

# WIADOMOŚCI

# TELEKOMUNIKACYJNE

## MIESIĘCZNIK POPULARNY

WYDAWANY PRZEZ SEKCJĘ TELEKOMUNIKACYJNĄ STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH  
przez poparcie  
MINISTERSTWA POCZT I TELEGRAFÓW oraz MINISTERSTWA KOMUNIKACJI

### KOMITET REDAKCYJNY:

Przewodniczący: inż. S. DARECKI – Sekretarze: S. JASIŃSKI i inż. W. NIEUPOKŁCJEV – Członkowie: inż. inż. K. BORKOWSKI, S. IGNATOW CZ, P. JAROS, S. MANCZARSKI, J. MOŹEJKO, J. SREBRZYŃSKI, J. SZCZEKOWSKI

### TREŚĆ Nr 7 – 8

	str.		str.
1. Autoalarm (Samoczynne urządzenia alarmowe w żegludze morskiej) — inż. Z. Jagodziński	129	3. Technika drobnych konstrukcji — St. Olechowicz	147
2. Pomiary liniowe prądem zmiennym o częstotliwości akustycznej — inż. W. Zochowski	140	4. Stabilizator jarzeniowy	149
		5. Pytania i odpowiedzi	157
		6. Co mówią praktycy	160

Inż. ZENON JAGODZIŃSKI  
Morska Obsługa Radiowa Statków  
Gdańsk

## A u t o a l a r m

(Samoczynne urządzenia alarmowe w żegludze morskiej).

### 1. OGÓLNE ZASADY KONSTRUKCJI

#### 1.1. PRZEZNACZENIE A P A R A T U R Y.

1.1.1. Z a s a d y o g ó l n e. Zadaniem autoalarmu jest nasłuch na morskiej fali wywoławczej 600 m (500 kc/s) i samoczynne uruchomienie właściwych urządzeń alarmowych w wypadku odebrania sygnału alarmowego, ustalonego przez Międzynarodową Konwencję o Bezpieczeństwie Życia na Morzu.

Według wymagań tej Konwencji, statki o tonażu ponad 6000 BRT obowiązane są do prowadzenia stałego, 24-godzinnego nasłuchu na fali wywoławczej, celem zapewnienia pomocy statkowi, który znajdując się w niebezpieczeństwie, nadaje sygnał „wezwanie pomocy“ (SOS).

W godzinach, gdy radiooperator nie pełni dyżuru lub gdy zajęty jest innymi czynnościami, nasłuch ten wykonuje autoalarm (samoczynne urządzenia alarmowe).

1.1.2. M i ę d z y n a r o d o w y s y g n a ł alarmowy. Konstrukcja urządzenia, reagującego na normalny sygnał wezwania pomocy SOS, jest dość trudna i niepewna, a praktyka wykazała, że urządzenia tego rodzaju najlepiej reagują na dość długie znaki, nadawane z krótkimi przerwami. Z tego powodu wyżej wymieniona Konwencja ustaliła specjalny dla samoczynnego urządzenia alarmowego, jedno-minutowy sygnał alarmowy, składający się z serii 12 znaków po 4 sek, nadawanych z przerwami 1 sekundy, tj. 12 znaków na minutę.

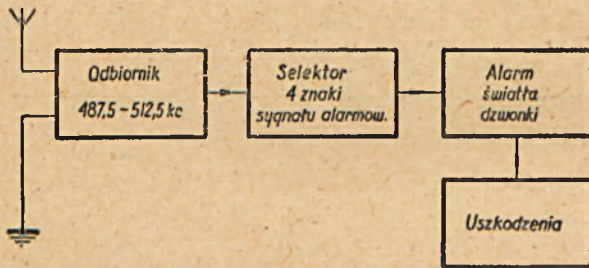
Taki sygnał alarmowy nadawany jest bezpośrednio przed normalnym sygnałem SOS jako fala nośna modulowana (A2), przy czym częstotliwość modulacji winna być zawarta w granicach: od 100 do 2500 c/s.

Oдноśnie częstotliwości i czasu trwania znaków sygnału alarmowego, dopuszczalne są następujące tolerancje:

- a) częstotliwość:  $500 \pm 12,5$  kc/s, tj. 487,5 do 512,5 kc/s.
- b) czas trwania pojedynczego znaku 3,5 do 4,5 sek.
- c) czas trwania przerwy między sygnałami: max. 1,5 sek.
- d) czas trwania sygnału minimum 1 min. (12 znaków).

1.2. ELEMENTY SKŁADOWE AUTOALARMU. Autoalarm musi wybrać opisany w p. 1.1.2. sygnał alarmowy spośród wszystkich innych sygnałów nadawanych na fali wywoławczej, a w wypadku odebrania czterech bezpośrednio po sobie następujących znaków sygnału alarmowego — uruchomić właściwe urządzenia alarmowe. Niektóre starsze konstrukcje uruchamiają alarm już po odebraniu trzech znaków.

Ponadto autoalarm musi być jak najmniej wrażliwy na zakłócenia atmosferyczne i inne oraz zaopatrzony w urządzenia, ostrzegające operatora w wypadku uszkodzenia aparatury lub w wypadku obniżenia, względnie braku jednego z napięć zasilających.



Rys. 1. Schemat blokowy alarmu.

Schemat blokowy autoalarmu jest podany na rys. 1, a poszczególne jego elementy składowe zostaną opisane poniżej.

1.3. ODBIORNIK. Odbiornik musi odbierać wszelkie sygnały nadawane w zakresie częstotliwości: 487,5 do 512,5 kc/s i przekazywać je na selektor z mocą wystarczającą do uruchomienia przekaźnika sygnałowego na wejściu selektora. W większości konstrukcji odbiornik nastrojony jest na stałe na 500 kc/s, zaś potrzebną szerokość wstęgi zapewnia się przez ponadkrytyczne sprzężenie obwodów rezonansowych.

Czułość odbiornika musi być regulowana ręcznie w granicach od około  $200 \mu V$  do  $20\ 000 \mu V$ . Regulacja ta umożliwi dobranie optymalnej czułości zależnej od poziomu zakłóceń.

1.4. SELEKTOR. 1.4.1. Z a d a n i e s e l e k t o r a. Zadaniem selektora jest wybranie znaków sygnału alarmowego spośród

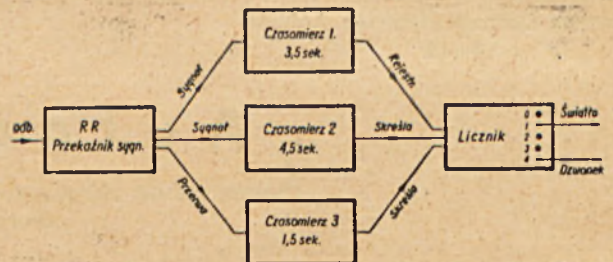
wszystkich znaków przekazywanych przez odbiornik na przekaźnik sygnałowy. Skoro dany znak zostanie określony przez selektor jako prawidłowy znak alarmowy, musi on być zarejestrowany przez odpowiedni licznik, który po przyjęciu czterech bezpośrednio po sobie następujących znaków uruchamia alarm. Za „prawidłowy znak alarmowy“ należy uważać znak spełniający warunki tolerancji określone Konwencją. (p. 1.1.2.).

1.4.2. Z a s a d a w y b i e r a n i a z n a k ó w a l a r m o w y c h. Jak wynika z opisu sygnału alarmowego, problem wybierania znaków alarmowych sprowadza się w zasadzie do pomiaru czasu trwania poszczególnych znaków oraz przerw między znakami, przy czym wyniki tych pomiarów rejestruje licznik.

Znak odebrany jest znakiem sygnału alarmowego gdy:

- a) trwa dłużej niż 3,5 sek.
- b) skończy się wcześniej niż po upływie 4,5 sek.
- c) następny znak rozpoczyna się nie później, niż 1,5 sek. po zakończeniu poprzedniego znaku.

Wobec tego dla określenia znaku alarmowego potrzebne są trzy czasomierze, badające kolejno powyższe warunki a), b) i c), co schematycznie przedstawia rys. 2. Jest to schemat blokowy selektora.



Rys. 2. Selektor.

Przekaźnik sygnałowy RR, załączony na wyjściu odbiornika, powtarza ruchy klucza po stronie nadawczej, odebrane zaś znaki, przekazuje na zespół trzech czasomierzy, których działanie, w zależności od czasu trwania sygnału, przedstawia się następująco:

- a) znak krótszy niż 3,5 sek.

Zaden z czasomierzy nie zadziała, wskutek czego znak taki zostaje przez selektor odrzucony.

- b) znak dłuższy niż 3,5 sek.

Czasomierz 1 działa, wskutek czego licznik znak ten rejestruje jako ewentualny pierwszy znak sygnału alarmowego.

- c) znak dłuższy niż 3,5 sek., lecz krótszy niż 4,5 sek.

Czasomierz 1 działa, po 3,5 sek. licznik zarejestruje znak; czasomierz drugi nie działa,

wskutek czego rejestracja dokonana przez czasomierz 1 zostaje utrzymana. Jest to znak spełniający warunki **pojedynczego** znaku alarmowego i jako taki został przyjęty przez licznik.

d) znak dłuższy niż 4,5 sek.

Czasomierz 1 zadziałał po 3,5 sek. rejestrując znak na liczniku. Po upływie 4,5 sek. działa czasomierz 2 skreślając rejestrację dokonaną przez czasomierz 1. W ten sposób znak zostaje odrzucony i po jego zakończeniu licznik wraca na pozycję wyjściową O.

Jak wynika z powyższego, czasomierze 1 i 2 są w stanie wybrać **pojedyncze** znaki alarmowe, tj. znaki o czasie trwania od 3,5 sek. do 4,5 sek. Z chwilą zakończenia pierwszego zarejestrowanego znaku zostaje włączony czasomierz 3, który sprawdza przerwy w następujący sposób:

e) Jeżeli następny znak rozpoczął się wcześniej niż po 1,5 sek., czasomierz 3 nie działa, utrzymując w mocy poprzednio dokonaną rejestrację.

f) Jeżeli w ciągu 1,5 sek. po zakończeniu znaku przekaźnik sygnałowy nie podał następnego znaku, czasomierz 3 działa, skreślając **wszystkie** poprzednio dokonane rejestracje i licznik wraca na pozycję O.

W ten sposób spośród wszystkich możliwych znaków i ich kombinacji, selektor wybiera tylko znaki trwające 3,5 do 4,5 sek., rozdzielone przerwami nie dłuższymi, niż 1,5 sek. Są to znaki odpowiadające warunkom sygnału alarmowego.

Licznik rejestruje kolejne znaki, a po zarejestrowaniu znaku czwartego — uruchamia właściwy alarm.

Jeżeli w czasie odbioru którykolwiek znak lub przerwa nie odpowiadają warunkom sygnału alarmowego, wszystkie poprzednio dokonane rejestracje zostają skreślone i licznik wraca na pozycję wyjściową (O). Konieczność przyjęcia kolejnego czterech prawidłowych znaków, w dużym stopniu zabezpiecza selektor przed wywołaniem fałszywego alarmu, gdyż przypadkowe przyjęcie czterech znaków zbliżonych w granicach tolerancji do znaków alarmowych i rozdzielonych prawidłowymi przerwami, jest, jak praktyka wykazuje, mało prawdopodobne.

Pełny sygnał alarmowy składa się z serii conajmniej 12 sygnałów. Jedna trzecia tej serii uruchamia alarm. Jeżeli więc rejestracja została przerwana i skreślona z powodu interferencji lub t. p., istnieje duże prawdopodobieństwo, że następna część serii zostanie przyjęta i uruchomi alarm. Zwykle zresztą radiooperator statku alarmującego nie ogranicza się do nadania jednej serii, lecz nadaje sygnał alarmowy kilkakrotnie, szukając odpowiedzi w przerwach między sygnałami.

1.4.3. W p ł y w s y g n a ł ó w n i e p o z a d a n y c h i z a k ł ó c e ń. Autoalarm

jedynie wtedy spełni swoje zadanie, jeżeli jest w stanie odebrać sygnał alarmowy pomimo znacznego poziomu sygnałów niepożądanych i zakłóceń, nie powodując przy tym fałszywych alarmów wskutek odebrania znaków przypadkowo podobnych do sygnału alarmowego. Warto więc zbadać jaka jest wrażliwość urządzenia przedstawionego na rys. 2 na inne sygnały i zakłócenia.

Przed wszystkim należy zauważyć, że przedstawiony na rys. 2 selektor reaguje na **jedyn** tylko sygnał. Jeżeli bowiem przekaźnik sygnałowy zostanie uruchomiony z jakiegokolwiek powodu, staje się on niewrażliwy na wszystkie inne sygnały przyjęte równocześnie przez antenę.

Przyjęcie jakiegokolwiek znaku blokuje selektor dla wszystkich innych znaków, bez względu na to, czy przekaźnik został pobudzony właściwym sygnałem alarmowym, czy sygnałem obcym (interferencje) lub wskutek zakłóceń atmosferycznych, sieci lub t. p. Jeżeli zatem przekaźnik sygnałowy zadziała pod wpływem długotrwałych zakłóceń, autoalarm zostaje zablokowany i niezdolny do przyjęcia sygnału alarmowego. Należy więc starannie usunąć wszystkie zakłócenia, pochodzące z sieci zasilającej na statku. Jeżeli przekaźnik sygnałowy zostanie zablokowany z powodu zakłóceń atmosferycznych, jedynym ratunkiem jest zmniejszenie czułości odbiornika. Z tego powodu odbiornik autoalarmu musi być zaopatrzony w ręczną regulację czułości. Oczywiście zmniejszenie czułości jest równoznaczne ze zmniejszeniem zasięgu, tj. wrażliwości na słabsze (dalsze) sygnały alarmowe. Regulacja ta powinna działać w zakresie około 20) do 20000  $\mu$  V w stosunku do mocy potrzebnej na uruchomienie przekaźnika sygnałowego.

Oczywiście zmniejszenie czułości należy każdorazowo ograniczać do minimum koniecznego ze względu na poziom zakłóceń. Pewna wprawa pozwala operatorowi na znalezienie takiego optimum, dla danych warunków atmosferycznych, przy którym czułość odbiornika jest największa, nie powodując jeszcze zablokowania przekaźnika sygnałowego wskutek zakłóceń.

Jeżeli po pewnym czasie poziom zakłóceń wzrośnie, blokując przekaźnik sygnałowy, po upływie 3,5 sek. działa czasomierz 1 i licznik przechodzi na pozycję 1 zapalając światła ostrzegawcze. Światła te powtórzone są również na mostku. Jeżeli światła palą się przez kilka minut, należy zmniejszyć czułość odbiornika. Światła na mostku zwracają uwagę oficera służbowego, który winien przywołać operatora, jeżeli ten ostatni jest nieobecny.

Opisane powyżej blokowanie przekaźnika sygnałowego jest powodem, dla którego światła ostrzegawcze załączone są już na pierwszą pozycję licznika.

Z tego samego powodu licznik skreśla rejestrację zbyt długiego (ponad 4,5 sek.) znaku dopiero po zakończeniu tego znaku, pomimo, że czasomierz 2 podaje impuls skreślający już po 4,5 sek. W przeciwnym bowiem wypadku, licznik skakałby na pozycję 1 po 3,5 sek. i wracał na pozycję 0 po 4,5, powtarzając tę czynność co 4,5 sek. Byłoby to niepotrzebnym zużyciem licznika, zaś światła ostrzegawcze migająłby co 3,5 sek.

Z kolei należy rozpatrzeć wpływ sygnałów niepożądanych, przyjętych przez odbiornik.

Jeżeli znak zakłócający rozpocznie się i skończy w czasie trwania znaku alarmowego, nie ma on oczywiście żadnego wpływu, gdyż przekaźnik sygnałowy jest zablokowany znakiem alarmowym. Jeżeli znak zakłócający zacznie się wcześniej lub skończy później od znaku alarmowego, jest to równoznaczne z przedłużeniem znaku alarmowego. Jeżeli tak przedłużony znak alarmowy skończy się przed upływem 4,5 sek., przedłużenie nie ma wpływu na rejestrację. Jeżeli przedłużony znak alarmowy przekroczy 4,5 sek., zadziała czasomierz 2, skreślając wszelkie poprzednio dokonane rejestracje.

Na ogół jednak znaki telegraficzne, tj. kreski, trwają tylko ułamek sekundy, zatem prawdopodobieństwo przedłużenia znaku alarmowego ponad 4,5 sek. jest stosunkowo nieduże.

Jeżeli dwa znaki zakłócające lub więcej, złożą się przypadkowo, dając w sumie ciągły znak trwający 3,5 do 4,5 sek., selektor kombinację taką przyjmie jako prawidłowy znak alarmowy, jednakże jest mało prawdopodobne, by kombinacja taka powtórzyła się czterokrotnie w odstępach 1 sek. Jeżeli wypadek taki zdarzy się, jest to typowy przykład fałszywego alarmu.

Nieco inny jest wpływ sygnałów zakłócających w przerwach między znakami alarmowymi. Wtedy mianowicie znak zakłócający nie wywiera wpływu na działanie selektora, pod warunkiem, że nie wypełnia całkowicie przerwy. Wówczas bowiem żaden czasomierz nie zadziała. W wypadku całkowitego wypełnienia przerwy zadziała oczywiście czasomierz 2. Sygnały występujące w przerwach i zachodzące częściowo na znaki alarmowe powodują opisane wyżej przedłużenie znaku alarmowego. Tutaj również pamiętać trzeba, że kreska znaku telegraficznego trwa jedynie ułamek sekundy, dzięki czemu zakłócenia tego rodzaju są na ogół niegroźne.

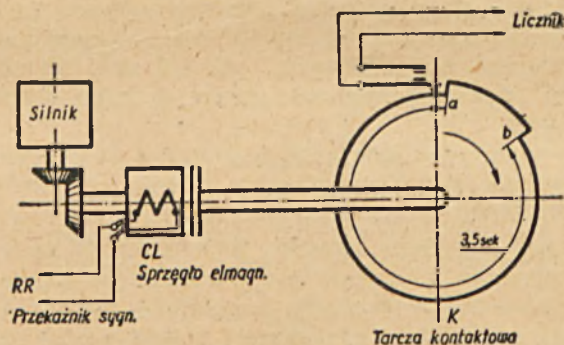
Prawdopodobieństwo zniekształcenia sygnału alarmowego wskutek działania sygnałów niepożądanych, jest oczywiście tym większe, im większe jest nasilenie korespondencji. Z tego powodu wskazane jest nadawanie sygnałów alarmowych przede wszystkim w okresach „ciszy radiowej“.

Jak wynika z powyższego zestawienia, najniebezpieczniejsze dla samoczynnego urządzenia alarmowego są długotrwałe zakłócenia atmosferyczne lub elektryczne, blokujące na stałe przekaźnik sygnałowy. Z tego powodu operator musi zwracać baczną uwagę na optymalne ustawienie regulatora czułości.

1.4.4. Konstrukcja czasomierzy. Czasomierze są najbardziej istotnymi i charakterystycznymi elementami selektora. Poszczególne firmy produkujące samoczynne urządzenia alarmowe w rozmaity sposób rozwiązują zagadnienie pomiaru czasu, jednak konstrukcje te można ogólnie podzielić na dwie grupy: a) Czasomierze mechaniczne, b) Czasomierze elektryczne.

1.4.5. Czasomierz mechaniczny. Przykładem mechanicznego pomiaru czasu jest opisana poniżej konstrukcja czasomierza, zastosowana w autoalarmie firmy Mackay.

Do wałka napędzanego przez motor ze ściśle określoną ilością obrotów (6 obr./min.) przyłączona jest za pomocą sprzęgła magnetycznego CL, tarcza kontaktowa K.



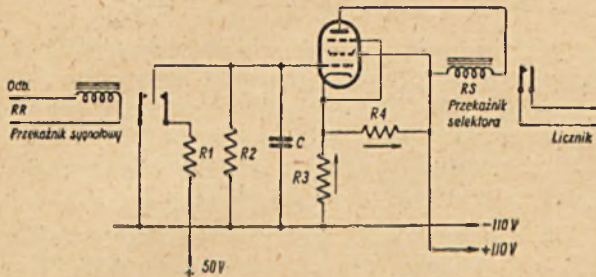
Rys. 3. Czasomierz mechaniczny.

Przyjęcie znaku, tj. zadziałanie przekaźnika sygnałowego RR, powoduje włączenie sprzęgła, wskutek czego tarcza kontaktowa (rys. 3) zaczyna się obracać z tą samą szybkością co wałek, rozpoczynając ruch z pozycji wyjściowej a. Gdy po czasie określonym przeznaczeniem czasomierza (np. 3,5 sek. w wypadku czasomierza 1) tarcza dojdzie do położenia kontaktowego b, sprężyny kontaktowe zostaną zwarte, zamykając odpowiedni obwód licznika. Po wykonaniu zadania, druga para sprężyn przerywa obwód sprzęgła i tarcza kontaktowa za pomocą sprężyny zostaje ustawiona w położenie wyjściowe, gdzie czeka na wykonanie następnego pomiaru.

Zespół selektora tworzą trzy takie tarcze kontaktowe, stanowiące czasomierze 1, 2 i 3 przedstawione na rys. 2.

1.4.6. **Czasomierz elektryczny.** Przykładem czasomierza elektrycznego jest konstrukcja zastosowana w autoalarmie firmy RMCA. Pomiar odbywa się przez wykorzystanie stałej czasu obwodu RC w układzie jak rys. 4.

Przełącznik sygnałowy RR jest załączony na wyjściu odbiornika w ten sposób, że w stanie spoczynku, tj. braku sygnału, kotwica jest przyciągnięta zwierając do ziemi siatkę lampy. Za pomocą dzielnika napięcia R3 — R4 siatka lampy otrzymuje początkowe napięcie ujemne, wystarczające do zablokowania prądu anodowego.



Rys. 4. Czasomierz elektryczny systemu RMCA.

Gdy odbiornik przyjmie sygnał, przełącznik RR odpada, włączając na siatkę napięcie dodatnie przez dzielnik napięcia R1 — R2. W stanie ustalonym napięcie to znosi częściowo początkowe napięcie ujemne, wskutek czego w obwodzie anodowym płynie prąd, uruchamiający przełącznik selektora RS, który zamyka właściwy obwód licznika.

Pojemność C jest rzędu kilku  $\mu\text{F}$ , opory  $R_1$  i  $R_2$  mają wartość po kilka  $\text{M}\Omega$ . Wskutek dużej stałej czasu takiego obwodu proces narastania napięcia na siatce odbywa się powoli, zatem prąd anodowy zaczyna płynąć dopiero po pewnym czasie i narasta asymptotycznie do wartości uwarunkowanej stosunkiem podziału  $R_1$  —  $R_2$ .

Gdy prąd dojdzie do wartości właściwej dla przełącznika RS, przełącznik ten działa, zamykając odpowiedni obwód licznika.

Opóźnienie z jakim działa przełącznik RS w stosunku do początku sygnału, zależy od stałej czasu obwodu, tj. pojemności C i wartości  $R_1$  i  $R_2$ , oraz stosunku ich podziału, wartości i stosunku podziału  $R_3$  —  $R_4$ , jak również od prądu działania przełącznika RS. Ta ostatnia zależność daje możliwość regulacji opóźnienia za pomocą naciągu sprężyny kotwicy RS.

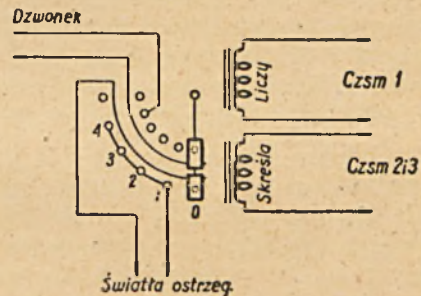
Jeżeli sygnał zostanie przerwany przed upływem czasu przewidzianego dla danego czasomierza, przełącznik RR przyciąga, zwierając w ten sposób siatkę do ziemi i rozładowując kondensator w bardzo krótkim czasie. Wskutek tego pomiar czasu następnego sygnału zaczyna się od początku.

Zgodnie ze schematem blokowym rys. 2, zespół selektora tworzą trzy czasomierze jak na rys. 4, mierzące odpowiednio czas 3,5 sek., 4,5 sek., oraz przerwy 1,5 sek.

1.4.7. **Liczniki.** Poszczególne firmy, produkujące samoczynne urządzenia alarmowe w rozmaity sposób budują liczniki i trudno tu podać jakąś ogólną myśl konstrukcyjną. Może to być np. zespół przełączników włączanych kolejno w miarę odebrania poszczególnych znaków sygnału alarmowego, przy czym czwarty przełącznik (lub raczej czwarta para przełączników) włącza urządzenie alarmujące. Tak wykonany jest licznik w autoalarmie firmy Mackay.

W autoalarmie firmy RMCA zastosowany jest licznik o konstrukcji wybieraka telefonicznego, którego obwody i działanie wyjaśnia rys. 5.

1.5. **URZĄDZENIA ALARMUJĄCE.**  
1.5.1. **Alarm właściwy.** Autoalarm pracuje w czasie, gdy radiooperator nie pełni służby, zatem bez dozoru. Z tego powodu dzwonki i światła ostrzegawcze muszą być powtórzone w kabinie radiooperatora oraz na mostku, skąd



Rys. 5. Licznik systemu RMCA.

oficer służbowy może przywołać operatora w wypadku alarmu lub zapalenia się światel ostrzegawczych. Wyłączenie alarmu możliwe jest tylko w radiokabinie za pomocą specjalnego wyłącznika.

1.5.2. **Alarm uszkodzeń własnych.** Ze względu na pracę bez dozoru, autoalarm musi być zaopatrzony w urządzenia, przywołujące operatora w wypadku uszkodzenia aparatury, jak np. przepalenie lampy lub bezpiecznika, obniżenie lub brak jednego z napięć zasilających itp. Alarmu uszkodzeń nie można wyłączyć wyłącznikiem alarmu, lecz konieczne jest wyłączenie głównego wyłącznika; daje to możliwość sprawdzenia czy alarm jest spowodowany przyjęciem sygnału alarmowego, czy też uszkodzeniem.

1.6. **NADAWANIE SYGNAŁU ALARMOWEGO.**  
1.6.1. **Nadawanie ręczne.** Sygnał alarmowy można nadawać ręcznie lub automatycznie.

Nadawanie ręczne wobec dość szerokich tolerancji (p. 1.1.2.) jest bardzo łatwe, nawet dla niewyszkolonego operatora. Sprawdzianem prawidłowego czasu trwania znaków i przerw może być stopper, zegar stacyjny lub nawet zegarek z sekundnikiem.

1.6.2. Sprawdzenie alarmu. Pewność odbioru sygnału alarmowego zależy przede wszystkim od sprawności aparatury, dlatego działanie autoalarmu musi być często sprawdzane. Międzynarodowa Konwencja o Bezpieczeństwie Życia na Morzu wymaga takiego sprawdzania autoalarmu co najmniej raz dziennie.

W tym celu każdy autoalarm musi być wyposażony w brzęczyk luźno sprzężony z obwodem antenowym, którego przycisk włączający umieszczony jest na płycie czołowej. Radiooperator sprawdza autoalarm nadając brzęczykiem sygnał alarmowy w sposób opisany w p. 1.6.1.

1.6.3. Nadawanie automatyczne. Pomimo łatwości nadawania ręcznego, wskazane jest zaopatrzenie autoalarmu w rodzaj klucza automatycznego. W trudnych bowiem warunkach i w niebezpieczeństwie, nawet najłatwiejsze nadawanie ręczne może narażać na trudności, zwłaszcza, że w wypadku awarii właściwy operator może być niezdolny do pracy.

Takim kluczem automatycznym jest zwykle tarcza kontaktowa, jak rys. 3, napędzana z odpowiednią szybkością silnikiem elektrycznym, której sprężyny załączone są równolegle do klucza nadawczego, lub przełącznika kluczowego.

Jako przykłady rozwiązań konstrukcyjnych, opisanych wyżej zasad ogólnych, omówione zostaną autoalarmy systemu Mackay i RMCA.

## 2. AUTOALARM SYSTEMU MACKAY.

2.1. ZASADY KONSTRUKCJI. Autoalarm systemu Mackay składa się z odbiornika „prostego”, selektora mechanicznego, urządzeń alarmowych, obwodów alarmu uszkodzeń oraz obwodów ładowania akumulatorów.

Schemat autoalarmu Mackay Model 101-A przedstawia rys. 6.

Aparatura wymaga następujących źródeł zasilających:

- Akumulator 24 V, jako źródło zasilania lamp oraz zasilania selektora, dzwonek alarmowych i świateł ostrzegawczych.
- Napięcie sieci 115 V pr. stałego — użyte jako napięcie anodowe w odbiorniku oraz do ładowania akumulatorów.
- Bateria siatkowa sucha 4,5 V jako źródło ujemnego napięcia siatkowego w odbiorniku.

d) Bateria anodowa sucha 90 V — jest to bateria zapasowa, włączana automatycznie odpowiednim przełącznikiem, jeżeli napięcie sieci spadnie poniżej 70 V.

2.2. ODBIORNIK. Odbiornik w autoalarmie systemu Mackay posiada jeden stopień wzmacnienia wielkiej częstotliwości detektor siatkowy, dwa stopnie wzmacnienia małej częstotliwości oraz lampę wyjściową.

Obwody rezonansowe wielkiej częstotliwości strojone są na 500 kc/s. Wymagana szerokość wstęgi odbieranej — 487,5 do 512,5 kc/s zapewniona jest przez ponadkrytyczne sprzężenie obwodów rezonansowych.

Stopnie wzmacnienia małej częstotliwości sprzężone są transformatorowo, przy czym kondensatory C8, C9, C10 i C11, razem z silnie tłumionym obwodem rezonansowym L5 — R4 — C15, zapewniają płaską charakterystykę częstotliwości w zakresie 100 do 2500 c/s.

Lampa wyjściowa VT5 pracuje jako prostownik na dolnym zakrzywieniu charakterystyki prądu anodowego. W obwodzie anodowym tej lampy znajduje się przełącznik sygnałowy B. Przyjęty przez odbiornik sygnał powoduje przepływ prądu anodowego o wartości średniej, wystarczającej do uruchomienia przełącznika sygnałowego. Wartość tego prądu wskazuje umieszczony na płycie czołowej miliamperomierz.

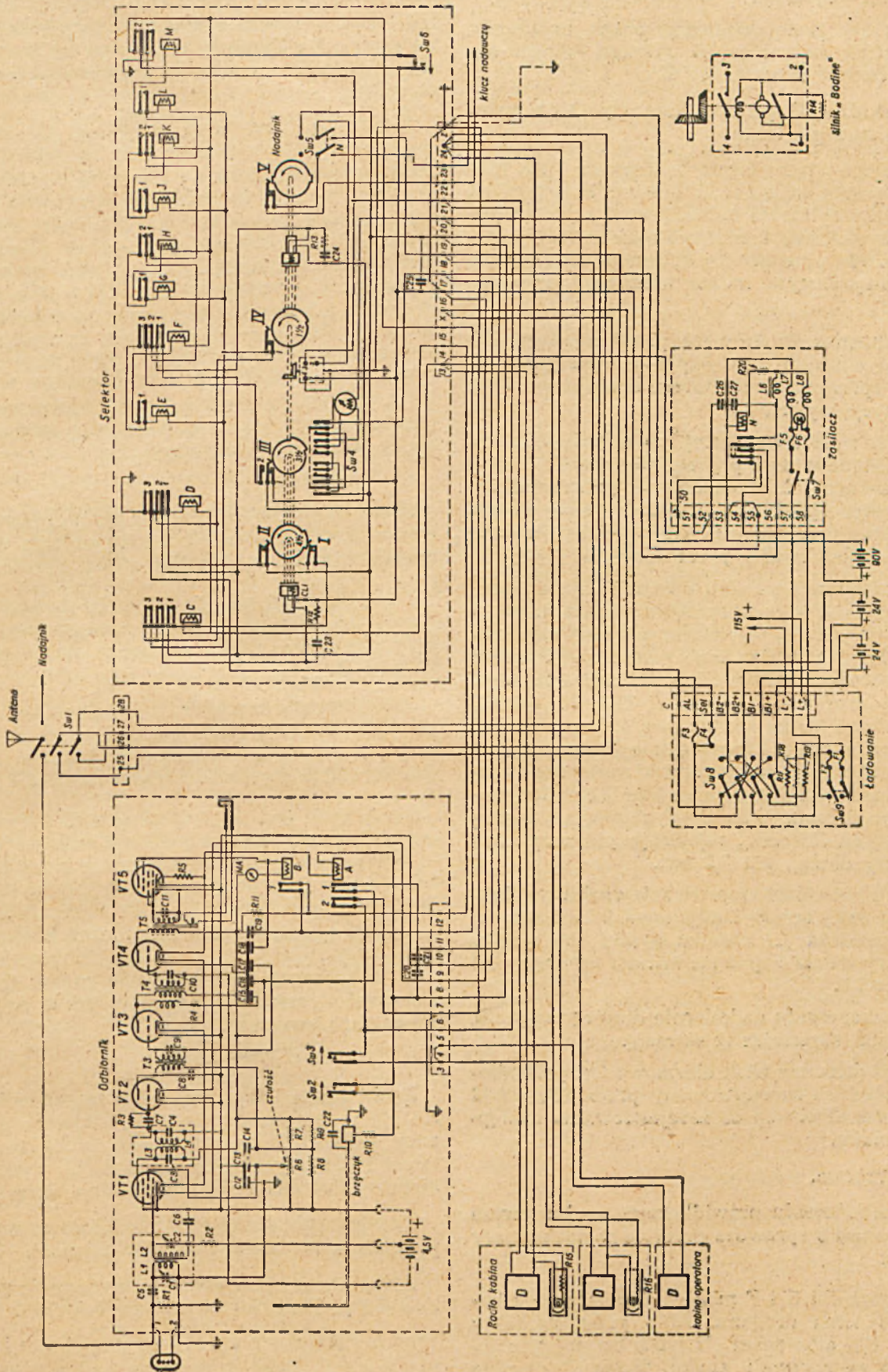
Potencjometr R6, umieszczony w obwodzie ekranu wzmacniacza wielkiej częstotliwości, umożliwia regulację czułości zależnie od poziomu zakłóceń.

2.3. SELEKTOR. 2.3.1. Zasada konstrukcji. Czasomierze selektora pracują na zasadzie mechanicznej, opisanej w p. 1.4.5. Licznikiem jest zespół przełączników EF, GH, IK, LM.

Tarcze kontaktowe napędzane są poprzez sprzęgła CL1 i CL2 silnikiem „Bodine”. Silnik ten zaopatrzone jest w elektryczny regulator obrotów. Przy zbyt dużej ilości obrotów, siła odśrodkowa rozwiera parę kontaktów regulacyjnych, przez co w szereg z twornikiem zostaje włączony opór zmniejszający obroty. W ten sposób utrzymana jest stała ilość obrotów 1800 obr./min.

Sprzęgła napędzane są poprzez przekładnię z szybkością 6 obr./min. Sprzęgło CL1 włącza tarcze kontaktowe czasomierza 1 i 2, które mechanicznie stanowią jedną całość. Sprzęgło CL2 włącza tarczę kontaktową czasomierza 3 oraz tarczę kontaktową nadawczą.

2.3.2. Działanie obwodów selektora. Praca poszczególnych obwodów selektora przedstawia się następująco:



Rys. 6. Autoalarm systemu Mackay.

## a) Pierwszy znak.

Przyjęty przez odbiornik znak uruchamia przełącznik sygnałowy B, którego kotwica zamyka obwód przełącznika C.

Przełącznik C, poprzez kontakty D2, zamyka obwód sprężła CL1.

Sprężło włącza tarcze kontaktowe 1 i 2, które zaczynają się obracać, mierząc czas trwania sygnału. Gdy tarcza kontaktowa 1 zejdzie z pozycji wyjściowej, kontakty I rozwierają wprawdzie obwód przełącznika C, lecz przełącznik ten wcześniej chwyta minus własnymi kontaktami 1.

Jeżeli znak skończy się przed upływem 3,5 sek., przełączniki B i C odpadają, sprężło puszcza, a sprężyna zrzuca tarcze kontaktowe 1 i 2 na pozycję wyjściową.

Jeżeli znak trwa dłużej, po upływie 3,5 sek. tarcza kontaktowa 1 poprzez kontakty III-2 włącza przełącznik E. Przełącznik ten przez zamknięcie swoich sprężyn 1, włącza w swój obwód szeregowo przełącznik F, który jednak nie działa, gdyż jest zwarty przez sprężyny III-2.

Po zakończeniu znaku krótszego niż 4,5 sek., przełącznik B odpada, sprężło puszcza, tarcza 1 wraca na pozycję wyjściową, rozwierając kontakty III-2. Wskutek tego przełącznik F działa szeregowo z E. Przełącznik F włącza sprężło CL2 w obwód: — 24 V, III-1, CL2, F1, +24 V. CL2 włącza tarczę kontaktową 3 rozpoczynając mierzyć przerwę. Równocześnie F włącza przełącznik G przygotowując obwód następnego znaku z kontaktu III-2, poprzez F2 i H2. W ten sposób para przełączników E—F, stanowiąca pierwszy stopień licznika, rejestruje pierwszy znak trwający dłużej, niż 3,5 sek.

Jeżeli natomiast czas trwania znaku przekroczy 4,5 sek., tarcza kontaktowa 2 działa i poprzez kontakty II zamyka obwód przełącznika D, który działa zapalając światła ostrzegawcze poprzez D3.

po zakończeniu nadmiernie długiego sygnału, D odpada, skreślając rejestrację.

Jeżeli pierwszy znak alarmowy był prawidłowy, został on zarejestrowany przez EF, zaś G przygotował obwód do zarejestrowania następnego znaku.

## b) Przerwa.

Po zakończeniu prawidłowego znaku tarcza kontaktowa 3 sprawdza przerwę w następujący sposób:

Przełączniki E i F mogą być połączone z baterią dwiema drogami. Albo przez kontakty IV-1 i D2, albo przez C3 i D2. Po upływie 1,5 sek. po zakończeniu znaku, tarcza 3 otwiera kontakty IV-1. Jeżeli następny znak nie rozpo-

czął się, kontakt C3 jest również otwarty. Wskutek tego obwody wszystkich przełączników włącznie z E i F zostają przerwane i w ten sposób poprzednio dokonana rejestracja zostaje skreślona.

Jeżeli natomiast znak rozpoczął się przed otwarciem IV-1, kontakty C3 są zamknięte i obwód przełączników E i F pozostaje zamknięty, czyli rejestracja pozostaje utrzymana. Początek znaku włącza tarcza 1 i 2, które rozpoczynają się obracać tak samo, jak w wypadku pierwszego odebranego znaku. Jeżeli znak ten skończy się w czasie między 1½ a 3½ sek., obwód E i F zostaje przerwany, a rejestracja w ten sposób skreślona. Należy zauważyć, że w przerwie, tj. przed 1,5 sek. może zjawić się sygnał niepożądany. W tym wypadku tarcze 1 i 2 wracają na pozycję wyjściową po zakończeniu każdego znaku zakłócającego, nie skreślając poprzedniej rejestracji.

## c) Drugi znak.

Jeżeli drugi znak rozpocznie się po prawidłowej przerwie, tarcze 1 i 2 rozpoczynają obrót analogicznie, jak w wypadku znaku pierwszego.

Po upływie 3,5 sek., kontakty III-2 zamykają obwód przełącznika G w ten sam sposób, jak przy pierwszym znaku zamknęły obwód przełącznika E.

Równocześnie kontakty III-1 wyłączają sprężło CL2, wskutek czego tarcza 3 wraca na pozycję wyjściową, utrzymując poprzez IV-1 obwód zamknięty przełączników licznika E i F.

Jeżeli znak jest zbyt długi (ponad 4,5 sek.), tarcza 2 skreśla rejestrację. Jeżeli znak jest prawidłowy, zostaje on zarejestrowany przez przełączniki G i H, podobnie jak pierwszy znak rejestrowały przełączniki E i F. Przełączniki G i H tworzą więc drugi stopień licznika.

Po zakończeniu prawidłowego znaku, tarcza 3 sprawdza przerwę analogicznie, jak w wypadku znaku pierwszego.

## d) Trzeci i czwarty znak.

Znaki trzeci i czwarty, jeżeli są prawidłowe zostają w ten sam sposób zarejestrowane przez pary przełączników J-K i L-M, które tworzą trzeci i czwarty stopień licznika. W wypadku nieprawidłowości rejestracja zostaje skreślona.

Po odebraniu czwartego prawidłowego znaku, przełącznik M działa, włączając dzwonki.

Alarm może być wyłączony przez przerwanie obwodu przełącznika M przyciskiem Sw6.

2.3.3. N a d a w a n i e s y g n a ł u a l a r m o w e g o. Selektor wyposażony jest w tarczę kontaktową nadawczą K4, która służy do nada-



wania sygnału alarmowego przez zwieranie sprężyn V. Do uruchomienia urządzenia nadawczego służy przełącznik Sw5, który załącza silnik z pominięciem wyłącznika głównego Sw1, pozostawiając w ten sposób antenę połączoną z nadajnikiem. Drugi kontakt przełącznika Sw5 łączy kontakty V-1 z kluczem nadawczym.

2.4. **Zasilanie.** Do zasilania aparatury potrzebne są następujące źródła:

a) Akumulator 24V, 60 Ah. Akumulator ten dostarcza napięcia żarzenia, uruchamia silnik, sprzęgła oraz przełączniki selektora, dzwonki alarmowe i światła ostrzegawcze. Normalny prąd wyładowania wynosi 1,4 Amp.

Autoalarm powinien być wyposażony w dwa akumulatory, pracujące na zmianę.

Przełącznik Sw8 włącza akumulatory w ten sposób, że odwraca prąd wyładowania. Urządzenie to ma na celu równomierne zużywanie kontaktów regulatora szybkości w silniku.

Do ładowania akumulatorów służą — oporniki wbudowane w aparaturę i chłodzone wentylatorem. Prąd ładowania wynosi 1,7 Amp.

b) Napięcie sieci 115 V pr. stałego. Napięcie to służy do zasilania obwodów anodowych odbiornika oraz do ładowania akumulatorów. Napięcie sieci odprowadzane jest do odbiornika poprzez filtr 103A. Prąd pobierany przez odbiornik wynosi 12 — 25 mA.

c) Bateria anodowa sucha 90 V.

Bateria ta stanowi rezerwę. W wypadku, gdy napięcie sieci spadnie poniżej 70 V, przełącznik N przełącza odbiornik z sieci na baterię rezerwową, zapalając równocześnie światła ostrzegawcze.

d) Bateria sucha 4,5 V.

Bateria ta umieszczona na chassis odbiornika, daje ujemne napięcia na siatki lamp odbiornika.

2.5. **SPRAWDZANIE AUTOALARMU.** Do sprawdzania działania autoalarmu służy brzęczyk, woltomierz i miliamperomierz.

a) Brzęczyk służy do sprawdzania autoalarmu sygnałem miejscowym w sposób opisany w p. 1.6.2.

b) Woltomierz służy do pomiaru napięć zasilających sieci, wzgl. baterii anodowej, oraz akumulatora.

c) Miliamperomierz włączony jest w obwód anodowy lampy wyjściowej odbiornika szeregowo z przełącznikiem B. Przełącznik ten powinien działać przy prądzie anodowym około 5 mA.

2.6. **ALARM USZKODZEŃ.** Dzwonki alarmowe zostają uruchomione w wypadku następujących uszkodzeń:

- a) Przepalenie lampy.
- b) Otwarty obwód żarzenia.
- c) Przepalony bezpiecznik selektora lub otwarty obwód akumulatora.
- d) Obniżone napięcie akumulatora.
- e) Zwarcie do ziemi w obwodzie dzwonka.

W wypadkach powyższych dzwonki alarmowe zostają włączone przez przełącznik A.

f) Jeżeli silnik selektora stanie lub biegnie zbyt wolno, specjalne kontakty na silniku włączają dzwonki.

g) Jeżeli napięcie sieci spadnie poniżej 70 V przełącznik N załącza baterię anodową, włączając równocześnie światła ostrzegawcze. W tym wypadku alarm dźwiękowy nie zostaje włączony.

Alarm uszkodzeń można wyłączyć jedynie przez usunięcie uszkodzenia lub całkowite wyłączenie aparatury. Daje to możliwość sprawdzenia, czy alarm spowodowany jest uszkodzeniem, czy też odebraniem sygnału alarmowego, gdyż w wypadku sygnału alarmowego dzwonki i światła można wyłączyć przełącznikiem Sw6.

Jeżeli alarm powstał wskutek przyjęcia sygnału alarmowego, radiooperator powinien natychmiast włączyć swój odbiornik radiokomunikacyjny i nawiązać łączność ze statkiem wołającym.

### 3. AUTOALARM SYSTEMU RMCA

3.1. **ZASADY KONSTRUKCJI.** Autoalarm systemu RMCA składa się z odbiornika superheterodynowego, selektora elektrycznego, urządzeń alarmowych, obwodów alarmu uszkodzeń oraz obwodu ładowania akumulatora.

Schemat autoalarmu RMCA Mod. 8600 przedstawia rys. 7.

Odbiornik oraz lampy selektora zasilane są z sieci 110V prądu stałego. Przełączniki selektora oraz obwody alarmowe zasilane są z akumulatora 6V. Wbudowany w aparaturę obwód ładowania jest tak dobrany, że jedna godzina ładowania pozwala na trzy godziny pracy.

W obwodzie siatki lampy regulacyjnej V9 znajduje się bateria sucha 9V.

#### 3.2. ODBIORNIK

Odbiornikiem jest superheterodyna o dwóch stopniach wzmocnienia częstotliwości pośredniej 1100 kc/s. Wymagana szerokość odbieranej wstęgi: 487,5 do 512,5 kc/s zapewniona jest przez ponadkrytyczne sprzężenie obwodów. Sygnał wyprostowany na diodzie V4 zostaje przyłożony na siatkę lampy wyjściowej V5 z takim znakiem, że osłabia jej prąd anodowy.



Wskutek zmniejszenia prądu anodowego odpada kotwica przełącznika sygnałowego. W ten sposób przełącznik sygnałowy RR powtarza ruchy klucza po stronie nadawczej.

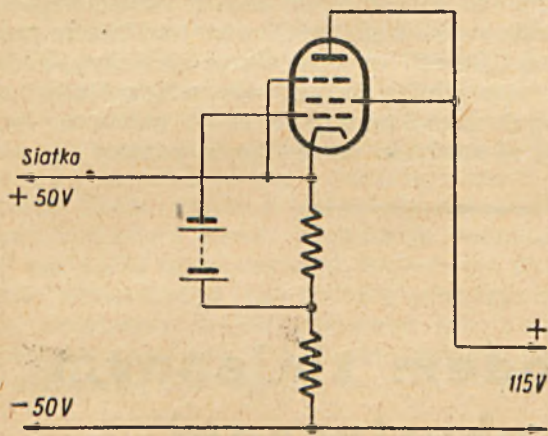
**3.3. SELEKTOR.** Czasomierze selektora tworzą lampy V6, V7 i V8 wraz z przełącznikami RS1, RS2 i RS3. Czasomierze pracują na zasadzie elektrycznej opisanej w p. 1. 4. 6. Do każdej lampy czasomierza przynależy jeden przełącznik selektora RS.

Licznik jest typu telefonicznego jak opisany w p. 1. 4. 7. Prócz tego w skład selektora wchodzi przełącznik pomocniczy RA oraz lampa regulacyjna V9.

Napięcie ładowania siatek pobierane jest z oporu katodowego lampy V9 pracującej jako regulator napięcia w układzie jak na rys. 8.

Obwody poszczególnych czasomierzy pracują w następujący sposób:

Przyjęty przez odbiornik znak telegraficzny zmniejsza prąd anodowy lampy V5, wskutek czego przełącznik sygnałowy RR odpada, załączając dodatkowo napięcie na siatkę lampy V6, która wraz z przełącznikiem RS1 tworzy czasomierz 1.



Rys. 8. Regulator napięcia ładowającego.

Jeżeli znak skończy się przed upływem 3,5 sek., przełącznik RR chwyta, przez co obwód siatki zostaje zwarty i przełącznik RS1 nie zadziała. Jeżeli znak trwa dłużej, po czasie 3,5 sek. działa przełącznik RS1 załączając napięcie zasilające 6,3 V na cewkę rejestrującą licznika, oraz na przełącznik pomocniczy RA. Licznik rejestruje znak i włącza światła ostrzegawcze, zaś przełącznik pomocniczy włącza napięcie dodatkowe na siatkę lampy czasomierza 2, tj. na V6. Czasomierz 2 działa po upływie 4,5 sek. licząc od początku znaku. Jeżeli znak skończy się wcześniej, RR, RS1 odpadają, a za RS1 odpada RA zwierając siatkę czasomierza 2, wskutek czego rejestracja zostaje utrzymana. Jeżeli znak trwa dłużej, niż 4,5 sek., przełącznik RS2 działa,

włączając napięcie 6,3 V na cewkę skreślającą. Gdy sygnał skończy się, cewka skreślająca zrzuci licznik na pozycję wyjściową (0). Gdy licznik wróci na pozycję 0, obwód cewki skreślającej zostaje przerwany przez parę sprężyn pomocniczych licznika, a—b. W ten sposób zostają wybrane prawidłowe znaki alarmowe o czasie trwania 3,5 do 4,5 sek. W wypadku zaablokowania przełącznika sygnałowego RR wskutek zakłóceń, licznik pozostaje na pozycji 1 utrzymując zamknięty obwód światła ostrzegawczych.

Funkcje czasomierza 3 sprawdzającego przerwy pełni lampa V8 wraz z przełącznikiem selektora RS3. Sprawdzanie przerw odbywa się przez pomiar czasu jednego „okresu“, tj. przerwy plus znak; czas ten nie powinien przekraczać około 5 sek. Pomiar odbywa się w sposób następujący: gdy nie ma sygnału, lampa V8 otrzymuje napięcie dodatnie na siatkę poprzez kontakt spoczynkowy przełącznika pomocniczego RA. Jednak, gdy licznik znajduje się w pozycji 0, prąd anodowy nie płynie, gdyż obwód katody V8 jest przerwany przez parę kontaktów pomocniczych licznika, c—d. Obwód ten zamyka się dopiero wtedy, gdy sygnał trwający dłużej niż 3,5 sek. przerzuci licznik na pozycję 1. Jeżeli sygnał ten skończy się przed 4,5 sek., przełącznik RA zamyka kompletny tym razem obwód ładowania czasomierza 3, którego opóźnienie wynosi 5 sek. Jeżeli przed upływem tego czasu odbiornik przyjmie prawidłowy znak, poprzedzony prawidłową przerwą, przełącznik RS1, a za nim RA zadziała rozładowując siatkę V8 a licznik przejdzie na wyższą pozycję. Jeżeli znak ten jest zbyt długi, zadziała RS2 i skreśli poprzednią rejestrację. Jeżeli natomiast znak jest prawidłowy, lecz przerwa zbyt długa — RS3 działa i analogicznie jak RS2 zamyka obwód cewki skreślającej, zrzucając licznik na zero.

Gdy po czterech prawidłowych znakach i przerwach licznik dojdzie na pozycję 4, wówczas po zakończeniu czwartego znaku, przez kontakt 4 na liczniku zamyka się obwód przełącznika dzwonekowego RB, który włącza dzwonek, wywołując alarm.

Jeżeli przypadkowo licznik przejdzie zbyt daleko, na pozycji 5 zamyka się obwód cewki skreślającej, która zrzuci licznik na zero.

Uruchomiony w wyżej opisany sposób alarm można wyłączyć specjalnym przyciskiem kasującym („Reset“), który zamyka obwód cewki skreślającej zrzucając licznik na zero.

**3.4. SFRAWDZANIE AUTOALARMU.** Do sprawdzania aparatury służy brzęczyk oraz woltomierz i miliamperomierz, zaopatrzone w odpowiednie przełączniki.

1. Brzęczyk służy do sprawdzania działania urządzenia w sposób opisany w p. 1. 6. 2.

2. Woltomierz zaopatrzony jest w przełącznik umożliwiający pomiar następujących napięć:

- pozycja 1. Napięcie ładowania siatek — 52V.  
 „ 2. Ujemne napięcie siatek lamp V6 i V7 — 29V.  
 „ 3. Ujemne napięcie siatek lampy V8 — 29V.  
 „ 4. Napięcie żarzenia lamp — 60V.  
 „ 5. Napięcie sieci — 110V.

3. Miliamperomierz w poszczególnych pozycjach przełącznika mierzy następujące prądy:

- pozycja 1. RS1 działa przy ok. 4 mA (3,5 sek)  
 „ 2. RS2 działa przy ok. 6,5 mA (4,5 sek)  
 „ 3. RS3 działa przy ok. 6,5 mA (5,0 sek)  
 „ 4. Prąd anodowy lampy końcowej odbiornika (przełącznik RR). Bez sygnału prąd ten wynosi około 9 mA. Zakłócenia atmosferyczne i sieci nie powinny obniżyć prądu więcej niż o około 1 mA. W obecności sygnału prąd spada, niezadko do zera.

3.5. ALARM USZKODZEŃ. Alarm uszkodzeń działa w następujących wypadkach:

3.5.1. Przepalenie lampy lub bezpiecznika. Prąd żarzenia lamp płynie przez przełącznik RT, którego sprężyny

również włączają baterię siatkową regulatora napięcia V9. Przepalenie lampy lub bezpiecznika przerywa obwód przełącznika RT, a wówczas jego sprężyny spoczynkowe zamykają obwód dzwonek, wywołując alarm

3.5. 2. Napięcie akumulatora. 6.3V. Na napięcie akumulatora załączony jest przełącznik RBt. Jeżeli wskutek wyładowania lub tp. napięcie akumulatora spadnie do około 4,5V, przełącznik ten odpada zamykając obwód dzwonek, które działają pomimo obniżonego napięcia zasilającego.

3.5. 3. Napięcie 110 V. Na napięciu 110V załączony jest dwustronny przełącznik RV. Jeżeli napięcie sieci spadnie do około 85V, lub wzrośnie ponad 120V, przełącznik RV działa i zwiera cewkę przełącznika RBt, który puszcza zamykając obwód dzwonek. Oczywiście przełącznik RV działa również w wypadku zupełnego braku napięcia sieci lub odwrócenia biegunów.

Alarm wywołany uszkodzeniem nie da się wyłączyć przyciskiem kasującym („Reset“), lecz konieczne jest usunięcie uszkodzenia, względnie wyłączenie aparatury. Daje to możliwość szybkiego rozróżnienia alarmu właściwego od alarmu uszkodzeń. Jeżeli więc naciśnięcie przycisku „Reset“ wykaże alarm właściwy, radiooperator winien natychmiast włączyć swój odbiornik radiokomunikacyjny i nawiązać łączność ze statkiem wzywającym pomocy.

INZ. WACŁAW ŻOCHOWSKI

## Pomiary liniowe prądem zmiennym, o częstotliwości akustycznej

(d. c. do str. 105 Nr 7 — 8 W. T.)

2.2. URZĄDZENIA SYMETRYZUJĄCE. Każde źródło prądu zmiennego posiada zaciski wyjściowe elektrycznie niesymetryczne względem ziemi t. j. zaciski te nie posiadają względem ziemi potencjałów równych co do wielkości i odwrotnych co do znaków. Niesymetria ta jest wywołana nierównością pojemności  $C_a$  i  $C_b$  (rys. 18) zacisków wyjściowych  $a$  i  $b$  źródła  $E$  prądu zmiennego względem ziemi. Spadek napięcia wywołany prądem i na po-

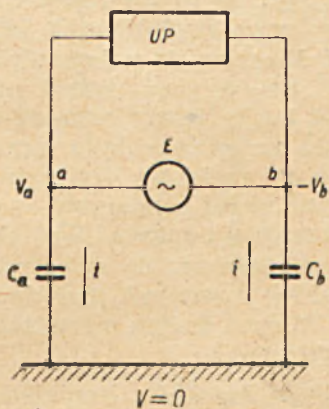
jemności  $C_a$  wynosi  $V_a = \frac{i}{\omega C_a}$  zaś na pojem-

ności  $C_b$  wynosi  $-V_b = \frac{i}{\omega C_b}$ . Jeżeli więc

pojemności  $C_a$  i  $C_b$  są sobie równe, to wówczas jest spełniony warunek:  $V_a = -V_b$  t. j. potencjały zacisków wyjściowych  $a$  i  $b$  źródła są sobie równe i posiadają znaki przeciwne. Źródło prądu zmiennego  $E$ , przyłączone do urządzenia pomiarowego UP, jest wówczas symetryczne względem ziemi. Ponieważ przyłączenie do pomiarowego urządzenia źródła prądu, którego zaciski wyjściowe są elektrycznie niesymetryczne względem ziemi, może stać się powodem powstawania błędów pomiaru, to, o ile układ pomiarowy nie zawiera urządzenia symetryzującego, niezależniającego układ od niesymetrii źródła i przewodów łączących, należy pomiędzy źródło prądu i układ pomiarowy włą-

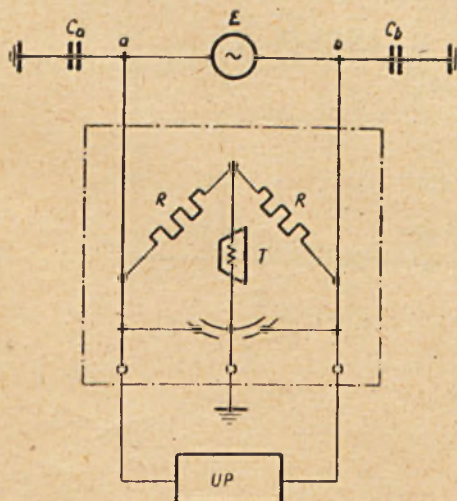
czyć oddzielne urządzenie symetryzujące, którego zadaniem polega na zrównywaniu pojemności  $C_a$  i  $C_b$  (rys. 18).

Urządzenie symetryzujące może być mostkowe lub transformatorowe. Urządzenie symetry-



Rys. 18. Wyjaśnienie niesymetrii źródła E prądu zmiennego względem ziemi.

zujące mostkowe firmy „Siemens - Halske“ uwidoczniła rys. 19. Składa się ono z dwóch równych oporów  $R$  po  $2500 \Omega$  każdy, oraz dwóch ramion utworzonych przez regulowany kondensator różnicowy. Kondensator ten reguluje się tak długo, aż w słuchawce  $T$  nastąpi minimum tonu. Jak widać z rys. 19 w stanie równowagi sumaryczne pojemności obydwóch zacisków wyjściowych  $a$  i  $b$  źródła  $E$  względem ziemi równają się sobie, wskutek czego potencjały tych zacisków są sobie równe i posiadają znaki odwrotne. Źródło prądu  $E$  jest wtedy zsynchronizowane względem ziemi. Urządzenie pomiarowe  $UP$  przyłącza się do mostka dopiero po wykonaniu symetryzacji, zaś podczas symetryzowania urządzenie to jest odłączone od mostka. Przed rozpoczęciem właściwego pomiaru należy słuchawkę  $T$  wyłączyć.

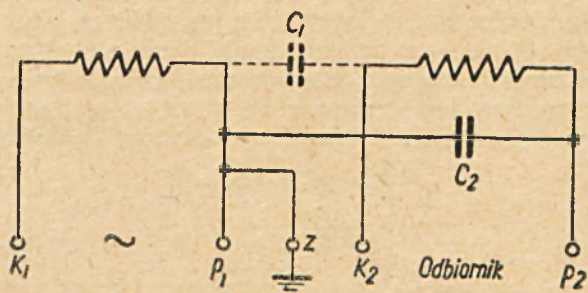


Rys. 19. Mostek symetryzujący.

Mostkiem tym można wyrównywać różnice pojemności względem ziemi, dochodzące do  $250 \text{ pF}$ .

Opisany powyżej mostek symetryzujący posiada tę wadę, że przy zmianie źródła prądu i przewodów łączących należy go równoważyć ponownie. Wady tej nie posiadają transformatory symetryzujące.

Zasadniczy schemat transformatora symetryzującego w wykonaniu firmy „Siemens-Halske“ jest pokazany na rys. 20. Jeżeli pierwotne uzwo-



Rys. 20. Schemat transformatora symetryzującego firmy „Siemens Halske“.

jenie zwykłego transformatora przyłączyć do niesymetrycznego względem ziemi źródła prądu, to okaże się, że przy równomiernym rozkładzie sprzężenia pomiędzy uzwojeniami zaciski wtórnego uzwojenia tego transformatora będą również niesymetryczne względem ziemi. W celu zsynchronizowania wtórnych zacisków względem ziemi stosuje się schemat pokazany na rys. 20, na którym przez  $p_1$  i  $k_1$  oznaczono początek i koniec pierwotnego uzwojenia, zaś przez  $p_2$  i  $k_2$  — początek i koniec wtórnego. Zacisk  $p_1$  pierwotnego uzwojenia jest uziemiony i w odniesieniu do tego zacisku (tj. do ziemi) symetryzuje się pojemności zacisków  $p_2$  i  $k_2$  wtórnego uzwojenia. Jeżeli pojemność  $C_1$  pomiędzy pierwotnym uzwojeniem a zaciskiem  $k_2$  wtórnego uzwojenia jest większa od pojemności pomiędzy pierwotnym uzwojeniem a zaciskiem  $p_2$  wtórnego, to, pozostawiając większą pojemność  $C_1$ , bez zmiany, należy zwiększyć tę drugą pojemność za pomocą dodatkowego kondensatora  $C_2$  tak, aby stała się ona równą pojemności  $C_1$ . Wartość dodatkowej pojemności  $C_2$  określa się za pomocą pomiaru. Tego rodzaju symetryzacja wymaga wysokiego oporu izolacji pomiędzy uzwojeniami transformatora, gdyż w przeciwnym razie symetryzacja za pomocą pojedynczego kondensatora jest niewykonalna i należy wtedy włączyć pewien dodatkowy opór, osiągając symetrię tylko przy pewnej określonej częstotliwości. Przy dobrej izolacji pomiędzy uzwojeniami można za pomocą pojedynczego kondensatora uzyskać symetrię niezależną od częstotliwości. Dokładność tej symetrii wynosi  $5 \text{ pF}$ .

W celu zmniejszenia zewnętrznego pola magnetycznego rdzenie tych transformatorów są wykonywane w postaci toroidalnej, co umożliwia ich umieszczanie blisko układu pomiarowego.

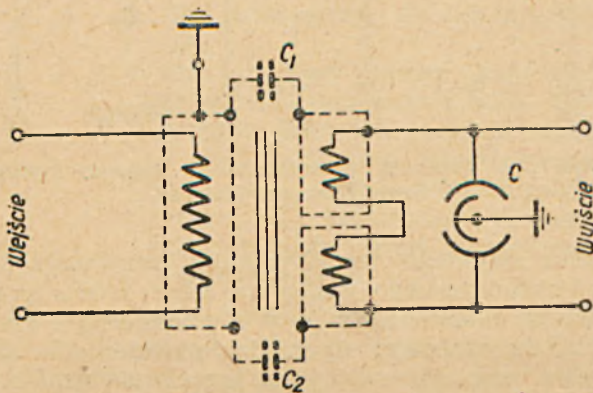
Obecnie zamiast zwykłych transformatorów symetryzujących stosuje się transformatory symetryzujące ekranowane z przekładnią uzwojeń 1:1. Schemat takiego transformatora uwidoczniła rys. 21. Wtórne uzwojenie składa się z dwóch jednakowych połówek, z których każda znajduje się w zamkniętej metalowej osłonie. Jedna osłona łączy się z początkiem, druga zaś osłona — z końcem znajdującej się w niej połówki uzwojenia. Pierwotne uzwojenie transformatora jest umieszczone w metalowej uziemionej osłonie. Dzięki ekranowaniu zostaje

wywołaną przewodami łączącymi i zaciskami, wyrównywa się w wytwórni z pomocą umieszczonego wewnątrz i niedostępnego z zewnątrz różnicowego kondensatora  $C$ . Zakres częstotliwości symetryzującego ekranowanego transformatora wynosi od 50 do 10000 c/s, zaś tłumienie jest przy częstotliwości 800 c/s wynosi 0,05 N. Niesymetria pojemnościowa względem ziemi na wyjściu transformatora jest mniejsza od 1 pF. Należy zwracać uwagę, aby źródło prądu zmiennego było przyłączone do właściwej pary zacisków, oznaczonej napisem „Wejście“, zaś układ pomiarowy — do pary zacisków, oznaczonej napisem „Wyjście“.

W razie ostatecznym do symetryzacji źródła może być użyty przenośnik pierścieniowy ekranowany, w którym środek pierwotnego uzwojenia jest uziemiony.

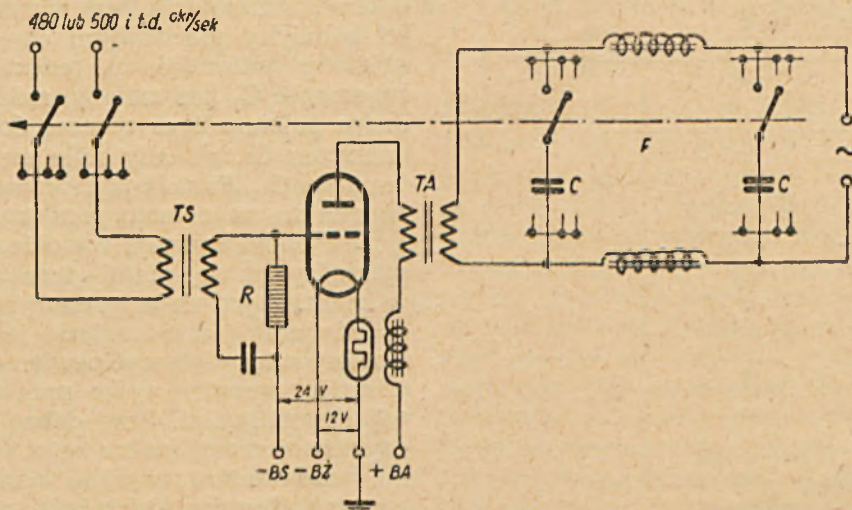
**2.3. WZMACNIACZE.** Przykładem takiego wzmacniacza służyć może wzmacniacz służący do wzmacniania zmiennego prądu brzęczyka stroikowego, uwidocznionego na rys. 9. Schemat tego wzmacniacza jest przedstawiony na rys. 22. Składa on się z lampy wzmacniającej typu OCK lub Ca, transformatora siatkowego TS, transformatora anodowego TA oraz filtra dławikowego F. Za pomocą czterech wyłączników (na rysunku pokazano tylko jeden z nich) każda z czterech częstotliwości pomiarowych może być doprowadzana do transformatora siatkowego TS. Przy włączeniu jednego z tych wyłączników zstają równocześnie włączone odpowiednie kondensatory  $C$  w filtrze dławikowym, służące do nastawiania częstotliwości granicznej filtra dławikowego tak, aby wychodzący pomiarowy prąd zmienny był dostatecznie wolny od wyższych harmonicznych.

Moc wyjściowa prądu zmiennego w tym wzmacniaczu wynosi 90 mW. Napięcie żarzenia wynosi 12 V, prąd żarzenia — 1,1 A, napięcie

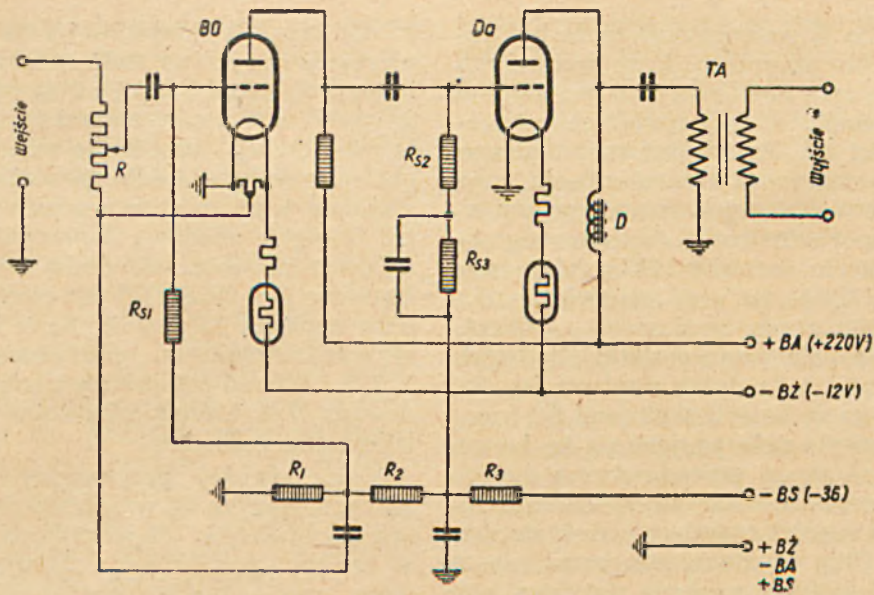


Rys. 21. Transformator symetryzujący ekranowany.

uniemożliwiony przepływ zakłócających prądów pojemnościowych przez uzwojenia transformatora, jak również osiągnięta symetria jest niezależna od częstotliwości i obciążenia. Wspomniana symetria wyraża się równością pojemności  $C_1$  i  $C_2$  (patrz rys. 21) pomiędzy osłonami wtórnego uzwojenia i osłoną pierwotnego uzwojenia, czyli pomiędzy końcami wtórnego uzwojenia a ziemią. Dodatkową niesymetrię,



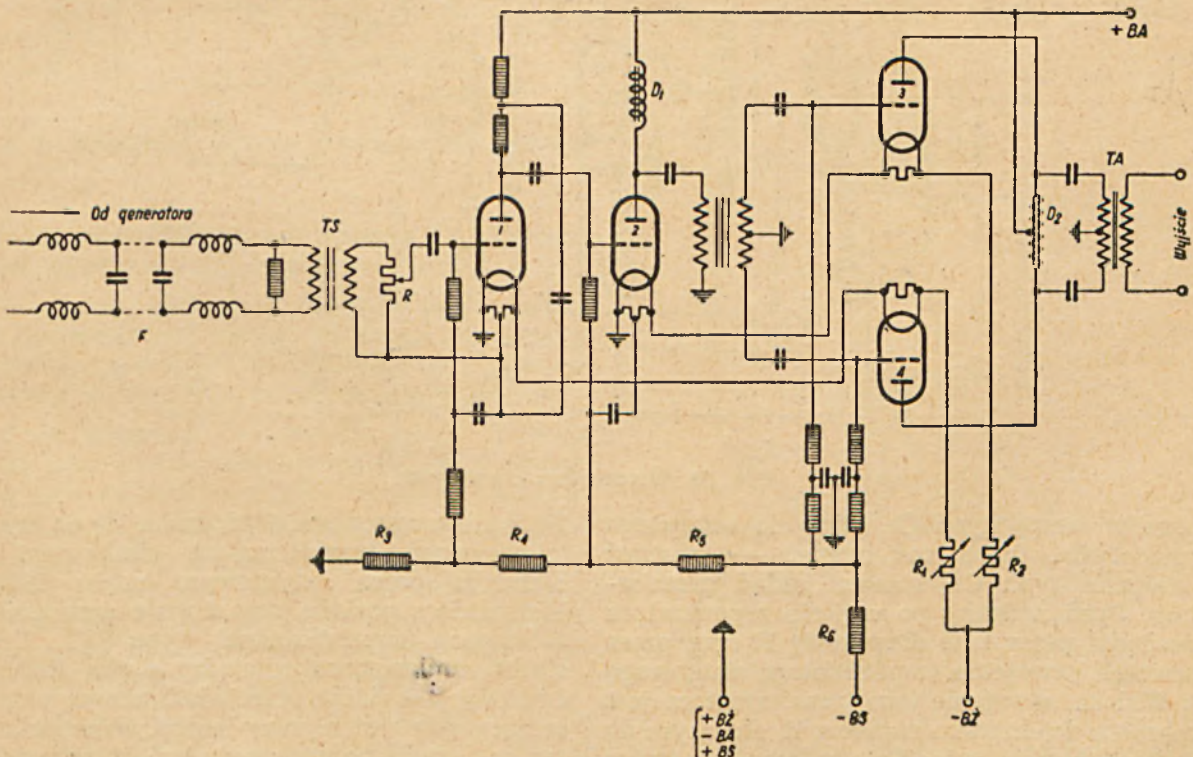
Rys. 22. Wzmacniacz do brzęczyka pomiarowego.



Rys. 23. Wzmacniacz mocy.

anodowe — 220 V oraz prąd anodowy — 25 mA. Siatka lampy wzmacniającej za pośrednictwem dużego oporu  $R$  łączy się z ujemnym biegunem baterii o napięciu 24 V, wskutek czego siatka w stosunku do ujemnego bieguna baterii z trzyma utrzymuje ujemne napięcie polaryzacji — 12 V. Opór wejściowy wzmacniacza przy częstotliwościach pomiarowych jest większy od 1000  $\Omega$ . Opór odbiornika dopasowanego wynosi 1300  $\Omega$ .

Do wzmacniacza częstotliwości akustycznych w zakresie od 30 do 10000 c/s, wytwarzanych przez generator dudnieniowy z rys. 7, służy tzw. wzmacniacz mocy, którego schemat wskazuje rys. 23. We wzmacniaczu tym pierwszy stopień wzmacnienia z lampą typu BO wzmacnia zmienne napięcie, zaś drugi (końcowy) stopień wzmacnienia z lampą typu Da wzmacnia moc prądu zmiennego. Obydwa stopnie wzmacnienia są sprzężone ze sobą oprowo. Za pomocą



Rys. 24. Wzmacniacz mocy.

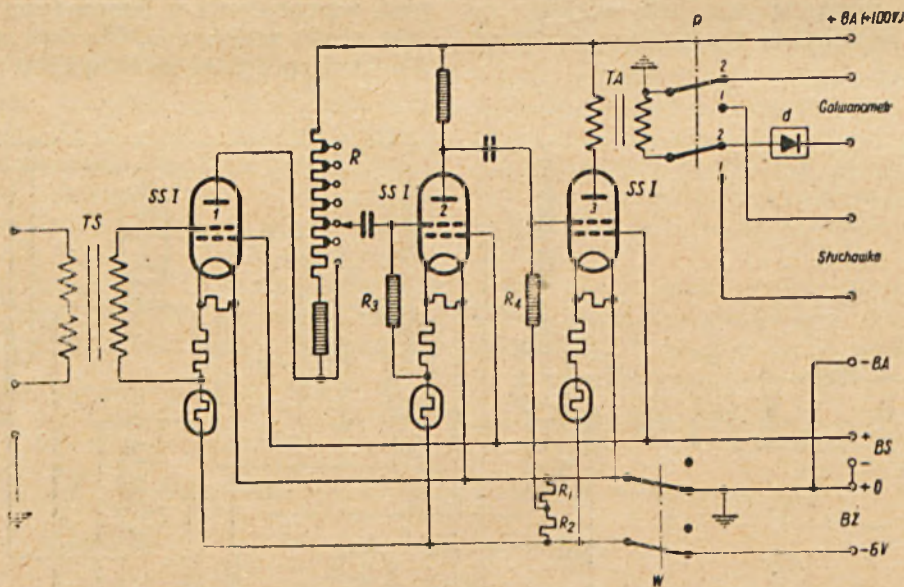
dzielnika napięcia  $R$  wzmocnienie może być regulowane w 12-tu stopniach. Przy zamknięciu wzmacniacza na opór  $600\Omega$  i dwunastym stopniu wzmocnienia uzyskuje się największe wzmocnienie o wartości 2N. Największa moc oddawana przez wzmacniacz bez zniekształcenia wynosi  $0,5W$ . Opór wejściowy wzmacniacza wynosi  $40000\Omega$ , zaś opór odbiornika dopasowanego —  $600\Omega$ . Przy napięciu żarzenia  $12V$  pobór prądu żarzenia wynosi  $2,2A$ , zaś przy napięciu anodowym  $220V$  pobór prądu anodowego —  $60mA$ . Ujemne napięcia polaryzujące siatki obydwóch lamp są pobierane z dzielnika napięcia  $R_1, R_2, R_3$ , przyłączonego do baterii siatkowej BS o napięciu  $36V$ . Napięcie polaryzujące siatkę lampy B0 doprowadza się za pośrednictwem dużego oporu  $R_{s1}$ , zaś napięcie polaryzujące siatkę lampy Da — za pośrednictwem dwóch dużych oporów  $R_{s2}$  i  $R_{s3}$ . Przy uruchamianiu wzmacniacza należy naprzód włączyć napięcie siatkowe, aby w ten sposób uniknąć uszkodzenia lampy końcowej Da.

Napięcie wytwarzane przez generator dźwiękowy z rys. 8 jest małe i musi ono być również wzmacniane za pomocą wzmacniacza mocy, uwidocznionego na rys. 24.

Wzmacniacz ten składa się z trzech stopni wzmocnienia, z których pierwsze dwa, zaopa-

źródła żarzenia o napięciu  $9V$  za pośrednictwem wyregulowanych na stałe oporów  $R_1$  i  $R_2$ . Równolegle do katod lamp 1 i 2 są włączone dzielniki napięcia z odgałęzieniem pośrodku. Dzielniki te umożliwiają uzyskanie minimum szumów, pochodzących ze źródła żarzenia. Umożliwiają to zasilanie wzmacniacza z prostownika sieciowego. Napięcie anodowe doprowadza się do lamp za pośrednictwem dławików  $D_1$  i  $D_2$ . Napięcie siatkowe  $36V$  źródła BS jest przyłożone do dzielnika napięcia  $R_3, R_4, R_5, R_6$ , z którego pobiera się ujemne napięcia, polaryzujące siatki lamp 1, 2, 3 i 4. Prąd pobiera się z transformatora anodowego TA, którego pierwotne uzwojenie jest uziemione pośrodku.

Prócz powyżej przytoczonych wzmacniaczy mocy, służących do wzmacniania mocy wyjściowej generatorów częstotliwości akustycznych, w technice pomiarowej stosuje się prócz tego tzw. wzmacniacze pomiarowe, służące do wzmacniania prądu w przekątnej dowolnego układu mostkowego. Wzmacniacze te w przypadku pomiaru dużego oporu pozornego, gdy natężenie tonu w słuchawce jest bardzo małe, umożliwiają wzmocnienie tego tonu i w związku z tym umożliwiają dokładne doprowadzenie układu mostkowego do stanu równowagi. Schemat takiego wzmacniacza uwidoczni rys. 25.



Rys. 25. Wzmacniacz pomiarowy.

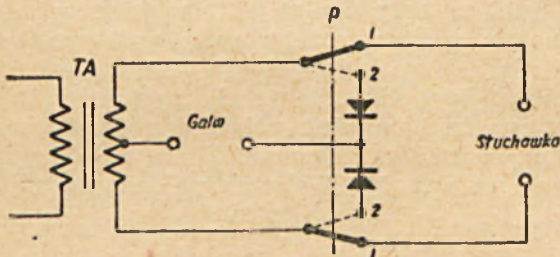
trzone w lampy typu Ce, służą do wstępnego wzmacniania, trzeci zaś stopień — również z lampami typu Ce, stanowi układ przeciwsobny. Prąd zmienny po wyjściu z generatora przechodzi przez filtr dławikowy F oraz przez pierwotne uzwojenie transformatora siatkowego TS. Wtórne uzwojenie tego transformatora jest zamknięte dzielnikiem napięcia  $R$ , służącym do regulacji wzmocnienia. Katody lamp 1 i 4 oraz 2 i 3 łączą się parami szeregowo i są zasilane ze

Napięcie wzmacniane doprowadza się do zsymetryzowanego transformatora siatkowego TS o dużym oporze wejściowym rzędu  $50000\Omega$ . Wzmacniacz posiada trzy stopnie wzmocnienia z lampami dwusiatkowymi typu SSI. Druga siatka, umieszczona pomiędzy siatką sterującą i katodą, jest siatką przeciwladunkową, zmniejszającą opór wewnętrzny lampy, wskutek czego ten sam prąd anodowy może być uzyskany przy mniejszym napięciu anodowym. Sprzężenie po-



między stopniami wzmocnienia jest oporowe, zaś do regulacji wzmocnienia służy dzielnik napięcia  $R$ . Napięcie źródła żarzenia BŻ jest przyłożone do dzielnika napięcia  $R_1, R_2$ , z którego pobiera się ujemne napięcie, polaryzujące siatkę sterującą lampy 3. Napięcie polaryzujące siatkę sterującą lampy 1 doprowadza się za pośrednictwem opornika żelazo-wodorowego i wtórnego uzwojenia transformatora siatkowego TS; napięcie polaryzujące siatkę sterującą lampy 2 doprowadza się również za pośrednictwem opornika żelazo-wodorowego i oporu  $R_3$ , zaś napięcie polaryzujące siatkę sterującą lampy 3 doprowadza się za pośrednictwem oporu  $R_4$ . Dodatni potencjał siatek przeciwadunkowych zostaje doprowadzony z dodatniego bieguna źródła siatkowego BS, którego ujemny biegun jest uziemiony. Wyłącznik  $W$  umożliwia włączanie i wyłączenie całkowitego zasilania wzmacniacza.

Wtórne uzwojenie transformatora anodowego TA łączy się z przełącznikiem  $P$ , który w pozycji 1 — 1 włącza słuchawkę, zaś w pozycji 2 — 2 włącza zewnętrzny galwanometr w szereg z prostownikiem stykowym  $d$ , prostującym jednopółkowo. Można zastosować również prostownik stykowy prostujący dwupółkowo w sposób pokazany na rys. 26. W tym celu



Rys. 26. Prostownik stykowy prostujący dwupółkowo.

wtórne uzwojenie transformatora TA powinno mieć wyprowadzony środek uzwojenia.

W stanie równowagi układu pomiarowego w słuchawce ma miejsce minimum tonu, natomiast po przestawieniu przełącznika  $P$  galwanometr winien wskazywać podziałkę zerową.

Przy włączeniu słuchawki aparat pracuje więc jako wzmacniacz, natomiast przy włączeniu galwanometru — jako wskaźnik napięcia.

W celu ochrony galwanometru przed uszkodzeniem należy za pomocą dzielnika napięcia  $R$  nastawić naprzód najmniejsze wzmocnienie, a następnie wzmocnienie to stopniowo zwiększać aż do uzyskania dostatecznie dużego wychylenia wskazówki galwanometru.

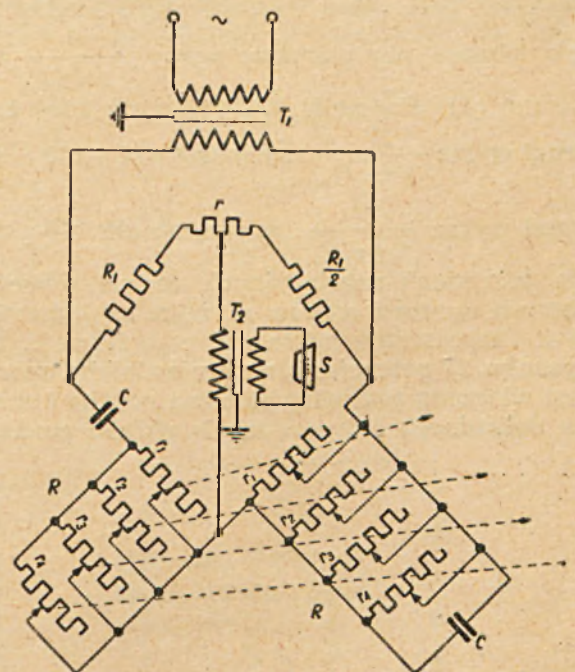
W rozpatrywanym wzmacniaczu pomiarowym prąd żarzenia przy napięciu 6V wynosi 1,7A, zaś prąd anodowy przy napięciu 100V, — 6mA. Naj-

mniej napięcie na wejściu wzmacniacza powodujące jeszcze wychylenie użytego galwanometru, wynosi 0,2mV.

2.4. MIERNIKI CZĘSTOTLIWOŚCI. Do pomiaru częstotliwości prądów zmiennych wytwarzanych przez generatory częstotliwości akustycznych, służyć mogą widełki stroikowe, jak również częstociomierz oraz mostkowy miernik częstotliwości.

Widełki stroikowe używa się przy sprawdzaniu częstotliwości źródeł prądu, wytwarzających pewną ściśle określoną częstotliwość akustyczną. W tym celu do zacisków wyjściowych źródła przyłącza się słuchawkę i równocześnie za pomocą uderzenia pobudza do drgań widełki. Następnie zmienia się częstotliwość źródła tak długo, aż wysokości tonów słuchawki i widełek zostaną zrównane. Na krótko przed uzyskaniem równości tonów powstają dudnienia, których przebieg jest tym powolniejszy, im bardziej zbliżamy się do równości porównywanych częstotliwości. Przy zupełnej zgodności tych ostatnich dudnienia zanikają zupełnie.

Częstociomierz składa się z pewnej liczby płaskich sprężyn o różnej częstotliwości drgań własnych. Sprężyny te są przymocowane do listwy, tworząc rodzaj grzebienia. Wspomniana listwa wraz ze sprężynami jest wstrząsana za pomocą elektromagnesu w takt częstotliwości prądu pomiarowego. Ta sprężyna, której częstotliwość drgań własnych jest zgodna z mierzoną częstotliwością, drga najsilniej. Jeżeli wartość mierzonej częstotliwości znajduje się pomiędzy częstotliwościami drgań własnych dwóch są-



Rys. 27. Zasadniczy schemat czterodekadowego mostkowego miernika częstotliwości w układzie Robinsona.

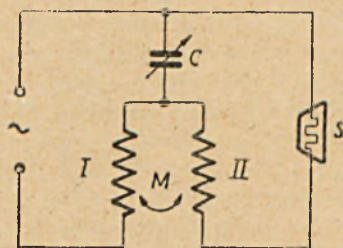
siednich sprężyn, to te dwie sprężyny zostaną wprawione w ruch drgający. Z wielkości amplitud drgań tych dwóch sprężyn można w przybliżeniu oszacować wartość mierzonej częstotliwości. Częstościomierz stosuje się do pomiaru niskich częstotliwości, zawartych w granicach od 25 do 100 c/s, a dla tarcz numerowych nawet poniżej 10 c/s.

Do pomiaru częstotliwości i dokładnego nastawiania źródeł prądu zmiennego na żądaną częstotliwość pomiarową służy m. stkowy miernik częstotliwości, którego schemat w układzie Robinsona uwidocznia rys. 27. W układzie tym w jednej gałęzi mostka pojemność C jest połączona szeregowo z opornikiem regulacyjnym R, w drugiej zaś gałęzi pojemność o tej samej wartości C jest połączona równoległe z drugim takim samym opornikiem regulacyjnym R. W celu uzyskania wygodnej regulacji każdy z dwóch oporów R jest utworzony z czterech gałęzi równoległych  $r_1, r_2, r_3$  i  $r_4$ . Na rys. 27 za pomocą kreskowanych strzałek zaznaczono, że regulacja tych równoległych oporów w obydwóch gałęziach mostku odbywa się równocześnie. Pomiar częstotliwości polega na takim wyregulowaniu oporów  $r_1, r_2, r_3$  i  $r_4$ , aby w słuchawce S nastąpiła cisza względnie minimum tonu. Jeżeli  $r_1, r_2, r_3$  i  $r_4$  oznaczają wartości tych oporów w stanie równowagi układu mostkowego, to mierzona częstotliwość  $f$  wyrazi się wówczas następującym wzorem:

$$f = \frac{1}{2 \pi R C} = \frac{1}{2 \pi C} \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} \right) \dots 2$$

Regulacja oporów  $r_1, r_2, r_3$  i  $r_4$  odbywa się skokami, przy czym wartości tych skoków są tak dobrane, aby pierwszy wyraz  $\frac{1}{2 \pi r_1 C}$  we wzorze 2) stanowił wielokrotność 1000 c/s, drugi wyraz  $\frac{1}{2 \pi r_2 C}$  wielokrotność 100 c/s, trzeci wyraz  $\frac{1}{2 \pi r_3 C}$  wielokrotność 10 c/s.

Na pokrętkach regulacyjnych można wówczas zamiast wartości oporów  $r_1, r_2, r_3$  i  $r_4$  odczytywać bezpośrednio mierzoną częstotliwość. Na rysunku 27 potencjometr  $r$  o niewielkim oporze jest włączony pomiędzy ramiona mostka i służy do dokładnego zrównoważenia układu mostko-



Rys. 28. Pomiar częstotliwości metoda Campbell'a.

wego, zwiększając ostrość uzyskiwanego minimum tonu.

Mostkowe mierniki częstotliwości w układzie Robinsona są wykonywane do mierzenia częstotliwości do 10.00 c/s, zaś osiągnięta dokładność pomiaru wynosi  $\pm (0,1\% + 1 \text{ c/s})$ .

Prócz powyżej przytoczonych metod pomiaru częstotliwości akustycznych wspomnieć jeszcze należy o dość prostej metodzie podanej przez Campbell'a, której zasadę uwidocznia rys. 28. Źródło prądu zmiennego zasila prądem pomiarowym regulowany kondensator C, połączony w szereg z wzajemną indukcyjnością M, której uzwojenie I znajduje się w obwodzie źródła, zaś uzwojenie II — w obwodzie słuchawki S. Pomiar częstotliwości polega na takim wyregulowaniu pojemności C, aby siła elektromotoryczna indukowana przez uzwojenie I w uzwojeniu II została skompensowana napięciem kondensatora C. W słuchawce S następuje wówczas zanik prądu, czyli minimum tonu. Mierzona częstotliwość  $f$  wyrazi się wówczas wzorem:

$$f = \frac{1}{2 \pi \sqrt{M C}} \dots 3$$

gdzie M jest współczynnikiem wzajemnej indukcji.

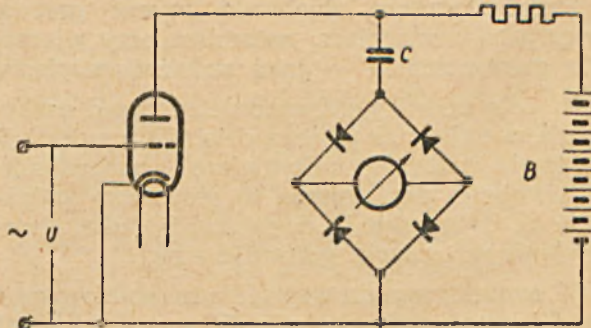
Najwygodniej jest stosować indukcyjność wzajemną o wartości  $M = 0 \text{ IH}$ .

Jeżeli się rozprządza jakimkolwiek wycechowanym źródłem prądu z regulowaną częstotliwością, jak np. pomiarowym generatorem lampowym, to w celu zmierzenia częstotliwości badanego źródła można połączyć go z wycechowanym źródłem i słuchawką S w sposób wskazany na rys. 29. Wskutek nakładania się na



Rys. 29. Pomiar częstotliwości metodą nakładania.

siebie dwóch częstotliwości w słuchawce S słycać dudnienia, stanowiące różnicę tych częstotliwości. Pomiar polega na takim wyregulowaniu częstotliwości wycechowanego źródła, aby nastąpił zupełny zanik dudnień. Wówczas czę-



Rys. 30. Schemat częstościomierza lampowego.

totliwość badanego źródła równa się częstotliwości, nastawionej na wycechowanym źródle.

Pomiar ten może być wykonany tylko w tym przypadku, gdy częstotliwości obydwóch źródeł nie zależą od obciążenia.

Obecnie są stosowane również częstotlicmiernice lampowe. Schemat takiego częstotlicmiernika uwidoczni rys. 30. Zmienne napięcie  $V$ , którego częstotliwość ma być zmierzona, doprowadza się do siatki lampy elektronowej, której punkt pracy jest tak wybrany, aby przy ujemnych półokresach zmiennego napięcia siatkowego lampka była zablokowana tj., aby prąd anodowy przez lampę nie przepływał. Wówczas następuje ładowanie ze źródła  $B$  kondensatora  $C$ , połączonego w szereg ze stykowym prostownikiem mostkowym, w którego przekątnej znajduje się wskazówkowy przyrząd prądu stałego (miliamperomierz). Przy dodatnich półokresach zmiennego napięcia siatkowego następuje wyładowanie

przez lampę kondensatora  $C$ . Ponieważ przy ładowaniu i wyładowaniu kondensatora przepływ prądu przez przyrząd wskazówkowy odbywa się w tym samym kierunku, to biorąc pod uwagę, że przy danym napięciu baterii  $B$  i danej pojemności kondensatora  $C$  średnie natężenie prądu, wskazywanego przez przyrząd, jest tym większe, im większa jest częstotliwość, można skalę przyrządu wycechować bezpośrednio w okresach na sekundę, umożliwiając bezpośrednio odczytywanie mierzonej częstotliwości.

Przez włączanie różnych kondensatorów można uzyskać wielozakresowe częstotlicmiernice lampowe.

Dokładność wskazań częstotlicmiernicy lampowych zawiera się w granicach  $2-3\%$  w stosunku do nominalnej wartości skali. W celu zwiększenia czułości tych częstotlicmiernicy na wejściu ich włącza się wielostopniowy wzmacniacz (d.c.n.)

STANISŁAW OLECHOWICZ

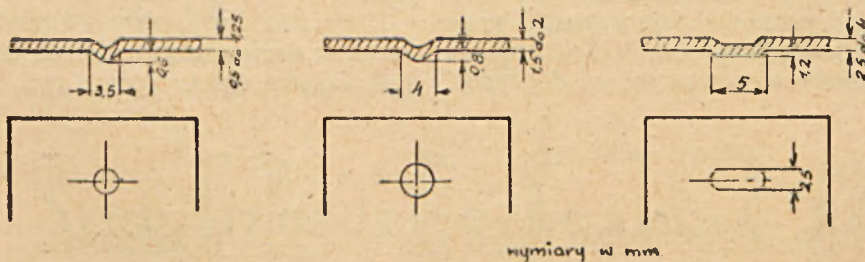
## Technika drobnych konstrukcji

(d. c. do str. 115 Nr 7—8 W. T. 1948)

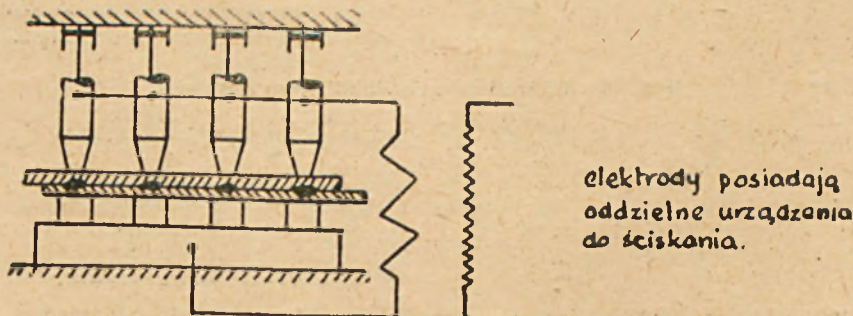
### 10.7. SPAWANIE PUNKTOWE BLACH Z WYTŁOCZONYMI PUNKTAMI.

Spawanie blach z wytłoczonymi punktami ma ostatnio coraz szersze zastosowanie, szczególnie tam, gdzie na wąskiej przestrzeni potrzeba mocno i czysto połączyć dwie części blaszane lub przy łączeniu blach o znacznej różnicy grubości. Blachy do spawania muszą być przed spawaniem odpowiednio przygotowane, a mianowicie przy tłoczeniu detali wytłacza się jednocześnie

wgłębienia (punkty) w miejscach, gdzie mają być punkty spawania. Przy spawaniu miejsca wytłoczone są jedynymi miejscami przejścia prądu spawającego. Spawanie to wykonuje się przy jednoczesnym silnym nacisku detali spawanych. Należy zwrócić przy tym sposobie szczególną uwagę na wykonanie wytłoczeń dokładnie równej wysokości oraz na czystość elektrod. Wysokość i średnica wytłoczeń zależy od grubości materiału spawanego, co widać na przykładach podanych na rys. 155.



Rys. 155. Przykłady wytłoczeń punktów.



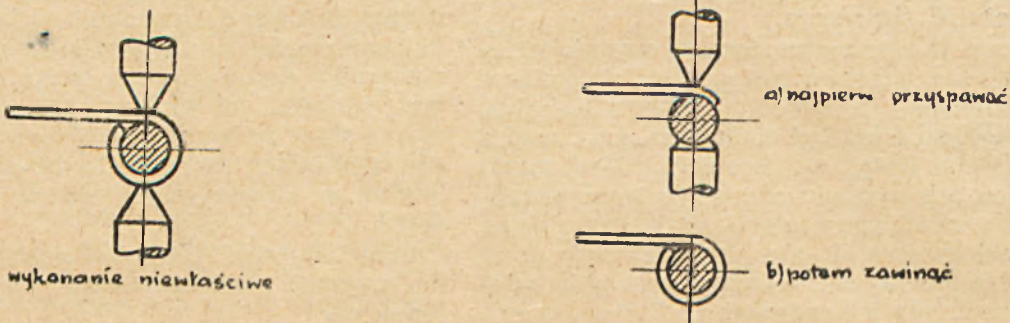
Rys. 156. Schemat spawania wielopunktowego.

elektrody posiadają oddzielne urządzenia do ściskania.

Schemat urządzenia do spawania wielopunktowego podaje rys. 156.

Różne przykłady przygotowania konstrukcji

o zupełnie gładkiej i czystej powierzchni, bez zendry i zanieczyszczeń i o łącznej grubości nie przekraczającej 2 mm. Spawanie z przerywa-



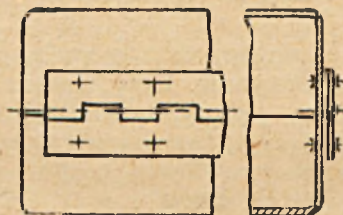
Rys. 157. Punktowe spawanie zawiasów.

do spawania punktowego przedstawione są na rysunkach od 157 do 163.

10.8. SPAWANIE ELEKTRYCZNE SZWOWE (PUNKTOWE CIĄGŁE).

Sposób spawania ciągłego jest zasadniczo spawaniem punktowym z punktami umieszczonymi bardzo blisko siebie. Wykonywanie takiego spawania zwykłymi elektrodami, szczególnie

niem prądu można wykonać dwoma sposobami: w pierwszym rolki posuwają się skokami, przy czym prąd przepływa tylko w momentach gdy są one nieruchome; w drugim rolki posuwają się ruchem ciągłym, a tylko prąd jest przerywany w równomiernych odstępach czasu. Ten drugi sposób jest obecnie najczęściej stosowany, jako umożliwiający większą szybkość spawania. Spawać tak można blachy do łącznej grubości 6 mm. Zamiast dwóch rolek używa się często jedną z elektrod jako stałą o kształcie odpowiednim do spawanych części. Przykłady spawania ciągłego pokazane są na rys. 164 i 165.



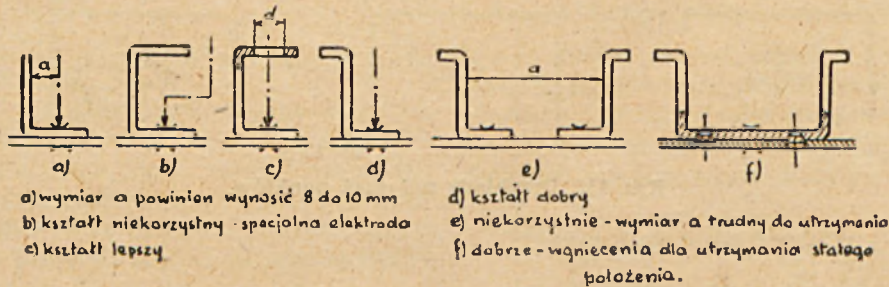
Rys. 158. Zawiasy przyspawane punktów do skrzynki blaszanej.

10.9. SPAWANIE DRUTÓW.

Ważnym zagadnieniem w przemyśle telekomunikacyjnym jest spawanie drutów, szczególnie w dziedzinie budowy lamp katodowych. Koniecznym jest tu łączenie materiałów o bardzo różnych temperaturach topienia. Najlepsze wyniki uzyskano przy spawaniu gazem przez stapianie.

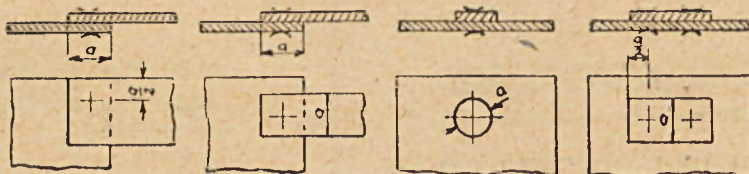
przy długich detalach jest bardzo uciążliwe. Dla ułatwienia stosuje się w takich wypadkach specjalne elektrody rolkowe. Rozróżnia się tu dwa rodzaje spawania: jeden bez przerywania prądu, drugi z przerywaniem. Sposób bez przerywania prądu można stosować tylko do blach

Przy produkcji termoelementów stosuje się również spawanie gazem, rys. 166 i 167, a czasem łukiem elektrycznym rys. 168.

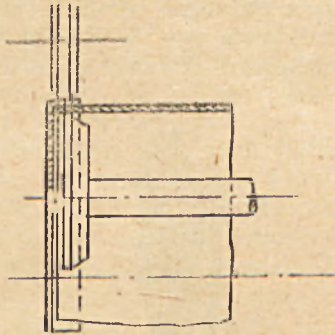


a) wymiar a powinien wynosić 8 do 10 mm  
 b) kształt niekorzystny - specjalna elektroda  
 c) kształt lepszy  
 d) kształt dobry  
 e) niekorzystnie - wymiar a trudny do utrzymania  
 f) dobrze - wgniecenia dla utrzymania stałego położenia.

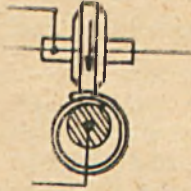
Rys. 159. Ukształtowanie detali krępowanych.



Rys. 160 i 161. Spawanie blach na zakładkę. Rys. 162 i 163. Wzmacnianie blach nakładkami.

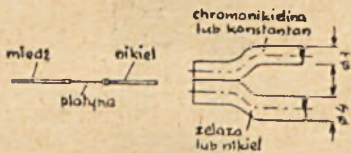


Rys. 164. Spawanie denka do blaszanego pudełka.

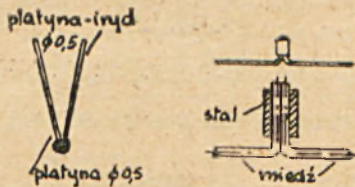


Rys. 165. Spawanie szwu rurki zwijanej z blachy.

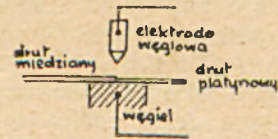
W celu zaoszczędzenia cyny, używanej w dużych ilościach do łączenia przewodów w schematach różnych aparatów elektrycznych, stosuje się spawanie łukiem elektrycznym przez



Rys 166 i 167. Połączenia drutów przez stapianie gazem.



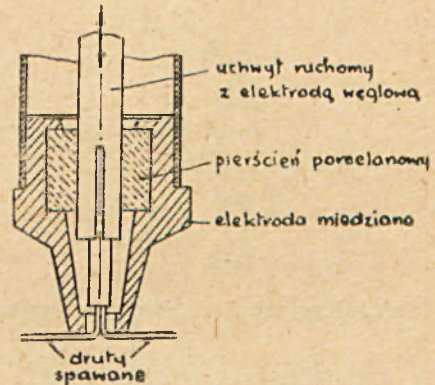
Rys. 168 i 169. Połączenia drutów spawane tukiem elektrycznym.



Rys. 170. Spawanie drutów.

stapianie ze wzmocnieniem mechanicznym tulejką żelazną (rys. 169, lub bez wzmocnienia rys. 170).

Najnowsze urządzenia do spawania przewodów przy produkcji masowej charakteryzują się specjalnym wykonaniem elektrod w postaci rurki miedzianej i pręta węglowego umieszczonego wewnątrz współśrodkowo z możliwością przesuwania go wzdłuż osi (rys. 171).



Rys. 171. Urządzenie do spawania drutów.

Przy spawaniu, końcami przewodów, które mają być ze sobą połączone, powoduje się zwarcie elektrod, a następnie, przez odsunięcie sprężyną pręta węglowego, powstanie łuku, stapiającego łączone końce. Niedogodnością tego sposobu jest konieczność podchodzenia z elektrodami tylko od góry, aby uniknąć trwałego zwarcia przez dostanie się wewnątrz rurki stopionych kropli metalu.

d. c. n.

## Stabilizator jarzeniowy\*)

### 1. WIADOMOŚCI PODSTAWOWE

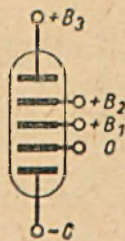
1.1. ZASADNICZE ZNACZENIE STABILIZATORA. W wielu dziedzinach techniki, gdzie zależy na utrzymaniu niezmienności napięcia, stosowano dawniej akumulatory lub baterie galwaniczne. Wszystkie bowiem zasilacze bezbateryjne wykazywały znane wady: zależność napięcia od obciążenia, wahania napięcia wtórnego przy zmianie napięcia sieciowego i duży opór wewnętrzny. Stabilizator natomiast ja-

rzeniowy jest urządzeniem takim, które z dowolnego źródła prądu, np. z prostownika sieciowego o dowolnie dużej oporności wewnętrznej lub z prądnicy, czyni źródło prądu stałego o napięciu niezmiennym. Stabilizator jarzeniowy łączy się podobnie jak baterię buforową, tj. między źródło prądu a odbiornik. Źródło prądu w ten sposób stabilizowane dostarcza napięcia wahającego się najwyżej o  $\pm 0,1$  do  $0,2\%$  przy wahaniami sieci o  $\pm 10\%$ , zmieniającego się tylko o kilka procent między pełnym obciążeniem a biegiem luzem i którego napięcia na poszczególnych sekcjach są praktycznie wzajemnie zupełnie niezależne (do

\*) Wg fabrycznej instrukcji (bez numeru) firmy Stabilovolt GmbH, Berlin SW 68.

0,02%). Zależność napięcie od temperatury jest niewielka: w pierwszych 30 minutach pracy napięcie spada o 1 do 2%. Tętnienie daje się oczywiście i przy źródle stabilizowanym dowolnie zmniejszyć przez zastosowanie filtrów, przy czym w pewnym stopniu filtrująco działa już sam stabilizator. W ten sposób, o ile nie chodzi o magazynowanie energii, stabilizator stwarza zasilanie sieciowe zupełnie równoważne baterijnemu. Źródło stabilizowane jest poza tym o tyle lepsze, że nie ma w nim różnicy między stanem naładowania a rozładowania.

1.2. BUDOWA. Stabilizator składa się z paru sekcji połączonych w szereg, w których odbywa się wyładowanie jarzeniowe.



Rys. 1. Zasadniczy schemat dzielnika jarzeniowego.

Rys. 1 przedstawia 4 sekcje; można jednak budować stabilizatory i o większej ilości sekcji. Prąd wyładowania płynie od elektrody  $+B_3$  do elektrody  $-C$  poprzez elektrody  $+B_2$ ,  $+B_1$  i  $0$ . Elektrody są żelazne, w niektórych typach ze specjalną powłoką. Lampa jest wypełniana gazem o ciśnieniu kilku cm słupa rtęci, mianowicie mieszaniną gazów szlachetnych. Rys. 2 przedstawia przekrój stabilizatora STV240/40.<sup>1)</sup>



Rys. 2. Przekrój stabilizatora STV280/40.

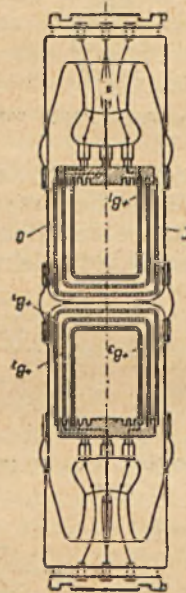
Elektrody mają kształt kubka osadzonego na płytce izolacyjnej. Elektroda wewnętrzna ma potencjał najwyższy. Elektrody w liczbie 5

<sup>1)</sup> Oznaczenie podaje przybliżone dane techniczne danego stabilizatora. Pierwsza liczba (280) oznacza napięcie między elektrodami zewnętrznymi w woltach, druga (40) — maksymalne obciążenie w mA sekcji o obciążalności najmniejszej.

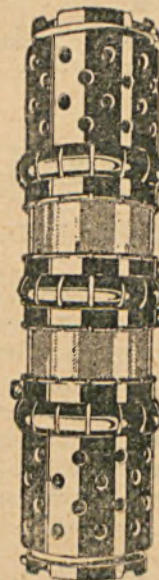
są połączone z nóżkami trzonka. Widok zewnętrzny przedstawia rys. 3. Rys. 4 i 5 przedstawiają stabilizator STV600/200/III.



Rys. 3. Widok zewnętrzny stabilizatora STV280/40.

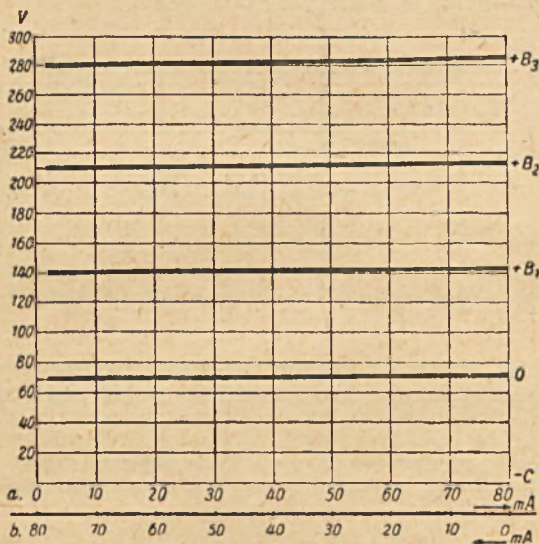


Rys. 4. Przekrój stabilizatora STV600/200/III.



Rys. 5. Widok zewnętrzny stabilizatora STV600/200,III.

Wyładowanie w sekcjach odbywa się następująco. Między dwiema elektrodami, które otrzymały pewien potencjał (napięcie zapłonowe, por. rys. 11,  $E + e_z$ ),<sup>2)</sup> elektrony swobodne, które się zawsze tam znajdują w pewnej ilości, nabierają szybkości takiej, że jonizują obojętne cząsteczki gazu przez rozbijanie ich na cząstki dodatnie i ujemne, które z kolei od przyłożonego napięcia doznają również przyspieszenia i jonizują ze swej strony dalsze cząsteczki gazu; cząstki dodatnie wywołują nowe elektrony z katody. Przebieg ten odbywa się lawinowo; wskutek tego przewodność sekcji ze wzrastającym prądem skrośnym rośnie szybko, tak że małe podwyższenie napięcia elektrod wystarczy, aby prąd wzrósł bardzo znacznie. Odpowiednią konstrukcją można osiągnąć, że napięcie między elektrodami jest praktycznie niezależne od przepływającego prądu (mniej więcej od 5 mA do maksymalnego prądu obciążenia sekcji). Tę właśnie własność wykorzystuje się w stabilizatorze do stabilizacji napięcia i do stałego jego podziału.



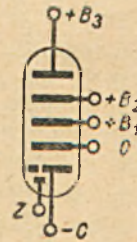
Rys. 6. Charakterystyki stabilizatora (skala a). Charakterystyki stabilizowanego źródła prądu (skala b).

Rys. 6 przedstawia charakterystykę takiego dzielnika jarzeniowego. Napięcie sekcji wzrasta nieznacznie ze wzrostem prądu.

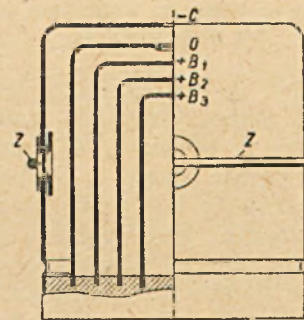
Rys. 7 i 8 przedstawiają stabilizator z zapłonem. Elektroda zapłonowa służy do zmniejszenia napięcia zapłonu sekcji O—C. Zapłon sekcji Z—C wywołujemy napięciem wysokim, np. 150 do 300 V, poprzez duży opór. Prąd wyładowania Z—C nie potrzebuje wynosić

<sup>2)</sup> Badać stabilizatora na przewodzenie prądu nie można w żadnym razie brzączyk em, omciemierzem, neonówką itd., lecz tylko źródłem prądu o dostatecznie dużym napięciu, poprzez odpowiedni opornik szeregowy (por. przykład 1).

więcej, niż jakieś 2 mA. Elektroda Z otacza elektrodę —C, która jest podziurkowana. Elektrony z sekcji Z—C dostają się przez dziurki do sekcji O—C i obniżają jej napięcie zapłonu.



Rys. 7. Zasadniczy schemat stabilizatora z elektrodą zapłonową.

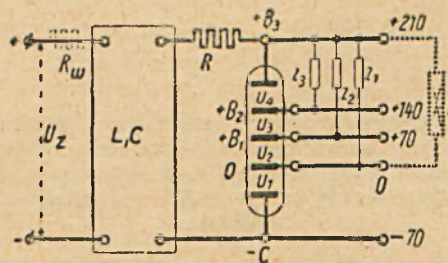


Rys. 8. Przekrój układu elektrod stabilizatora z elektrodą zapłonową.

Niezbędna nadwyżka napięcia zapłonu ( $C_z$  na rys. 11) wynosi bez elektrody zapłonowej 25 do 50 V, natomiast z elektrodą zapłonową nie przekracza 0,1 do 2 V. Bliższe szczegóły podano poniżej (dz. 1.3 i 1.4).

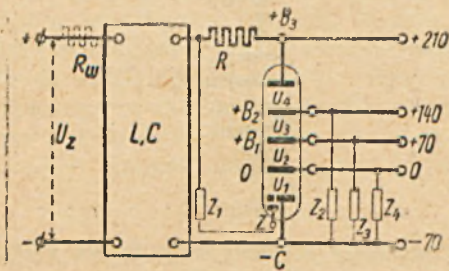
Wyraz „sekcja“ oznacza poniżej zawsze tylko sekcje robocze; sekcja zapłonowa jest omawiana wyraźnie jako taka.

1.3. DZIAŁANIE. Stabilizator jarzeniowy włącza się wg rys. 9, 10 i 13 podobnie jak baterię buforową, tj. równolegle do źródła prądu.



Rys. 9. Zasadniczy schemat stabilizowanego źródła prądu. Dzielnik jarzeniowy włącza się, na wzór baterii buforowej, między źródło prądu a odbiornik.  $U_z$  — napięcie zasilające;  $L, C$  — filtr;  $R_w$  — opór wewnętrzny źródła;  $R$  — opornik szeregowy;  $r$  — opór użytkowy;  $Z_1, Z_2, Z_3$  — wysokoomowe oporniki zapłonowe;  $V_1$  do  $V_4$  — napięcia dzielnika.

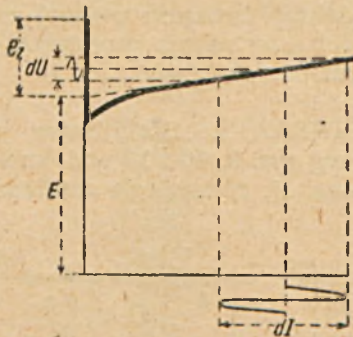
Odbiorniki załącza się do poszczególnych elektrod jako do punktów o napięciu niezmiennym. Przed włączeniem odbiorników w stabilizatorze płynie prąd  $I$ . Jeśli teraz włączyć, np. między elektrody  $+B_3$  a  $0$ , odbiornik  $r$  i jeśli po-



Rys. 10. Zasadniczy układ stabilizowanego źródła prądu ze stabilizatorem zapłonowym. Elektroda zapłonowa  $Z$  jest zasilana wysokim napięciem poprzez opornik zapłonowy  $Z_1$ .

biaera on prąd  $i$ , to prąd skrośny trzech sekcji zmniejszy się samoczynnie do wartości  $I-i$ . Jeśli obciążenie  $r$  odłączyć, to przez te trzy sekcje znów płynie prąd  $I$ . Stabilizator pobiera więc całkowity ten prąd, który nie płynie przez odbiorniki. Prąd pobierany ze źródła pozostaje mniej więcej niezmienny, o ile się tylko napięcie źródła nie zmienia. Stabilizator jest więc najbardziej obciążony wtedy, gdy nie ma wcale włączonego obciążenia, tzn., gdy biegnie on luzem.

1.4. SCHEMAT ZASTĘPCZY. Rys. 11 przedstawia charakterystykę sekcji wyładowczej. Abstrahując od części początkowej (zakresu zapłonu), można uważać tę charakterystykę w pierwszym przybliżeniu za prostoliniową.



Rys. 11. Charakterystyka wyładowcza. Krzywą dla wyrazistości, narysowano ze stromością zwiększoną.  $E$  to napięcie początkowe;  $E + e_z$  — napięcie zapłonu;  $dI$  — nałożony prąd zmienny;  $dU$  — nałożone napięcie zmienne.

Określonej oporności w potocznym tego słowa znaczeniu stabilizator nie ma, ponieważ ilość napięcia przez prąd ma dla każdej wartości prądu wartość coraz to inną, a to wskutek (praktycznej) niezależności napięcia od prądu. Ma on jednak pewną charakterystyczną wartość oporu, t.zw. oporność dla prądu zmien-

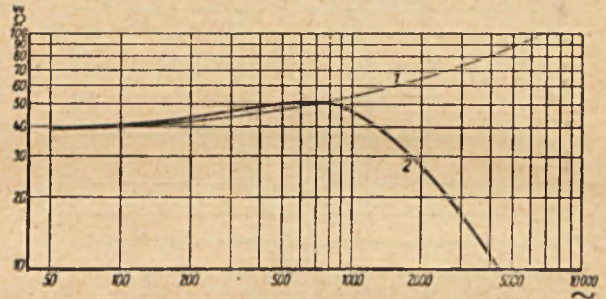
nego. Jeśli na prąd stały  $I$ , płynący przez stabilizator, nałożyć prąd zmienny  $dI$ , to otrzymamy na nim zmienny spadek napięcia  $d$ , wywołany oporem dla prądu zmiennego.

$$w = \frac{dU}{dI}$$

Jeśli oznaczyć przez  $E$  napięcie początkowe, które odcina na osi napięcia przedłużenie prostoliniowej części charakterystyki, to mamy dla każdej sekcji

$$U = E + Jw \dots \dots \dots (1)$$

gdzie  $U$  oznacza napięcie robocze między dwiema sąsiednimi elektrodami. Na podstawie charakterystyki rys. 11 i równania (1) przedstawiono na rys. 14 elektryczny schemat zastępczy stabilizatora. Wg. rysunku 14 trzeba uważać poszczególne sekcje za siły przeciwelektromotoryczne  $E_1$  do  $E_4$  w szereg z oporem  $w_1$  do  $w_4$ . Opór dla prądu zmiennego jest mały, dla poszczególnych typów wynosi od około 20 do 60Ω. Stabilizator o większej obciążalności, t. zn. o dużej powierzchni katody, ma opór wewnętrzny mniejszy, o ile porównywać lampy o tym samym napięciu roboczym.



Rys. 12. Krzywa 1: oporność dla prądu zmiennego jednej sekcji. Krzywa 2: oporność dla prądu zmiennego sekcji z równoległym kondensatorem pojemności 3μF. Widać że pierwsza z tych oporności ma niewielką składową indukcyjną. Krzywa 2 w całym zakresie częstotliwości nie przekracza pewnej niewielkiej wartości określonej.

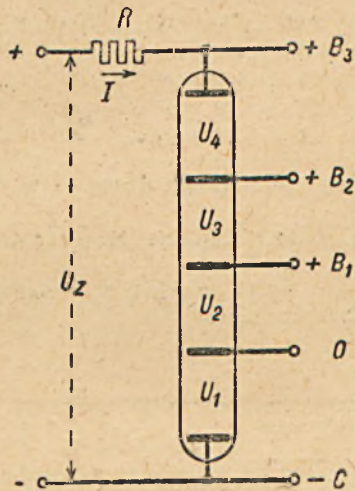
Przybliżona przeciętna oporu dla prądu zmiennego wynosi np.

- dla STV280/40  $w \approx 60 \Omega$
- „ STV280/80  $w \approx 30 \Omega$
- „ STV150/200  $w \approx 20 \Omega$
- „ STV280/150  $w \approx 20 \Omega$

W poniżej przerobionych przykładach przyjęto średnią wartość  $w = 40\Omega$ . Wartość ta jest jednak słuszna tylko dla małej częstotliwości prądu nałożonego; przy 3 do 4000 okr/sek wzrasta ona mniej więcej do wartości dwukrotnej. Jednak i przy tych częstotliwościach można uznać opór mały (20 — 60Ω) przez równoległe załączenie niewielkiego kondensatora. Rys. 12 przedstawia opór wewnętrzny sekcji w funkcji częstotliwości nałożonego napięcia zmiennego oraz opór tejże sekcji z równoległym kondensatorem o pojemności

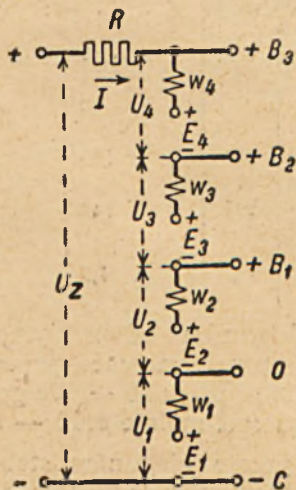


3  $\mu\text{F}$ . Opór wypadkowy w całym zakresie częstotliwości od 0 do  $\infty$  nigdzie nie przekracza niewielkiej wartości  $52\Omega$ ; jest to fakt, który dla regulacji napięcia za pomocą stabilizatora (por. 2. 2) ma znaczenie szczególne. Duża zaleta stabilizatora polega właśnie na tym, że dla częstotliwości małych, aż do 1 okr./sek, ma on opór wewnętrzny nie większy niż 20 do  $60\Omega$ ; dla tych bowiem małych częstotliwości bardzo trudno otrzymać małą oporność dla prądu zmiennego za pomocą samych kondensatorów wysokiego napięcia. Aby np. otrzymać opór  $40\Omega$ , potrzeba przy 50 c/s pojemność  $80 \mu\text{F}$ , a przy 1 c/s — pojemności aż  $4000 \mu\text{F}$ ,



Rys. 13. Zasadniczy schemat załączenia dzielnika.  $U_z$  to napięcie zasilające;  $R$  — opornik szeregowy;  $I$  — prąd zasilający;  $V_1$  do  $V_4$  — napięcie na sekcjach.

Ponieważ opór stabilizatora dla prądu zmiennego jest mały, przeto napięcie robocze każdej sekcji w normalnym zakresie pracy jest mniej więcej równe napięciu początkowemu. Napię-



Rys. 14. Elektryczny schemat zastępczy dla rys. 13.  $W_1$  do  $W_4$  to opory dla prądu zmiennego;  $E_1$  do  $E_4$  — napięcie początkowe, działające jako stałe siły przeciwoelektromotoryczne.

cia początkowego nie można zmierzyć bezpośrednio; podaje się przeto dla poszczególnych typów stabilizatora nie napięcie początkowe, lecz napięcie robocze, t.j. napięcie panujące na sekcjach przy określonym prądzie skrośnym. Tabela A i B zawiera te dane dla stabilizatorów katalogowych.

Jeżeli nie potrzeba pełnego napięcia stabilizatora, można zewrzeć sekcję lub niektóre sekcje (por. rys. 33 lub rys. 25, drugi stabilizator). W tym wypadku dzielnik taki zachowuje się jak dzielnik o mniejszej ilości elektrod. Najlepiej zacząć zwieranie od sekcji najbardziej dodatniej, ponieważ ona ma najmniejszą powierzchnię, a tym samym najmniejszą obciążalność. Do stabilizacji i podziału większych napięć można łączyć w szereg dwa stabilizatory i więcej. Bezpośrednie natomiast łączenie równoległe stabilizatorów nie jest możliwe. Chcąc zasilać z jednego źródła kilka obwodów równoległych ze stabilizatorami, trzeba dać każdemu z nich własny opornik szeregowy.

Trzeba tu wyraźnie zaznaczyć, że w stabilizatorze nie mogą powstawać te wielce szkodliwe zakłócenia, jakie nieraz występują w jonowych prostownikach, ponieważ przez sekcje stabilizatora prąd płynie trwale, podczas gdy w prostowniku wciąż zachodzi na przemian zapłon i gaszenie, a mianowicie  $n \cdot f$  razy na sekundę, gdzie  $n$  to liczba faz, a  $f$  częstotliwość prądu zmiennego. Podczas zaś zapłonu prostownik jonowy pracuje przez chwilę na charakterystyce opadającej, powodując wzbudzenie drgań. Stabilizator natomiast zapala się tylko raz, przy włączeniu, i wzbudza drgań nie może.

Stabilizator ma w normalnym kierunku przepływu prądu obciążalność większą, niż przy załączeniu odwrotnym. Objaśnia się to tym, że obciążalność sekcji zależy od powierzchni katody; kubkowy zaś ustrój stabilizatora jest przyczyną, że wielkość elektrod jest różna. Normalnie katodą jest elektroda największa, a anodą — najmniejsza. Jeśli zamienić bieguny stabilizatora np STV280/40, to  $+ B_3$  pracować będzie jako katoda i przez to obciążalność sekcji  $+ B_3 + B_2$  spada z 40 mA na 15 mA. W następnej sekcji  $+ B_2 + B_1$ , elektroda  $B_2$  pracuje (w kierunku odwrotnym) jako katoda. Ponieważ  $+ B_2$  jest w normalnym kierunku katodą dla sekcji  $+ B_2 + B_3$ , więc obciążalność sekcji  $+ B_2 + B_1$  w odwrotnym kierunku jest równa obciążalności sekcji  $+ B_3 + B_2$  w kierunku normalnym, wynosi mianowicie 40 mA. W obu następnych sekcjach obciążalność w kierunku odwrotnym wynosi 60 mA i 80 mA.

Ta sama elektroda pracuje niekiedy (rys. 26) jednocześnie jako katoda obu sekcji przyległych. W tym przypadku łączną obciążalność

TABELA A.

T y p	Napięcie robocze	Przybiecie przy napięciu	Podział napięcia	Maksymalny prąd skrośny	Maksym. prąd elektryczny zapłonowej	Napięcie zapłonowe	Średnica	Długość (bez nóżek)	Trzonek	Ciężar	U w a g i
STV 280/40	285 ± 5%	30	4 × 70	40	—	—	40	130	E5	145	
STV 280,80	285 ± 5%	40	4 × 70	80	—	—	65	135	E5	210	
STV 280/150	280 ± 5%	100	4 × 70	150	—	—	72	265	N6	600	
STV 150,20	150 ± 5%	20	2 × 75	20	—	—	28	65	Z8	40	
STV 150,200	140 ± 5%	100	2 × 70	200	—	—	65	265	E5	450	
STV 280 40Z	285 ± 5%	30	4 × 70	40	2	2	50	130	N6	150	
STV 280,80Z	285 ± 5%	40	4 × 70	80	2	2	65	130	N6	215	
STV 280/150Z II	580 ± 5%	100	4 × 70	150	2	2	72	265	N6	600	
STV 600,200 III	580 ± 5%	100	4 × 145	200	—	—	85	450	—	1500	Trzonek specjalne
STV 850/160/II	855 ± 5%	160	6 × 145	160	—	—	85	450	—	1600	" "
STV 75/15 II	78 ± 5%	15	—	20	—	<100	28	75	mSw	32	
STV 75,15Z	78 ± 5%	15	—	20	2	<115	28	75	mSw	40	

Pierwsza liczba w oznaczeniu typu to łączne napięcie robocze wszystkich sekcji, druga — to maksymalny prąd skrośny.

Tolerancja „± 5%“ w rubryce napięcia roboczego nie oznacza niestabilności napięcia, lecz odnosi się do rozsiańcia wartości poszczególnych egzemplarzy danego typu.

W rubryce „trzonek“: E5 oznacza 5 — nóżkowy trzonek europejski; „N6“ — trzonek 6 — nóżkowy; „Z8“ — 8 — nóżkowy trzonek o stykach zewnętrznych; „mSw“ — mały trzonek swanowski.

TABELA B.

T y p	Obciążalność poszczeg. elektrod w kierunku jako katoda							Łączna moc admisyjna
	+ B <sub>2</sub>	+ B <sub>1</sub>	+ B <sub>3</sub>	+ B <sub>4</sub>	+ B <sub>5</sub>	O	— C	
	mA							W
STV 280/40 } STV 280/40 z }			15	40	60	80	80	12
STV 280 80 } STV 280,80 z }			60	80	80	90	100	24
STV 280/150 } STV 280/150 z II }			120	150	160	200	200	45
STV 150/20	5	20	20					3
STV 150,200			160	200	200			30
STV 600/200/III			200	200	200	200	200	120
STV 850/160 II	160	160	200	160	160	200	200	140
STV 75/15 II } STV 75,15 z }		20						1,5

obu tych sekcji wyznacza, podana w tabeli B, obciążalność tej właśnie elektrody, przy czym nie wolno też trwale przekraczać podanej w tej tabeli mocy admisyjnej stabilizatora jako całości.

Stabilizatory formuje się przez wypalanie prądem właściwego kierunku. Chcąc użyć stabilizatora w całości lub jego poszczególnej

sekcji w kierunku odwrotnym, trzeba go przed tym przeformować przez wypalenie w tym kierunku przez 50 ÷ 100 godzin, w trakcie czego napięcie maleje o 10 — 20%.

Na ogół przeto biegunów stabilizatora odwracać się nie powinno, chyba że nie da się tego uniknąć ze względów schematowych. Trzeba też przy załączaniu zwracać baczną uwagę na właściwą biegunowość.

2. WŁASNOŚCI STABILIZATORA

2.1. CEL OPORNIKA SZEREGOWEGO.

Rys. 13 przedstawia schematycznie zasadniczy układ załączenia stabilizatora. Stabilizator łączy się do źródła  $U_z$  poprzez opornik szeregowy  $R_1$ , ograniczający natężenie prądu. Stabilizatora bez opornika łączyć nie wolno. Wg bowiem rozdziału I.4, sekcję stabilizatora można zastąpić siłą przeciwelektromotoryczną o bardzo małym oporze wewnętrznym, tak że stabilizator bez oporu szeregowego pobierałby ze źródła niedopuszczalny dla niego prąd, który by go zniszczył, a źródło zwarł.

W pierwszym przybliżeniu<sup>1)</sup> można przyjąć, że spadek napięcia na oporze  $R$  powinien być nie mniejszy, niż połowa napięcia na stabilizatorze, natomiast może on być dowolnie większy:

$$U_z \geq \frac{3}{2} / U_1 + U_2 / \dots \dots \dots (2)$$

gdzie  $U_1, U_2$  itd., wg rys. 14, oznaczają napięcia robocze stabilizatora, zaś  $U_z$  — napięcie zasilające. Wielkość oporu szeregowego można obliczyć dla danego napięcia zasilającego  $U_z$  ze wzoru

$$R = \frac{U_z - /U_1 + U_2 + \dots /}{I} \dots \dots \dots (3)$$

gdzie  $I$  oznacza całkowity prąd pobierany ze źródła w wypadku, gdy do stabilizatora nie ma załączonych oporów użytecznych.  $I$  musi być oczywiście zawsze większe od sumy wszystkich prądów pobieranych przez odbiorniki, gdyż przez stabilizator musi płynąć zawsze jeszcze pewien prąd dzielnikowy, którego wielkość zależy od zastosowania.

W pierwszym przybliżeniu można powiedzieć, że sam prąd skrośny stabilizatora łącznie z prądem dzielnikowym powinien wynosić około 25 do 30% całkowitego prądu  $I$ .

Przykład 1.

Stosujemy stabilizator STV280/40, używając wszystkich czterech sekcji. Całkowity prąd  $I$  powinien wynosić 40 mA. Jakie musi być napięcie zasilające  $U_z$  i opór szeregowy  $R$ ?

Siła przeciwelektromotoryczna tego stabilizatora wynosi około 285 V. Mamy więc

$$U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = 285 \text{ V}$$

Wg (2)

$$U_z \geq \frac{3}{2} \cdot 285 = 427,5 \text{ V.}$$

Obliczemy  $U_z = 500 \text{ V}$ . Wtedy dostaniemy wg (3)

$$R = \frac{U_z - (U_1 + U_2 + U_3 + U_4)}{I} = \frac{500 - 285}{0,04} = 5400 \Omega$$

Jeśli pobieramy ze stabilizatora prąd tętniący, to do obliczenia opornika należy wstawiać jego wartość szczytową, a nie średnią, gdyż stabilizator nie jest akumulatorem i w każdej chwili musi weń wpływać prąd więcej, niż go się pobiera. Wyjątek stanowi pobór prądu stałego z nałożonym prądem częstotliwości wielkiej, gdy do sekcji są równolegle załączone kondensatory; w tym wypadku trzeba wstawić do obliczenia wartość prądu stałego, ponieważ składowa zmienna płynie przez kondensator. Dla określenia natomiast maksymalnie dopuszczalnego prądu skrośnego miarodajna jest wartość skuteczna prądu, nawet częstotliwości małej, ponieważ o maksymalnym prądzie skrośnym decyduje dopuszczalne ogrzanie elektrod, a ono jest wyznaczone właśnie wartością skuteczną.

Dla tłumienia ewentualnych tętnień (rys. 9 i 10) stosujemy filtr  $L, C$  z dławików i kondensatorów. Wielkość filtru zależy od amplitudy tętnień i żadanego stopnia czystości napięcia stabilizowanego. Trzeba tu zwrócić uwagę, że sam stabilizator też bierze udział w filtrowaniu; wynika to z faktu, że napięcie na jego zaciskach jest niemal niezależne od prądu.

Niech  $R_1$  oznacza opór omowy dławików; jeśli źródło prądu, np. prostownik elektronowy, ma opór wewnętrzny  $R_w$  to obie te oporności trzeba zaliczyć do oporu  $R$ , więc opornik szeregowy =  $R - /R_1 + R_w /$ . (5)

2.2. WPŁYW WAHAŃ NAPIĘCIA ZASILAJĄCEGO. Jeżeli napięcie zasilające  $U_z$  waha się

o  $p\%$  i jeśli oznaczyć  $\pm \frac{p \cdot U_z}{100}$  przez  $\pm \Delta U_z$ , to napięcie na sekcji stabilizatora waha się o

$$\pm \delta U = \pm \Delta U_z \cdot \frac{w}{R} \dots \dots \dots (6)$$

Wzór powyższy można wyprowadzić następująco.

Jeśli się napięcie zasilające  $U_z$  zmieni, to mimo to napięcie robocze stabilizatora zmieni się bardzo nieznacznie. Prawie całą różnicę napięcia przejmuje opór szeregowy  $R$ . Przez to zmienia się prąd w oporze  $R$ , więc i prąd w stabilizatorze. Jak wynika z rys. 14, zmiana prądu może na bardzo małym oporze sekcji stabilizatora wywołać tylko minimalną różnicę napięcia; stałe napięcie początkowe nie może przy zmianie napięcia stabilizatora grać żadnej roli. Opór szeregowy  $R$  i wewnętrzne opory  $w_1, w_2 \dots$  tworzą dzielnik omowy. Zmiana napięcia zasilającego  $\Delta U_z$  dzieli się w stosunku oporów całego obwodu. Wynika stąd, że

$$\pm \delta U = \pm \Delta U_z \cdot \frac{w}{R + w_1 + w_2 + \dots}$$

gdzie  $w$  to opór dla prądu zmiennego sekcji rozpatrywanej, a  $w_1, w_2 \dots$  to opory poszczególnych sekcji.  $w_1, w_2$  itd. są rzędu  $10^1 \Omega$ , zaś  $R$  — rzędu  $10^3 \Omega$ , tak że można je wobec  $R$  pominąć, tym bardziej, że  $\delta U$  wypadnie przez to większe.

1) Dokładne obliczenie źródła prądu będzie wprowadzone w rozdziale 3.

Wzór (6) wyprowadzono dla biegu luzem. Opory odbiorników  $r_x$  załączonych do poszczególnych sekcji, są równoległe z ich oporami wewnętrznymi. We wzorze (6) zamiast w wystąpił przeto wyraz

$$\frac{w \cdot r_x}{w + r_x} = \frac{w}{\frac{w}{r_x} + 1} \approx w,$$

gdyż wobec dużej różnicy rzędu wielkości  $w$  i  $r_x$  stosunek  $\frac{w}{r_x}$  można wobec 1 pominąć. Wzór (6) wyraża więc wahanie napięcia i przy stabilizatorze obciążonym.

Jeśli  $\Delta U_x$  jest okresową funkcją czasu, to wzór (6) ujmuje działanie filtrujące układu złożonego z opornika szeregowego i stabilizatora. W tym wypadku trzeba oczywiście za  $R$  przyjąć opór dla prądu zmiennego całego obwodu poprzedzającego stabilizator (razem ze źródłem). Jeśli równoległe do sekcji załączony jest kondensator i jeśli wstawić wg rys. 12 do wzoru (6) na  $w$  wartość maksymalną oporu wypadkowego sekcji i kondensatora, to wzór (6) da największą możliwą zmianę napięcia, mogącą wystąpić przy zmianach napięcia zasilającego, niezależnie od tego, z jaką szybkością zmiana ta zachodzi. Regulacja w granicach podanych we wzorze (6) zachodzi przeto bez wszelkiej bezwładności. Uwaga ta dotyczy również wzoru (7) i (8).

#### Przykład 2.

Napięcie zasilające  $U = 500$  V (wg przykładu 1) może się wahać w granicach  $p = \pm 10\%$ , tzn. o  $\Delta U_z = \pm 50$  V. Dzięki temu wg wzoru (6) na sekcji może wystąpić zmiana napięcia

$$\pm \Delta U \approx \Delta U_x \cdot \frac{w}{R} \approx \pm 50 \cdot \frac{40}{5400} \approx \pm 0,37 \text{ V},$$

tzn. wobec 70 V (napięcie jednej sekcji) wynosi to  $\pm 0,53\%$ . Poniżej zostaną podane metody osiągania za pomocą stabilizatorów stałości napięcia znacznie jeszcze lepszej.

Ze wzoru (6) widać, że niezależność napięcia źródła stabilizowanego od wahań ściśnionych polepsza się ze wzrostem  $R$ . Jednak z jego wzrostem musi również wzrastać napięcie zasilające. Można natomiast uniknąć zwiększania napięcia zasilającego przez zastosowanie oporów żelazowodorowych (baretrów), ponieważ mają one bardzo duży opór dla zmian prądu, powodując jednak mały spadek napięcia stałego (por. III.2), co polepsza niezmiennie napięcia prawie dziesięciokrotnie.

Zbytniego zwiększenia napięcia zasilającego można również uniknąć w pewnych wypadkach (por. III.3) przez zastosowanie prostownika rozproszeniowego.

### 3. WPŁYW ZMIAN OBCIĄŻENIA UŻYTECZNEGO

3.1. ODDZIAŁYWANIE WŁASNE. Zmiana napięcia sekcji wywołana zmianą prądu uży-

tecznego z tej sekcji pobieranego nazywa się oddziaływaniem własnym.

Jeśli prąd użyteczny czerpany z sekcji zmieni się o  $\Delta i$ , to napięcie na tej sekcji zmieni się o wartość

$$\Delta U \leq \Delta i \cdot w, \quad (7)$$

gdzie  $w$  to opór tej sekcji dla prądu zmiennego.

Wzór (7) wynika z następującego rozważania.

Przy wzroście prądu użytecznego prąd skrośny tej sekcji, a tym samym napięcie na jej zaciskach, maleje, natomiast przy maleńiu prądu użytecznego prąd skrośny i napięcie wzrasta. Jeśli ze wzrostem prądu użytecznego napięcie sekcji maleje, to całkowite napięcie na stabilizatorze również maleje i wg wzoru (3) stabilizator pobiera prąd nieco większy. Jeśli więc przyrost prądu użytecznego wynosi  $\Delta i$ , to prąd skrośny maleje mniej niż o  $\Delta i$ . Ze zmniejszeniem obciążenia użytecznego przyrost prądu skrośnego jest też zawsze mniejszy niż  $\Delta i$ . Zmiana napięcia przy zmianie prądu użytecznego o  $\Delta i$  jest więc zawsze mniejsza niż  $\Delta i \cdot w$ . Wzór (7) daje przeto górną granicę na  $\Delta U$ . Przy określaniu niestabilności napięcia interesujemy się jednak tylko tą granicą.

#### Przykład 3.

Jeśli prąd użyteczny zmienia się o  $\Delta i = 25$  mA, to przy oporze  $w = 40 \Omega$  otrzymamy zmianę napięcia

$$\Delta U \leq \Delta i \cdot w \approx 25 \cdot 10^{-3} \times 40 = 1 \text{ V}.$$

W stosunku do napięcia na sekcji (70 V) wynosi to 1,4%. Jeśli obliczyć zmianę napięcia dla każdej sekcji, przy czym założyć, że poszczególne sekcje są obciążone rozmaicie, to

$$\Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots$$

przedstawi całkowitą zmianę napięcia na stabilizatorze. Opory  $w$  nie są dokładnie równe między sobą, liczby te są przeto przybliżone. Przy źródle stabilizowanym może więc nastąpić zmiana napięcia tylko o 1,4% gdy włączyć i wyłączyć obciążenie 25 mA. Stabilizator pobiera przy tym prądu skrośnego tylko 15 mA. Gdyby chcieć osiągnąć tę samą stałość za pomocą omowego dzielnika napięcia, to potencjometr ten, o ile źródło ma duży opór wewnętrzny, musiałby przy 280 V mieć opór  $4 \times 40 \Omega$ . Taki potencjometr zużywa jednak sam 1,75 A, wobec 0,015 A dla stabilizatora.

3.2. ODDZIAŁYWANIE WZAJEMNE. Oddziaływaniem wzajemnym nazywa się zmiana napięcia sekcji wywołana zmianą poboru prądu innej sekcji lub innych sekcji. Jeśli prąd pobiera z omowego dzielnika napięcia, to, jak wiadomo, inne napięcia znacznie się zmieniają tzn. przy sprawnym podziale napięcia oddziaływanie wzajemne jest bardzo duże. Dla stabilizatora wpływ ten jest znikomo mały:

$$\Delta \Delta U \approx \Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots \cdot \frac{w}{R} \quad (8)$$

lub, wg (7), przy równych oporach poszczególnych sekcji

$$\Delta \Delta U \approx / \Delta i_1 + \Delta i_2 + \dots ./ \frac{w_2}{R}. \quad (8a)$$

przy czym  $\Delta U_1 + \Delta U_2 \dots$  to suma oddziaływania własnego wszystkich tych sekcji, w których zachodzi zmiana prądu o  $\Delta i_1, \Delta i_2$  itd. w jest to liczba mała, około  $40 \Omega$ , natomiast  $R$  jest względnie duże, ok.  $5000 \Omega$ . Wzajemna zależność napięć poszczególnych sekcji jest więc bardzo mała.

Ślusność wzoru (8) można udowodnić następująco. Wskutek zmiany obciążenia sekcji lub kilku sekcji zmienia się napięcie robocze tych sekcji o  $\Delta U_1, \Delta U_2 \dots$  itd.; wskutek zmian tych napięć zmienia się nieco prąd zasilający stabilizator; ta mała zmiana prądu zasilającego zmienia spadek napięcia na oporze badanej sekcji, co stanowi właśnie oddziaływanie wzajemne. Zmiana napięcia ogólnego o  $\Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots$  przenosi się na rozpatrywane napięcie w stosunku oporów całego obwodu. Napięcie zasilające, które założyliśmy stałym, ani stałe napięcie początkowe sekcji nie zostało zmianami o  $\Delta U_1, \Delta U_2 \dots$  dotknięte. A więc wzajemne oddziaływanie dla rozpatrywanej sekcji wynosi

$$\Delta \Delta U \approx (\Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots) \cdot \frac{w}{R + w_1 + w_2 + \dots}$$

$w_1 + w_2 \dots$  można jak wyżej, pominąć wobec  $R$ , przez co uzyskujemy równanie (8).

Znak zmiany  $\Delta \Delta U$  jest zawsze przeciwny znakowi zmiany ( $\Delta U_1 + \Delta U_2 + \dots$ ). Jeśli suma oddziaływań własnych daje np. spadek napięcia, to stabilizator wytwarza mniej siły przeciw elektromotorycznej; i dlatego prąd zasilający wzrasta. Ze wzrostem prądu zasilającego spadek napięcia na oporze rozpatrywanej sekcji wzrasta i stąd w tym wypadku wzajemne oddziaływanie polega na wzroście napięcia. Jeśli oddziaływanie własne powoduje wzrost napięcia, to prąd zasilający maleje i oddziaływanie wzajemne powoduje spadek.

#### Przykład 4.

Do stabilizatora STV280/40, załączonego poprzez opornik szeregowy  $R = 5400 \Omega$  (por. przykład 1 i 3, rys. 9), łączy się i odłącza między elektrodami  $+ B_3$  a  $O$  obciążenie  $\Delta i = 25 \text{ mA}$ ; od tego na sekcji  $O - C$  wystąpi wahanie napięcia  $O$

$$\Delta \Delta U \approx (\Delta U_2 + \Delta U_3 + \Delta U_4) \cdot \frac{w}{R} \approx (3 \times 1) \frac{40}{5400} \approx 0,02 \text{ V},$$

co wobec napięcia sekcji  $70 \text{ V}$  wynosi ok.  $0,03 \%$ . Widać z tego przykładu, że poszczególne napięcia na sekcjach są praktycznie zupełnie od siebie niezależne.

d. c. n. J. D.

## PYTANIA I ODPOWIEDZI

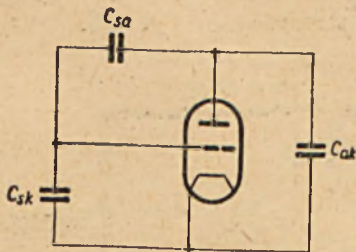
### Do działu „Uczmy się podstaw telekomunikacji“

#### PYTANIE 24:

Jakie są zasady działania pentody? Jakie są zalety i wady pentody w porównaniu z triodą w układzie wzmacniacza napięciowego wielkiej częstotliwości oraz w układzie wzmacniacza mocy małej częstotliwości?

#### ODPOWIEDŹ:

**Zasady działania pentody.** W celu zrozumienia sposobu pracy pentody rozpatrzmy ograniczenia stosowania najprostszej formy lampy wzmacniającej czyli triody. Zakładamy, iż czytelnikowi znane są zasady działania triody. Katoda, anoda i siatka triody posiadają pomiędzy sobą pewne pojemności, pokazane na rys. 24a.



Rys. 24a. Pojemności międzyelektrodowe triody.

Jeżeli uwzględnimy napięcie przyłożone do siatki i wynikającą stąd siłę elektromotoryczną w obwodzie anodowym, to okaże się, że prze-

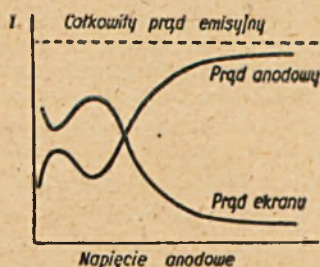
wodność pozorna obwodu siatka-katoda jest zależna od dwóch czynników: pojemności statycznej  $C_{sk}$  i składowej, która w przypadku, gdy obciążenie obwodu anodowego jest oporowe, jest również o charakterze pojemnościowym. Ten drugi czynnik jest proporcjonalny do pojemności statycznej  $C_{sa}$  i do współczynnika amplifikacji triody.

Jeżeli zwiększymy wzmocnienie triody przez zmniejszenie odległości pomiędzy elektrodami, to przewodność pozorna obwodu siatka-katoda szybko wzrasta; jest to czynnikiem ograniczającym — szczególnie przy wielkich częstotliwościach — w konstrukcji wzmacniaczy triodowych.

W celu zmniejszenia wielkości  $C_{sa}$  umieszcza się dodatkową siatkę, zwaną siatką ekranującą lub wprost ekranem, pomiędzy siatką kontrolną i anodą. Lampa taka nazywa się tetrodą. Gdy siatka ekranująca ma potencjał stały tego samego rzędu co anoda, a potencjał zmienny równy potencjałowi katody, to siatka ta stanowi elektrostacyjny ekran pomiędzy siatką kontrolną i anodą. Bezpośrednia pojemność pomiędzy tymi ostatnimi elektrodami jest w ten sposób praktycznie usunięta. Dla ścisłości należy zaznaczyć, że ekran przechwytuje część elektronów biegnących w kierunku anody, zjawisko to jednak możemy w naszych uproszczonych rozważaniach pominąć.

Zmiany we własnościach lampy, powstałe na skutek wprowadzenia siatki ekranującej, są następujące:

- wielkość  $C_{sa}$  znacznie maleje
- prąd anodowy uzależniony jest prawie całkowicie od potencjałów siatki kontrolnej i ekranującej,
- oporność lampy dla prądu zmiennego staje się bardzo duża,
- elektrony, powstałe na skutek wtórnej emisji z anody, dążą do siatki ekranującej, gdy napięcie na tej elektrodzie przewyższa chwilową wartość napięcia na anodzie; zjawisko to powoduje typowe dla tetrody zapadnięcie się charakterystyki prądu anodowego (patrz rys. 24b) i znacznie ogranicza możliwości stosowania tego typu lamp we wzmacniaczach.



Rys. 24b. Charakterystyki statyczne tetrody przy stałym napięciu ekranu.

To zapadnięcie w przebiegu charakterystyki tetrody może być usunięte przez wprowadzenie do lampy jeszcze jednej siatki, zwanej siatką przeciweemisyjną, pomiędzy ekran i anodę. Siatka przeciweemisyjna połączona jest z katodą, co powoduje, że elektrony wtórnej emisji nie znajdują się już w przyspieszającym polu siatki ekranującej i wracają do anody. Taka lampa jest właśnie pentoda.

**Wzmacniacz napięciowy wielkiej częstotliwości.** Pentoda posiada w porównaniu z triodą większe nachylenie charakterystyki i mniejszą pojemność wejściową, a ponieważ we wzmacniaczu napięciowym jedynym celem jest osiągnięcie jak największego wzmocnienia w jednej lampie, przeto pentoda będzie się tu nadawała znacznie lepiej, niż trioda. Jest to słuszne dla wszystkich częstotliwości stosowanych w technice transmisji przewodowej, szczególnie jednak przy wielkich częstotliwościach.

**Wzmacniacz mocy małej częstotliwości.** Jako wzmacniacz mocy bez ujemnego sprzężenia zwrotnego pentoda daje większe wzmocnienie na stopień, niż trioda, z powodów już podanych. Pracuje ona jednak jako źródło o stałym prądzie, co powoduje dwie wady: a) we wzmacniaczach liniowych powoduje to duże niedopasowanie, gdyż opór wewnętrzny lampy jest bardzo znacznie większy od oporu charakterystyczne-

go linii; b) jeżeli pentoda zasila głośnik lub inny odbiornik o oporze biernym, to charakterystyka częstotliwości staje się bardzo zależna od częstotliwości, gdyż prąd płynący w obwodzie wyjściowym jest prawie stały.

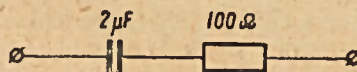
Jeżeli pentoda pracuje w układzie z odpowiednim ujemnym sprzężeniem zwrotnym, to jej opór wewnętrzny można dopasować do obciążenia i powyższe wady pentody znikają. Ujemne sprzężenie zwrotne powoduje jednak zmniejszenie wzmocnienia stopnia i może się okazać, że w rezultacie stopień pentodowy da nam wzmocnienie mniejsze od triodowego.

#### PYTANIE 25:

Do zacisków obwodu, składającego się z szeregowo połączonych kondensatora  $2 \mu\text{F}$  oraz oporu  $100 \Omega$ , doprowadzono napięcie o częstotliwości  $f = 796 \text{ c/s}$ , zawierające trzecią harmoniczną. Amplituda składowej podstawowej wynosi  $100 \text{ V}$ , zaś amplituda trzeciej harmonicznej  $30 \text{ V}$ . Jakie są amplitudy napięcia składowej podstawowej i trzeciej harmonicznej na oporze  $100 \Omega$ ?

#### ODPOWIEDŹ:

Obwód powyższy pokazany jest na rys. 25a.



Rys. 25a. Rozważany układ.

Opór bierny kondensatora przy  $f = 796 \text{ c/s}$  jest równy

$$X = \frac{1}{2\pi f \cdot C} = \frac{10^6}{2\pi \cdot 796 \cdot 2} = 100 \Omega$$

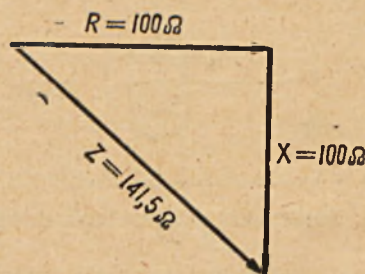
zaś opór bierny kondensatora przy częstotliwości trzeciej harmonicznej czyli  $f_1 = 3 \cdot 796 = 2388 \text{ c/s}$  jest trzy razy mniejszy i wynosi

$$X_1 = \frac{100}{3} \cong 33,3 \Omega.$$

Moduł oporu pozornego całego obwodu przy częstotliwości podstawowej wynosi

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{100^2 + 100^2} = 141,5 \Omega$$

Opór ten może być również znaleziony metodą wykreślną, pokazaną na rys. 25b.



Rys. 25b. Wykres wektorowy oporności przy  $f=796 \text{ c/s}$ .

Amplituda prądu o częstotliwości podstawowej jest równa

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{100}{141,5} = 0,707 \text{ A,}$$

a spadek napięcia o tej częstotliwości na oporze  $100 \Omega$  wynosi

$$V_R = I \cdot R = 0,707 \cdot 100 = 70,7 \text{ V.}$$

W analogiczny sposób obliczymy napięcie trzeciej harmonicznej. A mianowicie, moduł oporu pozornego całego obwodu przy częstotliwości  $f = 2388 \text{ c/s}$

$$Z_1 = \sqrt{100^2 + 33,3^2} \cong 105,5 \Omega,$$

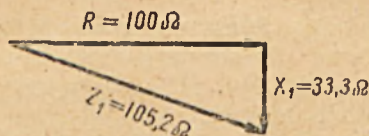
amplituda prądu o tej częstotliwości

$$I_1 = \frac{E_1}{Z_1} = \frac{30}{105,5} \cong 0,285 \text{ A,}$$

zaś amplituda napięcia trzeciej harmonicznej na oporze  $100 \Omega$

$$V_{1R} = R \cdot I_1 = 100 \cdot 0,285 = 28,5 \text{ V.}$$

Na rys. 25 c pokazano obliczenie  $Z_1$  metodą wykreślną.



Rys. 25 c. Wykres wektorowy oporności przy  $f=2388 \text{ c/s}$ .

Z powyższych obliczeń widzimy, iż procentowa zawartość harmonicznych w napięciu na zaciskach oporu jest większa od procentowej zawartości harmonicznych w napięciu doprowadzonym do obwodu, wynosi ona bowiem

$$\frac{28,5}{70,7} 100 \cong 40\%,$$

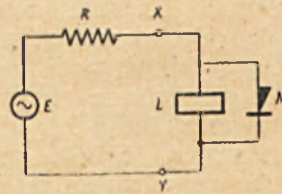
w porównaniu do 30% na całym obwodzie. Jak łatwo sprawdzić, wzrost procentowej zawartości harmonicznych na zaciskach oporu jest tym większy, im mniejszą jest pojemność kondensatora.

#### PYTANIE 26:

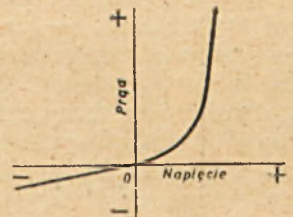
W jaki sposób przełącznik zbocznikowany prostownikiem stykowym działa od prądu  $25 \text{ c/s}$  i dlaczego jego opór powinien być duży?

#### ODPOWIEDŹ:

Na rys. 26a pokazano generator o oporze we-



Rys. 26a. Układ generatora i przełącznika zbocznikowanego prostownikiem.



Rys. 26b. Charakterystyka statyczna prostownika stykowego.

wętrznym  $R$  oraz przełącznik  $L$  zbocznikowany prostownikiem stykowym  $M$ . Na rys. 26b podano charakterystykę prostownika stykowego.

Z charakterystyki prostownika jasno widać, że przy danym napięciu zmiennym prąd płynący przez prostownik jest znacznie większy dla jednych połówek napięcia (kierunek przewodzenia), niż dla drugich połówek (kierunek nieprzewodzenia). Wobec tego, dla jednych połówek napięcia prąd płynie przez prostownik omijając przełącznik  $L$ , a spadek napięcia pomiędzy punktami  $x$  i  $y$  jest mały; jednak dla drugich połówek napięcia zmiennego prąd płynący przez prostownik jest mały (z powodu jego dużego oporu) i prawie cały prąd płynie przez cewkę przełącznika  $L$ .

Pomijając minimalny prąd płynący przez cewkę przełącznika w chwilach, gdy prostownik przedstawia mały opór, możemy powiedzieć, że przełącznik jest uruchamiany jednokierunkowymi impulsami prądu. Jeżeli czas puszczenia przełącznika jest dostatecznie długi, to przełącznik będzie trzymał przez cały czas istnienia w obwodzie prądu zmiennego. Czas puszczenia przełącznika zbocznikowanego jest większy od czasu puszczenia w zwykłym obwodzie bez prostownika. Spowodowane jest to tym, że w przerwach pomiędzy impulsami zanikające pole magnetyczne w cewce przełącznika wywołuje siłę przeciwelektromotoryczną, która wywołuje z kolei prąd w prostowniku i w cewce przełącznika. Prąd płynący w cewce opóźnia zanik pola magnetycznego, zwiększając przez to czas puszczenia przełącznika.

Przez zastosowanie cewki  $L$  o dużej ilości zwojów (czyli o stosunkowo dużym oporze), czas puszczenia jest tak długi, iż przełącznik trzyma zupełnie pewnie w okresach pomiędzy impulsami, które w przypadku prądu  $25 \text{ c/s}$  wynoszą po  $20 \text{ milisekund}$ .

## CO MÓWIĄ PRAKTYCY?

### Zastępczy krążek łatwotopliwy do składanych bezpieczników cewkowych niemieckich.

Jedną z wielu trudności, jakie personelowi konserwacyjnemu stawiają centrale telefoniczne ponemieckie — jest brak bezpieczników cewkowych, zabezpieczających poszczególne elementy w łącznicy. Jedną z odmian tych bezpieczników są bezpieczniki składane z krążkiem łatwotopliwym. Przy przetężeniu krążek ten ulega przebiciu i bezpiecznik, chociaż jeszcze zupełnie dobry, bez nowego krążka staje się zupełnie bezużyteczny. Brak stopu Wood'a, z którego wyrabiane były omawiane krążki, powinien pobudzić umysły zainteresowanych techników w kierunku wynalezienia materiału zastępczego, drogą prób i doświadczeń.

Należy sobie przeto uprzytomnić, jakie wymagania stawiane są bezpiecznikom tego typu, a mianowicie:

1. podczas normalnej pracy krążek nie może ulec przebiciu na skutek działania sprężynki, czy też lekkiego podgrzania,
2. podczas przetężenia, zależnie od jego wielkości, krążek zostaje szybciej lub wolniej podgrzany do krytycznej temperatury i ulega przebiciu; następuje przerwa w obwodzie, lecz bezpiecznik nie może ulec uszkodzeniu,
3. podczas zwarcia krążek zostaje tak szybko podgrzany, że natychmiast ulega przebiciu; następuje przerwa w obwodzie i bezpiecznik może ulec uszkodzeniu. Natomiast bezpiecznik główny stojaka nie powinien przepalić się.

Wydaje się, że warunki takie mógłby spełnić krążek, wykonany z różnych materiałów łatwotopliwych np. smoły, wosku, stearyny itp. Dla zapewnienia dobrego styku krążek taki można owinąć np. cynfolią z uszkodzonych kondensatorów.

Obecnie omówiona będzie udana próba przy zastosowaniu krążka z masy plastycznej, używanej jako izolacja przewodów, zwanej igielitem.

Z kawałka tej izolacji, grubości 0,48 mm, wycięto odpowiedni krążek i owinięto kilka razy cynfolią. Z blachy wycięto pierścień o średnicy zewnętrznej równej średnicy krążka, a średnicy wewnętrznej takiej, aby bolec bezpiecznika mógł swobodnie przejść. Grubość blachy tak dobrano, aby krążek razem z pierścieniem były takiej grubości, jak krążek oryginalny. (Wykonanie „sztancy“ do wycinania krążków i pierścieni nie jest problemem dla warsztatów Dyrekcji Okręgu). Z wykonanymi w ten sposób krążkami przeprowadzono próby elektryczne z wynikiem pozytywnym. Dla orientacji tylko, podaję wyniki prób z bezpiecznikiem 1 A:

- a. przy stałym obciążeniu prądem 1 A krążek oryginalny został przebity po upływie około 40 sek., a krążek zastępczy po upływie 20 do 80 sek., w zależności od ilości owinięć cynfolią. Sam bezpiecznik (uzwojenie cewki) nie został naruszony,
- b. przy zwarciu, tak oryginalny jak i zastępczy krążek przebity został po upływie około 1 sek., przy czym w obu przypadkach bezpiecznik (uzwojenie cewki) został uszkodzony. Bezpiecznik główny stojaka (6 A) nie uległ przepaleniu przy kilkakrotnych próbach.

Jeżeli chodzi o naprawę uszkodzonych bezpieczników cewkowych, to wydaje się, że może to być ekonomiczne jedynie przy zcentralizowaniu tej naprawy w jednym warsztacie.

A. G.

## SPROSTOWANIE

W artykule „Małe łącznice automatyczne z szukaczami“ (Wiadomości Telekomunikacyjne Nr 5 — 6/48 r. str. 87) należy poczynić następujące poprawki:

- 1) wiersz 17 od dołu, lewa strona powinno być: Obwód 5 (rys. 3) — E, 1250, W, SV2, + przez e I. — . . . . .
- 2) wiersz 12 od dołu, lewa strona, powinno być: Obwód 6 (rys. 2 i 3) Styk sygnału zgłoszenia . . . . .

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Nowogrodzka 45, III p., telef. 871-70.  
Konto: „Przegląd Telekomunikacyjny“. PKO w Warszawie Nr. I-4430  
Sekretariat czynny codziennie od godz. 9 do 14.

### WARUNKI PRENUMERATY:

Rocznie . . . . .	ZŁ. 600.—
Kwartalnie . . . . .	ZŁ. 150.—
Pojedynczy numer . . . . .	ZŁ. 50.—

Redaktor: inż. Henryk Kowalski.

Wydawca: Sekcja Telekomunikacyjna SEP  
Druk. SL. W-wa, Skolimowska 5. B-66901