



INSTRUKCJA OBSŁUGI  
Uniwersalny radiometr  
typu RUST-3

ZAKŁAD URZĄDZEŃ DOZYMETRYCZNYCH „POLON-ALFA” Spółka z o.o.  
85-861 BYDGOSZCZ, ul. GLINKI 155, TELEFON (0-52) 36 39 261, FAX (0-52) 36 39 204  
[www.polon-alfa.com.pl](http://www.polon-alfa.com.pl)

## SPIS TREŚCI

	Strona
1. PRZEZNACZENIE	3
2. DANE TECHNICZNE	3
3. WYPOSAŻENIE	9
4. OPIS DZIAŁANIA	10
4.1. Opis schematu blokowego	10
4.2. Opis schematu elektrycznego	11
4.3. Opis konstrukcji	15
5. OPIS OBSŁUGI	17
5.1. Przygotowanie radiometru do pracy	17
5.2. Wykonywanie pomiarów	19
6. KONSERWACJA I NAPRAWY	23
6.1. Objawy typowych uszkodzeń	24
7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU	24
8. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZECHOWYWANIA	24
9. ZESTAWIENIE GŁÓWNYCH PODZESPOŁÓW	25

## SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

	32
1. Karta badania radiometru	
2. Schemat blokowy radiometru /Rys.1/	
3. Schemat ideowy integratora RUST-3 /Rys.2/	
4. Schemat ideowy zasilacza RUST-3 /Rys.3/	
5. Radiometr RUST-3 Konstrukcja i wymiary /Rys.4/	
6. Widok dolnego przedziału obudowy radiometru /Rys.5/	

## 1. PRZEZNACZENIE

Radiometr uniwersalny typu RUST-3 jest przeznaczony do pomiaru częstości impulsów oraz do sygnalizacji przekroczenia ustawionej częstości impulsów.

Zastosowanie odpowiednich sond oraz wyposażenia dodatkowego umożliwia pomiary:

- mocy dawki ekspozycyjnej promieniowania gamma
- równoważnika mocy dawki pochodzącej od neutronów o energii od  $10^{-2}$  do  $10^7$  eV
- aktywności próbek alfa, beta i gamma
- skażeń powierzchni dużych i małych
- skażeń cieczy
- niskoenergetycznego promieniowania X i gamma.

Ponadto możliwe jest zliczanie impulsów sterujących radiometr - za pomocą dołączonego przelicznika, oraz zapis ciągły sygnału proporcjonalnego do częstości impulsów - za pomocą dołączonego rejestratora.

Radiometr RUST-3 przewidziany jest do zastosowania w:

- pracowniach radioizotopowych
- placówkach wykonujących pomiary skażeń promieniotwórczych
- radiomedycynie i radiobiologii
- systemach kontroli i ochrony przed promieniowaniem
- przemyśle przy wykorzystaniu izotopów promieniotwórczych do kontroli procesów produkcyjnych
- placówkach naukowo-badawczych wykorzystujących izotopy promieniotwórcze do prac badawczych.

## 2. DANE TECHNICZNE

### 2.1. Zasilanie:

- a/ bateryjne - 6 ogniw typu R20 /9V/
- b/ sieciowe - sieć prądu przemiennego 220V  $\pm 10\%$  /50 Hz.  
- 12 %

2.2. Pobór mocy:

a/ przy zasilaniu bateryjnym -  $\leq 0,8 \text{ W}$

b/ przy zasilaniu sieciowym -  $\leq 8 \text{ VA}$ .

2.3. Kontrola napięcia zasilania - pomiar napięcia baterii miernikiem radiometru.

2.4. Oświetlenie tarczy miernika - tarcza podświetlana żarówką 12V/005 A.

Effekt podświetlenia przedłużony jest przez zastosowanie farby okresowego świecenia naniesionej na tarczę.

2.5. Zakres regulacji wysokiego napięcia. Radiometr posiada wewnętrzne stabilizowane źródło wysokiego napięcia dla zasilania sond. Napięcie to jest ustawiane skokowo w zakresie od 375V do 1575V /SEM/:

- zgrubnie: 375V  
550V  
900V  
1075V  
1250V  
1425V

- dokładnie: 0V  
25V  
50V  
75V  
100V  
125V  
150V

Wyjściowe wysokie napięcie doprowadzone do gniazda EMC-2,5 /wejście radiometru/ poprzez rezystancję obciążenia sond /510 k $\Omega$ / stanowi sumę napięć ustawionych zgrubnie i dokładnie.

Ustawione wartości napięcia nie różnią się od nominalnych więcej niż  $\pm 2 \%$  w zakresie od 375V do 700V i  $\pm 1 \%$  w zakresie od 900V do 1575V.

2.6. Zmiana wysokiego napięcia przy obciążeniu. Wartości WN ustawione przełącznikami są aktualne przy braku obciążenia zewnętrznego /lub przy obciążeniu sondą licznikową/. Jeżeli źródło WN obciążone jest sondą scyntylacyjną, wartości WN ulegają zmianie wg danych zawartych w KARCIE BADANIA /tablica pomiarów WN/ niniejszej instrukcji.

2.7. Rezystancja wejściowa radiometru wynosi  $50 \text{ k}\Omega \pm 10 \%$ .

2.8. Czujność wejściowa radiometru. Radiometr posiada cztery progi dyskryminacji ustawione skokowo, o wartościach:

$25 \text{ mV} \pm 5 \text{ mV}$

$50 \text{ mV} \pm 5 \text{ mV}$

$100 \text{ mV} \pm 5 \%$

$250 \text{ mV} \pm 5 \%$

dla impulsów wejściowych o polaryzacji ujemnej, czasie narastania  $\leq 0,5 \mu\text{s}$  i czasie trwania  $\leq 0,02$  czasu powtarzania impulsu.

2.9. Zakres pomiarowy i czas rozdzielczy - wg tablicy 1.

Tablica 1

Podzakres pomiarowy [s <sup>-1</sup> ] / $\pm 5\%$ /	Czas rozdzielczy $\mu\text{s}$ / $\leq$ /
0 ÷ 3	3000
0 ÷ 10	3000
0 ÷ 30	300
0 ÷ 100	300
0 ÷ 300	30
0 ÷ 1000	30
0 ÷ 3000	5
0 ÷ 10000	5

2.10. Stała czasu integratora. Radiometr posiada 6 stałych czasu integratora wybierane niezależnie od podzakresu pomiarowego, o wartościach:

N	/ok. 03 s/
1 s	$\pm 30 \%$
3 s	$\pm 30 \%$
10 s	$\pm 20 \%$
30 s	$\pm 20 \%$
100 s	$\pm 20 \%$ .

2.11. Szybkie kasowanie. Przycisk „reset” umożliwia kasowanie wskazań miernika w obecności sygnału sterującego /dla sprawdzenia zera integratora/.

Czas kasowania wskazań od pełnej wartości skali do zera nie przekracza 3 s.

2.12. Sygnalizacja akustyczna przekroczenia ustawionej częstości impulsów. Radiometr sygnalizuje akustycznie poprzez przystawkę PS-3 przekroczenie częstości impulsów ustawianej skokowo na wartości 20 %, 40 %, 60 %, 80 % i 100 % każdego zakresu pomiarowego. Sygnalizacja dokonywana jest dźwiękiem przerywanym o częstości powtarzania proporcjonalnej do wskazań miernika. Uchyb sygnalizacji przekroczenia ustawionej częstości impulsów nie przekracza  $\pm 10 \%$  p.w.s.

2.13. Akustyczna indykacja impulsów. Radiometr umożliwia akustyczną indykację impulsów z sondy:

- za pomocą przystawki PS-3 przy ustawieniu przełącznika zmiany progu sygnalizacji w położeniu „ind.”
- za pomocą słuchawki SM-73-3 dołączonej do wyjścia impulsów dla sterowania przelicznika.

2.14. Niestabilność od zmian napięcia zasilania. Zmiana parametrów radiometru przy zmianach napięcia zasilającego z baterii od 9V do 6V nie jest większa niż:

- progu dyskryminacji  $\pm 3 \%$  /dla progu 25 mV -  $\pm 1,5$  mV/

- zera integratora  $\pm 0,5 \% \text{ p.w.s.}$
- wskazań integratora  $\pm 2 \%$
- progu sygnalizacji przekroczenia ustawionej częstości impulsów  $\pm 2 \% \text{ p.w.s.}$
- wysokiego napięcia  $\pm 0,8 \%$

przy zasilaniu sieciowym zmiany parametrów są mniejsze dzięki dodatkowej stabilizacji napięcia zasilania.

2.15. Niestabilność długookresowa parametrów radiometru w ciągu 8 godzin pracy nie przekracza:

- progu dyskryminacji  $\pm 3\% \text{ /dla progu } 25 \text{ mV } \pm 1,5 \text{ mV/}$
- zera integratora  $\pm 1 \% \text{ p.w.s.}$
- wskazań integratora  $\pm 2 \% \text{ p.w.s.}$
- progu sygnalizacji przekroczenia ustawionej częstości impulsów  $\pm 2 \% \text{ p.w.s.}$
- wysokiego napięcia  $\pm 1 \%$

2.16. Czas ustalania warunków pracy radiometru nie przekracza 3 min.

2.17. Współpraca z sondami. Radiometr współpracuje z następującymi sondami /lub ich odpowiednikami/:

- sonda licznikowa SGB-1P
- sonda licznikowa SGB-2P
- sonda licznikowa SGB-3P
- sonda licznikowa SGB-2D
- sonda licznikowa SG-3D
- sonda licznikowa SGB-1R
- sonda licznikowa SGB-1Z

- sonda scyntylacyjna SSNT-2
- sonda przepływowa SPNT-3
- sonda scyntylacyjna SSU-3-2

- sonda scyntylacyjna SSA-1P .

W skład wyposażenia pomocniczego dla wykonywania pomiarów przy użyciu w/w sond wchodzi:

- uniwersalny domek osłonny DO-1 /z segmentem 0-03 lub zmieniającem 0-05/
- stolik światłoszczelny OSZ-1
- statyw S-1
- statyw S-2 .

2.18. Współpraca z przelicznikiem. Radiometr współpracuje z przelicznikiem posiadającym wejście dla impulsów dodatnich o czułości nie gorszej niż 1V przy czasie narastania  $\leq 0,5 \mu s$  i rezystancji wejściowej  $\geq 10 k\Omega$  .

2.19. Współpraca z rejestratorem. Radiometr zapewnia współpracę z rejestratorem o wejściu niesymetrycznym uziemionym jednym biegunem, czułości 10 mV i rezystancji wejściowej 100 $\Omega$  .

2.20. Odporność klimatyczna. Radiometr jest przystosowany do pracy w środowisku o wilgotności względnej do 95 % w zakresie temperatur od  $-10^{\circ}C$  do  $+40^{\circ}C$ .

Niestabilność temperaturowa parametrów radiometru jest nie większa niż:

- progu dyskryminacji 0,3 %/ $^{\circ}C$
- zera integratora 0,15 %/ $^{\circ}C$
- wskazań integratora 0,3 %/ $^{\circ}C$
- progu sygnalizacji przekroczenia ustawionej częstości impulsów 0,5 %/ $^{\circ}C$
- wysokiego napięcia 0,1 %/ $^{\circ}C$  .



Radiometr bez przystawek PZ-3 i PS-3 jest przystosowany do pracy w terenie otwartym podczas opadów /obudowa kropłoszczelna/.

2.21. Odporność i wytrzymałość na wstrząsy. Radiometr jest przystosowany do okresowej pracy w warunkach narażenia na wstrząsy:

- wibracje o częstotliwości od 10 Hz do 55 Hz przy amplitudzie do 0,15 mm
- udary o przyspieszeniu do 5 gn

Radiometr w opakowaniu indywidualnym wytrzymuje udary o przyspieszeniu do 10 gn .

#### 2.22. Masa

- masa radiometru bez ogniw zasilających i przystawek - nie większa niż 4 kg.
- masa kompletu /radiometru z wyposażeniem/ - nie większa niż 8 kg.

#### 2.23. Wymiary

- radiometru - 285 mm x 115 mm x 210 mm
- walizki transportowej - 400 mm x 350 mm x 120 mm.

### 3. WYPOSAŻENIE

Wyposażenie radiometru RUST-3 stanowi:

- |  |        |
|--|--------|
| - przystawka sygnalizacji akustycznej PS-3 | 1 szt. |
| - przystawka zasilania sieciowego PZ-3     | 1 szt. |
| - komplet słuchawkowy                      | 1 szt. |
| - oprawa ogniw                             | 3 szt. |
| - płytka uszczelniająca                    | 2 szt. |

- stojak	1 szt.
- pasek nośny	1 szt.
- przewód łączący z przelicznikiem lub rejestratorem	1 szt.
- przedłużacz do zasilania radiometru przy otwartej obudowie	1 szt.
- opakowanie indywidualne /walizka/	1 szt.
- instrukcja obsługi	1 szt.

#### 4. OPIS DZIAŁANIA

4.1. Opis schematu blokowego. Schemat blokowy radiometru RUST-3 przedstawiony jest na rys. 1 .

Impulsy wyjściowe z sond podawane są poprzez gniazdo wejściowe BNC-2,5 na układ wejściowy, który zapewnia odpowiednią standardową dla współpracujących sond rezystancję wejściową radiometru. Impulasy ze stopnia wejściowego podawane są na dyskryminator, do którego równocześnie doprowadzone jest z układu ustawiania progu /dzielnik napięcia/ napięcie stałe o wartości równej ustawionemu progowi dyskryminacji. W wyniku porównania tego napięcia z amplitudą impulsów z sond, na wyjściu dyskryminatora pojawiają się tylko te impulsy, których amplituda wejściowa przekracza ustawioną wartość napięcia progu dyskryminacji. Impulsy te /wzmocnione przez układ dyskryminatora/ sterują monowibratorem. Układ monowibratora umożliwia znormalizowanie kształtu impulsów wychodzących z dyskryminatora, konieczne dla poprawnego zliczania przez układ ciekający.

Zmiana podzakresów pomiarowych radiometru dokonywana jest poprzez zmianę szerokości impulsów monowibratora /dla podzakresów  $0 \div 10 [s^{-1}]$ ,  $0 \div 100 [s^{-1}]$ ,  $0 \div 1000 [s^{-1}]$  i  $0 \div 10\,000 [s^{-1}]$ /, oraz przez dodatkowe zwiększanie amplitudy impulsów podawanych na integrator /dla podzakresów  $0 \div 3 [s^{-1}]$ ,  $0 \div 30 [s^{-1}]$ ,  $0 \div 300 [s^{-1}]$  i  $0 \div 3000 [s^{-1}]$ .

Znormalizowane impulsy z monowibratora mogą być wykorzystane do sygnalizacji akustycznej /przy wykorzystaniu słuchawki lub przystawki sygnalizacyjnej PS-3/ i liczone przez współpracujący z radiometrem przelicznik.

Układ całkujący zmienia ciąg impulsów uformowanych przez monowibrator na napięcie stałe o wartości proporcjonalnej do częstości impulsów. Napięcie to steruje miernik wyskalowany w  $S^{-1}$  i może być wykorzystywane do ciągłej rejestracji częstości impulsów za pomocą dołączonego rejestratora.

Wyjściowe napięcie integratora podawane jest równocześnie na układ ustawiania progu alarmu, włączający sygnalizację akustyczną przy przekroczeniu wybranej częstości impulsów.

Układ zmiany stałej czasu integratora umożliwia wybór stałej czasu układu całkującego dla każdego podzakresu pomiarowego odpowiednio do żądanej dokładności pomiaru.

Wysokie napięcie dla zasilania sond oraz napięcia dla poszczególnych układów radiometru zapewnia stabilizowana przetwornica tranzystorowa zasilana z baterii ogniw lub z sieci 220V/50 Hz za pośrednictwem przystawki PZ-3 i dodatkowego stabilizatora napięcia.

Wartość wysokiego napięcia dla sond ustawiana jest za pomocą dwóch dzielników napięcia /przełączniki: P-1 - zgrubnie; P-2 - dokładnie/.

#### 4.2. Opis schematu elektrycznego.

Schemat ideowy radiometru RUST przedstawiony jest na Rys.2 i 3.

Stopień wejściowy wykonany jest na tranzystorze T3 w układzie wtórnika emiterowego zapewniającego standartową dla współpracujących sond rezystancję wejściową radiometru. Impulsy wejściowe wydzielane na rezystorze obciążenia sond /R7/ poprzez kondensator oddzielający od źródła WN /C1/ i rezystor R8 podawane są na bazę tranzystora T3. Rezystor R8 i diody D1 i D2 stanowią ogranicznik amplitudy zabezpieczający stopień wejściowy przed przesterowaniem impulsami o dużych amplitudach i uszkodzeniem w przypadku zwarcia wysokiego napięcia do masy.

Dyskryminator. Układ dyskryminatora progowego impulsów składa się z :

- scalonego komparatora napięcia /S1/
- pary wtórników doprowadzających sygnał wyjściowy z T3 i napięcie progu do wejść komparatora /tranzystor podwójny T7/T8 o małym dryfcie termicznym różnic napięć  $U_{BE}$  /

- wzmacniacza - inwertera z tranzystorem T11.

Zastosowanie na wejściu komparatora pary wtórników emiterowych o niskiej rezystancji wyjściowej zmniejsza niestabilność progów dyskryminacji wywołowaną zmianami prądów wejściowych komparatora i uniezależnia układ dyskryminatora od warunku zachowania dużej i standardowej rezystancji wejściowej radiometru.

Ustawienie progów dyskryminacji odbywa się przez wybieranie przełącznikiem P5 odpowiedniego napięcia progu /25 mV, 50 mV, 100 mV lub 250 mV/ uzyskiwanego z napięcia stabilizowanego -5V poprzez dzielnik złożony z rezystorów R17, R18 i R22 ÷ R25.

Potencjometr R18 służy do dokładnego ustawienia wartości napięć progów dyskryminacji.

Impulsy wyjściowe z komparatora po wzmocnieniu i zmianie polaryzacji na tranzystorze T11 są następnie różniczkowane w obwodzie C19 - R46. Dodatni impuls uzyskiwany z czoła różniczkowanego przebiegu służy do wyzwalaania monowibratora.

Monowibrator. Układ monowibratora zbudowany jest na tranzystorach T12 i T13. Dodatni impuls wyzwalaający podawany poprzez diodę D6 na bazę nieprzewodzącego tranzystora T12 inicjuje proces przerzutu powodując pojawienie się na kolektorze tranzystora T13 impulsu o stałej amplitudzie i szerokości odpowiadającej ustawionemu podzakresowi pomiarowemu. Wąski impuls wyzwalaający i działanie odłączające diody D6 w momencie rozpoczęcia przerzutu nie wpływa na szerokość impulsu wyjściowego z monowibratora uniezależniając jego parametry od różnych szerokości impulsów z sond. Szerokość impulsu monowibratora określana jest dla poszczególnych podzakresów pomiarowych wybieranymi przełącznikiem P3/A kondensatorami C20 ÷ C23 i odpowiadającymi im potencjometrami. Zmiana szerokości impulsów potencjometrami umożliwia skalowanie radiometru na podzakresach:

$0 \div 10 \text{ [s}^{-1}\text{]}$  - potencjometrem R47

$0 \div 100 \text{ [s}^{-1}\text{]}$  - potencjometrem R45

$0 \div 1000 \text{ [s}^{-1}\text{]}$  - potencjometrem R41

$0 \div 10000 \text{ [s}^{-1}\text{]}$  - potencjometrem R37

Tranzystor T15 kompensuje zmiany amplitudy impulsów wyjściowych monowibratora wywoływane temperaturowymi zmianami napięcia  $U_{BE}$  tranzystora T13.

Impulsy z monowibratora sumowane są w układzie całkującym, jednocześnie poprzez stopień separujący /wtórnik emiterowy z tranzystorem T10/- doprowadzone są do gniazda wyjścia na przełącznik lub słuchawkę oraz poprzez przełącznik P6/B na wejście wzmacniacza /tranzystor T19 na rys.3/ akustycznej indykacji impulsów przystawką PS-3.

Układ całkujący składa się z tranzystora ładującego T14 i scalonego wzmacniacza operacyjnego S2 pracującego jako integrator impulsów. Napięcie na wyjściu wzmacniacza jest liniowo zależne od średniej częstotliwości oraz amplitudy i szerokości prądowych impulsów ładujących podawanych na wejście odwracające wzmacniacza z kolektora tranzystora T14.

Wybieranie podzakresów pomiarowych o wielokrotnościach dziesiętnych  $0 \div 3 \text{ [s}^{-1}\text{]}$  dokonywane jest poprzez zwiększanie amplitudy prądu impulsów ładujących określanej rezystancją w obwodzie emitera tranzystora T14 /dołączanie przełącznikiem P3/B równolegle do rezystora R52 rezystorów R59 + R62 + R63, lub R59 + R65/. Potencjometr R65 służy do korekcji skalowania podzakresu  $0 \div 3000 \text{ [s}^{-1}\text{]}$ ; analogiczne zadanie spełnia potencjometr R62 wspólnie dla podzakresów  $0 \div 3 \text{ [s}^{-1}\text{]}$ ,  $0 \div 30 \text{ [s}^{-1}\text{]}$  i  $0 \div 300 \text{ [s}^{-1}\text{]}$ . Skalowanie radiometru na tych podzakresach dokonywane jest po uprzednim wyskalowaniu podzakresów o wielokrotnościach dziesiętnych  $0 \div 10 \text{ [s}^{-1}\text{]}$  /ustaleniu szerokości impulsów/.

Zmiana stałej czasu integratora dokonywana jest poprzez wybór odpowiedniej pojemności sprzęgającej wyjście wzmacniacza operacyjnego z jego wejściem odwracającym /kondensatory C32  $\div$  C37 wybierane przełącznikiem P4/.

Kondensatory nie dołączone do wejścia ładowane są prądem wyjściowym wzmacniacza poprzez rezystor R66 do wartości chwilowej napięcia wyjściowego. Dzięki temu, że wejście wzmacniacza reprezentujące dla impulsów ładujących dużą pojemność wejściową /iloczyn wybranej pojemności sprzęgającej i wzmocnienia/ posiada średni potencjał bliski zera - przełączanie kondensatorów przy zmianie stałej czasu nie powoduje zauważalnych zmian napięcia wyjściowego integratora i zmian wskazań miernika.

Potencjometr R56 podaje niewielkie ujemne napięcie na wejście nieodwracające wzmacniacza służące do ustawienia zera miernika /0 napięcia na wyjściu integratora/ przy braku impulsów sterujących.

Dla umożliwienia szybkiego kasowania wskazań radiometru i sprawdzania elektrycznego zera miernika przy obecności impulsów z sondy zastosowano przyciskowy przełącznik K1 odłączający sterowanie monowibratora i wyłączający kondensatory C32 ÷ C37 z obwodu sprzężenia zwrotnego w wzmacniaczu S2.

Wyjściowe napięcie integratora - przy pełnej wartości skali każdego podzakresu wynosi 8V. Napięcie to poprzez dzielnik złożony z rezystorów R15 i R16 steruje układ sygnalizacji progowej i doprowadzone jest jednocześnie /poprzez R68/ do wyjścia na rejestrator.

Układ ustawiania progu sygnalizacji /alarmu/ składa się z wzmacniacza progowego na tranzystorach T1, T2, T4 i T5 oraz multiwibratora astabilnego /T6, T9/ włączanego tranzystorem T5 i kluczującego sygnał akustyczny z przetwornicy podawany na wzmacniacz sygnalizacji /T19/. Na bazę tranzystora T1 przykładane jest z dzielnika R1 ÷ R6 napięcie stałe o wartościach wybieranych przełącznikiem P6 i odpowiadających ustalonym progom sygnalizacji /20 %, 40 %, 60 %, 80 % i 100 % p.w.s./

W momencie gdy napięcie z integratora na bazie tranzystora T2 przekroczy napięcie progu - tranzystor T5 przechodzi w stan przewodzenia i uruchamia multiwibrator. Podczas przewodzenia tranzystora T9 napięcie zmienne z uzwojenia IV przetwornicy poprzez diodę kluczującą D5 steruje wzmacniacz sygnalizacji akustycznej. Ponieważ baza tranzystora T9 polaryzowana jest napięciem z wyjścia integratora - częstotliwość impulsowania sygnalizacji akustycznej jest proporcjonalna do wskazań miernika. W położeniu 6 przełącznika sygnalizacji P6 tranzystor T19 sterowany jest poprzez wtórnik /T10/ sygnałem z monowibratora /akustyczna indykacja impulsów z sondy/.

Źródło stabilizowanych napięć /+1575V, +10V, -5V i -10V/ stanowi przetwornica tranzystorowa /rys.3/. Napięcie odniesienia uzyskiwane jest z diody Zenera D18.

Wzmacniacz błędu z układem regulacyjnym /T18, T17/ steruje prądem

tranzystora mocy T16 w obwodzie pierwotnego uzwojenia transformatora przetwornicy.

Dioda D19 stabilizuje napięcie zasilania wzmacniacza błędu.

Potencjometr R93 służy do ustawienia nominalnych wartości napięć wyjściowych.

Wybieranie żądanej wartości wysokiego napięcia dokonuje się za pomocą dzielników: zgrubnego /przełącznik P1/B z rezystorami R81 ÷ R89/, oraz dokładnego /przełącznik P2/A z rezystorami R75 ÷ R80/. Potencjometr R90 służy do ustawienia właściwego stosunku napięć uzyskiwanych z uzwojeń V i VI.

Stabilizator napięcia zasilania sieciowego /D21, T20/ zapewnia właściwą wartość i filtrację napięcia z zasilacza /przystawki PZ-3/. Dioda D20 służy do odłączania układu stabilizacji od obwodu zasilania baterią przy wyłączonym zasilaczu sieciowym. Dioda D24 odłącza baterię od obwodu zasilania przy zasilaniu z przystawki PZ-3.

**4.3. Opis konstrukcji.** Wszystkie elementy niezbędne do obsługi radiometru w czasie pomiarów umieszczone są na płycie czołowej /Rys.4/. W płaszczyznach bocznych płyty czołowej umieszczone są uchwyty do paska nośnego, gniazdo wejściowe BNC-2,5 dla sond /z prawej strony/ oraz gniazda wyjściowe dla rejestratora i przełącznika lub słuchawki /z lewej strony/. Płyta czołowa wykonana jest z tworzywa termoutwardzalnego zapewniającego dobre własności wytrzymałościowe. Do płyty czołowej zamocowany jest cały układ elektroniczny przyrządu.

Obudowa radiometru, wykonana z blachy stalowej, podzielona jest na dwie części. Część górna służy do umieszczania zespołów elektronicznych związanych z płytą czołową. W części dolnej /Rys.5/ znajduje się przedział na baterie zasilające oraz przegrody mieszczące przystawki PS-3 i PZ-3. Dolna część obudowy zamykana jest dnem posiadającym dwa otwory do wkładania przystawek. Dno mocowane jest do obudowy poprzez płytki przystawek lub płytki uszczelniające /przy wyjętych przystawkach/ za pomocą czterech śrub.

Połączenia pomiędzy: płytą czołową i obudową, obudową i dnem oraz dnem i przystawkami uszczelnione są za pomocą uszczelek gumowych.

W niektórych przypadkach eksploatacji radiometru korzystne jest

odjęcie określonych pokręteł dla uniemożliwienia manipulacji osobom postronnym. Ustawienie pozycji przełączników z odjętymi pokrętkami wskazują wówczas tarcze osi przełączników. Sposób mocowania pokręteł i uszczelnienia otworów osi przełączników w płycie czołowej pokazuje rys.4.

Połączenia elektryczne pomiędzy radiometrem a zespołami zasilania i sygnalizacji w dolnej części obudowy wykonane są za pomocą złącza szufladowego DE-9. Wykonanie tych połączeń po wyjęciu radiometru z obudowy umożliwia załączony do kompletu przedłużacz. W przypadku, gdy przyrząd eksploatowany jest w warunkach laboratoryjnych, można go ustawić na podstawce /stojaku/ uzyskując korzystne dla obserwacji miernika ustawienie pod kątem do powierzchni stołu.

Dodatkowo, w celu zmniejszenia rezystancji przejścia w obwodzie uziemienia zastosowano gniazdo i wtyk "bananowy", łączące podstawę przystawki PZ-3 z metalową obudową radiometru.



## 5. OPIS OBSŁUGI

### 5.1. Przygotowanie radiometru do pracy

#### a/ Wybór rodzaju zasilania:

- dla pracy z zasilaniem wyłącznie bateryjnym należy ogniwa zasilające włożyć do opraw ogniw i umieścić w dolnym przedziale obudowy /Rys.5 / zwracając uwagę na zachowanie właściwej polaryzacji, a wnękę przeznaczoną do umieszczenia przystawki zasilania sieciowego PZ-3 zamknąć płytką uszczelniającą.
- dla pracy z zasilaniem sieciowym należy przystawkę PZ-3 umieścić w przeznaczonej dla niej wnęce obudowy; praca z zasilaniem sieciowym nie wymaga wyjmowania ogniw, które mogą wówczas stanowić źródło zasilania awaryjnego w przypadku zaniku dopływu prądu sieci.

**UWAGA: WYŁĄCZENIE RADIOMETRU PRZEŁACZNIKIEM P1 /„off” /  
NIE POWODUJE ODEŁACZENIA OD SIECI PRZYSTAWKI PZ-3.  
PO ZAKOŃCZENIU PRACY NALEŻY ODEŁACZYĆ PRZYSTAWKĘ  
OD GNIAZDA SIECIOWEGO.**

#### b/ Wykorzystanie przystawki sygnalizacji akustycznej PS-3:

- jeżeli przewiduje się pracę radiometru bez sygnalizacji akustycznej, zwłaszcza jako przyrządu noszonego w terenie otwartym, a szczególnie podczas opadów - zaleca się usunięcie przystawki z radiometru i zamknięcie wnęki płytką uszczelniającą.

#### c/ Kontrola napięcia zasilania

Przed rozpoczęciem pracy radiometru z zasilaniem bateryjnym - jeżeli użyte ogniwa zasilające nie są świeże - należy sprawdzić czy napięcie zasilające nie jest niższe niż 6 V .

W tym celu należy ustawić przełącznik P2 w położeniu „check”, włączyć radiometr przełącznikiem P1 i odczytać na górnej podziałce miernika wartości napięcia zasilania /miernik działa

wówczas jako woltomierz o zakresie 10V/.

Spadek napięcia zasilania poniżej 6V wskazuje na konieczność wymiany ogniw.

**d/ Ustawienie wysokiego napięcia dla współpracujących sond.**

Po dołączeniu do WYŁACZONEGO radiometru właściwej dla określonego rodzaju pomiaru sondy należy:

- na podstawie KARTY BADANIA sondy ustalić wymaganą wartość WN
- za pomocą przełączników P1 i P2 ustawić żadaną wartość /suma napięć ustawionych przełącznikami/.

Dla sond z licznikiem G-M ustawione w ten sposób WN odpowiada wartości określonej w karcie badania sondy.

W przypadku gdy punkt pracy sondy leży pomiędzy dwiema wartościami możliwymi do ustawienia należy wybrać wartość wyższą.

Ustawienie WN dla sond scyntylacyjnych wymaga użycia tablicy pomiarów WN podanej w KARCIE BADANIA radiometru, załączonej do niniejszej instrukcji. Określoną dla sondy wartość napięcia należy odszukać w kolumnie „U zmierzone obciążone”, a odpowiadającą jej wartość napięcia przy braku obciążenia /„U zmierzone nieobciążone”/ ustawić za pomocą przełączników P1 i P2.

**Przykład I.** KARTA BADANIA sondy SGB-1P podaje, że napięcie pracy sondy wynosi 390V. Najbliższa ustawialna wartość WN radiometru RUST-3 wynosi 400V. Należy więc przełącznik P1 ustawić w położeniu 375V a przełącznik P2 w położeniu 25V

**Przykład II.** KARTA BADANIA sondy SSA-1P podaje, że napięcie pracy sondy wynosi 1240V. Z tablicy pomiarów WN w KARCIE BADANIA radiometru wynika, że wartości 1248V /najbliższa wartości 1240V/ w kolumnie „U zmierzone obciążone” odpowiada napięcie 1325V w kolumnie „U zmierzone nieobciążone”. Wartość tę należy ustawić za pomocą przełączników: P1 = 1250V, P2 = 75V.

**UWAGA:** DOŁĄCZANIE I ODŁĄCZANIE SOND POWINNO BYĆ WYKONYWANE PRZY WYŁĄCZONYM RADIOMETRZE.

## 5.2. Wykonanie pomiarów.

### 5.2.1. Zasady ogólne

#### a/ Wybór podzakresu pomiarowego

Pomiar należy rozpoczynać od najwyższego podzakresu /„10 K” / i przechodzić kolejno na podzakres możliwie najniższy - umożliwiając odczyt wskazań przy zachowaniu odpowiedniej dokładności pomiaru /wychylenie wskazówki powyżej 30 % pełnej wartości skali miernika/.

PODZAKRESY „3 K” i „10 K” W ZASADZIE SĄ PRZEZNACZONE TYLKO DO PRACY Z SONDAMI SCYNTYLACYJNYMI. POMIAR NA TYCH PODZAKRESACH PRZY UŻACIU SOND Z LICZNIKAMI G-M MOŻE BYĆ OBARCZONY DUŻYM UCHYBEM - ZANIŻENIEM WSKAZAŃ SPOWODOWANYM CZASEM MARTWYM SOND.

#### b/ Wybór stałej czasu

Wybór odpowiedniej stałej czasu związany jest z użytym podzakresem pomiarowym /częstotliwością impulsów/ oraz wymaganą dokładnością i czasem trwania pomiaru. Stałe czasu 30 s i 100 s używane są zazwyczaj na najniższych podzakresach  $0 \div 3 [s^{-1}]$ ,  $0 \div 10 [s^{-1}]$  i  $0 \div 30 [s^{-1}]$ . Bardzo małe stałe czasu / „N” i 1 s/ mogą być wykorzystywane przy dużych częstotliwościach impulsów /podzakresy „3 K” i „10 K”/ np. przy pomiarach z równoczesnym zapisem przy użyciu rejestratora.

Dla uzyskania możliwie maksymalnej dokładności pomiaru, czas ustalania wskazań od momentu włączenia odpowiedniej stałej czasu do momentu odczytu nie powinien być mniejszy niż 5-krotna wartość wybranej stałej czasu. Wymaganie to jest kłopotliwe w przypadku konieczności pomiaru z dużą stałą czasu i dlatego przy pomiarach na niższych podzakresach zaleca się stopniowe zwiększanie stałej czasu podczas pomiaru - od 3 s do 30 s lub 100 s. Dzięki właściwościom zastosowanego układu przełączania stałej czasu stopniowe jej zwiększenie pozwala na szybszą aproksymację wskazań do rzeczywistej wartości mierzonej średniej częstotliwości impulsów i skraca wydatnie czas ustalania wskazań.

### c/ Wybór progu dyskryminacji

Ustawienie odpowiedniej dla użytej sondy czułości wejścia radiometru należy rozpoczynać od najwyższego progu /250 mV/ w kierunku niższych, aż do momentu gdy dalsze zwiększenie czułości w czasie trwania pomiaru nie powoduje już wzrostu wskazań miernika.

Przy współpracy radiometru z sondami wyposażonymi w liczniki G-M wykorzystuje się najczęściej progi 50 mV i 100 mV.

Dla pomiarów z sondami scyntylacyjnymi zaleca się - w zależności od stosowanego scyntylatora - ustawienie nast. progów:

przy scyntylatorach plastikowych            25 mV

przy scyntylatorach NaJ/Tl i ZnS/Ag 50 mV lub 100 mV.

### 5.2.2. Pomiary

Dokładne opisy czynności związanych z wykonywaniem pomiarów zawarte są w Instrukcjach obsługi sond pomiarowych. Poniżej opisane są podstawowe zestawy pomiarowe z zastosowaniem radiometru RUST-3.

#### a/ Pomiar mocy dawki promieniowania gamma

Skład zestawu pomiarowego:

- radiometr RUST-3
- sonda dozymetryczna SGB-2D
- statyw S-2 .

Sondę umocowaną na statywie umieszcza się bezpośrednio w polu promieniowania i łączy z radiometrem przewodem współosiowym o długości 10 m.

Próg dyskryminacji - 50 mV lub 100 mV.

#### b/ Pomiar skażeń powierzchni małych

Skład zestawu pomiarowego:

- radiometr RUST-3
- sonda licznikowa SGB-1P /beta - gamma/

- sonda licznikowa SGB-2P /beta/
- sonda scyntylicyjna SSA-1P /alfa/.

W zależności od rodzaju i energii mierzonego promieniowania należy użyć jednej z wymienionych sond.

Próg dyskryminacji:

- przy sondach licznikowych 50 mV lub 100 mV
- przy sondzie scyntylicyjnej 25 mV lub 50 mV

Pomiary przeprowadza się przez zbliżenie powierzchni czynnej sondy do powierzchni skażonej.

#### c/ Pomiar skażeń powierzchni dużych

Skład zestawu pomiarowego:

- radiometr RUST-3
- sonda licznikowa SGB-3P beta - gamma

Próg dyskryminacji radiometru - 50 mV lub 100 mV.

#### d/ Pomiar skażeń cieczy

Skład zestawu pomiarowego

- radiometr RUST-3
- sonda licznikowa SGB-1Z

Próg dyskryminacji - 50 mV lub 100 mV.

Zestaw ten umożliwia pomiar skażeń cieczy bardzo mało aktywnych chemicznie, przez zanurzenie sondy w badanym ośrodku. Metoda ta może być stosowana tam, gdzie zachodzi konieczność szybkiego pomiaru, w miejscach trudno dostępnych, w dużych zbiornikach na głębokościach do 1 m. Długość przewodu łączącego - 10 m.

e/ Pomiar próbek

Skład zestawu pomiarowego:

- radiometr RUST-3
- sonda licznikowa SGB-1R
- stół światłoszczelny typ OSZ-1
- uniwersalny domek osłonny typ DO-1 z segmentem O-03 lub zmieniającym O-05.

W przypadku, gdy zachodzi potrzeba wykonania dokładnych pomiarów połączonych np. z identyfikacją izotopów, zamiast sondy licznikowej należy użyć:

- sondę scyntylicyjną SSU-3
- absorbenty

Próg dyskryminacji radiometru:

- dla sondy licznikowej 50 mV lub 100 mV
- dla sondy scyntylicyjnej 25 mV lub 50 mV.

f/ Pomiar strumienia neutronów lub równoważnika mocy dawki promieniowania neutronowego

Skład zestawu pomiarowego:

- radiometr RUST-3
- sonda scyntylicyjna SSNT-1
- statyw S-1

Próg dyskryminacji radiometru: 25 mV lub 50 mV.

Za pomocą w/w kompletu możliwy jest pomiar strumienia neutronów termicznych lub prędkich oraz pomiar równoważnika mocy dawki w zakresie energii neutronów od  $10^{-8}$  MeV do  $10^1$  MeV.

**5.3. Uwagi eksploatacyjne.** Wykonanie radiometru umożliwia użytkowanie go jako przyrządu noszonego.

Przyrząd wraz z niezbędnym wyposażeniem mieści się w walizce transportowej umożliwiającej również umieszczenie jednej z sond pomiarowych.

Przy eksploatacji przyrządu należy unikać uderzeń i nadmiernych wstrząsów oraz zbędnego zamoczenia.

W przypadkach gdy wykonywanie pomiarów jest związane ze zmianą temperatury otoczenia przyrządu, należy odczekać kilkanaście minut w celu wyrównania temperatur radiometru i otoczenia przed rozpoczęciem pomiarów.

Korzystanie z podświetlania tarczy miernika oraz akustycznej sygnalizacji promieniowania przystawką PS-3 przy zasilaniu baterijnym należy ograniczać do minimum ze względu na trwałość baterii zasilającej.

Po każdym zamknięciu radiometr powinien być starannie osuszony strumieniem powietrza lub szmatką.

Nie zaleca się zdejmowania obudowy przyrządu bez koniecznej potrzeby /poza otwieraniem przedziału baterii i przystawek/ gdyż może to pogorszyć jakość uszczelnienia pomiędzy płytą czołową i obudową.

Przy pracy w warunkach laboratoryjnych stacjonarnych zaleca się korzystanie z zasilania sieciowego.

## 6. KONSERWACJA I NAPRAWY

Radiometr nie wymaga stosowania żadnych szczególnych zabiegów konserwatorskich przy przestrzeganiu zasad eksploatacji wymaganych dla aparatury noszonej. Przyrząd należy chronić przed uszkodzeniami mechanicznymi, ~~długotrwałymi~~ uderzeniami i wilgocią. Nie należy pozostawiać w przyrządzie zużytych ogniw, a także i ogniw dobrych w przypadkach dłuższych przerw w eksploatacji.

Co pewien okres czasu /przynajmniej w okresach rocznych a przy częstej eksploatacji co 6 miesięcy/ należy zlecić przegląd przyrządu placówce serwisowej /Ośrodki Techniki Jądrowej ZZUJ POLON/ w celu sprawdzenia podstawowych parametrów i ew. korekcji skalowania. Analogicznie należy postępować w przypadkach zauważonych objawów uszkodzeń radiometru.

Nie zaleca się przeprowadzania regulacji i napraw przyrządu poza placówkami specjalistycznymi.

**6.1. Objawy typowych uszkodzeń.** W przypadku uszkodzenia elementów elektronicznych układu radiometru występują następujące objawy:

niewłaściwe wskazania, zaniżona czułość wejścia, brak wskazań przy wysterowaniu sondą, przesunięcie zera elektr. przyrządu, zanik lub przesunięcie progów sygnalizacji itp.

Przy uszkodzeniach obwodów WN radiometr może wskazywać duże liczby zliczeń bez wysterowania.

## 7. WYMAGANIA DOTYCZĄCE TRANSPORTU

Radiometr może być transportowany przy użyciu dowolnych środków transportu pod warunkiem maksymalnego zabezpieczenia przed uszkodzeniami mechanicznymi, wstrząsami i udarami, zawilgoce-  
niem i wpływem temperatur poniżej  $-25^{\circ}\text{C}$  i powyżej  $+40^{\circ}\text{C}$ .  
Radiometr należy transportować w walizce stanowiącej wyposażenie przyrządu.

## 8. WYMAGANIA DOTYCZĄCE PRZECCHOWYWANIA

Radiometr powinien być przechowywany w pomieszczeniach wolnych od lotnych związków siarki, wyziewów kwasów i zasad, oraz odczuwalnych wibracji i ударów. Temperatura w pomieszczeniach może się wahać od  $+5^{\circ}\text{C}$  do  $+35^{\circ}\text{C}$  a wilgotność względna od 40 % do 80 %.  
Radiometr należy przechowywać bez ogniw zasilających, w indywidualnym opakowaniu /walizce/.



## 9. ZESTAWIENIE GŁÓWNYCH PODZESPOŁÓW

Lp.	Symbol	Nazwa podzespołu	Oznaczenie	Uwagi
1	2	3	4	5
1.	S1	Układ scalony	ULY7710N	
2.	S2	Układ scalony	ULY7741N	
3.	S3	Układ scalony	UL1111	
4.	S4	Układ scalony	UL1111	
5.	T4	Tranzystor	BC308B	
6.	T10	Tranzystor	BC238B	
7.	T11	Tranzystor	BC308B	
8.	T12	Tranzystor	BF214B	
9.	T13	Tranzystor	BF214B	
10.	T14	Tranzystor	BC238B	
11.	T15	Tranzystor	BC238B	
12.	T16	Tranzystor	BC211	
13.	T17	Tranzystor	BC108B	
14.	T18	Tranzystor	<b>BF520 III</b>	
15.	T19	Tranzystor	BC211	
16.	T20	Tranzystor	BC211	
17.	T21	Tranzystor	BC308B	
18.	D1, D2	Dioda	BAYP95	
19.	D3	Dioda	BAYP95	
20.	D4	Dioda	BAYP95	
21.	D5	Dioda	BAYP95	
22.	D6	Dioda	BAYP95	
23.	D7	Dioda	BA159	
24.	D8	Dioda	BA159	
25.	D9	Dioda	BYP401-50	
26.	D10	Dioda	BYP401-50	
27.	D11	Dioda	BYP401-50	
28.	D12	Dioda	BA159	
29.	D13	Dioda	BA159	
30.	D14	Dioda	BAYP95	
31.	D15	Dioda	BAYP95	
32.	D16	Dioda	BAYP95	
33.	D17	Dioda	BAYP95	
34.	D18	Dioda Zenera	BZP611C7V5	

1	2	3	4	5
35.	D19	Dioda Zenera	BZP611C3V9	
36.	D20	Dioda	BYP401-50	
37.	D21	Dioda Zenera	BZP630C10	
38.	D22	Dioda	BYP401-50	
39.	D23	Dioda	BYP401-50	
40.	D24	Dioda	BYP401-50	
41.	R1	Rezystor	MLT-0,25-10k $\pm$ 5% B	
42.	R2	Rezystor	MLT-0,25-10k $\pm$ 5% B	
43.	R3	Rezystor	MLT-0,25-10k $\pm$ 5% B	
44.	R4	Rezystor	MLT-0,25-10k $\pm$ 5% B	
45.	R5	Rezystor	MLT-0,25-10k $\pm$ 5% B	
46.	R6	Rezystor	MLT-0,25-75k $\pm$ 5% B	
47.	R7	Rezystor	MLT-0,5-510k $\pm$ 5% B	
48.	R8	Rezystor	MLT-1-1k $\pm$ 5% B	
49.	R9	Rezystor	MLT-0,25-62k $\pm$ 5% B	
50.	R10	Rezystor	MLT-0,25-62k $\pm$ 5% B	
51.	R11	Rezystor	MLT-0,25-8,2k $\pm$ 5% B	
52.	R12	Rezystor	MLT-0,25-390 $\pm$ 5% B	
53.	R13	Rezystor	MLT-0,25-6,8k $\pm$ 5% B	
54.	R14	Rezystor	MLT-0,25-3,9k $\pm$ 5% B	
55.	R15	Rezystor	MLT-0,25-33k $\pm$ 5% B	
56.	R16	Rezystor	MLT-0,25-27k $\pm$ 5% B	
57.	R17	Rezystor	MLT-0,25-9,1k $\pm$ 5% B	
58.	R18	Potencjometr	SP5-14 1k0m $\pm$ 10%	ZSRR
59.	R19	Rezystor	MLT-0,25-62k $\pm$ 5% B	
60.	R20	Rezystor	MLT-0,25-33k $\pm$ 5% B	
61.	R21	Rezystor	MLT-0,25-6,8k $\pm$ 5% B	
62.	R22	Rezystor	AT/OROAW-0,25-51 $\pm$ 1%	
63.	R23	Rezystor	AT/OROAW-0,25-51 $\pm$ 1%	
64.	R24	Rezystor	AT/OROAW-0,25-100 $\pm$ 1%	
65.	R25	Rezystor	AT/OROAW-0,25-301 $\pm$ 1%	
66.	R26	Rezystor	MLT-0,25-22k $\pm$ 5% B	
67.	R27	Rezystor	MLT-0,25-8,2k $\pm$ 5% B	
68.	R28	Rezystor	MLT-0,25-8,2k $\pm$ 5% B	
69.	R29	Rezystor	MLT-0,25-62k $\pm$ 5% B	
70.	R30	Rezystor	MLT-0,25-8,2k $\pm$ 5% B	
71.	R31	Rezystor	MLT-0,25-8,2k $\pm$ 5% B	
72.	R32	Rezystor	MLT-0,25-6,8k $\pm$ 5% B	

1	2	3	4	5
73.	R33	Rezystor	MLT-0,25-62k $\pm$ 5% B	
74.	R34	Rezystor	MLT-0,25-22k $\pm$ 5% B	
75.	R35	Rezystor	MLT-0,25-3,9k $\pm$ 5% B	
76.	R36	Rezystor	MLT-0,25-3,3k $\pm$ 5% B	
77.	R37	Potencjometr	SP5-14 1k0m $\pm$ 10%	ZSRR
78.	R38	Rezystor	MLT-0,25-22k $\pm$ 5% B	
79.	R39	Rezystor	MLT-0,25-33k $\pm$ 5% B	
80.	R40	Rezystor	MLT-0,25-8,2k $\pm$ 5% B	
81.	R41	Potencjometr	SP5-14-1k0m $\pm$ 10%	ZSRR
82.	R42	Rezystor	MLT-0,25-510 $\pm$ 5% B	
83.	R43	Rezystor	MLT-0,25-2,2k $\pm$ 5% B	
84.	R44	Rezystor	MLT-0,25-2,2k $\pm$ 5% B	
85.	R45	Potencjometr	SP5-14-1k0m $\pm$ 10%	ZSRR
86.	R46	Rezystor	MLT-0,25-3,3k $\pm$ 5% B	
87.	R47	Potencjometr	SP5-14-1k0m $\pm$ 10%	ZSRR
88.	R48	Rezystor	MLT-0,25-510 $\pm$ 5% B	
89.	R49	Rezystor	MLT-0,25-33k $\pm$ 5% B	
90.	R50	Rezystor	MLT-0,25-33k $\pm$ 5% B	
91.	R51	Rezystor	MLT-0,25-2,2k $\pm$ 5% B	
92.	R52	Rezystor	MLT-0,25-22k $\pm$ 5% B	
93.	R53	Rezystor	MLT-0,25-22k $\pm$ 5% B	
94.	R54	Rezystor	MLT-0,25-2,2k $\pm$ 5% B	
95.	R55	Rezystor	MLT-0,25-22k $\pm$ 5% B	
96.	R56	Potencjometr	CN-15.2-10k $\pm$ 20% 1W	
97.	R57	Rezystor	MLT-0,25-22k $\pm$ 5% B	
98.	R58	Rezystor	MLT-0,25-100k $\pm$ 5% B	
99.	R59	Rezystor	MLT-0,25-7,5k $\pm$ 5% B	
100.	R60	Rezystor	MLT-0,25-220 $\pm$ 5% B	
101.	R62	Potencjometr	SP5-14-1k0m $\pm$ 10%	ZSRR
102.	R63	Rezystor	MLT-0,25-1k $\pm$ 5% B	
103.	R64	Rezystor	MLT-0,25-2,2M $\pm$ 5% B	
104.	R65	Potencjometr	SP5-14-1k0m $\pm$ 10%	ZSRR
105.	R66	Rezystor	MLT-0,25-3,9k $\pm$ 5% B	
106.	R67	Rezystor	MLT-0,25-8,2k $\pm$ 5% B	
107.	R68	Rezystor	MLT-0,25-62k $\pm$ 5% B	dobierany
108.	R70	Rezystor	MLT-0,25-56k $\pm$ 5% B	dobierany
109.	R71	Rezystor	MLT-0,5-220k $\pm$ 5% B	

1	2	3	4	5
110.	R72	Rezystor	MLT-0,5-220k $\pm$ 5% B	
111.	R73	Rezystor	MLT-0,25-100k $\pm$ 5% B	
112.	R75	Rezystor	CASE/OROE-0,25W-357k $\pm$ $\pm$ 0,2%	
113.	R76	Rezystor	CASE/OROE-0,25W-357k $\pm$ $\pm$ 0,2%	
114.	R77	Rezystor	CASE/OROE-0,25W-357k $\pm$ $\pm$ 0,2%	
115.	R78	Rezystor	CASE/OROE-0,25W-357k $\pm$ $\pm$ 0,2%	
116.	R79	Rezystor	CASE/OROE-0,25W-357k $\pm$ $\pm$ 0,2%	
117.	R80	Rezystor	CASE/OROE-0,25W-357k $\pm$ $\pm$ 0,2%	
118.	R81	Rezystor	MLT-0,5-2M $\pm$ 5% B	dobierany
119.	R82	Rezystor	MLT-0,5-3,3M $\pm$ 5% B	dobierany
120.	R83	Rezystor	MLT-0,5-1M $\pm$ 5% B	dobierany
121.	R84	Rezystor	MLT-0,5-1,5M $\pm$ 5% B	dobierany
122.	R85	Rezystor	MLT-0,5-4,3M $\pm$ 5% B	dobierany
123.	R86	Rezystor	MLT-0,5-4,3M $\pm$ 5% B	dobierany
124.	R87	Rezystor	MLT-0,5-4,3M $\pm$ 5% B	dobierany
125.	R88	Rezystor	MLT-0,5-4,3M $\pm$ 5% B	dobierany
126.	R89	Rezystor	MLT-0,5-4,3M $\pm$ 5% B	dobierany
127.	R90	Potencjometr	PR195-1M-A-0,25W-8P3	
128.	R91	Rezystor	MLT-0,25-100 $\pm$ 5% B	
129.	R92	Rezystor	MLT-0,25-10k $\pm$ 5% B	
130.	R93	Potencjometr	PR195-4,7k-A-0,25W-8P3	
131.	R94	Rezystor	MLT-0,25-5,1k $\pm$ 5% B	
132.	R95	Rezystor	MLT-0,25-5,1k $\pm$ 5% B	
133.	R96	Rezystor	MLT-0,25-2,2k $\pm$ 5% B	
134.	R97	Rezystor	MLT-0,25-10k $\pm$ 5% B	
135.	R98	Rezystor	MLT-0,25-510 $\pm$ 5% B	
136.	R99	Rezystor	MLT-0,25-1,5k $\pm$ 5% B	
137.	R100	Rezystor	MLT-0,25-75 $\pm$ 5%	
138.	R101	Rezystor	MLT-0,25-100 $\pm$ 5%	
139.	R103	Rezystor	MLT-0,25-2,2k $\pm$ 5%	
140.	R104	Rezystor	MLT-0,25-1k $\pm$ 5%	
141.	R105	Rezystor	MLT-0,25-27 $\pm$ 5%	
142.	R106	Rezystor	MLT-0,25-2,2k $\pm$ 5%	

1	2	3	4	5
143.	R107	Rezystor	MLT-0,25-15 $\pm$ 5%	
144.	R108	Rezystor	MLT-0,25-15 $\pm$ 5%	
145.	C1	Kondensator	KSF-041-1000pF $\pm$ 10%-2500V	
146.	C2	Kondensator	MKSE-20-0,1 $\mu$ F $\pm$ 20%-250V	
147.	C3	Kondensator	KFPf-IIP-12x12-33000pF- /-20/+50/-25V	
148.	C4	Kondensator	164/D-4,7 $\mu$ F $\pm$ 20% 16V	
149.	C5	Kondensator	KFPf-IIF-12x12-33000pF- /-20/+50/-25V	
150.	C6	Kondensator	KFPf-IIF-12x12-33000pF- /-20/+50/-25V	
151.	C7	Kondensator	KFPf-IIF-12x12-33000pF- /-20/+50/-25V	
152.	C8	Kondensator	04/U 10 $\mu$ F/16V	
153.	C9	Kondensator	04/U-1 $\mu$ F/16V	
154.	C10	Kondensator	MKSE-20-0,22 $\mu$ F $\pm$ 20%-250V	
155.	C11	Kondensator	04/U-10 $\mu$ F/16V	
156.	C12	Kondensator	KFPf-IIF-12x12-33000pF- /-20/+50/-25V	
157.	C14	Kondensator	KFPf-IIF-12x12-33000pF- /-20/+50/-25V	
158.	C15	Kondensator	02/E-R-4,7 $\mu$ /16VB	
159.	C16	Kondensator	KSF-020-560pF $\pm$ 10% 100V	
160.	C17	Kondensator	MKSE-20-0,22 $\mu$ F $\pm$ 20%250V	
161.	C18	Kondensator	02/E 47 $\mu$ F 16V-664	
162.	C19	Kondensator	KSO-1-250V G 200pF $\pm$ 5%	
163.	C20	Kondensator	MKSE-20-0,1 $\mu$ F $\pm$ 20%-250V	dobierany
164.	C21	Kondensator	KSF-020-10000pF $\pm$ 10%-63V	
165.	C22	Kondensator	KSF-020-1000pF $\pm$ 5%-100V	
166.	C23	Kondensator	KSO-1-250V G-100pF $\pm$ 5%	
167.	C24	Kondensator	02/E-12-4,7 $\mu$ /16V B	
168.	C25	Kondensator	KCP-1B-U-5 16pF-J-250V -658	
169.	C26	Kondensator	KSF-020-2200pF $\pm$ 10%-100V	
170.	C27	Kondensator	KFPf-IIF-12x12-33000pF- /-20/+50/-25V	
171.	C28	Kondensator	02/E 47 $\mu$ F 16V 664	
172.	C31	Kondensator	MKSE-20-0,1 $\mu$ F $\pm$ 20%-250V	
173.	C32	Kondensator	MKSE-018-01-0,33 $\mu$ F $\pm$ 20%- -250V	

1	2	3	4	5
174.	C33	Kondensator	MKSE-018-01-0,68 $\mu$ F $\pm$ 20% 250V	
175.	C34	Kondensator	MKSE-011-3,3 $\mu$ F $\pm$ 10% 250V	
176.	C35	Kondensator	158D-10 $\mu$ F $\pm$ 10% 20V	
177.	C36	Kondensator	158D-10 $\mu$ F $\pm$ 10% 20V	
178.	C37	Kondensator	158D-10 $\mu$ F $\pm$ 10% 20V	
179.	C41	Kondensator	KSF-041-15000pF $\pm$ 10% 2500V	
180.	C42	Kondensator	KSF-041-15000pF $\pm$ 10% 2500V	
181.	C43	Kondensator	02/E 470 $\mu$ F 16V - 654 izol.	
182.	C44	Kondensator	02/E 470 $\mu$ F 16V - 654 izol.	
183.	C45	Kondensator	KSE-011-0,022 $\mu$ F $\pm$ 20% 1000V	
184.	C46	Kondensator	KSE-011-0,022 $\mu$ F $\pm$ 20% 1000V	
185.	C47	Kondensator	02/E 470 $\mu$ F 16-r-654 izol.	
186.	C48	Kondensator	02/E 47 $\mu$ F 16V-654 izol.	
187.	C49	Kondensator	KSF-020-10000pF $\pm$ 10% 63V	
188.	C50	Kondensator	02/E 100pF 16V-654 izol.	
189.	C51	Kondensator	02/E 100 $\mu$ F 16V-654 izol.	
190.	C52	Kondensator	KEM 10 $\mu$ F 16V-665 izol.	
191.	C53	Kondensator	02/E 220 $\mu$ F 16V-654 izol.	
192.	C54	Kondensator	02/E 1000 $\mu$ F 16V-654 izol.	
193.	C55	Kondensator	MKSE-018-01-0,022 $\mu$ F $\pm$ 20%400V	
194.	C56	Kondensator	196D-100 $\mu$ F/15V	
195.	C57	Kondensator	KSF-041-1000pF $\pm$ 10%-2500V	
196.	C58,C59	Kondensator	158D 1 $\mu$ F $\pm$ 10% 35V	
197.	C62	Kondensator	196D 4,7 $\mu$ F $\pm$ 20% 25V	
198.	TR1	Transformator	C/R72-01.03.10-	ZUD POŁOM
199.	P1	Przełącznik obrotowy	C/R72-01.04.00-	
200.	P2	Przełącznik obrotowy	WK 533 37	Tesla
201.	P3	Przełącznik obrotowy	WK 533 37	Tesla
202.	P4	Przełącznik obrotowy	WK 533 43	Tesla
203.	P5	Przełącznik obrotowy	WK 533 35	Tesla
204.	P6	Przełącznik obrotowy	WK 533 37	Tesla
205.	K1	Przełącznik przycisk.	segment 2-NCH-lic.Isostat	Unitra Eltra

1	2	3	4	5
206.	K2	Przełącznik	segment 2-NCH-lic.Isostat	
207.	M	Miernik magnetoelektr.		
208.	W	Żarówka telefoniczna	0,05/12V	
209.	TR-2	Transformator	TS 8/3/666	Unitra Zatra
210.	G1	Gniazdo współosiowe	BNC-2,5-0/GI	
211.	G6	Gniazdo	GDS-1-665	Unitra Eltra
212.	G7	Gniazdo	GDS-1-665	Unitra Eltra
213.	G5	Gniazdo	DE-9S-lic.I.T.T.Cannon	Unitra Eltra
214.	W5	Wtyk	DE-9P-lic.I,T.T.Cannon	Unitra Eltra
215.	W6	Wtyk	WG2-1	Unitra Eltra
216.	W7	Wtyk	WG2-1	Unitra Eltra
217.	G2	Głośnik	GDW 6,5/1,5	
218.		Bezpiecznik	0,063 A	

- K O N I E C -