

Warszawa, 25 lipca 1935 r.

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 21663.

Kl. 21 a³, 46/01.

International Standard Electric Corporation
(New York, N. Y., Stany Zjednoczone Ameryki).

Układ telefoniczny.

Zgłoszono 20 maja 1932 r.

Udzielono 14 czerwca 1935 r.

Pierwszeństwo: 21 maja 1931 r. (Stany Zjednoczone Ameryki).

Wynalazek niniejszy dotyczy układu elektrycznego do przesyłania sygnałów, a w szczególności dotyczy układu z falami nośnymi.

Wynalazek ma na celu zwiększenie gęstości i skuteczności układu do przesyłania sygnałów na fali nośnej, rozszerzenie zakresu częstotliwości sygnałowych oraz zmniejszenie liczby i kosztu urządzeń.

Układ według wynalazku służy do przesyłania fal sygnałowych, obejmujących znacznie szerszy zakres częstotliwości niż dotychczas. Układ ten zezwala szczególnie na najskuteczniejsze wyzyskanie właściwości linii przesyłowej, w której przewód, za-

sadniczo o kształcie pustego walca, służy jako przewód powrotny przewodu wewnętrzneg, poprowadzonego współśrodkowo w tym walcu i oddzielonego od niego odpowiednim dielektrykiem. Taki rodzaj linii jest opisany w patencie amerykańskim Nr 1781124. Po linii takiej można przysyłać bez większego tłumienia fale o częstotliwości rzędu megacyklów.

Układ według wynalazku przewiduje stosowanie fal nośnych, na które nakłada się sygnały zapomocą kolejnej modulacji. Pewna liczba sygnałów zostaje nałożona najpierw na odpowiednią liczbę fal nośnych i przekazana do linii przesyłowej w sposób

znany. W innym miejscu układu grupa tych fal modulowanych zostaje nałożona na drugą falę nośną o większej częstotliwości. Inne grupy fal modulowanych, doprowadzanych do tego samego miejsca po innej linii przesyłowej, mogą być nakładane w podobny sposób na tę samą lub na inne fale nośne. Otrzymana w ten sposób wypadkowa szeroka wstęga sygnałów fali nośnej zostaje doprowadzana następnie do drugiej linii przesyłowej, najlepiej do linii z przewodami współosiowymi. Chcąc otrzymać łączność obustronną tak, jak w układach znanych, należy stosować różne zakresy częstotliwości dla każdego kierunku, bądź też stosować osobne pary przewodów.

Tłumienie na jednostkę długości linii przewodów współosiowych jest w przybliżeniu proporcjonalne do pierwiastka kwadratowego z częstotliwości i odwrotnie proporcjonalne do wewnętrznej średnicy przewodu zewnętrznego. Czynniki te łącznie z odległością między wzmacniakami, włączeniami co pewien odstęp w linię przesyłową, i z dopuszczalnym tłumieniem między wzmacniakami są powiązane ze sobą w sposób elastyczny. Zaleta takiej elastyczności polega na tem, że wymiary przewodów mogą być zmniejszone, gdy odległość między wzmacniakami jest mniejsza od przepisowej, a zwiększone, gdy odległość ta jest większa. Wymiary tych przewodów są dobierane naogół odpowiednio do największej częstotliwości przesyłowej.

W zależności od wymagań ruchu w rozległych sieciach okręgowych układ według wynalazku może mieć różne postacie pod względem konstrukcyjnym. Cechą charakterystyczną wynalazku są współosiowe przewody o różnych średnicach, czyniące zadość różnym warunkom. W przypadku dużej liczby obwodów, poprowadzonych w okolicy niezamieszkałej, najlepiej nadaje się ciężki typ przewodów współosiowych o średnicy 5 — 7½ cm. Jeśli warunki miejscowe utrudniają założenie ciężkiego przewodu

sztywnego, jak np. na ulicach miasta lub w innych trudnych warunkach terenowych, wówczas rzeczą bardziej celową jest użycie jednej lub kilku par przewodów współosiowych o małej średnicy, osłoniętych np. płaszczem ołowianym, tak iż otrzymuje się giętki kabel w rodzaju kabla, opisanego w zgłoszeniu H. W. Dudley'a z dnia 8 października 1930 Nr 487153. Jak wspomniano wyżej, po przewodach o małych średnicach można przysyłać takie widmo częstotliwości, jakie jest przesyłane po przewodach o dużych średnicach, aczkolwiek tłumienie będzie wówczas większe. Z tego względu trzeba będzie rozstawić wzmacniaki gęściej. W takich warunkach lepiej jest umieścić w kablu kilka cienkich przewodów współosiowych, przeznaczając każdy z tych kabli do przenoszenia tylko pewnej części widma częstotliwości. Pociąga to za sobą konieczność rozbicia zakresu częstotliwości. Do tego celu służą odpowiednie urządzenia, ustawione na końcu przewodu grubego, a zatem przesyłanie sygnałów po cienkich przewodach staje się właściwie przesyłaniem kablówem.

W celu lepszego zrozumienia zakłada się, że przez okrąg miejski, jak np. New York, należy przeprowadzić układ tysiączprzewodowy. Współosiowa para przewodów w rurze o średnicy 8,3 cm, służącej jako przewód zewnętrzny, spełniałaby swe zadanie w okręgach wiejskich, a mianowicie po tej parze byłaby przesyłana wstęga częstotliwości o czterech i pół milionach cykli. Natomiast w okręgu miejskim byłoby bardzo trudno ułożyć gruby przewód sztywny pod siecią linii podziemnych, jak rur kanalizacyjnych i innych urządzeń, znajdujących się pod ulicami miasta. W tym przypadku o wiele praktyczniejsza będzie para giętkich przewodów współosiowych o średnicy około 1,25 cm, otoczonych płaszczem ołowianym. Kabel taki będzie przysyłał całą wstęgę częstotliwości, przyczem tłumienie największej częstotliwości będzie wy-

nosiło około 3,75 decybelów na kilometr. Taki kabel mógłby być użyty do połączenia z pierwszą stacją wzmacniakową, położoną za New Yorkiem, przyczem odległość od New Yorku powinna wynosić około 13 km, to jest tyle, aby uniknąć potrzeby przeprowadzenia grubej rury pod rzeką Hudsonem i przez okolice gęsto zaludnione. O wiele racjonalniejsze będzie doprowadzenie w tym przypadku linii w postaci rury o średnicy 8,3 cm tylko do stacji podmiejskiej, gdzie odpowiednie urządzenia rozdziela wstęgę o czterech i pół milionach cykli na trzydzieści trzy wstęgi odrębne, z których każda będzie posiadała szerokość około 140 kilocykli. Przez New York zaś będzie przeprowadzony kabel, zawierający trzydzieści trzy pary przewodów współosiowych o średnicy około 6 mm. Tego rodzaju kabel wielożyłowy jest omówiony w wymienionym wyżej zgłoszeniu Dudley'a.

Niekiedy, gdy miasto, położone zdala od trasy linii w postaci grubego przewodu, ma być przyłączone do układu telefonicznego, liczba przewodów w odgałęzieniu wypada tak mała, że nie opłacałoby się założenie grubego przewodu i wyposażenie go w urządzenia modulacyjne i detekcyjne. W takim przypadku można użyć kabla wielożyłowego w rodzaju kabla, opisanego wyżej. Może być również rzeczą celową ułożenie jednej lub kilku par przewodów współosiowych w kablu, zawierającym oprócz tego jeszcze pary przewodów telefonicznych o częstotliwości głosowej.

Najczęstszym przypadkiem dogodnego stosowania układu przewodów współosiowych jest przypadek połączenia ze sobą stacyj wzmacniakowych, które nigdy nie leżą w jednakowych odległościach od siebie. W układach znanych okoliczność ta była przyczyną zmniejszenia lub zwiększenia tłumienia między wzmacniakami ponad wartość przepisową, uznaną za najodpowiedniejszą dla danego układu. Linja przewodów współosiowych może być obliczona zawsze tak, a-

bądź w każdym odcinku wzmacniakowym była zachowana bez zmiany dana wartość tłumienia.

Inna cecha linii przesyłowej, składającej się z przewodów współosiowych, może być wyzyskana szczególnie do układu według wynalazku. Jak opisano w zgłoszeniu E. I. Grenn'a z dnia 30 stycznia 1930 Nr 424677, charakterystyczna oporność pozorna linii współosiowej o dużych przekrojach jest określona stosunkiem średnic obydwóch przewodów współosiowych tej linii. Jeżeli zostanie zachowany ten sam stosunek średnic przewodów współosiowych, wówczas dwie linie o różnej średnicy mogą być połączone ze sobą bezpośrednio bez obawy spowodowania wskutek tego znaczniejszych nieregularności oporności pozornej, co mogłoby spowodować niepożądane zjawisko odbicia fal.

Wynalazek niniejszy ma właśnie na celu dostosowanie przewodów linii transmisyjnej o przewodach współosiowych do nieregularnego rozmieszczenia wzmacniaków wzdłuż tej linii.

Innym, bardziej specjalnym celem wynalazku jest ustalenie najdogodniejszych wymiarów przewodów, zawierających sekcję wzmacniakową, w której pewne odcinki przewodów posiadają określone średnice.

Poza tem najdogodniejsza postać wykonania wynalazku pozwala osiągnąć inny cel, a mianowicie całkowitą niezależność obwodu o przewodach współosiowych od wpływów zewnętrznych. Natężenie sygnałów, przesyłanych po takim przewodzie, może zmniejszyć się nawet poniżej niesłyszanie małej wartości, tak znikomej, jak tylko pozwalają na to zaburzenia międzycząsteczkowe, występujące w lampach katodowych i innych przyrządach wzmacniaka, oraz zjawiska cieplne, występujące w przewodzie. Wobec współśrodkowego umieszczenia przewodów względem siebie pola elektrostatyczne i magnetyczne, wzbudzone przy przechodzeniu sygnałów po linii, są zawarte całko-

wicie w przestrzeni pierścieniowej między przewodami (to odnosi się zwłaszcza do większych częstotliwości). Obydwie te cechy przyczyniają się do zmniejszenia przesłuchu między sąsiednimi parami współosiowymi.

Inne cechy znamienne wynalazku zostaną ujawnione przy opisywaniu przykładów jego wykonania, przedstawionych na rysunku, którego fig. 1 podaje schemat urządzeń końcowych i obwodów w układzie według wynalazku, fig. 2 przedstawia schematycznie układ telefoniczny według wynalazku, fig. 3 — objaśnia na wykresie porównawczym skłonności niektórych typów linii telefonicznych do przesłuchu, wreszcie fig. 4 przedstawia szczegół układu według fig. 2.

Fig. 1 przedstawia ogólny schemat stacji końcowej. Figura ta wyjaśnia, w jaki sposób odbywa się kolejno modulowanie i demodulowanie w celu otrzymania dwukierunkowego przekazywania sygnałów ze wspólnej linii 20 o przewodach współosiowych do szeregu zwykłych linii telefonicznych 1. Grupa aparatów, oznaczona liczbą 40, posiada szereg modulatorów linjowych 4, umieszczających sygnały telefoniczne z linii 1 w odpowiednich miejscach wstęgi pośredniej częstotliwości fal modulowanych, doprowadzonych do przewodów 42. Zespół ten zawiera również szereg demodulatorów linjowych 5, zamieniających wstęgi częstotliwości pośredniej fal modulowanych, przychodzących z przewodów 43, na pierwotną małą częstotliwość, z jaką pracują zwykłe linie telefoniczne 1. Liczba 50 oznacza grupę urządzeń do umieszczania szeregu pojedynczych wstęp fal modulowanych, doprowadzonych z kilku grup 40, w odpowiednich miejscach znacznie szerszej i o większej częstotliwości wstęgi fal, przekazywanych linią 20. Do każdej grupy 40 należy wobec tego jeden modulator 44 oraz demodulator grupowy 45. Każdy z tych demodulatorów skutecznie pierwszą demodulację części wstęgi fal, nadchodzących z linii 20. Ener-

gia wyjściowa poszczególnych demodulatorów zostaje kierowana do urządzeń grupy 40, a to w celu dalszej jej demodulacji i ewentualnie doprowadzenia do linii telefonicznych 1.

Układ 40 do modulowania i demodulowania na stopniu linjowym może być wykonany tak, jak inne znane układy tego rodzaju, stosowane w telefonji na fali nośnej. W celu uproszczenia, na rysunku przedstawiono w każdej grupie tylko trzy przewody do przenoszenia prądów częstotliwości akustycznej, jednak zwykle używa się znacznie większej liczby takich przewodów. Każda linja telefoniczna 1 jest zaopatrzona w przenośnik dwuprzewodowy 2, oddzielający odchodzące fale sygnałów telefonicznych od fal przychodzących. Sygnały, wchodzące do przenośnika dwuprzewodowego 2 z telefonicznej linii abonenta, przechodzą przez uzwojenie wyjściowe 38 tego przenośnika do modulatora 4. Modulator ten jest najlepiej typu modulatora bez fali nośnej, np. w rodzaju modulatora, ujawnionego w patencie amerykańskim 1343306, a udzielonego dnia 15 czerwca 1920 J. R. C. Carson'owi. Filtry 8, 18, 28 odcinają jedną wstęgę boczną. Tak zredukowane wstęgi sygnałowe zostają doprowadzane ze wspomnianych filtrów do szyny zbiorczej 38, poczem są wzmacniane we wzmacniaku 46, a następnie przewodami 42 są doprowadzane do modulatora grupowego, czyli do drugiego stopnia grupy 50. Częstotliwości fal nośnych, wytwarzanych w poszczególnych generatorach wielkiej częstotliwości 6, 16, 26 i doprowadzonych do modulatorów 4, mogą różnić się między sobą o wartość, nieco większą od szerokości przesyłanej wstęgi sygnałowej. Niezbędne rozdzielanie będzie zależało od typu użytych filtrów; nadaje się tu filtr według patentu G. A. Campbell'a Nr 1227113 z dnia 22 maja 1917. Częstotliwość najwyższej wstęgi, wytwarzanej w modulatorze 4, może wynosić 500000 cykli, a najniższej — 50000 cykli. Liczby

te, podane zupełnie dowolnie, mogą być zmienione w zależności od liczby przewodów, liczby i charakterystyk linii oraz od innych czynników.

Urządzenia odbiorcze zawierają w każdej grupie 40 szereg filtrów wstępowych 9, 19, 29, przyłączonych do szyn rozdzielczych 39 i oddzielających przewody fali nośnej z wstęgami sygnałowemi, doprowadzone do tych szyn, od wzmacniaka 47 i przewodów 43. Prócz tego za każdym filtrem znajduje się jeszcze demodulator 5, do którego są przyłączone poszczególne generatory wielkiej częstotliwości 7, 17, 27. Demodulatory i generatory wielkiej częstotliwości mogą należeć do typu, ujawnionego w patencie Carson'a i wspomnianego wyżej, lub do innego typu odpowiedniego. Częstotliwość fali nośnej, doprowadzanej do każdego demodulatora z odpowiedniego generatora wielkiej częstotliwości, jest obliczona tak, aby następowało ostateczne zdemodulowanie fal. Do uzwojeń wejściowych przenośnika dwuprzewodowego 2 wchodzi wypadkowe sygnały o częstotliwości akustycznej, przechodząc stamtąd do linii 1 abonenta.

Obwody modulowania i demodulowania w grupie 50 są podobne do obwodów linjowych 40 z tym jednak wyjątkiem, że w niniejszym przypadku pewna liczba grup fal nośnych zostaje przenoszona drogą powtórnego modulowania na znacznie szerszą wstęgę fal modulowanych i, odwrotnie, szeroka wstęga odbieranych fal modulowanych zostaje rozkładana na szereg grup, z których każda zostaje następnie rozkładana na częstotliwości układu fal, modulowanych pojedynczo. Jak widać z fig. 1, do łączności obustronnej wystarcza jedna para przewodów. W celu wyodrębnienia sygnałów, rozchodzących się w kierunkach przeciwnych, użyto różnych zakresów częstotliwości. Jeśli największa częstotliwość wynosi około pięć milionów cykli, wówczas filtr wstępowy 15 w grupie 50 może przepuścić wstęgę od trzech tysięcy do pięciu tysięcy kilocykli,

odbiorczy zaś filtr wstępowy 25 w tejże grupie może przepuścić wstęgę od 500 do 25000 kilocykli. Jeśli pomiędzy danymi punktami istnieją dwie lub kilka linii przesyłowych, to najlepiej jest do każdego kierunku przesyłania użyć linii osobnej.

Sygnały, pochodzące z urządzeń grup 40, dochodzą do odpowiednich modulatorów 44. Fale nośne są wytwarzane w generatorach wielkiej częstotliwości 11, 21, 31 i t. d., których częstotliwości, mieszczące się w zakresie od trzech tysięcy do pięciu tysięcy kilocykli, różnią się od siebie rzędem szerokości wstęgi grupowej. Fale, modulowane dwukrotnie, przechodzą następnie przez filtry wstępowe 13, 23, 33 i t. d. do szyny zbiorczej 10. Stamtąd fale te płyną jedną wstęgą przez wspólny wzmacniak 48 i nadawczy filtr wstępowy 15 do linii przesyłowej 20.

Sygnały, nadchodzące z linii przesyłowej 20, są oddzielane od sygnałów odchodzących zapomocą odbiorczego filtru wstęgowego 25, poczem sygnały te przechodzą przez wzmacniak 49 do szyny rozdzielczej 30. Filtry 14, 24, 34 i t. d. dzielą odebraną wstęgę sygnałów na pewną liczbę grup linjowych. Każda grupa fal zostaje doprowadzana z osobnych demodulatorów 45, przyłączonych odpowiednio do źródeł fal nośnych 12, 22, 32 i t. d. Częstotliwość wytwarzanych fal nośnych obliczona jest tak, aby można było zmniejszyć liczbę grup linii, pracujących w zakresie, na jaki przeznaczone są obwody linjowe 40. Częstotliwość ta wynosi w przykładzie opisywanym 500—2500 kilocykli.

Końcowe stacje w innych miejscach układu, do których przyłączony jest przewód 20, mogą być wykonane zasadniczo tak samo, jak i stacja końcowa, opisana wyżej. Aczkolwiek urządzenia linjowe 40 i urządzenia grupowe 50 mogą być położone bezpośrednio obok siebie, jak np. na stacji końcowej, to jednak w zakres wynalazku wchodzi również umieszczenie tych urządzeń w

miejscach bardzo odległych od siebie i połączonych ze sobą odpowiednią linią przesyłową. Poza tem urządzenia, podobne do urządzeń, zainstalowanych na stacjach końcowych, mogą być włączone w przewód 20 w punktach pośrednich jako połączenie z innymi punktami układu.

Przewód przesyłowy 20, przedstawiony na fig. 1, składa się z zewnętrznej powłoki cylindrycznej 35, najlepiej miedzianej, i powłoki wewnętrznej 36 również miedzianej, przyczem powłoki te są utrzymywane współosiowo względem siebie zapomocą rozpórek izolacyjnych 37. Rozpórki te są wykonane z jakiegokolwiek bądź odpowiedniego tworzywa dielektrycznego o małym kącie stratności i niewielkiej stałej dielektrycznej, a to w tym celu, aby upływność między przewodami była jak najmniejsza. W pewnych okolicznościach, gdy trzeba połączyć pewną liczbę grup modulatorów pierwszego stopnia z odległym modulatorem drugiego stopnia, może okazać się rzeczą korzystną zastosowanie kabla wieloprzewodowego, jak np. kabla 79, przedstawionego na fig. 4. Kabel ten składa się z pewnej liczby przewodów współosiowych, umieszczonych w jednej grupie w płaszczyźnie otoczonej 78. Poszczególne przewody współosiowe oblicza się na tych samych zasadach, co i przewód 20 według fig. 1. Środkowy przewód każdej pary może być pusty albo pełny. Rozpórki izolacyjne 77, wykonane z porcelany, ebonitu, szkła lub z innego odpowiedniego materiału, są umieszczone w podłużnych przestrzeniach, obejmujących przewód środkowy. Kabel wielożyłowy tego typu jest opisany bardziej szczegółowo w zgłoszeniu H. W. Dudley'a z dnia 8 października 1930 Nr 487153.

Współosiowe przewody linijowe, o których była mowa wyżej, posiadają pewne charakterystyki, które mogą być z powodzeniem wyzyskane w układzie według niniejszego wynalazku. Stosunek między tłumieniem a częstotliwością linii o przewo-

dach współosiowych w zakresie wielkich częstotliwości podaje równanie następujące:

$$a = \frac{R}{2} \times \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{G}{2} \times \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1)$$

gdzie R , G , C i L oznaczają odpowiednio oporność, upływność, pojemność i indukcyjność linii na jednostkę długości. Współczynniki R , C i L mogą być wyrażone następującymi wzorami przybliżonemi (przy czem zakłada się, że G równa się 0):

$$R = k_0 \cdot \sqrt{f} \cdot \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right) \quad (2)$$

$$L = k_1 \cdot \log_e \frac{c}{b} \quad (3)$$

$$C = \frac{k_2}{\log_e \frac{c}{b}} \quad (4)$$

w których b oznacza zewnętrzną średnicę przewodu wewnętrznego, c wewnętrzną średnicę przewodu zewnętrznego, f — częstotliwość, którą ze względu na ułatwienie rachunku przyjęto jako największą częstotliwość wstęgi przesyłanej, wreszcie litery k_0 , k_1 i k_2 oznaczają stałe liczbowe. Wobec tego tłumienie może być wyrażone w funkcji średnicy i częstotliwości, jak następuje:

$$a = \frac{k_3 \sqrt{f} \cdot \left(\frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right)}{\log_e \frac{c}{b}} \quad (5)$$

a ponieważ stosunek c do b obiera się najlepiej tak, aby był stały, przeto

$$a = k_4 \cdot C \cdot \sqrt{f} \quad (6)$$

Inaczej mówiąc, tłumienie na jednostkę długości linii jest proporcjonalne do pierwiast-

ka kwadratowego z częstotliwości i do średnicy przewodów. W zakresie częstotliwości, stosowanych w układzie według wynalazku, wymiar przewodów może być zmniejszony dowolnie bez obawy spowodowania tem zwiększenia się tłumienia więcej niż w stosunku proporcjonalnym.

Może być wyzyskana również inna cecha znamienne przewodów współosiowych. Pozorną oporność charakterystyczną takiej linii podaje w przybliżeniu wzór

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}},$$

gdzie L i C , podane z równań (3) i (4), są funkcjami tylko stosunku średnic przewodów wewnętrznych do zewnętrznych. Wzór na charakterystyczną oporność pozorną może być sprowadzony do wyrażenia

$$Z = \frac{k_5}{\log_e \frac{c}{b}} \quad (7)$$

będącego tylko funkcją stosunku średnic. Bardziej szczegółowa i dokładna analiza jest podana w zgłoszeniu E. I. Green'a z dnia 3 stycznia 1930 Nr 424677. Jak dowiedziono w powyższem zgłoszeniu, ta właściwość przewodów współosiowych umożliwia zmienianie średnic przewodów bez obawy spowodowania zjawisk odbicia, o ile zostanie zachowany ten sam stosunek średnicy wewnętrznej do zewnętrznej.

Na fig. 2 przedstawiono schematycznie zarys sieci rozgałęzionej, łączącej ze sobą odległe ośrodki zaludnione i punkty rozdzielcze. Między dwa punkty włączono szeregowo pary przewodów współosiowych o różnych średnicach tak, aby tłumienie między wzmacniakami miało wartość przepisową. Jednocześnie ułatwia się dzięki temu dostosowanie linii pod względem jej własności mechanicznych do różnych właściwości terenu.

Liczba 51 oznacza okrąg miejski, znajdujący się na jednym końcu układu. Aparat telefoniczny 1 tego układu jest przyłączony do centrali okręgu podobnie, jak i tysiące innych aparatów. Okrąg podmiejski jest oznaczony liczbą 52. Pewna liczba zwykłych przewodów telefonicznych, wiodących od okręgu miejskiego, oraz jedna linja miejscowa, należąca do okręgu podmiejskiego, są przyłączone do grupy modulowania drugiego stopnia, a następnie do pojedynczej linii przewodów współosiowych. Linja podrzędna, dołączona w odległym punkcie 54 do linii głównej, łączy okręgi 53 i 55 z układem. Pierwszy z tych okręgów 53 nie posiada dostatecznej liczby przewodów, przy której opłaciłoby się zainstalowanie urządzeń modulacyjnych w stopniu grupowym, wobec czego okrąg ten jest przyłączony do bardziej zaludnionego okręgu 55, gdzie zainstalowane są niezbędne urządzenia modulacyjne. W dalszym punkcie linii przyłączona jest do niej pewna liczba połączeń telefonicznych wielkiej częstotliwości zapomocą przewodu 93, prowadzącego do innych miast. W końcowym okręgu 56 znajduje się urządzenie 58 do demodulowania pierwszego stopnia. W punkcie tym zostaje demodulowana całkowicie znaczna liczba połączeń. Inne połączenia się przekazywane linjami telefonicznymi do ostatecznego demodulatora 57, przyłączonego do zwykłej centrali telefonicznej na 100 abonentów.

W celu uproszczenia, na rysunku przedstawiono układ jednokierunkowy, ale oczywiście może być zastosowany także równoległy układ powrotny, albo też można byłoby podzielić zakresy częstotliwości tak, aby można było użyć je do łączności obustronnej, podobnie jak według fig. 1. W tym ostatnim przypadku mogą być użyte znane wzmacniaki dwukierunkowe.

Wracając do szczegółowego rozpatrzenia fig. 2, zaznacza się, że w okresie miejskim 51 zainstalowano pewną liczbę modulatorów pierwszego stopnia 61, najlepiej

tego samego typu, co i według fig. 1, przystosowanych do połączeń z układem telefonicznym tego okręgu. Sygnały, nałożone na fale nośne, przechodzą przez odpowiednie wzmacniaki wyjściowe 62 do linii przesyłowych 63, które doprowadzają te sygnały do wzmacniaków wejściowych 64 okręgu podmiejskiego 52. Linje 63 mogą być poprowadzone w kablach oddzielnych lub też w kablu wielożyłowym, przedstawionym na fig. 4. Łącznice telefoniczne okręgu 52 przyłączone są do modulatora 66 pierwszego stopnia. Modulowane fale nośne, wychodzące z tego modulatora, oraz fale, przychodzące z linii 63, wchodzi do modulatora 65 drugiego stopnia, najlepiej typu, przedstawionego na fig. 1. Wypadkowa szerokość wstęgi fal sygnałowych przechodzi następnie przez wzmacniak 70, a stamtąd do pary przewodów współosiowych 81.

Wzmacniak 70 jest połączony z pierwszym wzmacniakiem 71 przewodami o różnych średnicach. Pierwsza sekcja tych przewodów 81 posiada małą średnicę. Sekcja ta składa się z małych, giętkich par przewodów obołowionych, dających się ułożyć wzdłuż przewodów miejscowego układu telefonicznego. Na krańcach okręgu, gdzie ułożenie sztywnego przewodu o dużej średnicy nie nastęrcza większych trudności, sekcja 81 jest przyłączona do innej pary przewodów współosiowych, np. podobnie jak według fig. 1. Ponieważ średnice przewodów zewnętrznych mogą wynosić kilka lub kilkanaście milimetrów w odcinku 81, a w odcinku 82 — kilka lub kilkanaście centymetrów, należy zachować ten sam stosunek średnicy wewnętrznej przewodu zewnętrznego do średnicy zewnętrznej przewodu środkowego. Przy danej średnicy przewodu zewnętrznego najmniejsze tłumienie otrzymuje się wtedy, gdy powyższy stosunek wynosi w przybliżeniu 3,6. Najdogodniejsza wartość stosunku waha się jednak w zależności od największej częstotliwości przesyłanej i od bezwzględnej średnicy przewodu.

Podobnie w pobliżu wzmacniaka 71 w odcinku 83 użyto z tych samych powodów przewodów o mniejszej średnicy.

Niezależność przewodów współosiowych od zmian warunków atmosferycznych i od wpływów obcych pól elektrycznych wyżytkana jest z dobrym skutkiem w układzie według wynalazku. Przewodność upływowa linii napowietrznych waha się w szerokich granicach w zależności od warunków atmosferycznych, które zmieniają warunki izolacji między przewodami. Wobec tego urządzenia, zespolone ze wzmacniakami, a służące do ograniczania natężenia sygnałów wejściowych i do regulowania współczynnika wzmocnienia wzmacniaków, winny pracować w stosunkowo szerokich granicach tak, aby całkowita sprawność wzmacniaków mogła być osiągnięta tylko w warunkach najkorzystniejszych. Natężenie prądów postronnych, spowodowanych zakłóceniami atmosferycznymi, jest również bardzo znaczne w liniach napowietrznych i, co ważniejsze, z punktu widzenia sprawności przesyłania wypada zachowywać niepotrzebnie duży stosunek natężenia prądów sygnałowych do natężenia prądów postronnych. Fig. 3 objaśnia, w jakim stopniu przewody współosiowe są zabezpieczone przed przesłuchem w porównaniu z liniami napowietrznymi i zwykłymi liniami kablowymi. Przesłuch w liniach napowietrznych i kablowych wzrasta stale w miarę zwiększania częstotliwości, natomiast w przewodach współosiowych zmniejsza się, a nawet przy częstotliwościach 15000 cykliw przesłuch ten staje się znikomo mały. Przesłuch odgrywa mniejszą rolę niż szmer, pochodzące od wzmacniaków i oporności przewodów.

Wobec tego, że w liniach współosiowych najniższa wartość natężenia sygnałów, do jakiej może doprowadzić tłumienie, jest ograniczona tylko natężeniem szmerów stałych, a nie szmerów zmiennych o szerokich granicach natężenia, jak to jest w liniach napowietrznych, przeto można wyzyskać w

każdej chwili prawie cały współczynnik wzmocnienia wzmacniaków. Same przewody mogą być obliczone tak, aby sygnały ulegały tłumieniu między dwoma wzmacniakami w tym stopniu, jaki jest jeszcze dopuszczalny, przyczem obecność urządzeń, ograniczających tłumienie, staje się zbyt duża w wielu przypadkach, liczba zaś urządzeń do regulowania wzmocnienia może być znacznie zmniejszona.

Jak powiedziano wyżej, wzmacniaki mogą być włączone do linii o przewodach współosiowych w odstępach mniej więcej co 75 km. Ze względu na ujednolinitość i oszczędność jest rzeczą pożądaną używać jednakowych odcinków międzywzmacniakowych pod względem długości, średnicy, tłumienia i t. d., urządzenia zaś wzmacniakowe winny pracować pełną mocą. Wchodzą tu jednak w grę i inne okoliczności, np. jest rzeczą pożądaną, aby wzmacniaki były umieszczone w istniejących już telefonicznych stacjach wzmacniakowych, zbudowanych w miastach i osiedlach, gdzie łatwiejszy jest dozór fachowy i gdzie wzmacniaki mogą być połączone z miejscowymi modulatorami i demodulatorami lub z urządzeniami podobnymi. Między niektórymi punktami, jak np. między punktami 72 i 73 według fig. 2, może być zachowana przepisowa odległość międzywzmacniakowa, wynosząca np. 80 km. W innych punktach telefonicznych stacje wzmacniakowe mogą być rozmieszczone nie w odległości 80 km od siebie, lecz np. odległość między wzmacniakiem 72 a wzmacniakiem 71 może wynosić tylko 48 km. Tak samo odcinek międzywzmacniakowy 88, między wzmacniakiem 74 a wzmacniakiem 75, może wynosić 128 km. Takie niejednostajne rozmieszczenie stacji wzmacniakowych spowodowałoby w razie użycia jednakowych przewodów zbyt duże różnice natężeń sygnałów, przychodzących do poszczególnych wzmacniaków.

Takie różnice wartości tłumienia mogą być wyrównane w znany sposób zapomocą

dodatkowych tłumików, włączonych np. tuż przed wzmacniakiem 72 na końcu krótkiego odcinka międzywzmacniakowego 84, a to w celu stłumienia do wartości przepisowej sygnałów, przychodzących do wzmacniaka. W dłuższym odcinku wzmacniakowym 88 w punkcie 74 może być użyty przepisowy wzmacniak większej mocy. W obydwóch przypadkach może być zastosowana w każdym wzmacniaku automatyczna regulacja współczynnika wzmocnienia łącznie z dodatkowym tłumikiem lub bez tego tłumika, a to w celu utrzymania na jednakowym poziomie natężenia sygnałów, przychodzących do wzmacniaków. Użycie tłumików, jak to zdarza się w przypadku linii napowietrznych, powoduje po pierwsze dużą stratę energii, a po wtóre oznacza, że sprawność przesyłania linii jest większa niż potrzeba, wobec czego należy dążyć do zachowania znaczniejszego tłumienia.

Ze względu na różnicę między odcinkami wzmacniakowymi należy zmieniać według wynalazku stosunki wymiarów przewodów współśrodkowych. Równanie (6) wskazuje, że przy danym stosunku między średnicą wewnętrzną przewodu zewnętrznego a średnicą zewnętrzną przewodu środkowego tłumienie linii o przewodach współosiowych zmienia się wprost proporcjonalnie do średnicy przewodu zewnętrznego. Pomiedzy dwoma danymi punktami może być włączony przewód współosiowy o takiej średnicy, przy której uzyskuje się żądane tłumienie. Najdogodniejsza, na przykład, wartość całkowitego tłumienia między dwoma wzmacniakami obliczona jest głównie ze względu na koszt i moc energii wyjściowej wzmacniaków. Stwierdzono np., że przy pewnej odległości najdogodniejsze tłumienie wynosi około 55 decybelów. Usunięcie dodatkowych tłumików nie jest jedyną korzyścią, jaką daje proporcjonalne dostosowanie przewodów do dopuszczalnego tłumienia między dwoma punktami. Zmniejszenie średnicy przewodów, a tem samem i o-

szczędnosc na przewodniku w tym przypadku, gdzie dopuszczalne jest większe tłumienie, posiada tu o wiele większe znaczenie. Uwydatnia się to zwłaszcza wtedy, jeśli weźmie się pod uwagę, że koszt przewodnika wynosi w przybliżeniu $\frac{3}{4}$ ogólnych kosztów całej instalacji.

Dowiedziano wyżej, że średnice przewodów mogą być zmienione pod warunkiem zachowania tego samego stosunku średnic. Np. odcinek 86 między stacjami wzmacniakowymi 73 i 74 może posiadać np. średnicę mniejszą, a następny odcinek 87 — średnicę większą. W tych okolicznościach średnica przewodu 87 może być obrana tak, aby tłumienie między wzmacniakami 73, 74 miało dokładną wartość dopuszczalną. Podobnie przewód 82 nie potrzebuje być grubszy, niż wymaga tego dopuszczalna wartość tłumienia, przyczem tłumienia w odcinkach 81, 82 i 83 są sobie równe. Nr. w odcinku 84, wynoszącym, jak powiedziano, około 50 km, średnica przewodu zewnętrznego może być zmniejszona do około 50 mm, to jest do $\frac{3}{5}$ wartości średnicy przepisowego odcinka 85 o przepisowej długości 80 km. Środkowy przewód zostaje zmniejszony proporcjonalnie. Podobnie w odcinku, liczącym 128 km, zewnętrzny przewód może wynosić około 125 mm zamiast przepisowych 75 mm.

O ile długość odcinka międzywzmacniakowego jest ważnym czynnikiem, wpływającym na określenie średnicy przewodów, to również i zakres częstotliwości przesyłanych jest rzeczą ważną. Tłumienie, jak podaje równanie (6), zmienia się w przybliżeniu proporcjonalnie do pierwiastka kwadratowego częstotliwości. Z tego powodu należy regulować tłumienie największej częstotliwości przesyłanej. Jeśli w danej linii usunięta jest wstęga częstotliwości największej, a więc jest przekazana np. do linii odgałęźnej 93, wówczas odcinek 88, znajdujący się za linią 93, może być dostosowany do nowej największej częstotliwości. Stosunki między poszczególnymi czynnikami

kładu, obliczone tytułem przykładu, są podane w tabeli poniższej. W pierwszej kolumnie podane są w milimetrach wewnętrzne średnice przewodów zewnętrznych. W drugiej kolumnie podano odległość między wzmacniakami w kilometrach, w trzeciej największą przesyłaną częstotliwość w kilocylkach, a w czwartej — liczbę przewodów jednokierunkowych.

Średnica przewodu zewnętrznego	Odległość między wzmacniakami	Największa częstotliwość	Liczba przewodów
w mm	w km	w kc/sek	
75	160	1100	250
75	80	4500	900
50	160	450	110
50	80	1700	340
50	40	7300	1450
25	80	500	120
25	40	2000	400
12,5	40	500	120
6	40	140	30

Tuż za wzmacniakiem 73 jest przyłączona drugorzędna linia przesyłowa 108. Linia ta doprowadza sygnały z modulatora drugiego stopnia 105, który otrzymuje z kolei sygnały z miejscowego modulatora pierwszego stopnia 103 i modulatora 101, obsługującego sąsiedni okrąg 53. Sygnały, doprowadzane do linii głównej, zajmują wstęgę częstotliwości, większą od największej częstotliwości sygnałów, doprowadzonych do wzmacniaka 73, albo też wstęgę, której nie było przedtem w przesyłanym zakresie częstotliwości lub którą odprowadzono przedtem gdzie indziej. Filtr wstęgowy 106 ma na celu przepuścić tylko tę wstęgę. Od linii głównej tuż przed wzmacniakiem 74 odgałęziona jest linia 93. Filtr wstęgowy 91 zatrzymuje wszystkie częstotliwości za wyjątkiem wstęgi, przeznaczonej dla tego odgałęzienia. W punkcie 94 linii odgałęzionej zastosowano krótki odcinek o mniejszej średnicy, użyty np. do przejścia przez rze-

kę lub pod ulicami miasta, leżącego na trasie linii przesyłowej.

Wracając do linii głównej, zaznacza się, że na końcu długiego odcinka 88 znajduje się wzmacniak 75 i demodulator pierwszego stopnia 58. Poszczególne grupy przewodów mogą być modulowane następnie wprost w urządzeniach 59, ostateczna zaś częstotliwość akustyczna zostaje rozprowadzana na linie miejscowego układu telefonicznego. Inna grupa przewodów, wiodąca od demodulatora pierwszego stopnia, może być połączona linią 60 z odległym demodulatorem 57, do którego jest przyłączona np. centrala telefoniczna 100.

Poszczególne wartości wymiarów i częstotliwości podano w niniejszym opisie wyłącznie tytułem przykładu. Zasady ustalania wymiarów przewodów w zastosowaniu do układów przewodów współosiowych mogą być stosowane z pewnymi ograniczeniami pod względem średnic, częstotliwości, odległości między wzmacniakami i rodzaju poszczególnych linii, nie wychodząc poza zakres wynalazku, bez względu na to, czy zasady te stosuje się do poszczególnych par współosiowych, czy też do kabli wielożyłowych lub linii podobnych.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Układ telefoniczny z liniami przesyłowymi, znamieny tem, że linie te składają się z szeregu odcinków o różnych stałych tłumienia i ze wzmacniaków, włączonych w różnych punktach tych linii, przyczem stałe tłumienia tych odcinków są związane z długościami odcinków i z największą częstotliwością, przesyłaną w odcinkach między dwoma kolejnymi wzmacniakami, tak iż tłumienie między kolejnymi wzmacniakami jest zasadniczo jednakowe.

2. Układ według zastrz. 1, znamieny tem, że linia przesyłowa składa się z przewodu środkowego i z powrotnego zewnętrznego przewodu cylindrycznego, współosiowego z przewodem

przewodem pierwszym i odizolowanego od niego, przyczem wzmacniaki są włączone do powyższej linii w odstępach nieregularnych, tłumienie zaś między sąsiednimi wzmacniakami jest zawsze jednakowe i równe w przybliżeniu tłumieniu linii przesyłowej.

3. Układ według zastrz. 1, znamieny tem, że linia przesyłowa jest podzielona na szereg odcinków, posiadających różne współczynniki tłumienia, przyczem każdy z tych odcinków składa się z przewodu środkowego i z powrotnego przewodu cylindrycznego, współosiowego z przewodem środkowym, oraz ze wzmacniaków, włączonych w różnych punktach tej linii, długości zaś odcinków i ich współczynniki tłumienia są obrane tak, iż tłumienie między sąsiednimi wzmacniakami jest jednakowe wzdłuż całej linii przy największej częstotliwości przesyłanej.

4. Układ według zastrz. 1, znamieny tem, że linia układu telefonicznego, służąca do przesyłania szerokiej wstęgi częstotliwości, składa się z przewodu środkowego i z zewnętrznego przewodu cylindrycznego, współosiowego z przewodem pierwszym i odizolowanego od niego, oraz z szeregu wzmacniaków, włączonych do linii, przyczem linia ta podzielona jest na szereg odcinków o różnych średnicach przewodów, średnice zaś przewodów w tych odcinkach są obrane tak, iż przy największej częstotliwości sygnałowej tłumienie między wzmacniakami jest jednakowe i równe zasadniczo tłumieniu linii.

5. Układ według zastrz. 1, znamieny tem, że linia przesyłowa układów telefonicznych z szeregiem wzmacniaków, włączonych w nią w nierównych odstępach, składa się z przewodu wewnętrznego i z powrotnego cylindrycznego przewodu zewnętrznego, współśrodkowego z przewodem pierwszym i odizolowanego od niego, przyczem wielkość tłumienia sygnałów o największej częstotliwości, przesyłanych mię-

dzy temi wzmacniakami, zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do odległości między wzmacniakami

6. Układ według zastrz. 5, znamieny tem, że średnice przewodów między wzmacniakami są wprost proporcjonalne do odległości między wzmacniakami i do pierwiastka kwadratowego największej częstotliwości przesyłanej.

7. Układ według zastrz. 1, znamieny tem, że linja przesyłowa układu, przesyłająca fale sygnałowe o szerokim zakresie częstotliwości, wynoszących co najmniej 100000 cykli, składa się z pary przewodów, współosiowych względem siebie i izolowanych od siebie zapomocą dielektryka, oraz z szeregu wzmacniaków, włączonych do tej linji w niejednakowych odstępach, przyczem średnice przewodów między kolejnymi wzmacniakami są tak obrane w zależności od największej częstotliwości przesyłanej i od odległości między wzmacniakami, iż fale sygnałowe zostają osłabiane do natężenia, określonego głównie natężeniem szmerów danego układu.

8. Układ według zastrz. 7, znamieny tem, że linja przesyłowa układu telefonicznego składa się z przewodu środkowego i zewnętrznego powrotnego przewodu cylindrycznego, współśrodkowego z przewodem pierwszym i oddzielonego od niego przedewszystkiem zapomocą dielektryka gazowego, oraz ze wzmacniaków, włączonych do tej linji w odstępach niejednakowych tak, iż zewnętrzne przewody między dwoma wzmacniakami posiadają w różnych odcinkach niejednakowe średnice, przyczem średnice i długości tych odcinków są obrane w zależności od siebie tak, aby sygnały między dwoma wzmacniakami zostały osłabiane tylko dzięki tłumieniu tych przewodów do wartości, określonej przedewszystkiem wielkością szmerów, pochodzących od zjawisk międzycząsteczkowych.

9. Układ według zastrz. 7 i 8, znamieny tem, że linja przesyłowa układu tele-

fonicznego składa się z przewodu środkowego i z zewnętrznego cylindrycznego przewodu powrotnego, współśrodkowego z przewodem pierwszym i oddzielonego od niego dielektrykiem, którym jest przedewszystkiem gaz, oraz z szeregu wzmacniaków, włączonych w linję w odstępach niejednakowych, przyczem średnice przewodów zewnętrznych są różne w różnych odcinkach międzywzmacniakowych, a mianowicie długości i średnice tych odcinków są w takim stosunku względem siebie, aby sygnały pomiędzy poszczególnymi wzmacniakami były osłabiane w każdym odcinku w stopniu jednakowym i zasadniczo tylko dzięki tłumieniu linji przesyłowej.

10. Układ według zastrz. 8 i 9, znamieny tem, że wzmacniaki pracują w ograniczonym zakresie amplitud sygnałów wejściowych, przyczem stała tłumienia linji jest różna w różnych odcinkach międzywzmacniakowych, będąc uzależniona od długości tych odcinków i od energii wyjściowej tych wzmacniaków tak, aby między temi wzmacniakami sygnały były osłabiane zasadniczo tylko dzięki tłumieniu linji do natężenia, zawartego w powyższym zakresie roboczym wzmacniaków.

11. Układ według zastrz. 7 — 10, znamieny tem, że linja przesyłowa układu telefonicznego składa się z szeregu odcinków kabli przewodów współśrodkowych, przesyłających z niewielkiem tłumieniem częstotliwości, wynoszące co najmniej 100000 cykli, oraz z szeregu wzmacniaków, włączonych w tę linję, przyczem stałe tłumienia tych odcinków nie są sobie równe, a obrane są w takim stosunku względem siebie i względem długości odcinków między sąsiednimi wzmacniakami, aby następowało w tej linji całkowite zasadniczo tłumienie sygnałów oraz aby tłumienie to było jednakowe w całym układzie.

12. Układ według zastrz. 1 — 11, znamieny tem, że linja przesyłowa układu telefonicznego z falą nośną posiada pierwszy

stopień modulowania, zawierający źródło fal sygnałowych, źródło fal nośnych i urządzenia do nakładania fal pojedynczo modulowanych pierwszego stopnia na fale nośne, dalej posiada linię przesyłową, łączącą obydwie stopnie ze sobą, urządzenia, demodulujące fale wyjściowe drugiego stopnia, oraz linię przesyłową, łączącą drugi stopień modulowania z urządzeniami demodulacyjnymi.

13. Układ telefoniczny z falą nośną według zastrz. 12, znamienny tem, że składa się z szeregu grup przewodów fal sygnałowych, z linii, przyłączonych do poszczególnych grup, z urządzeń do nakładania tych fal sygnałowych każdej poszczególnej grupy na fale nośne o różnych częstotliwościach, przesyłanych po tych liniach z innej linii przesyłowej, z urządzeń, włączonych w każdą z tych pierwszych linii i służących do nakładania fal, przenoszonych po tych liniach, na falę nośną większej częstotliwości, przesyłaną po drugiej linii, oraz składa się z urządzeń demodulacyjnych, służących do odbioru podwójnie zmodulowanych fal sygnałowych, przesyłanych po tej ostatniej linii.

14. Układ według zastrz. 13, znamienny tem, że w punkcie pośrednim tej drugiej linii przesyłowej posiada dodatkowe

urządzenia do odprowadzania jednej wstęgi fal, przesyłanych po tej linii, oraz posiada urządzenia demodulacyjne, służące do ponownego sprowadzania do częstotliwości pierwotnych fal sygnałowych, nałożonych na wstęgę fal odprowadzanych.

15. Układ według zastrz. 13, znamienny tem, że w punkcie pośrednim tej drugiej linii przesyłowej posiada dodatkowe urządzenia do wybrania wstęgi fal, przesyłanych po tej linii, dalej posiada inną linię przesyłową, urządzenia do częściowego demodulowania wstęgi fal i doprowadzania tej wstęgi do tej drugiej linii oraz posiada urządzenia do ostatecznego demodulowania fal, przesyłanych do drugiej linii.

16. Układ telefoniczny według zastrz. 1 — 15, znamienny tem, że składa się z odcinków współosiowych, połączonych w szereg tak, iż poszczególne odcinki przewodów mają różne średnice, przy czem średnice odpowiednich odcinków przewodów są w takim stosunku względem siebie, jakiego wymagają różnice w natężeniu sygnałów fal, płynących po tych przewodach.

International Standard
Electric Corporation.
Zastępca: M. Skrzypkowski,
rzecznik patentowy.

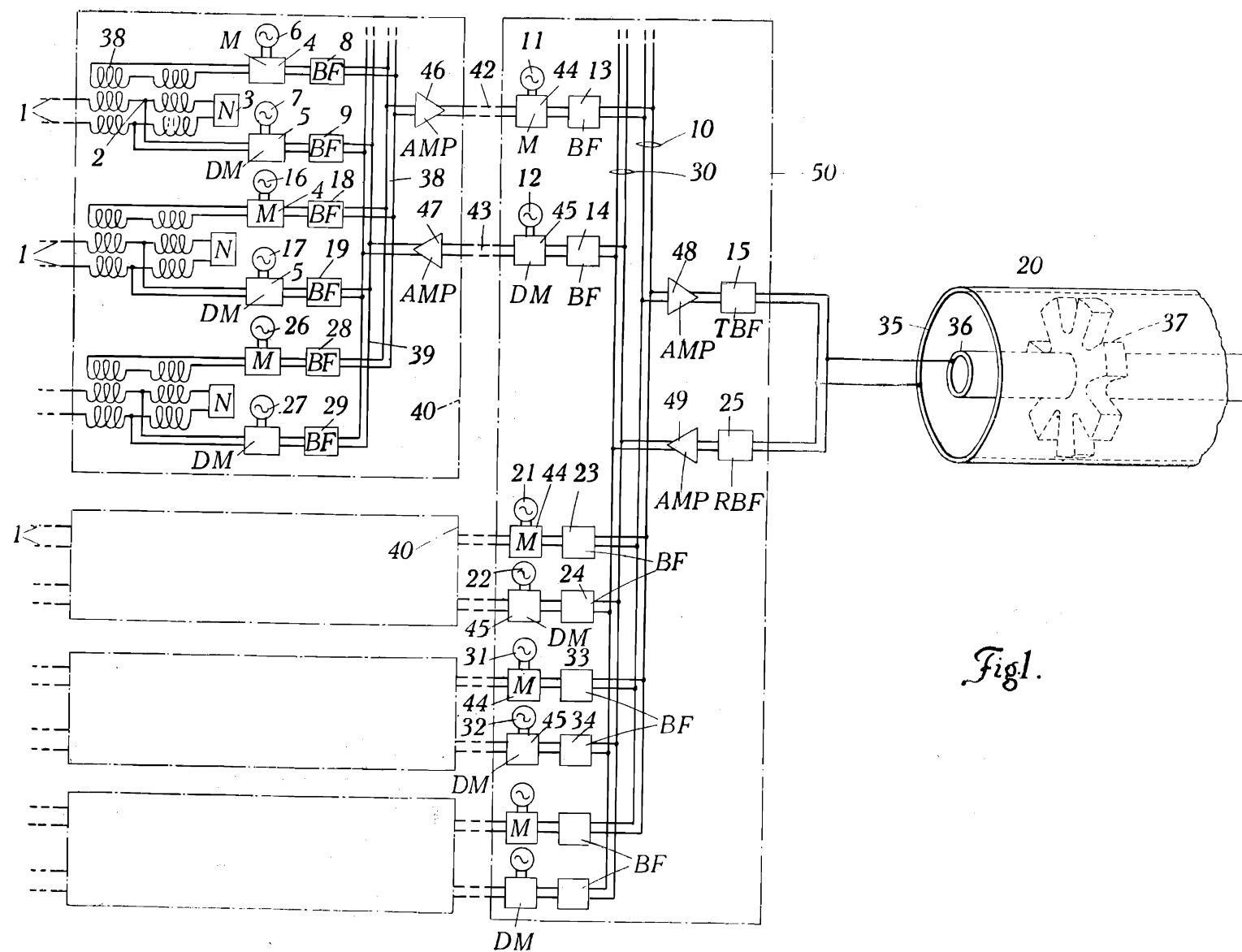


Fig. 1.

