2 zabezpieczają układ przed samowzbudzeniem. Potencjometr P_1 służy do regulacji napięcia odcinającego lampę L_2. Układ charakteryzuje się dużą pewnością pracy.

3.10. Sumator "S" (rys. 12)

Sumator impulsów liczników osłony jest zbudowany w układzie wtórnikowym. Sumowanie impulsów podawanych na wejścia I i II odbywa się na wspólnym oporze katodowym R_2.



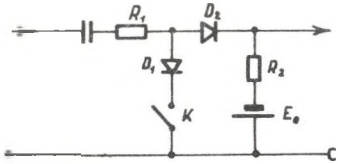
Rys. 12. Sumator "S"

R_1, R_3 - 200 k, R_2 - 10 k, L_1, L_2 ECC81

3.11. Klucz elektroniczny "KE" (rys. 13)

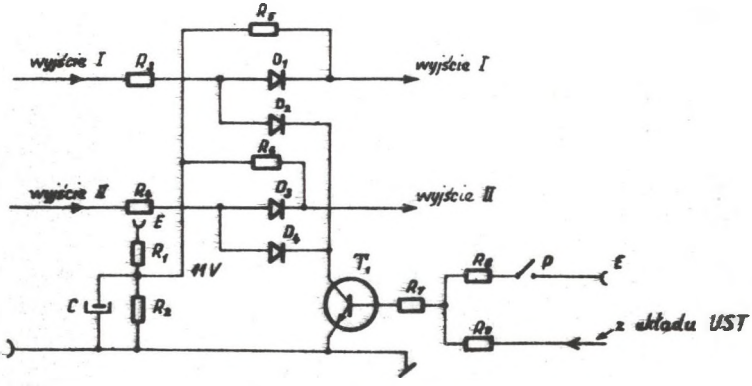
Zasadę działania klucza elektronicznego wyjaśnia rys. 13.

Przy rozwartym styku K i pojawieniu się na wejściu impulsu dodatniego o amplitudzie $A > E_0$, na wyjściu układu powstaje impuls o amplitudzie



Rys. 13. Klucz elektroniczny "KE"

$A_1=(A-E_0)\frac{R_2}{R_1+R_2}$. W przypadku włączenia styku K, dioda D_1 zwiera impulsy do masy. Dioda D_2 ze źródłem napięcia E_0 i opornikiem R_2 tworzy układ górno-przepustowy. Celem tego układu jest obcięcie niewielkich impulsów powstających na diodzie D_1. Właściwy układ pokazany jest na rysunku 14. Rolę styku K spełnia tranzystor BF 505 sterowany ręcznie włącznikiem P lub automatycznie sygnałem z układu sterującego UST.

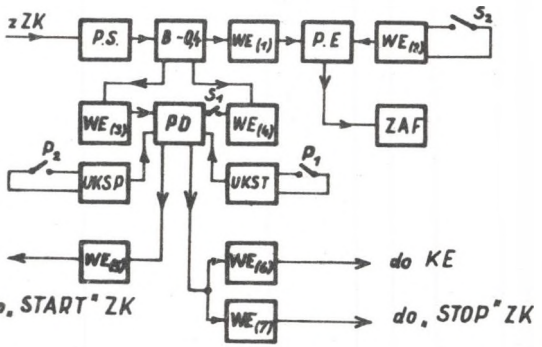


Rys. 14. Elementy

R_1 = 47 k, R_2 = 2,2 k, R_3 = 47 k, R_4 = 47 k, R_5 = 11 k, R_6 = 11 k, R_7 = = 120, R_8 = 55 k, R_9 = 1,2 k, D_1, D_2, D_3, D_4 = DOG-62, T = BF505

3.12. Układ sterujący UST (rys. 15)

Zasadę pracy układu sterującego UST wyjaśnia rys. 15. W stanie wyłączenia pomiaru, napięcie stałe na wyjściu II multiwibratora dwustabilnego MD przez wtórnik emiterowy WE(6) wyłącza klucz elektroniczny KE. Aby rozpocząć pomiar, należy ręcznie nacisnąć przycisk P_1. Wówczas impuls uformowany w układzie kształtującym UKST zmienia stan multiwibratora dwustabilnego MD, który przez wtórnik emiterowy WE(6) włącza klucz elektroniczny KE oraz wysyła dodatni impuls na wejście "START" zegara kwarcowego ZK. Po upływie określonego czasu trwania pomiaru impuls z zegara kwarcowego ZK, formowany przerzutnikiem Schmitta PS, wyzwala bramkę B-0,4 o czasie trwania 0,4 sek niezbędnym do wykonania zdjęcia fotograficznego. Czoło bramki po przejściu przez wtórnik emiterowy WE(3) zmienia stan multiwibratora MD. Napięcie na wyjściu II multiwibratora dwustabilnego MD po przejściu przez wtórniki emiterowe WE(6) i WE(7) powoduje wyłączenie klucza elektronicznego KE i zatrzymanie zegara kwarcowego. Jednocześnie bramka B-0,4 po



Rys. 15. Schemat blokowy układu sterującego UST

przejściu przez wtórnik WE(1) włącza przekaźnik elektromechaniczny PE. Styki PE włączają zasilacz aparatu fotograficznego ZAF na czas trwania bramki. Jeżeli styk S_1 jest zwarty, tylne zbocze bramki B-0,4 powoduje automatyczne włączenie następnego pomiaru. Istnieje możliwość ręcznego włączenia aparatu fotograficznego przez zwieranie styku S_2 sterującego wtórnik emiterowy WE(2). Układ pozwala ponadto na przerwanie pomiaru w dowolnym momencie, przy czym czas trwania pomiaru od startu do momentu przerwania pomiaru oraz liczby zliczeń w poszczególnych kanałach zostają zarejestrowane.

LITERATURA

1. W. Mościcki, A. Bujko, J. Dudkiewicz, A. Zastawny, Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej, nr 113, Fizyka II, 53-64, 1967.
2. J. Jóźwiak, W. Mościcki, Acta Phys. Polonica, 201-202, 1952.
3. A. Zastawny, Niskopoziomowy dyskryminator amplitudy impulsów, Nukleonika, 8, 345-354, 1963.
4. K.W. Ettinger, A. Zastawny, A new fast quenching circuit for self - quenched Geiger-Müller countes, Journal of Scientific Instruments, vol 42, 125-126, 1965.

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ C-14

Р е з ю м е

В работе описана электроническая установка, работающая в Лаборатории C-14 Института Физики Силезкого политехнического института в Гливицах. Представлена блоковая схема и падробно описаны принципиальные схемы с приведением значений элементов для отдельных систем.

ELECTRONIC EQUIPMENT OF THE C-14 LABORATORY

S u m m a r y

Electronic system used in the C-14 Laboratory of the Institute of Physics the Silesian Technical University, Gliwice has been described. The conception and block diagrams was given, together with the detailed descriptions and values of elements, used in all circuits.