

ELEKTROTECHNIKA.

Kondensatory elektryczne Mościckiego i ich zastosowanie.

Podał **Kazimierz Drewnowski.**

(Dokończenie do str. 50 w № 4 r. b.).

IV. Wyrównywanie przesunięcia faz.

Przeglądając literaturę fachową, nieraz można spotkać się ze zdaniem¹⁾, że tylko wskutek braku odpowiednich kondensatorów nie można na większą skalę przedsięwziąć wyrównywania przesunięcia faz, spowodowanego prądami bezwrotnymi. Motor synchroniczny, ustawiony np. w podstacyi, może—wzbudzony nadmiernie—wpływać wyrównawczo tylko na tę część sieci, która znajduje się między nim a elektrownią, na inne zaś tylko pośrednio, przez zmniejszenie spadku napięcia. W razie, jeżeli się go ustawi w elektrowni, wpływa tylko na generator a nie na sieć. Chcąc więc osłabić ujemny wpływ każdego odbiorcy indukcyjnego, należałoby przy każdym z nich ustawić motor synchroniczny. Jest to wprost wykluczone ze względu na koszty, jakie pociągają ze sobą niestanna jego obsługa. Kondensatory, nie wymagające tej obsługi, mogą więc skutecznie zastąpić motory synchroniczne, o ileby koszt ich założenia i ruchu nie był zbyt wielki, a one same mogłyby pracować bez nadmiernego ogrzewania się.

Te cechy mają właśnie kondensatory Mościckiego. Ponieważ jednak są to kondensatory tylko na wysokie napięcie, nie można ich używać w sieciach niskiego napięcia, chyba tylko za pośrednictwem transformatorów. W tej części referatu chcę właśnie wyjaśnić, przy jakich napięciach przedstawiają kondensatory Mościckiego większe korzyści niż motory synchroniczne.

Ponieważ—jak wyżej wspomniałem—motory synchroniczne wymagają stałej obsługi, można je używać tylko do większych mocy, gdzie jednostkowe koszty obsługi nie grają wielkiej roli; jako granice przyjmuję rozdzielnicę o mocy 500—2000 kw. Z porównania wykluczone są podstacje przetwórcze, gdzie motory synchroniczne z natury rzeczy mogą być ustawione; wypadek taki (brak podstacyi) nie należy do rzadkości w sieciach elektrowni okręgowych. Ze względu, że kondensatory Mościckiego nadają się tylko do wysokich napięć, uwzględniłem napięcia 5, 10, 15, 20 i 30 000 v.; za to motory synchroniczne trudno budować do napięć wyższych niż 10 000 v., dlatego wziąłem dla nich tylko 5 i 10 000 v. Wielkość przesunięcia fazy przyjąłem $\cos \varphi = 0,9$ i $0,7$.

Przy badaniu wpływu wyrównywania przesunięcia faz, można wziąć pod uwagę następujące korzyści z tego wynikające:

Dla nowych instalacji:

1) można tę samą energię przetransportować z mniejszą stratą na tę samą odległość, albo na dalszą odległość przetransportować przy tej samej stracie większą ilość energii, a to z tego powodu, że strata energii w przewodnikach, przy przetransportowaniu prądów zmiennych, jest odwrotnie proporcjonalna do współczynnika mocy;

2) przy tej samej mocy, napięciu i oddaleniu można uzyskać zmniejszenie wydatku na miedź, gdyż stosunek przekroju przewodników przy przesunięciu faz f_p , do przekroju, bez przesunięcia f_s (prąd stały), wynosi przy tym samym procentowym spadku napięcia $\frac{1}{\cos \varphi}$, a przy tej samej procentowej stracie mocy $\frac{1}{\cos^2 \varphi}$.

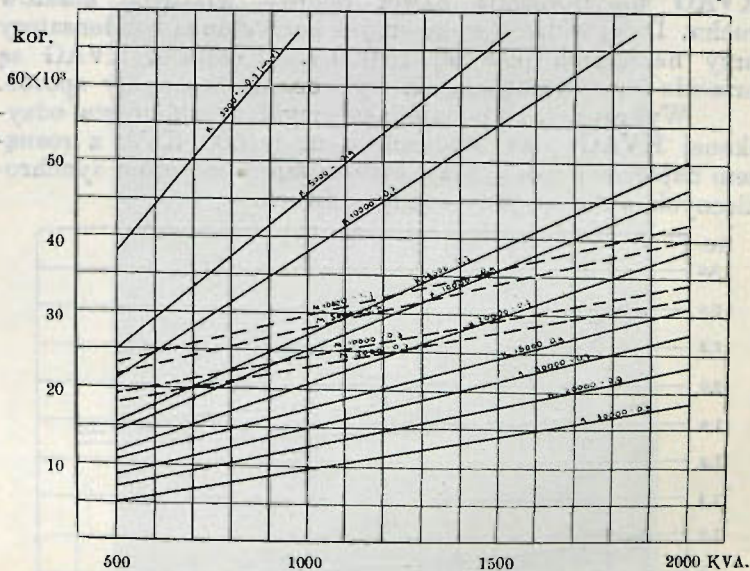
Może się zdarzyć, że elektrownia, pracująca ze znacznym $\cos \varphi$, jest już w kresu swej wydajności, i zachodzi potrzeba jej rozszerzenia. Przez odpowiednie zastosowanie wyrównywania przesunięcia faz, można odzyskać znaczną

część energii, straconą wskutek prądów bezwrotnych, jak to się okazuje z niżej zamieszczonej tablicy. Można więc mówić niejako o „wytwarzaniu“, odzyskiwaniu energii i o kosztach „wytwarzania“. Te koszty składają się z kosztów ruchu, amortyzacji i oprocentowania kosztów zakładowych motoru synchronicznego czy kondensatorów.

Za podstawę do obliczeń wykresów służyła poniższa tablica:

Moc pozorna w KVA	500	1000	1500	2000
Moc rzeczywista w kw				
przy $\cos \varphi = 0,9$	450	900	1350	1800
przy $\cos \varphi = 0,7$	350	700	1050	1400
Moc stracona w kw				
przy $\cos \varphi = 0,9$	50	100	150	200
przy $\cos \varphi = 0,7$	150	300	450	600
Moc dodatkowa w KVA				
przy $\cos \varphi = 0,9$	220	440	660	880
przy $\cos \varphi = 0,7$	360	720	1080	1440

Rys. 10 przedstawia koszty zakładowe motoru synchronicznego M , lub baterji kondensatorów K o mocy, odpowiadającej każdorazowo $\operatorname{tg} \varphi$ KVA, potrzebnej do całkowitego wyrównania przesunięcia faz. Instalacja kondensatorów jest



Rys. 10.

bardzo prosta; wielkość baterji dobiera się przez połączenie równoległe odpowiedniej liczby ogniów; kosztta ustawienia wynoszą około 12% ceny baterji. Motor synchroniczny wymaga wielkich kosztów ustawienia i osobnej rozdzielnicy; te koszty dodatkowe liczyłem około 5000 kor. na motor.

Z wykresu (rys. 10) widać odrazu przewagę motorów nad kondensatorami przy instalacjach o napięciu 5000 v. Przy 10 000 v. przewaga ta zaczyna się dla $\cos \varphi = 0,9$ od 900 KVA, a dla $\cos \varphi = 0,7$ od 600 KVA. W innych wypadkach kondensatory są tańsze.

Jeszcze wyraźniej widać to na rys. 11, na którym są przedstawione koszty zakładowe 1 KVA, odzyskanego zapo-
mocą motorów lub kondensatorów.

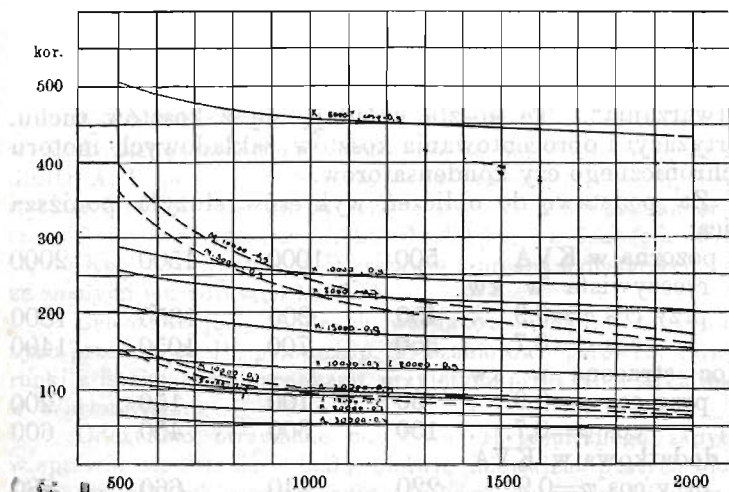
Zato rys. 12, podający koszty „produkcji“ 1 KVA odzyskanej, wykazuje bezwzględnie wyższość kondensatorów nad motorami synchronicznymi. Kondensatory, zużywające najwyżej 1% energii, do jakiej są przeznaczone, i nie wymagające stałej obsługi, muszą mieć przewagę nad motorami, które przy biegu jałowym pochłaniają co najmniej kilka procentów energii pełnego obciążenia i muszą być stale obsługiwane. Wykres (rys. 12) został sporządzony dla następu-

¹⁾ Np. Herzog i Feldmann: Berechnung elektrischer Leitungsnetze.

jących danych: amortyzacja i oprocentowanie 10% (dla kondensatorów może być mniej), koszt własny 1 KWG 5 hal.¹⁾, motor i kondensatory 3000 godzin rocznie w ruchu przy pełnym obciążeniu, albo przez cały rok przy obciążeniu średnim 35%. Wtedy koszt „produkcji“ 1 KWAG odzyskanej będzie

$$\frac{5 p P}{P'} + \frac{0,1 P}{3000} \text{ halerzy,}$$

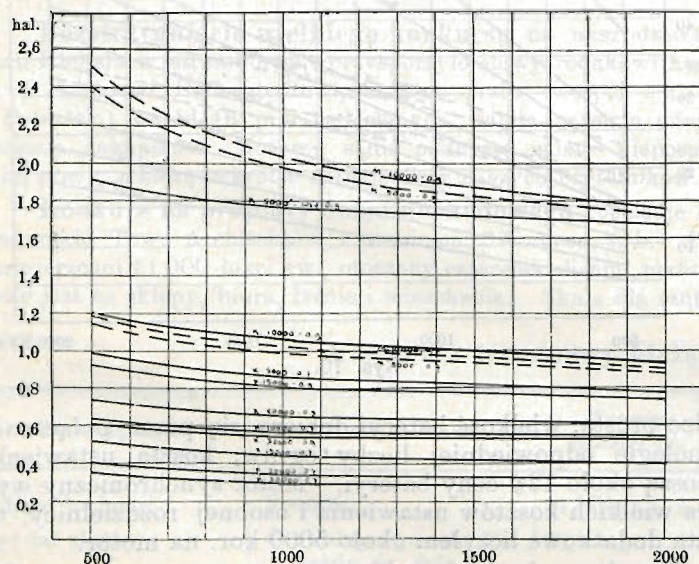
gdzie P — moc ustawiona, P' — moc odzyskana, $p=0,01$ dla kondensatorów, $p=0,06$ dla motorów (wzięto za mało — dla uwytadnienia!).



Rys. 11.

Widzimy z wykresu (rys. 12), że w granicach powyższych — opłaca się ustawić kondensatory, zamiast motorów, nawet przy napięciu 5000 v. Same koszty odzyskanej KWAG nie osiągają nawet połowy własnych kosztów ruchu. Dalej widać z wykresu, jak korzystne są kondensatory przy napięciach powyżej 15 000 v. Koszta 1 KWAG są przeszło 5 razy mniejsze, niż wytworzone w zwykły sposób.

Wykres rys. 13 podaje jako przykład, jak koszty odzyskanej KWAG przy stacjach o mocy 500 KVA z rosnącym napięciem rosną przy zastosowaniu motorów synchronicznych, a maleją przy kondensatorach.



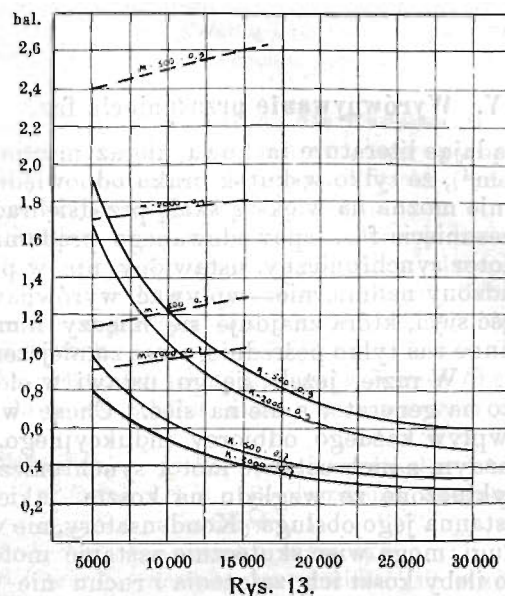
Rys. 12.

Reasumując te wyniki, dochodzimy do wniosku, że kondensatory Mościckiego oddać mogą wielkie usługi przy wyrównywaniu przysunięcia faz już od napięcie 5000 v. i to nie tylko dla małych stacji, lecz i dla dużych, gdzie mogą wchodzić w grę i motory synchroniczne, wyjąwszy wypadki, gdzie te motory są już ustawione do innych celów, szczególne zaś korzyści występują przy napięciach powyżej 15 000 v.

Kondensatory używane w tym celu mają grubość ścianki cieńszą (o ile nie są wystawione na znaczną zwyżkę napięcia), skutkiem czego pojemność ich się zwiększa. Ażeby spełniały swe zadanie należycie, winny być o ile możności jak najbardziej porozrzucane w sieci, a więc ustawione przy każdym

¹⁾ Halerzy austriackich.

większym transformatorze. O zupełnym wyrównaniu przysunięcia faz nie może być mowy, gdyż w takim razie należałoby przystosowywać wielkość baterii kondensatorów do każdorazowego $\cos \varphi$, co bez wielkich kosztów nie da się wykonać; baterie kondensatorów należy obliczać dla średniego $\cos \varphi$ według wzorów na moc $P_1 = P \sin \varphi$ KVA i na pojemność $C = \frac{P \cdot 10^6 \cdot \sin \varphi}{2 \pi n E^2} \mu F$, gdzie P — moc pozorna w KVA.



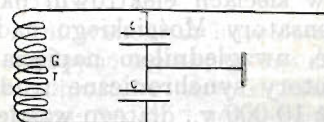
Rys. 13.

Z tego też względu wykresy powyższe mogą tylko służyć do ogólnego zorientowania się w zachodzących stosunkach.

Kondensatory, przeznaczone do wyrównywania przysunięcia faz, zaleca się załączać według następującego układu (rys. 14). W takim wypadku można mieć jeszcze następujące korzyści:

1) Wyrównanie krzywej napięcia generatora, popsutej drganiem pochodnymi, które mają tem łatwiejsze przejście przez kondensator, im są częstsze; skutkiem tego część linii, leżąca poza baterią, jest ich pozbawiona, a przez to bieg motorów staje się pewniejszy i unika się zjawisk rezonansu, które mogą być dla sieci niebezpieczne¹⁾.

9) Przez podzielenie zaś baterii na dwie części i uziemienie środka, wszystkie prądy o większej częstotliwości niż normalna tem łatwiej odprowadzane są do ziemi, im ich częstotliwość



Rys. 14.

jest większa. Zyskuje się w ten sposób ochronę przed zwyżką napięcia i wyładowaniami elektryczności atmosferycznej, bez użycia osobnych ochronników.

V. Ochrona przed nadmiernym napięciem.

Praktyczne rozwiązanie kwestii ochrony linii przed zwyżką napięcia należy jeszcze do przyszłości; przyrządy ochronne, dzisiaj używane, można uważać tylko za próby mniej lub więcej szczęśliwe. Przyczynia się do tego głównie to, że same zjawiska nie są jeszcze dostatecznie zbadane, a tem mniej działanie przyrządów ochronnych, tak, że mamy w tym względzie tylko hipotezy, czekające na potwierdzenie w praktyce. Omawianie tych hipotez wyprowadziłoby poza ramy niniejszego referatu; pozwolę sobie to uczynić innym razem, a dziś muszę się powołać na odpowiednią literaturę, głównie na artykuły E. T. Z. z r. 1908 i 1910, spowodowane odczytami na zjeździe elektrotechników niemieckich w Essen 1908. Obecnie zastanowię się tylko pokrótce nad tem, jaką rolę mogą odegrać kondensatory w poszczególnych przypadkach zaburzeń, spowodowanych zwyżką napięcia w przewodach.

¹⁾ P. K. Drewnowski: O zastosowaniu kondensatorów Mościckiego, *Czasopismo Techniczne* 1907. № 10 (zdjęcia oscylograficzne przebiegu krzywej napięcia).

1) *Rezonans elektryczny.*

Zjawisko rezonansu elektrycznego może powstać wtedy, jeżeli wartości samoindukcji i pojemności linii są takie, że się równoważą ze względu na podstawową częstość okresów, lub na które z drgań pochodnych; w pierwszym wypadku napięcie na idealnym kondensatorze (utworzonym przez linię) może wzrosnąć (teoretycznie) kilkanaście razy i przebić np. kabel; na szczęście zjawisko to dla normalnych częstości jest bardzo rzadkie (powstanie w razie, jeżeli $l \cdot L \cdot C \approx 10$, gdzie l — długość linii w *km*, L — samoindukcja na 1 *km* linii w Henry, a C także pojemność w μF ; widać, że na to narażone są przedewszystkiem linie bardzo długie. Częstszym może być drugi wypadek, a mianowicie rezonans ze względu na pochodne drgania, słabszy wprawdzie, ale zawsze mogący spowodować uszkodzenia linii.

Kondensatory, załączone do linii (równoległe), zwiększają wprawdzie pojemność a więc i możliwość rezonansu, ale z drugiej strony stanowią — jak o tem była wzmianka w rozdziale 4 — niejako skrót dla wyższych harmonicznych i oczyszczają krzywą napięcia generatora.

2) *Włączanie i wyłączanie.*

Przy włączaniu i wyłączaniu linii, powstaje nadmierne napięcie, którego wielkość przy włączaniu nie przekracza — nawet w najgorszych warunkach — podwójnej wielkości napięcia sieci; za to przy wyłączaniu prądu powstaje napięcie

wielkości $e = i \sqrt{\frac{L}{C}}$. W liniach, mających duże L a małe C (przewody dalekonośne), mogą więc powstać znaczne napięcia, w sieciach kablowych mniejsze. Widzimy stąd, że włączenie kondensatorów może zmniejszyć zwykłą napięcia przy wyłączaniu. To tłumaczy się tem, że kondensator przyjmuje w siebie część energii odłączonej, która sprawia uderzenie.

Jeżeli uwzględnimy tłumienie, to, gdy $R < 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$, mamy wyładowanie energii oscylacyjnej i kondensator może ją przepuścić do ziemi.

3) *Skrót dwóch przewodów.*

Przy przerwaniu skrótu zachodzą te same zjawiska, co przy wyłączaniu prądu, lecz w znacznie wzmoczonej formie, gdyż i energia zwarcia jest większa dla danego układu $(\frac{1}{2} i^2 L)$. Działanie kondensatora jest więc podobne jak poprzednio, nadmiar napięcia, jaki przy tem powstaje wskutek obecności kondensatora, jest mniejszy, gdyż kondensator przyjmuje pewną część energii, ale za to, w razie, gdy drgania nie są oscylacyjne i kondensator nie przepuścił ich do ziemi, może nastąpić tem silniejsze wyładowanie energii potencjalnej kondensatora.

4) *Zwarcie z ziemią.*

Zwarcie z ziemią, w razie nieuziemionego punktu zerowego, powoduje trwały nadmiar prądu i łuk do ziemi, który ma tendencję do gaśnięcia i zapalania się z energią $\frac{1}{2} C E^2$.

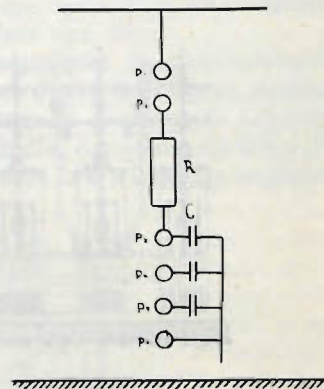
Przy tem powstaje wędrująca fala napięcia, która częściowo zostaje odrzucona przez indukcję transformatorów i generatorów, a częściowo przepuszczona przez kondensator, włączony między przewodami a ziemią. Taka wędrująca fala napięcia wywołuje fale stojące, a te powodują drgania o wielkiej częstości; te drgania mogą sprawić przebicie izolacji i zwarcie z ziemią, a więc znowu drgania o mniejszej częstości.

Kondensator spełnia więc tutaj rolę podwójną: zmniejsza wprawdzie nadmiar napięcia przez przepuszczenie części energii do ziemi, ale za to zwiększa energię potencjalną wyładowań. Przepuszczenie energii jest tem sprawniejsze, im częstość drgań jest większa, ta wynosi zwykle kilka tysięcy; nie jest to liczba dostatecznie duża, przeto wynikająca stąd pojemność kondensatora musi być znaczna.

Z tego też względu kondensatorów nie używa się wprost jako ochronników przed nadmiernymi napięciami, lecz pośrednio jako część składową t. zw. wentyli elektrycznych systemu Giles'a (dyrektora fabryki kondensatorów w Fryburgu).

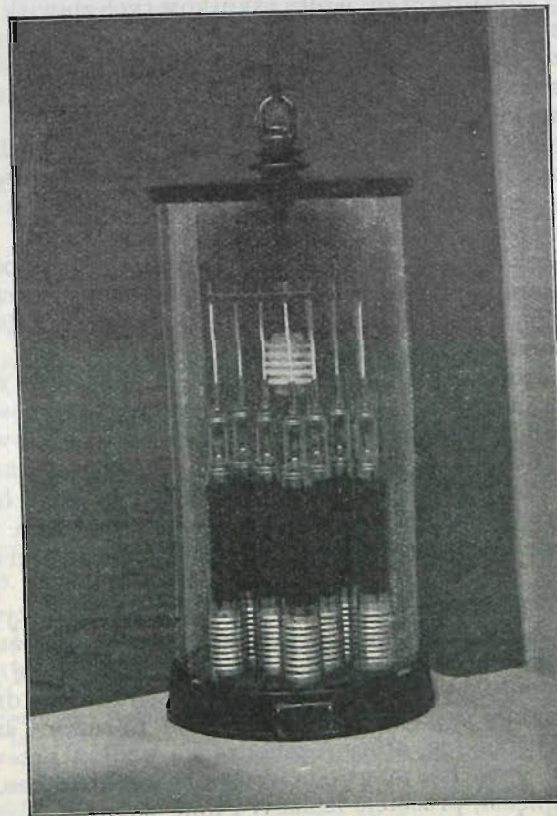
Wentyle elektryczne.

Zasada wentyla elektrycznego jest następująca (rys. 15): p_1, p_2, \dots są to płytki, tworzące przeskoki iskier, R — opór odpowiednio dobrany (1000—2500 omów); p_1 ma stale potencjał linii, a $p_3 - p_6$ potencjał ziemi, p_2 jest wprost z ziemią połączona, a inne za pośrednictwem małych kondensatorów C . Przeskok $p_1 - p_2$ da się regulować odpowiednio do napięcia linii, tak aby już nieznaczny nadmiar napięcia spowodował iskrę; inne przeskoki są stałe. W razie zwyżki napięcia, powstaje iskra między p_1 a p_2 , wtedy p_2 ma ten sam potencjał co p_1 , zmniejszony o spadek napięcia w iskrze. Podobnie powstaje spadek napięcia na oporze R , spadek niewielki, bo i prąd, idący przez kondensator, jest niewielki. Ponieważ p_3 ma teraz potencjał trochę tylko mniejszy od p_2 , a p_4 ma potencjał 0, przeto powstanie iskra i t. d., aż do p_6 , wtedy prąd może spłynąć do ziemi.



Rys. 15.

Jak widać, wentyl elektryczny jest to ulepszony ochronnik krążkowy wielokrotny (wałce Würtza) przez dodanie kondensatorów, skutkiem tego między poszczególnymi płytkami panuje prawie całe napięcie doziemne. Znalezione, że przez dodanie kondensatorów zmniejsza się potrzebne napięcie do przebycia wszystkich przeskoków, np. z 50 000 v. na 10 000 v.



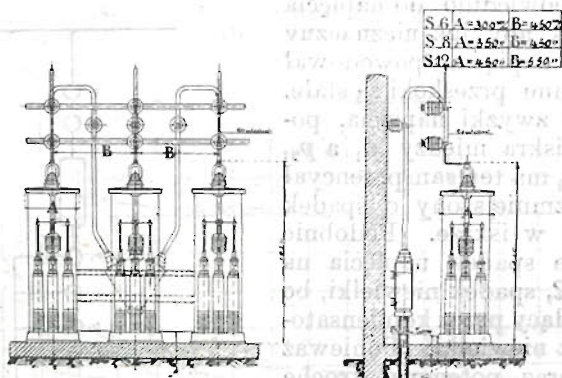
Rys. 16.

Takie wentyle, zestawione po kilka razem równoległe, skutkiem czego opór zastępczy jest mały, tworzą baterię, przedstawioną na rys. 16. Widać tam tylko pierwszy przeskok w każdym ogniwie; opór, inne przeskoki i kondensatory są osłonięte płaszczem cylindrycznym. Całość zamknięta jest w osłonie szklanej, aby przeskoki uczynić czulszymi.

Taki wentyl ma w przeciągu jednego pół okresu prądu generatora przerwać iskrę, powstałą skutkiem nadmiaru napięcia, a to właśnie przez działanie wentylowe płytek mosiężnych, podobnie jak przy ochronnikach krążkowych.

Fabryka kondensatorów wyrabia baterie wentyli do napięć 8—18 000 v. i to dla prądów generatora do 70 amp., w cenie od 270—480 kor., dla 90 amp. 350—630 kor. i dla 135 amp. 520—940 kor.

Projekt ustawienia baterii wentyli dla linii trójfazowej podaje rys. 17.



Rys. 17.

Jakkolwiek co do dobroci i użyteczności wentyli zdania są bardzo podzielone¹⁾, znajdują one coraz większe zastosowanie, głównie w miejskich elektrowniach w Niemczech (Lipsk, Essen, Dortmund, Differdingen, Saarbrücken i in.).

VI. Ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi.

Jeszcze mniej zbadaną dziedziną jest sprawa wyładowań elektryczności atmosferycznej na przewodnikach daleko- nośnych. Co do przyczyn, istoty i skutków tych zjawisk istnieją różne przypuszczenia i zapatrywania. Zgodność jest tylko co do bezpośrednich ładunków statycznych, jakie wzbudzają chmury naładowane elektrycznością, przeciągające nad przewodnikami elektrycznymi. Kondensator, załączony między linią a ziemią, może w tym wypadku przyjąć część ładunku i zmniejszyć skutkiem tego zwyżkę napięcia; właściwą ochroną są jednak—powszechnie używane—opory z wody tryskającej i cewki do wyładowań statycznych.

Wpływ wyładowań elektryczności atmosferycznej między chmurami a ziemią, lub między dwiema chmurami może być przypisywany albo indukcji elektrycznej (influcyji), albo indukcji elektromagnetycznej.

W pierwszym wypadku—indukcja elektrostatyczna—elektryczność chmury odpycha taką samą elektryczność ziemi i przewodników; ponieważ przewodniki są dobrze izolowane od ziemi, zachowują się, jako naładowane względem ziemi elektrycznością o tym samym znaku, co chmury; jeżeli ładunek przekroczy granice wytrzymałości izolacji, następuje przebicie i zwarcie, co powoduje drgania o średniej częstotliwości i zwyżkę napięcia.

W drugim wypadku—indukcja elektromagnetyczna—chodzi o oscylacyjne wyładowania pioruna w pobliżu, które powodują drgania, zależne od stanu linii (od jej pojemności, samoindukcji...) Wtedy mamy w linii dwa drgania: jedno o wielkiej częstotliwości—nieswobodne i drugie o średniej częstotliwości—swobodne, które rozchodzą się wzdłuż przewodów z chyżością światła i mogą spowodować skutek rezonansu zwyżkę napięcia, przebicie izolacji i inne zaburzenia.

Właśnie co do częstotliwości tych dwóch wpływów istnieją różne zapatrywania: jedni twierdzą, że pierwsze są najczęstsze, drudzy przeciwnie, starają się udowodnić, że ważniejsze są drgania o wielkiej częstotliwości skutkiem wyładowań pioruna i jako ochronniki proponują kondensatory, a zarzucają

¹⁾ Niedawno pojawił się w E. T. Z. № 18 i 19 artykuł inżyniera Siemens-Schuckert Werke F. Schrottkiego, w którym tenże w tonie niepraktykowanym w poważnej literaturze technicznej, występuje przeciw ochronie linii zapomocą kondensatorów i wentyli, zalecając różki Siemensa. Z powodu braku miejsca nie mogę poddać krytyce wspomniany artykuł, zwłaszcza, że bez doświadczeń byłoby to bezcelowe. Mając jednak nadzieję otrzymać w krótkim czasie baterie wentyli elektrycznych, będę mógł koniecznie w tym wypadku doświadczenia przerobić i zająć się bliżej zarzutami Schrottkiego.

ochronniki z przeskokiem isker, popierane przez zwolenników pierwszej hipotezy.

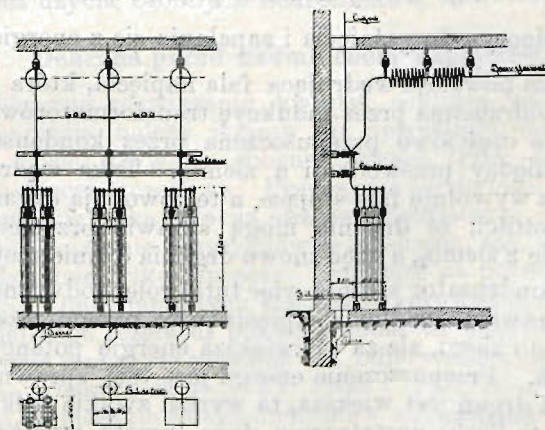
Doświadczenia praktyczne uczą, że kondensatory, używane jako ochronniki, dają bardzo dobre wyniki, a teoretycznie są w wypadkach prądów o wielkiej częstotliwości wprost idealne. Włączone między przewodnikiem prądu zmiennego a ziemią, prądu tego o zwykłej częstotliwości do ziemi przepuszczają bardzo niewiele; za to energia, doprowadzona z zewnątrz skutkiem wyładowań atmosferycznych, indukcyjnych, znajduje jak najprostszy odpływ. Weźmy przykład: W budce transformatorowej jednofazowej o mocy około 100 KVA i napięciu 20 000 v. względem ziemi, zainstalowana jest na każdym przewodzie bateria kondensatorów A_6 , złożona z 6-ciu elementów o łącznej pojemności około 0,02 μF . Wtedy prąd o 50 okresach, przepływający przez nią, wynosi 0,125 amp. Jeżeli wyładowania będą miały częstotliwość tylko 100 000—w rzeczywistości bywa znacznie więcej—to bateria jest w stanie przepuścić prąd 2000 razy większy, t. j. 250 amp. Jeżeli opór kondensatorów, przewodnika łączącego z linią i uziemienia muszą być jak najmniejsze, a same przewody łączące, prowadzone bez ostrych zakrzywień, ze względu, że się ma do czynienia z wielką częstotliwością drgań. Zaleca się ustawianie kondensatorów tuż przy ziemi,—przeciwnie, jak to się obecnie dzieje, aby prądy oscylacyjne miały jak najkrótszą drogę do ziemi.

Kondensatory, służące do tego celu, muszą być doskonale chłodzone i mieć wielką pojemność cieplną, aby mogły bez uszkodzenia przepuścić tak wielki prąd. Opory połączeń i uziemienia muszą być jak najmniejsze, a same przewody łączące, prowadzone bez ostrych zakrzywień, ze względu, że się ma do czynienia z wielką częstotliwością drgań. Zaleca się ustawianie kondensatorów tuż przy ziemi,—przeciwnie, jak to się obecnie dzieje, aby prądy oscylacyjne miały jak najkrótszą drogę do ziemi.

Jako ochronniki, nadają się szczególnie kondensatory Mościckiego. Fabryka kondensatorów instaluje baterie według następującej tabelki:

Typ	Liczba ogniw	Moc stacyi	Cena kor.
400	6	100 kw.	240
40	8	300 „	300
„	12	ponad 300 „	430
800	12	„	430
40	12	„	550
1200	6	200 „	440
60	8	500 „	700
„	12	ponad 500 „	1030
„	16	„	1350

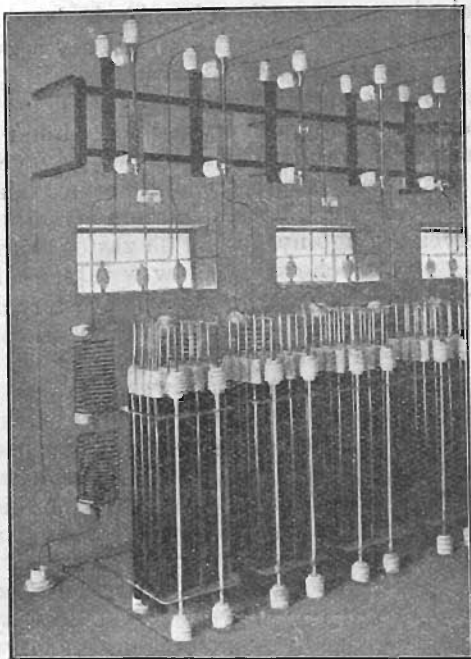
Urządzenie ochronników dla stacyi transformatorowej trójfazowej wskazuje rys. 18 i 19. Widać tam cewki spi-



Rys. 18.

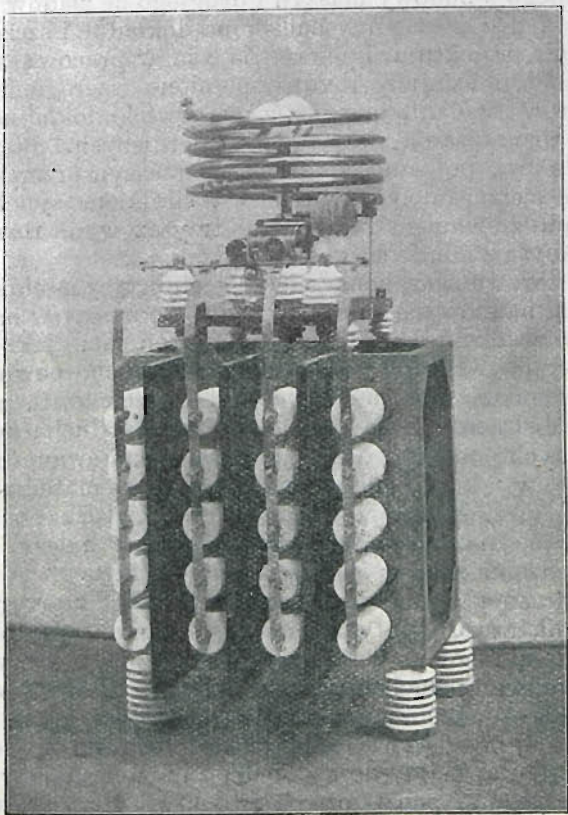
ralne, dławiące, stanowiące zaporę dla prądów oscylacyjnych od strony transformatora; przed cewkami, od strony linii, odgałęzione są—przez wyłączniki nożowe—3 baterie kondensatorów, połączone na krótkiej drodze z ziemią.

Ochronniki kondensatorowe, wprowadzone przez Mościckiego przed laty sześciu, wydały na niektórych liniach tak pomyślne rezultaty, że obecnie wstawiają je tam we wszystkich nowych budkach transformatorowych. Najwięcej używają je centrale Hauterive pod Fryburgiem (8—32 000 v.), Compagnie Vandoie des forces Motrices des lacs de Joux et



Rys. 19.

de l'Orbe (13 000 v.), Elektricitätswerke Beznau-Löntschi (8—27 000 v.). Z innych warto wymienić Bergamo w północnych Włoszech (45 000 v.), Montbeliard (50 000 v.) we



Rys. 20.

Francji, Societat espagnola w Madrycie (50 000 v.), Kladno (5 000 v.) i Gmunden (10 000 v.) w Austrii, i t. d.

Rys. 19 przedstawia instalację baterii ochronników kondensatorowych w centrali La Dernier w Szwajcarii na 13 000 v. Wszystkie szczegóły urządzenia są widoczne na rysunku.

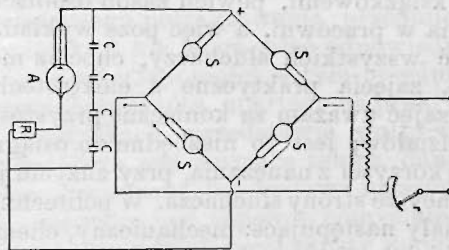
VII. Wytwarzanie prądów oscylacyjnych.

Wszędzie, gdzie chodzi o wytwarzanie prądów o wielkiej częstotliwości, mogą oddać kondensatory Mościckiego wielkie usługi, dzięki swej wytrzymałości i wydajności.

1) Telegrafia bez drutu.

Kondensatory, używane do telegrafii bez drutu, różnią się od ochronnikowych tem, że mają obłożenia grubsze, tak, że pomimo wielkiej energii, jaka krąży w obłożeniach podczas wysyłania fal elektrycznych, nie ogrzewają się nadmiernie. Jedną taką baterię przedstawia rys. 20.

Obecnie są one używane najczęściej w państwowych i prywatnych stacjach telegrafii bez drutu w Francji, Anglii, Włoszech, Szwajcarii. W zeszłym roku dostarczyła fabryka kondensatorów baterię dla wieży Eifla, o pojemności 0,6 μF , do napięcia 120 000 v. Do pokonania tak wielkiego napięcia łączą się dwa ogniwa w szereg.



Rys. 21.

2) Promienie Roentgena.

Tutaj kondensatory mogą zastąpić induktry Rhenkorffa, które dają nierównomierne fale. Pracują one w połączeniu z przetwornikami, które przetwarzają prąd zmienny na stały przy zastosowaniu następującego układu połączeń (rys. 20): *T* jest to transformator na wysokie napięcie, *S*, *S* — przetworniki, *C*, *C* — kondensatory, *A* — rurka, dająca promienie Roentgena. Z pomocą oporu *r* można regulować napięcie transformatora, a więc i energię promieni. Pojemność baterii kondensatorów wynosi 0,005 μF , do napięcia 20—40 000 v.

Na zakończenie poczuwam się do obowiązku złożenia wyrazów podziękowania p. G. Gilesowi, dyrektorowi Société gen. des condensateurs électriques w Fryburgu, za uczynne udzielenie mi potrzebnych uwag, objaśnień i zdjęć fotograficznych.

Literatura.

Mościcki: Badania nad wytrzymałością dielektryków (*Roczn. Ak. Um. Krak.*, r. 1904).
 Mościcki i Altenberg: O zatratach dielektrycznych w kondensatorach pod wpływem działania prądów zmiennych (*Roczn. Ak. Um. Krak.*, r. 1904).
 Mościcki: Ueber Hochspannungs-Kondensatoren (*E. T. Z.*, r. 1904, № 25 i 26).
 Mościcki: Les condensateurs a haute tension (*Eclairage électrique*, r. 1904, IV, str. 14, 65 i 99).
 Mościcki: Beseitigung der durch atmosphärische Elektrizität verursachten Betriebsstörungen (*Schweiz. E. T. Z.*, r. 1906, № 14, 15 i 16).
 Guilbert: Nouveau type des condensateurs industriels (*Eclair. électr.*, r. 1906 IV, str. 203).
 Drewnowski: O zastosowaniach kondensatorów Mościckiego w elektrotechnice (*Czas Techn.*, r. 1907, № 8 i 10).
 Feldmann: Ursache, Wirkung und Bekämpfung der Ueberspannungen (*E. T. Z.*, r. 1908, № 25—29).
 Kuhlmann: Schutz und Sicherheit gegen Ueberspannungen (*E. T. Z.*, r. 1908, № 46—48).
 Dyskusja nad odczytami Feldmanna i Kuhlmann na zjeździe elektrotechników niemieckich w Essen (*E. T. Z.*, r. 1908, № 33).
 Knauer: Ueberspannungssicherungen nach dem System Soc. gen. condens. Fribourg (*Elektr. u. Masch.*, r. 1908, str. 1019).
 Wohlleben u. Giles: Schutz der Netze gegen atmosphärische Entladungen und Ueberspannungen (*E. T. Z.*, r. 1910, № 18 i 19).
 Schrottko: Schützen elektrische Ventile und Schutzkondensatoren wirklich gegen Ueberspannungen (*E. T. Z.*, r. 1910, № 18 i 19).
 Cenniki fabryki kondensatorów.