

# TELEKOMUNIKACJA NA DALEKIE ODLEGŁOŚCI.

Streszczenie odczytu wygłoszonego dn. 10 października w Stowarzyszeniu Teletechników Polskich.

R. TRECHCIŃSKI, profesor Politechniki Warszawskiej.

## I. Wstęp.

Temat niniejszego referatu będzie ograniczony do obwodów kablowych pupinizowanych, pochodnych, zaopatrzonych we wzmacniaki; prócz tego będą pominięte systemy z translacjami obciążeniowymi przy wzmacniakach.

W myśl powyższego pozostają do omówienia:

- 1) systemy foniczne i
- 2) systemy indukcyjne.

Jeżeli omawiana linja będzie posiadała pewne pasmo przepuszczalności, na przykład  $ABf_1$  (od 300 do  $2600 \sim s^{-1}$ ), przy częstotliwości granicznej (antirezonansowej)  $f_l = 4300 \sim s^{-1}$  i rezonansowej  $f_r = 2150 \sim s^{-1}$ , to dołączenie generatora w granicach  $ABf_1$  zrealizuje tętno, które przejdzie przez omawianą linję, osiągnie odbiornika i uruchomi go z tem zastrzeżeniem, że wartości napięć i prądów będą odpowiednie dla odbiorczej aparatury.

Czas zjawienia się tętna, liczony od momentu dołączenia generatora na stacji nadawczej i do momentu, kiedy wartość prądu w odbiorniku osiągnie 0,63 swej wartości ustalonej, może być obliczony według wzoru:

$$T = \Theta + \tau, \dots \dots \dots (1)$$

gdzie

$$\Theta = \sqrt{LC} \dots \dots \dots (2)$$

i

$$\tau = 2,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{I}{f_1 - f_2} \cdot \frac{N_f}{N_m} \dots \dots (3)$$

We wzorze (2) przez  $L$  rozumiana jest suma wszystkich indukcyjności obwodu; składać się ona będzie z pełnej indukcyjności linji (indukcyjność na kilometr pomnożona przez ilość kilometrów i indukcyjność jednej cewki Pupina pomnożona przez ich ilość), indukcyjności rozprożeń przenośników pierścieniowych  $FT_r$ , wejściowych  $ET_r$ , gilotynujących  $GT_r$  i wyjściowych  $AT_r$ , we wzmacniakach i indukcyjności we wszystkich filtrach, zastosowanych w omawianym obwodzie.

Analogicznie pod  $C$  rozumiana jest suma wszystkich pojemności w obwodzie; jeżeli  $L$  jest wyrażone w  $H$ , a  $C$  w  $\mu F$ , to czas otrzymuje się w msek. We wzorze (3) pod  $(f_1 - f_2)$  rozumiana jest przepuszczalność poszczególnych obiektów o charakterze filtrów pasmowych, przyczem  $f_1$  i  $f_2$  są określone według krzywej tłumienia, wyrażonego w neperach i przekraczającego najmniejsze tłumienie  $N_m$  o 0,54 nepera,  $N_f$  oznacza tłumienie obiektu przy aktualnej częstotliwości  $f$ ;  $\tau$  jest wyrażone w m/sek. Dla dwóch obiektów filtrowych o czasach rozkołysania  $\tau_1$  i  $\tau_2$ , włączonych w szereg (jeden za drugim), wspólny czas rozkołysania może być określony według wzoru:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_1 + \tau_2} \dots \dots (4)$$

z zastrzeżeniem, że

$$\tau_1 > \tau_2.$$

Dla trzech obiektów filtrowych włączonych w szereg,  $\tau$  równa się czasowi rozkołysania się tego obiektu dla którego aktualny czas jest największy; plus analogiczny dodatek, jak we wzorze (4), na przykład dla  $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ :

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_1 + \tau_2} + \tau_3 \frac{\tau_2 - \tau_3}{\tau_2 + \tau_3} \dots (5)$$

Dla wypadku  $\tau_1 < \tau_2 > \tau_3$ :

$$\tau = \tau_2 + \tau_1 \frac{\tau_2 - \tau_1}{\tau_2 + \tau_1} + \tau_3 \frac{\tau_2 - \tau_3}{\tau_2 + \tau_3} \dots (6)$$

Dla jednostronnego filtru indukcyjnego czas rozkołysania może być określony według wzoru:

$$\tau = 2,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{I}{2(f_k - f_r)} \cdot \frac{N_f}{N_r} \dots (7)$$

gdzie  $f_r = 0,5 f_l$  i  $f_k$  jest częstotliwością, dla której tłumienie przewyższa  $N_r$  o 0,54 nepera. Dla jednostronnego filtru kondensatorowego ta sama wartość będzie:

$$\tau = 2,7 \cdot 10^3 \cdot \frac{I}{2(3f_n - f_k)} \cdot \frac{N_f}{N_h} \dots (8)$$

gdzie  $f_n = 0,5 f_l$  i  $N_h$  oznacza tłumienie przy częstotliwości  $1,5 f_l$ .

Czas rozkołysania filtrów równolegle połączonych można traktować, jako niezależny; umożliwia to, na przykład, z dwóch równolegle połączonych filtrów, indukcyjnego i kondensatorowego, utworzenie korektora fazowego. Obwód pupinizowany może być traktowany jako obiekt zbliżony do filtru indukcyjnego; obwód zaś pochodny wykaże pewne cechy filtru pasmowego, które uwydatnią się przez zastosowanie sygnalizacji podakustycznej ( $100 \dots 300 \sim s^{-1}$ ).

Linja o długości 3000 km, normalnie pupinizowana,  $83 \text{ mH km}^{-1}$ ,  $36 \mu F \text{ km}^{-1}$ , według wzoru (1) będzie miała czas zjawienia się tętna o częstotliwości  $2150 \sim s^{-1}$ :

$$T = 164 \text{ ms} + 1 \text{ ms} = 165 \text{ ms}.$$

Rezultat ten byłby słuszny, gdyby wszystkie odcinki pupinizacyjne były zupełnie jednakowe; technicznie osiągalna jednakowość wynosi średnio ca 2%; ponieważ odcinków pupinizacyjnych jest w omawianej linji 1760, to poprawka, w myśl wzorów (5) i (6), będzie:

$$0,02 \cdot 1760 = \text{ca } 35 \text{ ms};$$

poprawiony czas zjawienia się:

$$T = 165 + 35 = 200 \text{ ms}.$$

Inne częstotliwości, stosownie do wzoru (3), mając inne tłumienie, będą miały odpowiednie

czasy rozkołysania się, przyczem częstotliwości wwyż i wdół od ca 500 będą miały czas rozkołysania dłuższy, stosownie do wartości tłumienia aktualnej częstotliwości.

Czas zniknięcia tętna, liczony od momentu odłączenia generatora na stacji nadawczej i do momentu kiedy wartość prądu w odbiorniku zmniejszy się do 0,37 wartości ustalonej, może być obliczony według wzoru:

$$T = \theta + \tau \dots \dots \dots (9)$$

Czas przebiegu  $\theta$  i w tym wypadku określa się jako:

$$\theta = \sqrt{LC}, \dots \dots \dots (10)$$

natomiast czas uspokojenia się  $\tau$  będzie zależeć od dodatkowych argumentów i może przybierać różne wartości, mniejsze i większe od  $\tau$ , określonego według wzoru (3); w myśl powyższego czas uspokojenia wogóle nie równa się czasowi rozkołysania, częstotliwość oscylacji zanikających jest zależna od wspomnianych argumentów; zanikanie może być oscylacyjne lub aperiodyczne.

Wyżej przytoczone zależności wystarczą dla umotywowania pewnych układów w dwóch systemach fonicznych, opis przewodniej myśli których stanowi właściwy temat niniejszego referatu.

## II. System szeregowo-tonowy.

Na linię są nadawane kolejno jeden za drugim prądy o różnej częstotliwości, przyczem zároveň kolejność zamiany jednej częstotliwości przez drugą, jak również względny przeciąg czasu trwania poszczególnych prądów o różnych częstotliwościach, stanowią kombinacje z których składają się poszczególne sygnały.

W wykonaniu 1, jako system dwutonowy, zastosowano częstotliwości 600 i 1000  $\sim s^{-1}$ . Alarmowy sygnał (ASg) stanowi kombinacja 600 i 1000. Impulsowanie: naprzód 600 potem 1000, potem tyle kompletów z 600 i 1000 aby suma wszystkich tętów 1000 równała się ilości impulsów i następnie 600. Sygnał specjalny (przymusowe dołączenie) 1000 i 600; sygnał skończenia (rozłączenia) SSg—1000, 600 i 1000.

Na końcu linii dla odbioru poszczególnych częstotliwości zastosowano dwa niezależne filtry.

Kombinacja szeregową 1000, 600 i 1000 dostatecznie gwarantuje, według prób laboratoryjnych, niemożliwość rozłączenia przez prądy rozmowy; kiedy odbiornik (polaryzowany przekaźnik w układzie prostownikowym) prądu 1000  $\sim$  - go jest aktywny, to odbiornik prądu 600  $\sim$  - go jest blokowany (niema możliwości przyciągnięcia).

Czas rozkołysania się filtrów wynosi ca 27 ms.

Na podstawie wstępnych obliczeń można się spodziewać poprawnego działania z szybkością na 400 km, normalną — 700 i wolną — 1000 km; stabilizator impulsów, transformujący impulsy abonenta na wolne, umożliwi dla wszystkich tarcz prawidłową pracę na 1000 km.

W wykonaniu 2, jako system trzytonowy, zastosowano częstotliwości 600, 1000 i 1400  $\sim s^{-1}$ ,

pryczem częstotliwości są akumulowane, sygnały są odróżniane przez łączną zmianę jednej częstotliwości przez drugą i względną długość poszczególnych tętów, które są krótkie (ca 100 ms) i długie (ca 300 ms). Jedna z kombinacji trzeciej częstotliwości służy jako sygnał zakończenia akumulowania aktualnego sygnału. Zastosowano w aparaturze odbiorczej szukacz częstotliwości, który, będąc uruchamiany przez aparaturę aperiodyczną, dostosowuje jeden jedyny filtr kolejno do odbioru różnych (wszystkich trzech w aktualnym wypadku) częstotliwości; jeżeli aktualna częstotliwość jest tą, która momentalnie jest przepuszczana przez filtr, ten ostatni zachowuje swe dostosowanie (szukacz częstotliwości staje) tak długo, aż aktualna częstotliwość nie zostanie zamieniona przez inną. Procesu impulsowania, odpowiadającego ilości tętów równo aktualnej liczbie (cyfrze) niema, ponieważ poszczególne cyfry są przetransformowane w aparaturze nadawczej zapomocą pewnego code'u w kombinację szeregową krótkich i długich tętów poszczególnych częstotliwości akumulowanych w aparaturze odbiorczej i następnie deszyfrowanej, stosownie do konstrukcji aparatury, dalej ekspedjującej aktualne połączenie. Wstępne obliczenia wykazują, że aparatura ta, dzięki unikaniu mieszania się częstotliwości podczas procesów nieustalonych, może się nadawać do pracy na wielkie odległości przy względnie krótkim czasie operacyjnym.

Deformacja poszczególnych tętów powinna znajdować się w określonych granicach, które można obliczyć na podstawie wyżej przytoczonych wzorów.

Dodatkowe (pochodne) częstotliwości które się zjawiają podczas procesów nieustalonych powinny być kompensowane przez dostosowaną aparaturę.

## III. System różnicowo-tonowy.

Wartość  $\tau$  we wzorze (9) dla odbiornika za filtrem może być zredukowana do niewielkiej wartości; w omówionym wyżej przykładzie dla częstotliwości 2150  $\sim s^{-1}$  do 1 ... 2 ms i dlatego różnica między dwoma tętami będzie się redukowała do różnicy dwóch czasów przebiegów  $\theta$ , to jest procesu niezależnego od częstotliwości i przebiegającego wogóle bardzo regularnie. Pozwala to na precyzyjne oddanie długości aktualnego tętna, jeżeli ono będzie charakteryzowane przez zakończenia dwóch różnych częstotliwości.

Zjawienie się jednej lub więcej częstotliwości nie wywołuje w omawianym systemie jeszcze sygnału: uruchamiane są tylko pomocnicze obwody, różne w zależności od tego, jakie częstotliwości i z jakimi odstępami czasu między sobą zjawiały się na stacji odbiorczej. Deszyfracja sygnału może być uzależniona od różnicy i kolejności zanikania poszczególnych częstotliwości przy różnych pomocniczych obwodach: pozwala to zrealizować przy małej ilości aktualnych częstotliwości (na przykład dwie) względnie dużą ilość (14 ... 20) różnorodnych sygnałów i kontrsygnałów przy krótkim czasie operacyjnym.

Wyeliminowanie dodatkowych częstotliwości przy zakończeniu powiększa pewność pracy.

#### IV. System indukcyjno-tonowy.

Indukcyjne impulsy, ogólnie znane, doprowadzone do wzmacniaków, wywołują zanikające oscylacje tonowe. Doświadczenia wstępne wykazały możliwość przejścia przez 5 wzmacniaków;

można się spodziewać, że większa ilość ich nie przeszkodzi omawianemu procesowi.

Dzięki Ministerstwu Poczt i Telegrafów, Państwowemu Instytutowi Telekomunikacyjnemu i Państwowym Zakładom Tele- i Radjotechnicznym zostały umożliwione eksperymenty, których skrócony rezultat został tu zreferowany.

## EKSPLOATACYJNE BADANIE POTRZEBY NOWYCH POŁĄCZEŃ TELEFONICZNYCH.

Inż. S. DĘBICKI.

### Część I.

Eksploatacja międzymiastowej sieci telefonicznej stawia przed nami bardzo często zagadnienie dostosowywania sieci do potrzeb ruchu. Zagadnienia takie powstają w związku z ogólnym wzrostem ruchu telefonicznego, albo też w wyniku wzrostu ruchu tylko na pewnych ograniczonych terenach, lub tylko w pewnych kierunkach, gdzie wskutek powstawania lub szybkiego rozwoju pewnych ośrodków (przemysłowych, gospodarczych i t. p.) ruch telefoniczny zaczyna szybko wzrastać i wymaga dostosowania sieci do zmieniających potrzeb przez przegrupowanie istniejących połączeń albo budowę nowych. Najprostszym, lecz i najkosztowniejszym sposobem rozwiązywania takich zagadnień jest budowa nowych obwodów telefonicznych tam — gdzie w jakikolwiek sposób ujawniła się potrzeba istnienia nowego połączenia, bez dokładniejszej analizy samej potrzeby, jakoteż sposobów jej zaspokojenia.

Z gospodarczego punktu widzenia system taki nie może być dla przedsiębiorstwa korzystny. Budowę nowego obwodu można porównać z zakupem nowej maszyny produkcyjnej, z utworzeniem nowego miejsca roboczego w fabryce. Żadna wytwórnia nie zdecyduje się na taką inwestycję dopóki nie przeprowadzi analizy rynku zbytu dla nowego produktu, który będzie mógł być wytwarzany na nowym miejscu roboczym i czy przy przewidywanym zbycie, oraz cenie rynkowej, produkcja ta opłaci się. W wypadkach takich można nawet przyjąć pewne straty, na początkowy okres zdobywania rynku, lecz ryzyko takie musi się również opierać na analizie, gdyż przedsiębiorstwo nie może się dać zaskoczyć stratom, które mogłyby zachwiać jego gospodarkę, lecz może świadomie przyjąć do swego rachunku straty chwilowe, gdy przewiduje że one się w niedalekiej przyszłości opłacą.

W dziedzinie ruchu telefonicznego nowym warsztatem pracy jest każdy nowy obwód telefoniczny, a produktem szukającym rynku zbytu są telefoniczne rozmowy międzymiastowe, jakie na tym obwodzie powinny być przeprowadzane, aby nowa inwestycja opłaciła się przedsiębiorstwu P. P. T. T.

W praktyce zagadnienie to może się pojawić w rozmaitych formach, na przykład w postaci ta-

kiej, że do jakiejś miejscowości niema jeszcze wogóle połączenia telefonicznego, lecz pojawiły się oznaki świadczące, że istnieje tam zapotrzebowanie na takie połączenie. Zagadnienie to jakkolwiek najbardziej ryzykowne jest stosunkowo łatwe do zanalizowania; wywiad na miejscu, ankietą, pewne zobowiązania zainteresowanej strony, dają podstawę do obliczenia zbytu a tem samem opłacalności inwestycji. W każdym razie decyzja będzie się opierać na analizie przypuszczalnego zbytu, czyli przypuszczalnego ruchu telefonicznego do danej miejscowości.

Znacznie więcej skomplikowane jest zagadnienie wtedy, gdy wchodzi w grę budowa nowego obwodu pomiędzy miejscowościami, które są już połączone telefonicznie, lecz istniejące obwody nie mogą pomieścić ruchu pomiędzy danymi miejscowościami, przyczem zagadnienie to jeszcze bardziej się komplikuje gdy połączenie pomiędzy temi miejscowościami nie jest bezpośrednie lecz tranzytowe (za pośrednictwem jednej lub kilku central).

Rozwiązywanie takich zagadnień musi się opierać na pewnych zasadniczych założeniach eksploatacyjnych, które mają ogromne, wprost żywotne znaczenie dla przedsiębiorstwa i dla odbiorców, tembardziej gdy się zważy, że służba telefoniczna ma charakter służby dla dobra publicznego. Ta zasadnicza decyzja dotyczy stopnia sprawności telefonicznej sieci międzymiastowej. Wyjaśnię to na przykładzie.

Jeżeli ilość istniejących obwodów telefonicznych nie jest duża w stosunku do ruchu, to obciążenie — czyli ilość rozmów przypadających na poszczególne obwody będzie wielka, obwody będą dobrze wykorzystane i będą się dobrze opłacały, taryfa opłat za rozmowy może być niska, to znaczy **rozmowa będzie tania, lecz czas oczekiwania na rozmowę będzie długi**, a tem samem **sprawność obsługi telefonicznej będzie w oczach odbiorcy — mała**. Naodwrot — jeżeli obciążenie obwodów telefonicznych będzie małe, to **czas oczekiwania na rozmowę będzie krótki, klient będzie zadowolony** ze sprawności obsługi telefonicznej, lecz obwody telefoniczne będą słabo wykorzystane i aby się opłacały — **taryfa musi być wyższa**. Widzimy zatem, że jeżeli inne warunki, mniej zmienne, są jednakowe (płace personelu,