

RADIOMETR RUM-2

Nota Aplikacyjna

AN-R117-001

Podłączanie liczników GM do radiometru RUM-2

Edycja I



Informacje zawarte w niniejszym dokumencie mają charakter informacyjny. Wszelkie nieścisłości należy rozstrzygać na korzyść instrukcji obsługi dołączonej do przyrządu.

Zastrzega się prawo do wprowadzenia zmian bez powiadomienia.

Spis treści

1.Wstęp.....	5
2.Liczniki Geigera – kto zacz?.....	5
3.Podłączanie zasilania liczników GM.....	5
4.Zbieranie sygnału z licznika.....	7
5.RUM-2 w konfiguracji z sygnałem zbieranym z katody.....	8
6.RUM-2 w konfiguracji z sygnałem zbieranym z anody.....	8
7.Ustawienia oprogramowania radiometru.....	9

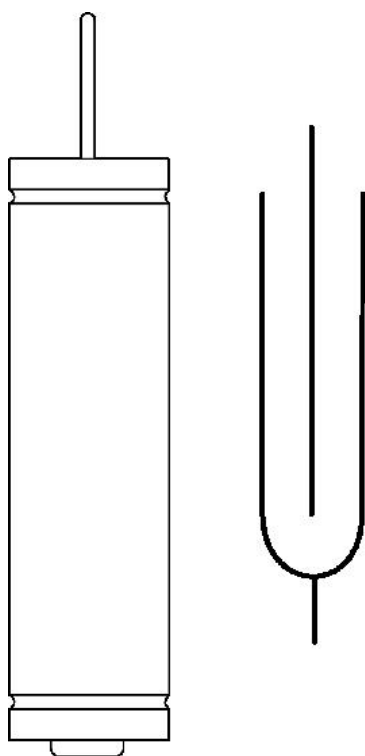
1. Wstęp

Niniejszy dokument powstał z myślą o tych osobach, które chcą wykorzystać radiometr RUM-2 do prób podstawowych i nie są zainteresowane zakupem gotowych sond, a raczej ich samodzielną budową z podstawowych elementów detekcyjnych. Tym razem – liczników Geigera.

2. Liczniki Geigera – kto zacz?

W zasadzie pełna nazwa powinna brzmieć: liczniki Geiger-Müllera. W skrócie zaś – liczniki GM. W piśmiennictwie anglojęzycznym stosowane są nazwy: GM-counter, GM-tube, Geiger-tube i temu podobne.

Licznik GM to najprościej rzecz ujmując, metalowa rura lub kubek wypełnione gazem z umieszczonym wewnątrz cienkim drutem, np. jak na rysunku poniżej. Podczas pracy licznika między drut, określany jako anoda, a korpus określany jako katoda podaje się wysokie napięcie, zazwyczaj między 400 a 1000 volt.



Ilustracja 1: Typowy licznik GM.

Po prawej symbol graficzny stosowany na schematach.

Dzięki temu napięciu elektrony wybite przez padające promieniowanie ze ścianki licznika lub z gazu wypełniającego są przyciągane do anody gdzie silne pole elektryczne nadaje im dość energii by wyrwały z atomów gazu wypełniającego licznik kolejne elektrony. I tak dalej i tak dalej.

W ten sposób powstaje wyładowanie lawinowe o dużej energii zainicjowane uderzeniem kwantu promieniowania w materiał licznika.

Cechą charakterystyczną liczników GM jest to, że wyładowanie to rozwija się bez żadnych ograniczeń i niesie bardzo duże energie. Na tyle duże, że prądy płynące przez licznik w trakcie trwania wyładowania sięgają w impulsie kilkudziesięciu mikroamper. To sprawia, że bez problemu impulsy licznika GM dają się zliczać prostą i niedrogą elektroniką, czego nie można powiedzieć o innych typach detektorów.

Oczywiście, jak to w życiu bywa, nic za darmo – ceną za tak duże wzmocnienie jest utrata informacji o energii kwantów inicjujących wyładowanie – dla dowolnego promieniowania impuls jest taki sam - oraz destruktywny wpływ tak dużego wyładowania na gaz wypełniający licznik. W efekcie liczniki GM mają ograniczoną trwałość.

Ogólnie rzecz biorąc, liczniki GM są urządzeniami prostymi w zastosowaniu, odpornymi na zakłócenia, i niespecjalnie wymagającymi dla współpracującej z nimi elektroniki. Jednak ta prostota użycia nie odbija się na prostocie produkcji – wykonanie niezawodnego licznika GM

o powtarzalnych parametrach nie jest procesem prostym.

Tyle tytułem wstępu¹.

3. Podłączanie zasilania liczników GM

No dobrze, mamy zakupiony licznik, mamy radiometr – jak je połączyć?

Pierwszym krokiem jest zapoznanie się z kartą katalogową licznika. Najistotniejsze parametry jakie nas będą interesować to:

- minimalna wartość rezystora anodowego (anode resistor), zwykle rzędu megaomów;

¹ Powyższy opis dotyczy tak zwanych liczników samogasnących. Nie spotkałem się obecnie na rynku z licznikami nie samogasnącymi, więc jedynie gwoli ścisłości wspomnę o ich istnieniu.

- maksymalne napięcie pracy;
- maksymalna pojemność anodowa.

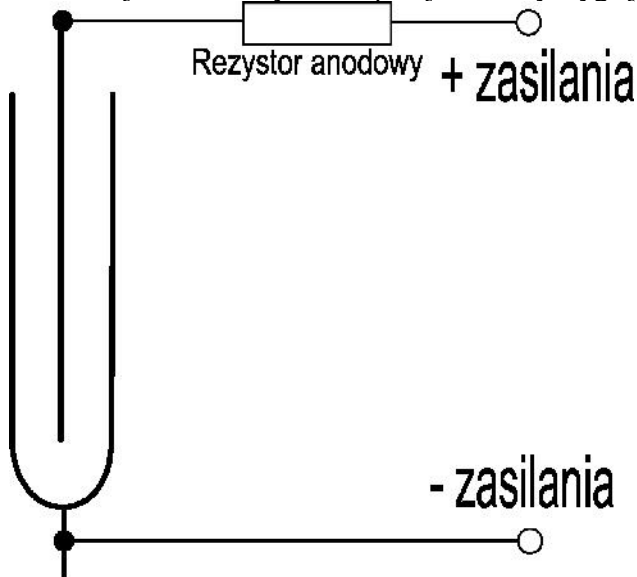
Znajomość tych trzech parametrów jest niezbędna do uniknięcia zniszczenia licznika. Powstające w liczniku wyładowanie musi zostać ograniczone do bezpiecznego dla licznika poziomu. W przeciwnym razie wewnątrz licznika po prostu zapali się łuk elektryczny... i żegnaj liczniku.

Podstawowym ogranicznikiem energii wyładowania jest rezystor anodowy. Zbyt mały spowoduje, że licznik nie będzie zachowywał się prawidłowo, np. będą pojawiały się samoistne impulsy, oraz dość szybko ulegnie zniszczeniu. Zbyt duży z kolei sprawi, że po zgaśnięciu wyładowania napięcie na liczniku będzie narastać powoli, i licznik będzie nadawał się jedynie do pomiaru niewielkich częstotliwości zliczeń.

Ograniczenie napięcia pracy jest oczywiste, nieprawdaż?

Z kolei pojemność anodowa, rozumiana jako dodatkowa pojemność między anodą a katodą stanowi dodatkowe źródło energii dla rozwijającego się wyładowania. I ponownie – zbyt duża może doprowadzić do zniszczenia licznika. Zazwyczaj są to pojemności rzędu kilku pikofaradów, więc należy zachować ostrożność i unikać wyprowadzeń przewodów między rezystorem anodowym a anodą dłuższych niż kilka centymetrów. Generalnie – im krócej tym lepiej.

Tak więc minimalny układ połączeniowy wygląda jak następuje:



Ilustracja 2: Minimalny schemat podłączenia licznika

GM

aparatury². Może to więc oznaczać, że między zasilaczem wysokiego napięcia, a licznikiem będzie znaczna odległość. Układ można więc zmodyfikować jak na rysunku:

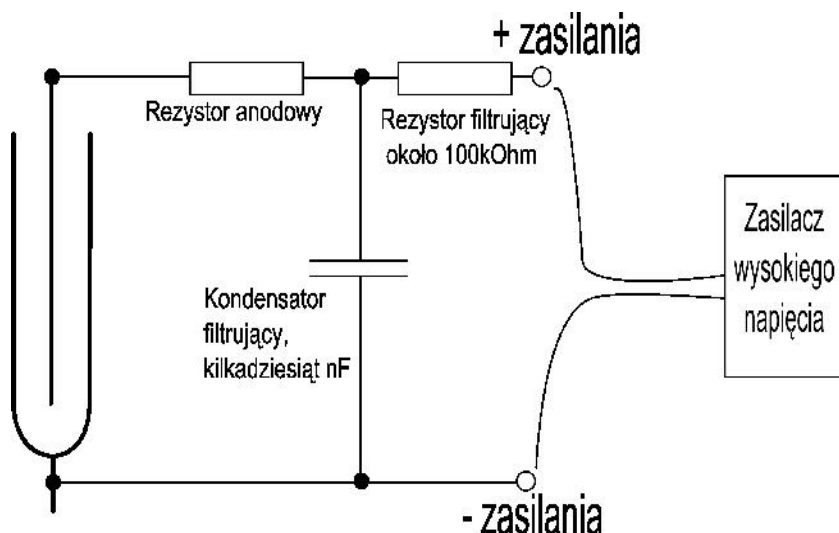
UWAGA! Przewodów do licznika NIE lutujemy! Liczniki GM nie są odporne na przegrzanie. Wyjątkiem jest sytuacja, w której licznik jest wyposażony przez producenta w stosowne przewody.

Zamiast lutować, odizolowane przewody ciasno owijamy na anodzie i katodzie licznika i skręcamy.

Producenci często dołączają do liczników stosowne dodatkowe styki – jeśli tak jest w waszym wypadku – skorzystajcie z nich.

Przedstawiony układ jest oczywiście ideowym uproszczeniem i wymaga drobnej modyfikacji. Przy pomiarach promieniowania bowiem najlepiej jest by tak operator jak i aparatura znajdowała się gdzieś indziej niż detektor. Detektor będzie umieszczony w polu niebezpiecznego promieniowania, a przecież nie chcemy narażać ani siebie ani

² Dawki szkodliwe dla człowieka zaczynają się już od poziomu mili Sv. Dawki śmiertelne to dawki rzędu 3-5Sv. Wedle moich doświadczeń aparatura zazwyczaj znosi bez większych zmian parametrów dawki rzędu 10-100Sv, choć zdarzały się też elementy równie nieodporne jak człowiek. Lepiej jednak martwić się o siebie niż o elektronikę.



Ilustracja 3: Podłączenie z filtracją napięcia zasilającego licznik.

Pamiętamy oczywiście, by kondensator filtrujący był odporny na podawane wysokie napięcie. Zazwyczaj dość dobrze sprawią się kondensatory foliowe.

Kondensatory elektrolityczne, choć występują w ofercie handlowej na tak wysokie napięcia, zupełnie nie nadają się do tego zastosowania.

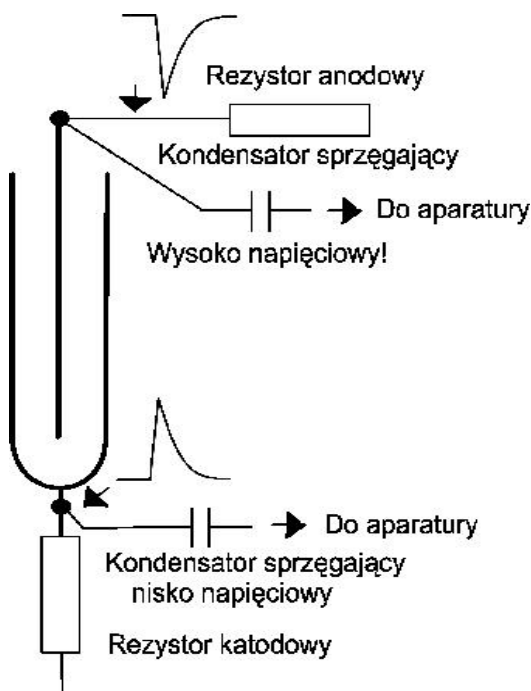
Rezystor filtrujący ma za zadanie zabezpieczyć zasilacz wysokiego napięcia gdyby doszło do

uszkodzenia kondensatora oraz wraz z kondensatorem tworzy układ zmniejszający tętnienia napięć zasilających licznik.

4. Zbieranie sygnału z licznika

Licznik mamy już podłączony i gotowy do zasilania. Jak jednak odebrać zeń impulsy?

Istnieją dwa podstawowe sposoby.



Ilustracja 4: Podłączenie z filtracją napięcia zasilającego licznik.

Zbierać ujemne impulsy napięcia z anody lub dodatnie z katody. Pierwszy sposób daje bardziej strome i szybkie impulsy, a więc większy zakres pomiarowy, drugi natomiast jest bezpieczniejszy dla aparatury a wielkość impulsu można regulować dobierając wielkość rezystora katodowego (rzędu kilkunastu – kilkadziesiąt kilo omów). Nie wymaga też użycia wysokonapięciowego kondensatora sprzęgającego z aparaturą ani też nie stwarza dlań ryzyka w wypadku zwarcia wysokiego napięcia. Nie ma też problemu by sygnał wzmocnić oraz wykryć stan nasycenia licznika czyli niemalże ciągle przewodzenie związane z bardzo dużym poziomem promieniowania.

Wielkość kondensatora sprzęgającego z aparaturą zbierającego sygnał z anody jest ograniczona maksymalną dopuszczalną pojemnością anodową licznika³.

Radiometr RUM-2 jest zdolny do przyjęcia impulsów w obu konfiguracjach.

3 De facto – wynikową pojemnością składowej pojemnościowej impedancji wejściowej aparatury zliczającej w połączeniu szeregowym z kondensatorem sprzęgającym. Najlepszą metodą doboru kondensatora jest eksperyment – zaczynamy od małej pojemności, nie większej niż dopuszczalna i zwiększamy x2..x4. Drobnie przekroczenie pojemności efektywnej sprawi, że licznik zacznie „szumieć”, „oscylować”, „wzbudzać” - będziemy obserwowali fałszywe zliczenia przy braku promieniowania, licznik będzie się zatrząskiwiał w stanie zliczania po podaniu promieniowania itp. Niemniej jednak przyjęcie zasady maksymalnej dopuszczalnej

5. RUM-2 w konfiguracji z sygnałem zbieranym z katody

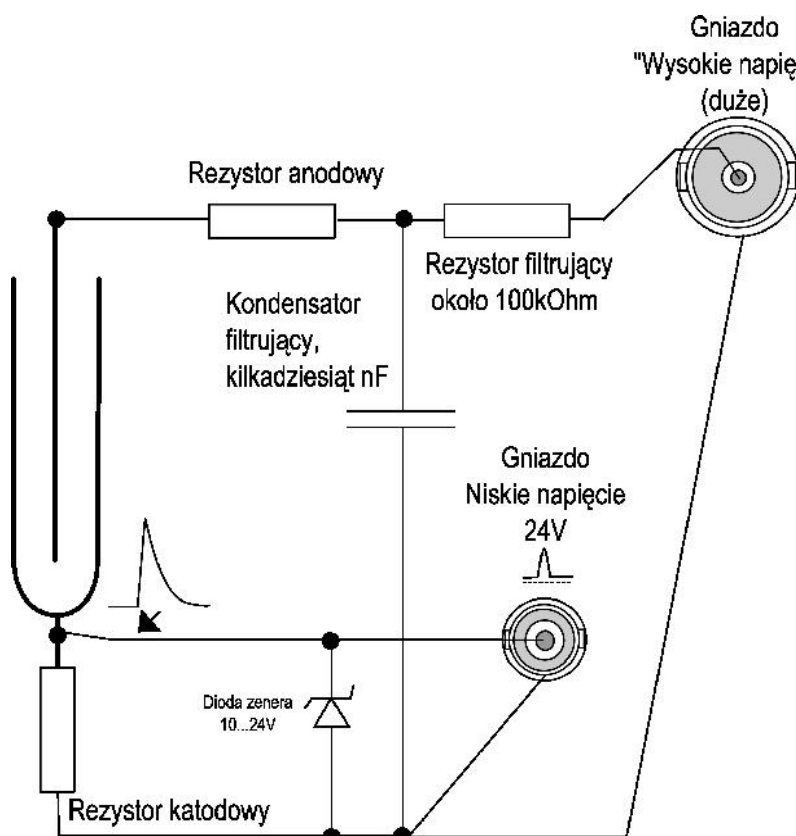
W układzie pobierania sygnału z katody licznika radiometr RUM-2 należy podłączyć jak pokazano na rysunku poniżej. Zasilanie wysokiego napięcia będziemy pobierać z gniazda wyjścia wysokiego napięcia (dużego) a nie z gniazda wyjścia wysokiego napięcia – wejścia impulsów ujemnych. Dzięki temu impulsowe pobory prądu lub ewentualne zakłócenia nie będą nakładać się na sygnał użyteczny.

RUM-2 wykorzystuje dość nietypowe obecnie gniazdo C-5 dawnej Eltry / Unicon. Niestety gniazdo to nie jest kompatybilne z obecnie produkowanymi gniazdami innych firm, zostało

jednak zastosowane w radiometrze gdyż jest szeroko rozpowszechnione w dawnej polskiej aparaturze radiometrycznej i u wielu użytkowników znajdują się dziesiątki sond wyposażonych w takie gniazda.

Istnieje oczywiście możliwość zamówienia radiometru RUM-2 wyposażonego w gniazda innego, dostępnego w handlu typu.

Sygnał wyjściowy z licznika jest wprowadzony na gniazdo wyjścia niskiego napięcia – wejścia sygnału dodatniego. Nie ma potrzeby stosowania kondensatora sprzęgającego gdyż jest on wbudowany w radiometr. Dodano natomiast diodę Zenera zabezpieczającą układ wejściowy RUM-2 w sytuacji, gdyby nastąpiło zwarcie między katodą a anodą licznika a rezystor katodowy zostałby odłączony od masy.



Ilustracja 5: Podłączenie do RUM-2 przy zbieraniu sygnału z katody

liczników GM

Ot, takie dmuchanie na zimne.

I tak oto zbudowaliśmy własną sondę. Oczywiście daleko jej do elegancji, odporności i parametrów radiometrycznych sondy profesjonalnej, ale w zamian za to możemy wypróbować różne liczniki.

6. RUM-2 w konfiguracji z sygnałem zbieranym z anody

Istnieją dwie możliwości podłączenia licznika do radiometru w układzie zbierania sygnału z anody. Pierwsza, najprostsza to podana na rysunku poniżej.

Licznik wraz z rezystorem anodowym są podłączone do wyjścia wysokiego napięcia – wejścia impulsów ujemnych.

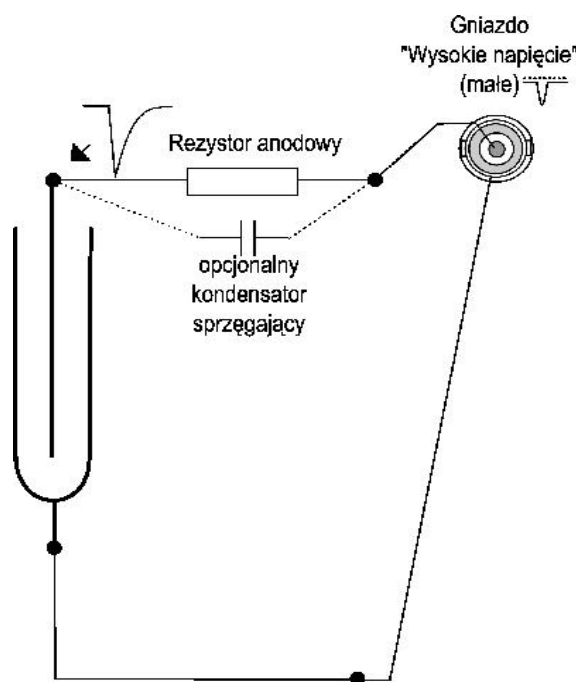
Na uwagę zasługuje fakt, że tym razem nie ma i nie może być stosowany kondensator filtrujący. RUM-2 ma wbudowany wewnątrz rezystor 510 kiloom i kondensator sprzęgający. Po pierwsze jednak rezystor jest zbyt małej wielkości by zasilić w prost licznik GM, po drugie też kondensator ma dużą wartość i zbytnio obciążałby licznik. Stąd i tak koniecznym jest zastosowanie rezystora anodowego. Zastosowanie natomiast kondensatora filtrującego

pojemności anodowej jest dobrym i bezpiecznym punktem startowym.

sprawiłoby, że impuls z licznika miał płynąć przez kondensator sprzęgający wbudowany w radiometr popłynąłby przez kondensator filtrujący i w efekcie radiometr nie zliczałby niczego.

Ponownie także pojawi się drobny problem z gniazdem – RUM-2 stosuje gniazda BNC-2,5 tego samego producenta co duże gniazda C-5 i z identycznych powodów. I ponownie – istnieje możliwość zamówienia radiometru z innymi, łatwiej dostępnymi w handlu gniazdami.

Gdyby z jakiegoś powodu okazało się, że amplituda sygnału jest zbyt mała, lub sygnał jest zbyt długi, co jest możliwe gdy rezystor anodowy ma dużą wartość, może być wskazane zastosowanie dodatkowego kondensatora sprzęgającego bocznikującego rezystor anodowy. Oczywiście wielkość kondensatora musi być nie większa niż dopuszczalna pojemność anodowa licznika. Powinien on też być kondensatorem odpornym na pełne napięcie robocze licznika.



I tu drobne ostrzeżenie – podłączenie licznika w takim układzie do gniazda „dużego”, którego rezystancja wyjściowa wynosi około 1 kiloom, lub do innego zasilacza wysokiego napięcia może spowodować uszkodzenie licznika.

Ilustracja 6: Najprostsze podłączenie RUM-2 w układzie zbierania sygnału z anody

7. Ustawienia oprogramowania radiometru

Przy pomiarach w dowolnym z powyżej opisanych układów stosujemy następujące ustawienia:

- zasilanie niskiego napięcia wyłączone;
- wzmacnienie z różniczkowaniem;
- tryb pracy szybkiego licznika;
- wysokie napięcie włączamy i ustawiamy na wartości zgodne z kartą katalogową stosowanego licznika.

Strojenie wzmacnienia najłatwiej wykonać przy użyciu funkcji „skanuj ciągle” panelu nastaw analogowych i wybrać je tak, by wykres impulsów przy obecnym promieniowaniu wypełniał ekran w 2/3. Następnie bez promieniowania próg wyzwalać należy ustawić na kilkaset miliwoltów co zapewni należyty margines między sygnałem a szumem.