

PRZEGLĄD RADJOTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA RADJOTECHNIKÓW POLSKICH.

WYCHODZI ŁĄCZNIE Z „PRZEGLĄDEM ELEKTROTECHNICZNYM“ 15-go KAŻDEGO MIESIĄCA.

SPRAWY REDAKCYJNE: Z RAMIENIA KOMITETU REDAKCYJNEGO S. R. P. Mjr. K. KRULISZ WARSZAWA, OFIC. SZK. INŻ. NOWOWIEJSKA 54, BUD. H, ZAKŁ. BADANIA, TEL. 252-75, OD GODZ. 11—2.

SPRAWY ADMINISTRACYJNE: „PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY“, WARSZAWA, ULICA CZACKIEGO № 5. TELEFON № 90-23

Rok IV.

Warszawa, 15 września 1926 r.

Zeszyt 19 — 20

Prostowniki kenotronowe i ich obliczanie.

Kpt. inż. Janusz Groszkowski.

Wraz z rozwojem nadawczych radjostacji lampowych wyłoniło się zagadnienie otrzymywania energii elektrycznej o wysokim napięciu stałym.

Przy rozwiązywaniu tego zagadnienia napotyka się na szereg trudności, natury głównie technicznej. Trudności te wynikają z wymagań, jakie stawia się takiemu źródłu energii: żąda się bowiem wysokiego napięcia przy bardzo wielkiej jego stałości oraz przy niewielkiej zazwyczaj mocy. Napięcie to jest rzędu od kilku do kilkunastu tysięcy woltów przy mocy od kilkudziesięciu watów do kilkunastu kilowatów; przyczem wahania wielkości tego napięcia nie powinny przekraczać części procenta.

Możliwość zastosowania do tego celu ogniów lub akumulatorów należy odrzucić ze względu na koszty oraz niedogodności, związane z tego rodzaju urządzeniami; co się zaś tyczy prądnic prądu stałego na tak wysokie napięcia, to są one, jeśli już nie możliwe do wykonania, to w każdym razie kosztowne ze względu na małą ich moc.

Niemniej te ostatnie, aczkolwiek rzadko, znajdują zastosowanie jako jednostki (np. po 5 000 V) łączone po kilka szeregowo.

Najdogodniejszym przeto rozwiązaniem, zdaje się być i jest — jak dotąd, — zastosowanie prostowników prądu zmiennego. W urządzeniach tych prąd zmienny o napięciu niskim transformuje się na napięcie wysokie, a następnie prostuje się przy pomocy odpowiednich prostowników.

Tętnienia tak wyprostowanego prądu wyrównywa się aż do otrzymaniażądanego stopnia stałości.

Tego rodzaju urządzenie prostownikowe posiada szereg zalet: daje się bowiem budować dziś na każdą—potrzebną dla celów radjotechniki—moc od najmniejszej do największej, przy osiągnięciu prawie jednej i tej samej dość wysokiej sprawności, przy prostocie urządzenia, oraz regularnym i spokojnym jego działaniu (brak części ruchomych).

Prostowniki, znajdujące zastosowanie w takich urządzeniach, można podzielić na trzy grupy.

1. prostowniki rtęciowe,

2. prostowniki gazowe (z katodą zimną i żarzącą się, a więc neonowe, argonowe, tungary etc.),

3. prostowniki katodowe.

Pod względem sposobu pracy istnieje między temi trzema grupami prostowników wiele cech wspólnych.

Przebiegi zachodzące w obwodach urządzeń prostownikowych, schematy załączeń i t. p. są dość podobne. Ponieważ jednak dla celów radjotechniki znajdują dziś głównie zastosowanie prostowniki o przebiegach czysto elektronowych, przeto temi ostatnimi będziemy się tu głównie zajmować.

Postaramy się rozpatryć pracę prostowników katodowych w różnych warunkach, oraz zasady ich obliczenia względnie wyboru pewnego typu kenotronu z pośród istniejących, najdogodniejszego dla danego urządzenia.

Przystępując do projektowania urządzenia prostownikowego należy postawić pewne żądania, które dane urządzenie ma wypełnić. Żądaniami temi są zazwyczaj:

1. Wielkość wysokiego napięcia V_0 .
2. Moc energii wyprostowanej W_0 , a więc
3. natężenie prądu prostowanego I_0 .
4. Największe dopuszczalne wahanie napięcia stałego (tętnienie) n .

Na zasadzie tych danych należy wybrać najodpowiedniejszy typ kenotronu (Tablica I) oraz zaprojektować układ prostownikowy, obliczając wszystkie elementy tego układu.

Tak zaprojektowane urządzenie prostownikowe będzie się zachowywać naogół jak np. prądnic prądu stałego. Dla obciążenia normalnego będzie dawać żądane napięcie przy pewnej sprawności, zaś tętnienie nie będzie przekraczać dopuszczalnej granicy. Przy zwiększeniu obciążenia napięcie otrzymane maleje, sprawność spada, zaś jednocześnie, przy danym doborze elementów układu, tętnienie wzrasta. Przeciwnie, przy zmniejszeniu obciążenia, napięcie oraz sprawność wzrastają zaś tętnienie maleje. Wynika stąd, iż zaprojektowanie urządzenia może być uskutecznione z większym lub mniejszym nadmiarem.

Warunki pracy urządzenia będą wówczas więcej lub mniej równomierne, samo urządzenie mniej lub więcej wrażliwe na zmiany obciążenia.

Punktem wyjścia obliczenia jest oczywiście rodzaj energii elektrycznej jaka jest do rozporządzenia.

Jeśli chodzi o prąd zmienny (najczęściej 50~) może tu być do rozporządzenia prąd jedno lub trójfazowy. W razie rozporządzenia prądem stałym należy przewidzieć przetwórnice. Wówczas dogod-

niejszy jest stosowanie prądu o większej częstotliwości (np. 500~), gdyż uzyskuje się większą równomierność napięcia wyprostowanego przy użyciu prostszych urządzeń wyrównawczych.

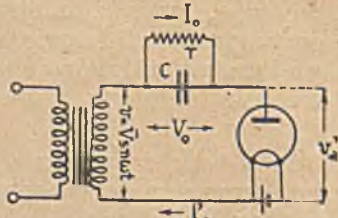
Tablica I.

Firma	Typ	Żarzenie		Prąd emisyjny całkow.	Moc admisyjna	Nap. prostowane	Opór wewnętrzny	Spadek napięcia
		V	A					
RADIOTECHNIQUE	DI 2.	7,5	2,3	180	10	50÷250	300	50
	DI 3	9,0	1,1	70	10	120÷500	500	40
METAL	№ 0	2,5	2,7	50	—	600	—	—
	№ 2	6,0	2,5	50	20	1500	—	—
	№ 5	18	6	—	—	20000	—	—
MARCONI WT. Co	MR 1	9,0	5,5	350	200	19000	1000	—
	MR 4	12,5	6,3	400	300	10000	1500	—
	MR 9	14	24	1750	1500	10000	500	—
	U 3	5,5	1,5	80	15	1500	4500	—
PHILIPS	ZG 1	3,8	1,4	20	10	1000	—	100
	ZG 2B	6	2,7	60	40	3000	—	300
	ZG 4	10	6,5	300	240	10000	—	500
	ZG 83	17	38	4000	—	—	—	—*)
TELEFUNKEN	RG 56	10	1,5	35	—	250	—	—
	RG 45	14	12	1000	—	6000	—	—
	RG 44	16	16	1500	—	20000	—	—

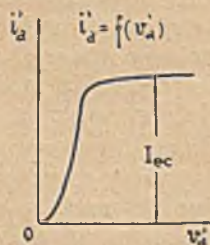
Co się tyczy układu prostownikowego, możliwe jest wykorzystanie albo pół fali napięcia albo też całej fali, zależnie od ilości zastosowanych dróg prostujących.

Rozpatrzenie przebiegów w najprostszym układzie prostownikowym. Prostowanie półfali napięcia jednofazowego.

Wyobraźmy sobie układ prostownikowy wykorzystujący połówkę fali napięcia, jak to wskazuje rys. 1. Założmy, iż dana jest lampa katodowa dwuelektrodowa — kenotron — o charakterystyce prądu anodowego, przedstawionej na rys. 2. Przez



Rys. 1.



Rys. 2.

t. j. to największe natężenie prądu anodowego, które odpowiada wszystkim elektronom wydzielonym przez katodę przy danym jej stanie żarzenia. (danym prądzie żarzenia I_k i napięciu żarzenia V_k). Ponadto anoda kenotronu ma takie wymiary, wykonana jest z takiego materiału, oraz warunki jej chłodzenia są takie, że kenotron wytrzyma bezpiecznie wydzielanie się w anodzie ilości ciepła, odpowiadających mocy traconej $W'_{a \max}$.

Założymy następnie, iż kenotron skonstruowany jest w taki sposób, że jego opór wewnętrzny jest niewielki t. zn. że spadek napięcia na nim jest mały w stosunku do amplitudy napięcia prostowanego. Osiąga się to przez odpowiedni wybór stosunku długości cylindra anody do jego średnicy cylindra.

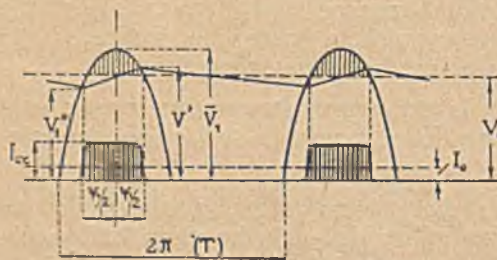
Energję prądu zmiennego doprowadzamy do pierwotnego uzwojenia transformatora i utrzymujemy na jego wtórnych zaciskach napięcie zmienne $v = \bar{V}_1 \sin \omega t$ o stałej amplitudzie \bar{V}_1 .

Energję prądu wyprostowanego pod stałym napięciem V_0 czerpiemy z zacisków kondensatora C , działającego wyrównawczo. Odbiornik tej energii przedstawiony jest tu pod postacią oporu, przez który płynie czerpany prąd I_0 , taki, iż $I_0 r = V_0$.

Mechanizm prostowanie jest następujący:

Dzięki jednokierunkowemu przewodnictwu kenotronu, w obwodzie wtórnym transformatora mamy ruch ładunku elektrycznego stale w jednym kierunku (wskazanym przez strzałkę).

Ładunek ten oczywiście przepływa przez opór r ; jedynie jego nadmiar gromadzi się w kondensatorze C . Zatem kondensator ten ładuje się w ciągu czasu przewodzenia kenotronu, zaś wyładowywa się w pozostałym ciągu okresu. W ten sposób napięcie na zaciskach oporu r lub kondensatora C nie jest stałe w ścisłym znaczeniu tego słowa, lecz jest tętniące. Wielkość tętnienia zależy oczywiście od wielkości kondensatora wyrównawczego, (odgrywającego tu rolę koła zamachowego) oraz od natężenia prądu I_0 , czerpanego przez opór r . Oznaczmy granice, w których odbywa się wahanie napięcia na kondensatorze (oporze) przez V_1' i V_1'' (rys. 3).



Rys. 3.

Oczywiście $V_1 < V_0 < V_2$, zaś amplituda tętnienia jest $(V_1' - V_1'') : 2$, czyli $n = \frac{V_1' - V_1''}{2V_0}$

to samo dany jest prąd emisyjny całkowity I_{ec} ,

*) Chłodzenie wodne. Moc adm. zależy od intensywności chłodzenia.

Ponieważ założyliśmy, że spadek napięcia wewnątrz kenotronu jest do pominięcia, przeto łądo-

wanie kondensatora wyrównawczego prądem pełnym, jaki może przepłynąć przez kenotron, a więc prądem emisyjnym całkowitym I_{ec} , rozpoczyna się natychmiast z chwilą, gdy chwilowa wartość napięcia na zaciskach transformatora przewyższy napięcie na zaciskach kondensatora (niższą jego granicę V_1'). Ładowanie skończy się, gdy napięcie transformatora spadnie poniżej tej wartości napięcia do wartości, jaką otrzymamy na kondensatorze po pełnym naładowaniu (górną jego granicę V_1''). Jeśli przyjmijemy, że prąd ładowania jest stały, otrzymamy przebieg napięcia między V_1' i V_1'' według linii prostej.

Oznaczmy czas ładowania kondensatora (czas płynięcia prądu I_{ec}), wyrażając go w częściach

okresu $T = \frac{1}{f}$ prądu zmiennego, przez $\frac{\varphi_1}{2\pi} T$.

Ładunek, który wpływa do kondensatora w tym

czasie jest $I_{ec} \frac{\varphi_1}{2\pi} T$.

Kondensator dostarcza zaś do obwodu odbiornika w ciągu całego okresu T ładunku

$$I_0 T$$

Oczywiście, musi zachodzić równość

$$I_{ec} \frac{\varphi_1}{2\pi} T = I_0 T \quad \dots (2)$$

skąd

$$\varphi_1 = \frac{I_0}{I_{ec}} 2\pi \quad \dots (3)$$

albo

$$I_0 = \frac{\varphi_1}{2\pi} I_{ec} \quad \dots (4)$$

Z drugiej strony, obniżenie się napięcia na kondensatorze od V_1'' do V_1' w ciągu czasu wyładowania następuje dlatego, że kondensator traci ładunek

$$C (V_1'' - V_1')$$

Ładunek ten w ciągu czasu $(T - \frac{\varphi_1}{2\pi} T)$ daje prąd I_0 , a zatem

$$C (V_1'' - V_1') = I_0 \left(1 - \frac{\varphi_1}{2\pi} \right) T \quad \dots (5)$$

Jeżeli wyrazimy różnicę napięć $(V_1'' - V_1')$ przez współczynnik tętnienia, określony równaniem (1) to z równań (3) i (5) otrzymamy wyrażenie na wielkość pojemności C , która jest konieczna, aby przy danym V_0 , I_0 i f zapewnić tętnienia nie większe niż n .

$$C = \frac{I_0}{2fnV_0} \left(1 - \frac{I_0}{I_{ec}} \right) \quad \dots (6)$$

Wielkość napięcia stałego średniego

$$V_0 \approx \frac{V_1'' + V_1'}{2}$$

obliczyć się daje z dostateczną dokładnością ze wzoru przybliżonego

$$V_0 \approx V_1 \text{cs} \frac{\varphi_1}{2} \quad \dots (7)$$

a więc napięcie zmienne (wartość skuteczna), niezbędne dla otrzymania żądanego napięcia stałego V_0 , jest

$$V_1 = \frac{V_0}{\sqrt{2} \text{cs} \frac{\varphi_1}{2}} \approx 0,7 V_0 \frac{1}{\text{cs} \frac{\varphi_1}{2}} \quad \dots (8)$$

Moc prądu dostarczana do układu prostownikowego przez wtórne uzwojenie transformatora jest

$$W = \frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\varphi_1}{2}}^{+\frac{\varphi_1}{2}} I_{ec} \bar{V}_1 \alpha \, d\alpha = \frac{I_{ec} \bar{V}_1}{\pi} \text{sn} \frac{\varphi_1}{2} \quad (9)$$

Ponieważ moc prądu stałego otrzymywana z prostownika jest

$$W_0 = I_0 V_0 = \frac{I_{ec} \bar{V}_1}{\pi} \frac{\varphi_1}{2} \text{cs} \frac{\varphi_1}{2} \quad \dots (10)$$

przeto moc tracona w kenotronie

$$W' = \frac{I_{ec} \bar{V}_1}{\pi} \left(\text{sn} \frac{\varphi_1}{2} - \frac{\varphi_1}{2} \text{cs} \frac{\varphi_1}{2} \right) \quad \dots (11)$$

Moc W' wydziela się w kenotronie pod postacią ciepła nagrzewającego anodę

Oczywiście sprawność jest $\eta = \frac{W_0}{W}$ *) (12)

Jeśli oznaczymy tę największą moc strat, którą anoda kenotronu jest w stanie znieść, czyli t. zw. moc admisyjną kenotronu, przez $W'_{a \max}$ otrzymamy oczywistą nierówność, która winna być spełniona: $W' < W'_{a \max}$, czyli

$$\frac{I_{ec} \bar{V}_1}{\pi} \left(\text{sn} \frac{\varphi_1}{2} - \frac{\varphi_1}{2} \text{cs} \frac{\varphi_1}{2} \right) < W'_{a \max} \quad (13)$$

Dla zdania sobie sprawy z warunków pracy urządzenia prostownikowego konieczna jest znajo-

*) bez uwzględnienia mocy żarzenia katody.

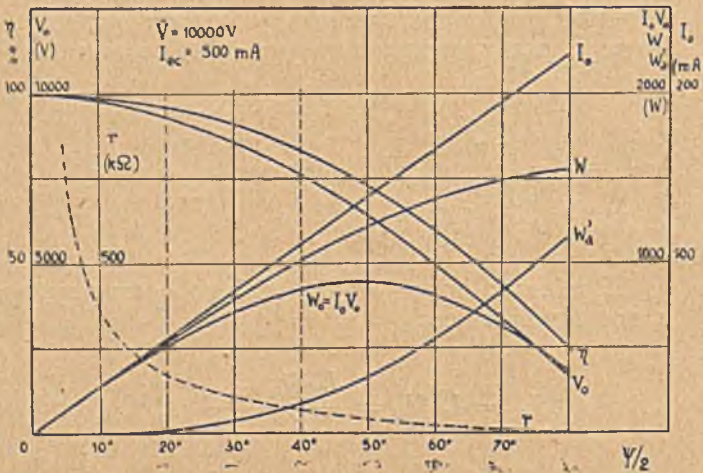
mość charakterystyki urządzenia, t. zn. zależność głównych jego wielkości charakterystycznych W_0 , V_0 , n , η od obciążenia, a więc np. od natężenia prądu I_0 (zmianę I_0 można np. uzyskać przez zmianę oporu r na rys. 1)

Zależności te dają się łatwo wyznaczyć z otrzymanych wzorów, przyczem najdogodniej przedstawić je w funkcji φ_1 . Zakładając pewne wartości V i I_{ec} , możemy na zasadzie równania (3) wykreślić zależność $I_0 = f(\varphi_1)$, oraz $V_0 = f(\varphi_1)$, a więc i $W_0 = f(\varphi_1)$.

Na zasadzie równania (11) daje się wykreślić krzywa $W' = f(\varphi_1)$, a więc i inne zależności. Jeśli ponadto założymy pewną wartość pojemności C otrzymamy zależność tętnienia od φ_1 .

Wykresy powyższych zależności przedstawione są na rys. 4 w założeniu:

$$V = 10000 \text{ V}, I_{ec} = 500 \text{ mA.}$$



Rys. 4.

Widzimy stąd, iż moc prądu stałego W_0 osiąga maximum dla $\varphi_1 = 90^\circ$. Natomiast napięcie V_0 oraz sprawność η maleją, zaś moc doprowadzana W i moc tracona W' , wzrastają wraz ze zwiększeniem prądu I_0 . I przeciwnie, wraz ze zmniejszeniem obciążenia sprawność oraz napięcie wzrastają. Z powyżej podanych wykresów wynika, że najlepsze wyniki pracy prostownika w rozpatrzonym układzie należy oczekiwać przy kącie

$$\frac{\varphi_1}{2} = 35^\circ \div 45$$

Odpowiada temu prąd prostowany $I_0 \approx 0,25 I_{ec}$ napięcie $V_0 = 0,7 V$, i sprawność $\eta = 80\%$, przy dość dużej mocy.

Amplituda napięcia zasilającego, niezbędna dla uzyskania żądanego napięcia stałego V_0 jest

$$\bar{V} \approx 1,4 V_0 \dots \dots (14)$$

Dla tych warunków wzór na obliczenie pojemności kondensatora wyrównawczego dla danego tętnienia miałby postać

$$C = \frac{I_{ec} \cdot 0,7}{8 f n V_0} \approx \frac{I_{ec}}{10 f n V_0} \dots (15)$$

zaś moc tracona w kenotronie byłaby

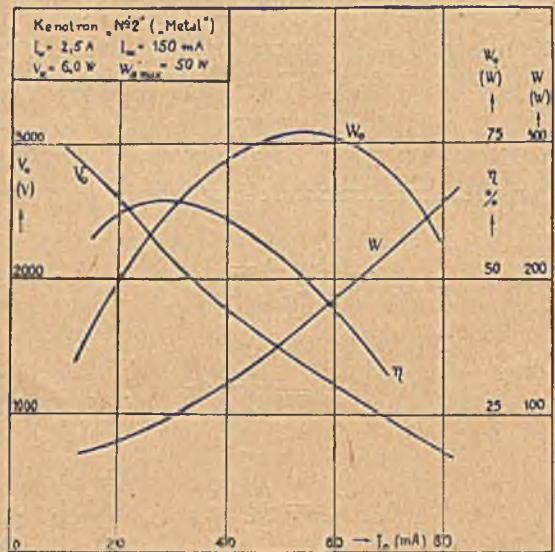
$$W' \approx 0,25 I_0 V_0$$

Ponieważ moc ta winna być mniejsza od mocy admysyjnej W'_{max} , przeto wzór

$$W'_{max} > 0,25 I_0 V_0 \dots \dots (16)$$

pozwała wybierać moc admysyjną kenotronu, jeśli dana jest moc prądu stałego.

Rysunek 5 przedstawia otrzymane doświadczalnie wykresy pracy prostownika kenotronowego zasilanego prądem zmiennym 500 okresowym. Lampą prostownikową był kenotron typ „№2„



Rys. 5.

fabryki „Metal“ o danych: prąd żarzenia $I_k = 2,5 \text{ A}$ napięcie $V_k = 6 \text{ V}$, prąd emisyjny całkowity $I_{ec} = 150 \text{ mA}$ moc admysyjna anody $W_{amax} = 50 \text{ W}$. Krzywe są zdjęte w zależności od prądu prostowanego, zmienianego przy pomocy zmiany oporze obciążającego. Mała sprawność tłumaczy się niewielką mocą urządzenia, dzięki czemu straty w transformatorze są stosunkowo duże. Zakres najkorzystniejszej pracy zawiera się między 30 a 50 mA. w którym to zakresie przy dużej mocy prądów prostowanych sprawność jeszcze jest dość dobra. Odpowiada to istotnie około jednej czwartej prądu emisyjnego całkowitego.

Prostowanie półfal napięcia jednofazowego.

Poprzednio prowadzone rozważania w odniesieniu do prostowania półfali napięcia dadzą się

zastosować do wypadku prostowania przy wykorzystywaniu obu połówek fali napięcia. Schemat odpowiedniego układu, przedstawiony jest na rys. 7b. Tutaj każda połówka transformatora o napięciu V pracuje na swój kenotron podobnie jak w wypadku poprzednim, jedynie przez odbiornik energii r przepływa suma prądów wytworzonych przez oba kenotроны. Oczywiście w rozpatrywanym wypadku kondensator w ciągu okresu uzyskuje ładunek dwa razy większy niż w wypadku poprzednim, a przeto równanie (2) odpowiednio zamienione przyjmie postać

$$2 \left(I_{ec} \frac{\varphi_2}{2\pi} T \right) = I_0 T \dots (2')$$

albo $\varphi_2 = \frac{I_0}{I_{ec}} \pi$, skąd $I_0 = \frac{\varphi_2}{\pi} I_{ec} \dots (3', 4')$

Zatem przy jednakowych kątach ładowania $\varphi_1 = \varphi_2$, w wypadku ostatnim, tętnienia przy danej pojemności kondensatora wykonawczego C — będą dwa razy mniejsze niż w poprzednim, albo, dla zapewnienia pewnego tętnienia, pojemność kondensatora wyrównawczego może być dwukrotnie mniejsza.

Wzór (6) przyjmuje tu postać

$$C = \frac{I_0}{4 f n V_0} \left(1 - \frac{I_0}{I_{ec}} \right) \dots (6')$$

natomiast wzory: (7), (8) zmianie nie ulegną

$$V_0 \cong \bar{V}_2 \operatorname{cs} \frac{\varphi_2}{2} \dots (7')$$

$$V_2 \cong 0,7 V_0 \frac{1}{\operatorname{cs} \frac{\varphi_2}{2}} \dots (8')$$

Moc prądu zmiennego dostarczana przez obie połówki transformatora do kenotronów jest

$$W = \frac{2 I_{ec} \bar{V}_2}{\pi} \operatorname{sn} \frac{\varphi_2}{2} \dots (9')$$

podczas gdy moc prądu stałego otrzymywana z układu

$$W_0 = I_0 V_0 = \frac{I_{ec} \bar{V}_2}{\pi} \varphi_2 \operatorname{cs} \frac{\varphi_2}{2} \dots (10')$$

Moc tracona w każdym z kenotronów wyraża się

$$W_1' = \frac{W - W_0}{2} = \frac{I_{ec} \bar{V}_2}{\pi} \left(\operatorname{sn} \frac{\varphi_2}{2} - \frac{\varphi_2}{2} \operatorname{cs} \frac{\varphi_2}{2} \right) \dots (11')$$

Podobnie warunek nieprzeciążenia kenotronu będzie brzmiał:

$$\frac{I_{ec} \bar{V}_2}{\pi} \left(\operatorname{sn} \frac{\varphi_2}{2} - \operatorname{cs} \frac{\varphi_2}{2} \right) < W'_{\max} \dots (13')$$

dla każdego kenotronu

Jeżeli prąd stały czerpany z tego układu ma pozostać taki sam jak poprzednio, kąt ładowania może być zmniejszony do połowy, a więc jego wartość będzie

$$\varphi_2 = 45^\circ, \text{ czyli } \frac{\varphi_2}{2} \cong 23^\circ$$

W tym wypadku $V_0 \cong 0,9 \bar{V}_2$

$I_0 = 0,25 I_{ec}$ (I_{ec} = prąd emisyjny każdego z kenotronów)

$$\eta \cong 95\%$$

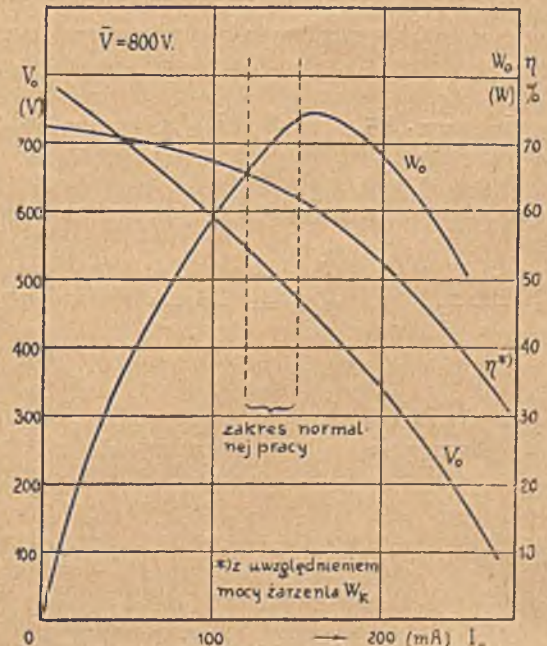
$$C = \frac{I_{ec}}{20 f n V_0}$$

Moc admisyjna każdego kenotronu

$$W_{\max} > 0,03 I_0 V_0$$

Amplituda napięcia każdej połówki transformatora

$$\bar{V}_2 = 1,1 V_0$$



Rys. 6.

Rysunek 6 przedstawia *) wykresy pracy prostownika dwukenotronowego na niewielkie napięcie ($V_{as} \approx 800V$). Sprawność liczona jest tu z uwzględnieniem mocy żarzenia, przeto dochodzi tylko w najlepszym razie do siedemdziesięciu kilku procentów.

Prostowanie jednej i dwóch półfal napięcia trójfazowego.

Rozumując w sposób podobny jak poprzednio otrzymamy dla prostowania jednej połówki napięcia trójfazowego przy pomocy 3-ch (rys. 7c) lub 6-ciu kenotronów (rys. 7d) następujące zależności:

Tablica II.

Prostowanie prądu	Ilość kenotronów	φ	$\varphi/2$	Pojemność kondensatora wyrównawczego	Napięcie na każdej części uzwojenia wtórnego	Układ rys
jednofazowego jednej półfali	1	$\frac{I_0}{I_{ec}} \cdot 2\pi$	45°	$\frac{1}{2} \times \frac{I_0}{V_0 n f} \left(1 - \frac{I_0}{I_{ec}}\right)$	$1 \times \bar{V}$	7a
jednofazowego obu półfal	2	$\frac{I_0}{I_{ec}} \cdot \pi$	23°	$\frac{1}{4} \times \left(1 - \frac{I_0}{I_{ec}}\right)$	$2 \times \bar{V}$	7b
trójfazowego jednych półfal	3	$\frac{I_0}{I_{ec}} \cdot \frac{2}{3}\pi$	15°	$\frac{1}{6} \times \left(1 - \frac{I_0}{I_{ec}}\right)$	$3 \times \bar{V}$	7c
trójfazowego obu półfal	6	$\frac{I_0}{I_{ec}} \cdot \frac{1}{3}\pi$	8°	$\frac{1}{12} \times \left(1 - \frac{I_0}{I_{ec}}\right)$	$6 \times \bar{V}$	7d

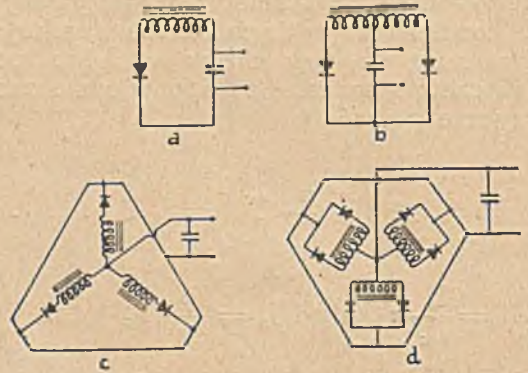
$$\varphi_1''' = \frac{I_0}{I_{ec}} \frac{2\pi}{3} \quad \varphi_2''' = \frac{I_0}{I_{ec}} \frac{\pi}{3} \quad (3''', 3''')$$

$$\text{oraz } I_0 = \frac{3\varphi_1'''}{2\pi} I_{co} \quad I_0 = \frac{3\varphi_2'''}{\pi} I_{ec} \quad (4'', 4''')$$

$$C = \frac{1}{6} \text{ wzgl. } \frac{1}{12} \times \left[\frac{I_0}{f n V_0} \left(1 - \frac{I_0}{I_{ec}}\right) \right] \quad (6'', 6''')$$

Najkorzystniejsze kąty ładowania

$$\frac{\varphi_1'''}{2} = 15^\circ \quad \frac{\varphi_2'''}{2} = 8^\circ.$$

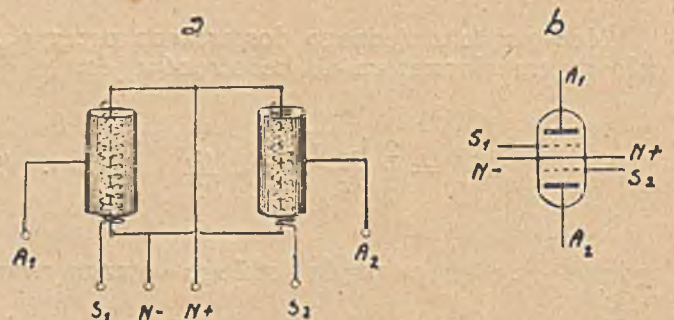


Rys. 7

Otrzymane wyniki obliczeń dla prostowania prądu jednofazowego jak i trójfazowego ujęte są dla porównania w zestawieniu na Tabl. II.

Wiadomości techniczne.

Nowa pięcioelektrodowa lampa odbiorcza — „Pentatron“*) Pięcioelektrodowa lampa opisana i demonstrowana niedawno przez prof. dr. Leithäusera w Berlinie, składa się zasadniczo z dwu lamp trójelektrodowych, które są połączone równolegle i mają wspólne doprowadzenia (zaciski P_1 i P_2).



Połączenie elektrod w Pentatronie
a - konstrukcyjne
b - schematyczne

Rys. 1

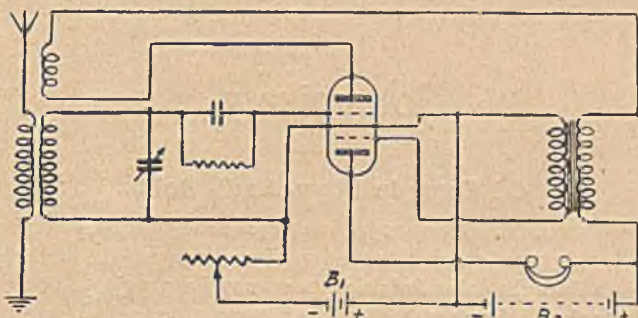
*) Wg. Byrnes, Gen Electr. Rev. 1923 № 7

*) „Wireless World“ Vol XVIII N. 23, 23.VI. 1926 r Str. 854.)

W ten sposób pentatron posiada nazewną sześć doprowadzeń (nóżek-zacisków),

Połączenie dwu lamp trójelektrodowych w jednym baloniku szklanym daje szereg dość znacznych korzyści tak praktycznych jak i teoretycznych. Przedewszystkiem układ ten, w istocie rzeczy dwulampowy, zmniejsza znacznie wymiary aparatu w porównaniu ze zwykłym układem dwulampowym, ponieważ pentatron potrzebuje bardzo mało miejsca.

Pozatem każdy trójelektrodowy układ pentatronu może być użyty w oddzielnym układzie, jak to pokazuje rys. 2, dający schemat połączeń w odbiorniku demonstrowanym przez prof. Leithäusera.



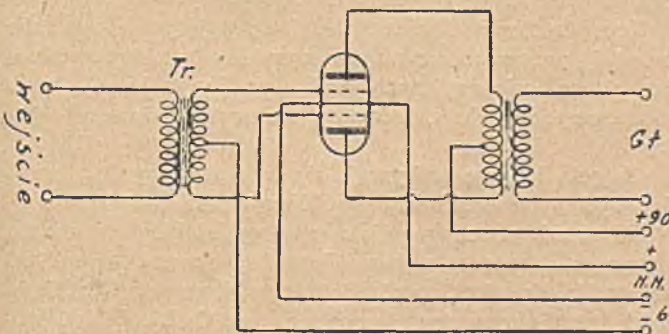
Zastosowanie pentatronu w układzie regeneracyjnym z jedną lampą

Rys. 2

Faktycznie mamy tu układ dwulampowy, lecz wymagający prostszej obsługi i mniej miejsca, aniżeli zwykłe odbiorniki dwulampowe. Ma się rozumieć, że trzeba dobrać dogodne warunki dla każdej siatki i dla każdej anody oddzielnie.

Pentatron może być z powodzeniem zastawany tak samo w tak zwanym układzie „push-pull”, jak to wskazuje rys. 3, z temi samymi wygodami uproszczenia obsługi odbiornika.

Co do zasilania pentatronu, charakteryzuje się ono następującymi danymi: prąd żarzenia całkowity 0,3 amp. przy napięciu 1,6 — 1,8 wolt., potencjał anodowy 90 woltów.



Zastosowania pentatronu w układzie t. zw. „push-pull”

Rys. 3

Ponieważ w pentatronie mamy połączenie dwu trójelektrodowych systemów w jednym baloniku, jest niezbędnym zrównać o ile możliwe charakterystyki obydwu systemów

Bardzo dobre daje wyniki inny układ wewnętrzny pentatronu, a mianowicie: równoległe połączenie nie tylko

lecz także anod i siatek. W tym wypadku znacznie polepszamy własności lampy, jak widać z następujących danych: 1) Przeciętne nachylenie charakterystyki każdego poszczególnego układu trójelektrodowego w pentatronie jest już dość wysokie, a mianowicie od 0,6 do 0,8 miliamperów na wolt; przy połączeniu zaś równoległym dwu systemów trójelektrodowych i przy odpowiednim doborze wymiarów lampy nachylenie charakterystyki pentatronu podnosi się do 1,6 — 2 miliamperów na wolt, współczynnik amplifikacji dostajemy około 6,5 do 8,5, co odpowiada oporowi wewnętrznemu wszystkiego około 4000 omów 2) Emisja każdego systemu trójelektrodowego w pentatronie dochodzi do 6 — 8 miliamperów, przy zerowym potencjale na siatce i 90 woltach na anodzie, natomiast w pentatronie z równoległymi połączeniami elektrodami emisja, w tych samych warunkach, podnosi się do 14, a nawet 18 miliamperów. W ten sposób pentatron nadaje się do zastosowania z głośnikiem używając tylko jednego akumulatora 2 woltowego do żarzenia i baterji anodowej 90 woltowej.

Z powyższego widać, że pentatron jest nową lampą dobrze nadającą się nie tylko do eksperymentów, lecz i dla szerokiego zastosowania w radjofonji

D. M. Sokolow

O polaryzacji krótkich fal elektrycznych. Dla dokładnego poznania zasad rozchodzenia się krótkich fal elektrycznych i racjonalnej budowy urządzeń nadawczych i odbiorczych sprawą wielkiej wagi jest określenie płaszczyzny polaryzacji fal. Szereg prób potwierdził dotychczasowy pogląd, że fale dłuższe polaryzują się pionowo, podczas gdy przy falach krótkich silnie występują lub nawet przeważa składowa pozioma. Uskutecznione były pomiary ze zwykłą anteną Hertz'a, którą można było dowolnie obracać, umieszczoną na wysokiej wieży. Zapomocą tej anteny można było określić stosunek pionowej i poziomej składowej pola elektrycznego. Próby dowiodły, że stosunek poziomej składowej do pionowej zależy od częstotliwości, pory dnia i odległości od nadajnika. Pozatem stwierdzono, że stosunek ten nie zależy od tego, w jakiej płaszczyźnie fala wytworzona została przy nadajniku.

Fala o długości ponad 300 m. całkowicie polaryzuje się we dnie pionowo, w nocy składowa pozioma wynosi ok. 5 — 10%.

Fala 100 m. polaryzuje się we dnie pionowo, lecz w nocy składowa pozioma osiąga ok. 50%.

Przy falach krótszych składowa pozioma wzrasta szczególnie we dnie.

W miarę odległości stosunek dla fal krótkich składowa pozioma: składowa pozioma wzrasta do pewnej odległości (w danym przypadku ok. 200 km.) i może osiągnąć liczbę 5, poczem spada powoli do 1 — 1,5.

Dla bliższego zaznajomienia się z tą sprawą artykuł zaleca: Journal Washington Acad. Science 40. 101 — 106 1921 (Austin).

Brit. Pat. 176127/1921 (Metody pomiarów).

Electrician 89. 150. 1922 (Bellini).

Wireless World 1. 789. 1922 (Jackson).

(Experimental Wireless 2,737. 1925 — Q S T. 10 9. 1926/Febr Nº 2 według Der Radio-Amateur IV. 394 1926/7 Mai 11. 19).

S. J.

Próżniowy kondensator dla fal krótkich. W kondensatorach dla fal krótkich zmniejszenie strat dielektrycznych jest sprawą wielkiej wagi. Dlatego niedawno został skonstruowany kondensator obrotowy umieszczony całkowicie w szczelnym naczyniu, z którego powietrze zostało wypompowane. Oś obrotowa kondensatora ma wewnątrz naczynia kotwicę w kształcie drążka poprzecznego zaopatrzonego w końcówki żelazne. Obracanie osi,

obrotowej wraz z płytami ruchomymi skutecznia się z zewnątrz zapomocą obracania dokoła swej osi magnesu w kształcie litery „U”. Obracanie magnesu powoduje obrót kotwicy, a co zatem idzie — zmianę położenia płyt ruchomych.

(Patent. Ameryk. 1557725, Popular Radio 9, 395, 1926/April № 4. wg. Der Radio Amateur IV, 396, 1926/7. Mai H. 19).

S. J.

O tłumieniu filtrów elektrycznych w granicach przepuszczanego widma. Mayer, Elektr. Nach. 2 Okt. 1925 335 — 338.

Autor podaje prostą metodą pozwalającą określić oporność omową filtrów i obliczyć tłumienie w zakresie przepuszczanego widma. Metoda ta jest oryginalną, ponieważ uwzględnia jednocześnie oporność indukcyjną i pojemnościową w założeniu, że są one niezależne od częstotliwości. Niedogodnością tej metody jest jednak to, że nie daje się ona zastosować w pobliżu granic.

Filtry elektryczne. P. K. Turner, Experimental Wireless 11, 23 sierpień 1925 613 — 684 i 95, październik, 821 — 824. Przedstawiona jest prosta metoda pozwalająca obliczać filtry elektryczne zapomocą nomogramów. Metoda ta nadaje się nawet gdy filtr załączony jest do indukcyjności lub pojemności. Zastosowanie tej metody ograniczone jest jednak filtrami prostymi, pozatem nie uwzględnia ona wpływu oporności omowej członów filtru.

(L'Onde électrique 5 Février 1926 10 A № 50).

S. J.

Informacje.

Głos amerykański o wystawie polskiej.

W amerykańskim piśmie codziennym „The Christian Science Monitor”, wydawanem w Bostonie, w numerze z dnia 30 czerwca r. b. ukazał się artykuł pod tytułem „Radjo Polskie praktykuje nowy system”. Artykuł ten daje sprawozdanie o naszej Wystawie Radjowej w słowach następujących:

W Warszawie została otwarta wystawa, wskazująca na osiągnięty postęp w dziedzinie radja w Polsce. Imponująca ilość eksponatów wystawiona w olbrzymich halach Szkoły Podchorążych reprezentuje wszystkie gałęzie polskiego przemysłu radjowego, który wzrósł jak grzyb po deszczu,

Trzeba uznać wielką zasługę organizatorów którzy zdołali ugrupować eksponaty w ten sposób, że widz zamiast wędrowania w labiryncie wystawy, jest od razu wzięty w ręce i prowadzony systematycznie przez wystawę, wchodząc stopniowo w rozwój tego wielkiego wynalazku.

Co do szczegółów wystawy opisuje się ją w słowach takich: W dziale muzealno-historycznym jest pokazany rozwój historyczny radja z wymienieniem tych znakomitych uczonych, którzy pracowali na polu tej gałęzi nauki. Cały szereg portretów, rysunków, djagramów, tablic oraz modeli pokazuje stopniowo fazy rozwoju radjotechniki aż do dnia dzisiejszego.

Nadzwyczaj cennym z punktu widzenia kształcenia publiczności jest dział demonstracji. W tym dziale widz zupełnie ignorant, może bardzo łatwo na lekcjach poglądowych zaznajomić się ze zjawiskami, stanowiącymi fizyczną zasadę radja, poczynając od pola magnetycznego i elektrycznego do zastosowania lampy katodowej jako detektora, wzmacniacza i generatora i kończąc na pełnym urządzeniu stacji nadawczej i odbiorczej.

Najbardziej interesującym i najbardziej kosztownym był dział wojskowy. Tu były demonstrowane rzeczy, które nowoczesna armja może się pochwalić. Trzeba w tem miejscu podkreślić że Wojsko Polskie używa prawie bez wyjątku tylko aparaty całkowicie wykonane w Polce i że głównym dostawcą armji polskiej jest Polskie Towarzystwo Radjotechniczne P.T.R.

Wystawa pokazała, że polski przemysł radjotechniczny robi szybkie postępy i niema tej dziedziny radjotechnicznej, w którejby on nie był przedstawiony.

Powodzenie wystawy było tak wielkie, że czas jej był prolongowany na cały tydzień

D. M. Sokolcow.

Warszawa, październik.

Komunikaty.

Od Zarządu Stow. Radj. Polsk.

W związku z obecnym rozwojem radjotechniki w Polsce i zwiększonym zapotrzebowaniem personelu. Stowarzyszenie Radjotechników Polskich postanowiło przyjąć z pomocą instytucjom i firmom radjotechnicznym, przez fachowe porady w wyborze wyższego personelu technicznego.

Stowarzyszenie Radjotechników Polskich grupujące w sobie wszystkich specjalistów z tej dziedziny, posiada możność zapewnienia instytucjom i firmom ludzi stojących pod względem technicznym na wysokości zadania. Rozciąga ono swoją działalność na cały obszar Rzeczypospolitej mając we wszystkich większych ośrodkach zorganizowane Koła prowincjonalne i jako instytucja naukowa, czynności swe spełnia bezinteresownie, dowodowana jedynie troską o rozwój radjotechniki.

Otwarcie roku szkolnego na państwowych kursach radjotechnicznych w Warszawie.

W drugiej połowie września w gmachu Państwowej Szkoły B. M. i El. odbyła się inauguracją Kursu Wstępnego i Kursu ogólnego. Z ogólnej ilości około 200 zgłoszonych kandydatów zostało przyjętych na „Kurs Wstępny”—65 słuchaczy przeważnie ze szkół rzemieślniczych z praktyką elektromechaniczną. Z liczby 130 zgłoszonych kandydatów na „Kurs Ogólny” (4 mies) zostało przyjętych — 60 osób (obu płci) przeważnie z ukończonym średnim wykształceniem. Szereg nieprzyjętych osób tego Kursu już się zapisało na następny Kurs, który będzie otwarty 6 marca 1927 roku.

Zajęcia i prace odbywają się w/g ustalonych programów wydanych drukiem przez Kierownika Kursów.

W skład obecnego ciała nauczycielskiego wchodzi od nowego roku szkolnego pp. inż. K. Jackowski, mjr. S. G. (Kierownik Kursów), prof. Sokolcow, kpt. inż. W. Ziembiński, kpt. Schoen, inż. Jaszewski, inż. C. Litwiński, por. Stańczyk, L. Gadkowski.

W związku z wprowadzeniem dodatkowych specjalnych opłat za używalność laboratorium po 25 zł od osoby za cały Kurs, Kierownictwo Kursów zyskało stałe źródło dochodów, około 4.000 zł. rocznie, na uzupełnianie sprzętu laboratoryjnego.