

Warszawa, 25 lutego 1933 r.

2

H01B 11/12

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 17594.

Kl. 21 c 4.

Pirelli-General Cable Works Ltd.
(Londyn, Wielka Brytania).

Sposób wyrównania nierównomiernego rozłożenia pojemności w sekcji kabla telefonicznego lub telegraficznego.

Zgłoszono 22 października 1928 r.

Udzielono 25 listopada 1932 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy sposobu wyrównania nierównomiernego rozłożenia pojemności w sekcji kabla telefonicznego lub telegraficznego oraz w kablowej linii telefonicznej, składającej się z wyrównanych sekcyj, a w szczególności z wyrównanych sekcyj spupinizowanych.

W kablach telefonicznych żyły łączy się w grupy po cztery żyły w każdej grupie, czyli w tak zwane czwórki kablowe, zawierające cztery żyły (albo dwie pary żył). Pomiedzy każdą parą żył w czwórce kablo-

wej oraz między każdą żyłą a ziemią istnieje pewna pojemność elektrostatyczna. Jeśli w jednej parze żył czwórki lub w obwodzie kombinowanym tejże czwórki płynie prąd, to w drugiej parze żył względnie w obwodzie kombinowanym czwórki kablowej wzbudza się prąd, o ile wymienione wyżej pojemności nie tworzą układu symetrycznego. Szczegółowe wyjaśnienie powyższego uwidocznia fig. 1 rysunku, na której górne żyły A, B, C i D tworzą razem czwórkę kablową Nr 1. Między każdą żyłą tej czwórki

a ziemią istnieje pewna pojemność, którą przedstawiono jako pojemność poszczególnych kondensatorów F, G, H, I , uwidocznionych na rysunku. Wartość pojemności kondensatora F oznaczono literą f , wartość pojemności kondensatora G — literą g i t. d.

Podobnie pojemności elektrostatyczne, istniejące nieodstępnie między żyłami A, B, C i D , przedstawiono schematycznie jako pojemności kondensatorów W, X, Y, Z , oznaczone odpowiednio literami w, x, y, z . Żyły A i B (do których jest przyłączony telefon T_1) stanowią tak zwany „obwód rzeczywisty”, który w dalszym ciągu opisu jest nazywany „obwodem S_1 ”, żyły zaś C i D (do których przyłączony jest telefon T_2) tworzą drugi obwód rzeczywisty „obwód S_2 ”. Telefon T_2 jest włączony w znany sposób do obwodu kombinowanego.

Warunek konieczny, aby prądy, płynące w żyłach A i B , to jest w obwodzie S_1 , nie wzbudzały prądów w żyłach C i D , to jest w obwodzie S_2 , wyraża się, jak wiadomo, równaniem $(w - x) - (z - y) = 0$. Równanie to wyraża zatem warunek, aby prądy, płynące w obwodzie S_1 , nie wzbudzały prądów w obwodzie S_2 i naodwrot. Jeśli podane wyrażenie różni się od zera, to wartość wyrażenia $(w - x) - (z - y)$ będzie określona jako różnica między wartościami pojemności obwodów S_1 i S_2 i oznaczona symbolem $(S_1 - S_2)$.

Podobnie warunek, jaki winien być spełniony, aby prądy, płynące w obwodzie kombinowanym, nie wzbudzały prądu w obwodzie rzeczywistym S_1 , wyraża się przez $(w - x) + (z - y) = 0$. Wartość $(w - x) + (z - y)$, różniącą się od 0, nazwano „różnicą między wartościami pojemności obwodu kombinowanego czwórki kablowej i obwodu rzeczywistego S_1 i wyrażono symbolem $(V_1 - S_1)$. Również o ile wyrażenie $(w - z) + (x - y)$ równe jest zeru, to prądy, płynące w obwodzie kombinowanym czwórki kablowej Nr 1, nie wzbudzają prądów w obwodzie rzeczywistym S_2 . Wartość $(w - z)$

+ $(x - y)$, różną od zera, nazwano „różnicą między wartościami pojemności obwodu kombinowanego czwórki kablowej Nr 1 i obwodu rzeczywistego S_2 ” i oznaczono symbolem $(V_1 - S_2)$.

Podobny układ zależności można wyprorowadzić dla czwórki kablowej Nr 2, składającej się również z żył A, B, C i D , przyczem odnośne różnice między wartościami pojemności obwodów S_3 i S_4 oznaczano przez $(S_3 - S_4)$, różnice między wartościami pojemności obwodu kombinowanego V_2 i rzeczywistego S_3 przez $(V_2 - S_3)$ oraz różnice między wartościami pojemności obwodów kombinowanego V_2 i rzeczywistego S_4 przez $(V_2 - S_4)$.

Poza tem do całkowitego wyrównania pojemności czwórki kablowej Nr 1 jest niezbędne, aby wartość pojemności $f = g$ oraz wartość pojemności $h = j$. Gdy różnice wartości pojemności $f - g$ oraz $h - j$ nie są równe zeru, to wartość $(f - g)$ pojemności obwodu S_1 względem ziemi oznaczono przez $(S_1 - E)$, a wartość $(h - j)$ pojemności obwodu S_2 względem ziemi oznaczono przez $(S_2 - E)$. Podobnie różnice między wartościami pojemności obwodu S_3 względem ziemi oznaczono przez $(S_3 - E)$, a wartości pojemności obwodu S_4 względem ziemi oznaczono przez $(S_4 - E)$.

Wspomniane wyżej różnice między wartościami pojemności nazwano „różnicami między wartościami pojemności wewnętrznych” dotyczą bowiem tylko zależności istniejących wewnątrz danej czwórki kablowej bez uwzględnienia wpływu sąsiednich czwórek kablowych.

Obok wyliczonych wyżej pojemności elektrostatycznych istnieją również pojemności między żyłami czwórki kablowej Nr 1 a żyłami czwórki kablowej Nr 2. Na fig. 1 uwidoczniiono kondensatory K, L, M, N , których pojemności przedstawiają pojemności między żyłami C, D obwodu S_2 oraz żyłami A, B obwodu S_3 . Oznaczając

wartości pojemności tych kondensatorów literami k, l, m, n , można ułożyć warunek, aby prądy, płynące w obwodzie S_2 , nie wzbudzały prądów w obwodzie S_3 , a mianowicie niezbędne jest, aby $(k-l) - (m-n) = 0$, wyrażenie zaś $(k-l) - (m-n)$ różne od 0 i równe wartości różnicy między wartościami pojemności obwodów S_2 i S_3 oznaczono przez $(S_2 - S_3)$. Podobnie brzmi warunek, aby prądy obwodu kombinowanego V_1 nie wzbudzały prądów w obwodzie rzeczywistym S_3 , przyczem w razie niespełnienia tego warunku odnośną różnicę między wartościami pojemności nazwano różnicą między wartościami obwodu kombinowanego V_1 i obwodu rzeczywistego S_3 i oznaczono przez $(V_1 - S_3)$. Istnieje jeszcze w kablu cały szereg innych różnic między wartościami pojemności obwodów, wskutek czego prądy, płynące w różnych obwodach danej czwórki kablowej, wzbudzają prądy w poszczególnych obwodach innej czwórki kablowej. Wszystkie te różnice między wartościami pojemności nazwano „międzyczwórkowymi”, gdyż one właśnie powodują wzbudzanie prądów w jednej czwórce pod wpływem innej czwórki. Kompletne wyszczególnienie różnic między wartościami pojemności międzyczwórkowych wyrażono zapomocą następujących oznaczeń symbolicznych $V_1 - V_2, V_1 - S_3, V_1 - S_4, V_2 - S_1, V_2 - S_2, S_1 - S_3, S_2 - S_4, S_2 - S_3, S_2 - S_4$.

Dotychczasowe rozważania były oparte na założeniu, że czwórkę stanowi jeden odcinek czterech żył kabla, obecnie jednak przeważnie stosuje się łączenie pewnej liczby odcinków kabla w jedną sekcję kabla.

Według fig. 2 czwórki kablowe Nr 1 i Nr 2 składają się z odcinków 1, 2, ..., 8, przyczem każdy odcinek składa się z czterech żył A, B, C, D . Według znanych sposobów wyrównywania nierównomiernego rozłożenia pojemności w kablu stosuje się krzyżowanie między żyłami zapomocą

przełączania odcinków, np. żyła A odcinka 1 czwórki kablowej Nr 1 może być przyłączona do żyły B odcinka 2 tejże czwórki kablowej Nr 1 i t. d. Jednakże drogą krzyżowania można osiągnąć jedynie zadowalające wyrównanie różnic między wartościami pojemności wewnętrznych. Aby zaś wyrównać różnice między wartościami pojemności międzyczwórkowych w takim samym stopniu, jak różnice między wartościami pojemności wewnętrznych, niezbędne jest przyłączyć żyły czwórki kablowej Nr 1 do żył czwórki kablowej Nr 2 i naodwrot żyły czwórki kablowej Nr 2 — do żył czwórki kablowej Nr 1. Takie krzyżowe łączenie żył jednej czwórki kablowej z żyłami drugiej nazywa się „przeplataniem czwórek kablowych”.

W celu rozpoznania żyły czwórki kablowej Nr 1 posiadają powłoki o określonej barwie, np. czerwonej, natomiast żyły czwórki kablowej Nr 2 posiadają powłoki odmiennej barwy, np. niebieskiej. Aby i później można było łatwo rozpoznać żyły, pożądané jest, aby odcinki czwórki kablowej Nr 1 zawsze były łączone z przyległymi odcinkami tejże czwórki kablowej Nr 1, a w żadnym razie nie były łączone z odcinkami czwórki kablowej Nr 2. W myśl powyższego czerwone odcinki winny być zawsze łączone z innymi czerwonymi odcinkami, a więc podobnie wszystkie odcinki czwórki kablowej Nr 2 winny być łączone razem, przyczem niebieskie odcinki należy również łączyć tylko z niebieskimi. Oczywiście, stosując przeplatanie czwórek kablowych, nie można przestrzegać podanej wskazówki. Poza tem w znanych sposobach wyrównywania, w których trzeba uciec się do przeplatania czwórek, wielkość przesłuchu między żyłami i czwórkami jest w każdym razie nieokreślona i zależy od liczby żył w wyrównywanym zespole. W przypadku kabli, składających się z dużej liczby wyrównywanych grup,

wielkości te mogą pozostawać w granicach dopuszczalnych, lecz w przypadku kabli, zawierających mało grup, wyrównanie i usunięcie różnic nie jest możliwe, a tem samem przesłuch może przekroczyć granicę dopuszczalną. Ponadto w przypadku znanego sposobu wyrównywania kabeł, zawierający niewielką liczbę żył, nie może znaleźć zastosowania w telefonji, posługującej się wzmacniakami czwórkowemi.

Jak wyjaśniono wyżej, czwórki kablów są zaopatrzone w powłoki różnokolorowe dla celów utożsamienia lub też można je w tymże celu ponumerować. Czwórki kablów, oznaczone jednakowym kolorem rozpoznawczym lub jednakową liczbą rozpoznawczą, nazwano w poniższym opisie „jednakowemi” czwórkami kablów dla prostoty wysłownienia.

Wynalazek ma na celu usunięcie wyżej podanych niedogodności, a przede wszystkim niedogodności, wynikających z przeplatania czwórek. W myśl wynalazku przedewszystkiem albo mierzy się we wszystkich odcinkach wszystkie pojemności elektrostatyczne między poszczególnymi żyłami oraz między żyłami i ziemią, a następnie określa się wartości różnic pojemności międzyczwórkowych oraz wartości różnic pojemności wewnętrznych, lub też różnice pojemności mierzy się bezpośrednio w znany sposób. Sposobem według wynalazku można określić stosowne krzyżowania przewodów w złączach, dzięki czemu osiąga się wyrównanie tak różnic między wartościami pojemności międzyczwórkowych, jak i wewnętrznych bez uciekania się do przeplatania czwórek kablów.

Jako przykład przytoczyć można parę czwórek kablów, przedstawionych na fig. 2, gdzie każda para składa się z ośmiu odcinków. Wartości pojemności poszczególnych żył względem ziemi oraz wartości pojemności między parami żył mierzy się w znany sposób, otrzymując tym sposobem

wartości tych pojemności, oznaczonych za pomocą $f, g, h, j, w, x, y, z, k, l, m, n$. Z pomiarów tych wyznacza się różnice w wartościach pojemności wewnętrznych każdej czwórki, a mianowicie wartości $V_1-S_1, V_1-S_2, S_1-E, S_2-E, V_2-S_3, V_2-S_4, S_3-E, S_4-E$, oraz wartości nierówności między pojemnościami międzyczwórkowemi, a mianowicie $V_1-V_2, V_1-S_3, V_1-S_4, V_2-S_1, V_2-S_2, S_1-S_3, S_1-S_4, S_2-S_3, S_2-S_4$.

Na fig. 2 przedstawiono schematycznie dwie czwórki kablów, dla których typowy zbiór wartości różnic między pojemnościami wewnętrznymi i międzyczwórkowemi jest uwidoczniiony w wykazach I, II i III, podanych niżej. Wykaz I podaje wartości różnic między pojemnościami wewnętrznymi dla czwórki kablowej Nr 1, wykaz II — różnice między pojemnościami wewnętrznymi dla czwórki Nr 2, a wykaz III — różnice między pojemnościami międzyczwórkowemi dla czwórek Nr 1 i Nr 2. Wykaz IV podaje wypadkowe różnice między pojemnościami wewnętrznymi dla czwórki Nr 1, wykaz V — wypadkowe różnice między pojemnościami wewnętrznymi dla czwórki Nr 2 oraz wypadkowe różnice między pojemnościami międzyczwórkowemi dla czwórek kablów Nr 1 i Nr 2.

W wykazach, przedstawiających różnice między pojemnościami wewnętrznymi (czyli w wykazach I i II), odcinki są pomieszczone w takim porządku, aby różnice między wartościami pojemności obwodu kombinowanego i obwodu rzeczywistego były uszeregowane w porządku malejącym bez uwzględnienia znaku; np. jeśli największą różnicą między wartościami pojemności obwodu kombinowanego i rzeczywistego czwórki Nr 1 jest różnica V_1-S_1 w odcinku 1, to odcinek 1 umieszcza się w wykazie na pierwszym miejscu. Jeśli z kolei największą następną różnicą między wartościami pojemności obwodu kombinowanego i rzeczywistego będzie różnica

$V_1 - S_2$ w odcinku 8, to odcinek ten będzie następował w wykazie tuż za odcinkiem 1. O ile zaś w jakichkolwiek parach był w odcinkach różnice między pojemnościami obwodu kombinowanego i rzeczywistego są prawie równe, lecz inne pozostałe różnice między pojemnościami wewnętrznymi któregośkolwiek odcinka są znacznie większe niż pozostałe różnice między pojemnościami wewnętrznymi innych odcin-

ków, wówczas ten odcinek, w którym pozostałe różnice między pojemnościami wewnętrznymi są większe, winien być umieszczony przed odcinkiem, w którym pozostałe różnice między pojemnościami wewnętrznymi są mniejsze. Przypadek ten uwzględniono na przykładzie w wykazach I i II, w których odcinki kablowe są uwidocznione w stosownym porządku.

Wykaz I.

Czwórka Nr. 1	Wartości różnic między pojemnościami wewnętrznymi czwórki w $\mu\mu F$					
	Odcinek	S_1-S_2	V_1-S_1	V_1-S_2	S_1-E	S_2-E
1		- 5	-58	+28	+44	+31
4		+26	+25	- 5	-44	-29
2		-18	+23	+ 3	-17	- 5
6		- 9	-22	- 8	- 6	-22
7		-20	+22	+ 6	-33	+27
5		+30	-10	-17	+21	+12
8		-13	+ 8	+ 5	+ 8	-15
3		+ 7	+ 6	- 2	-45	-12

Wykaz II.

Czwórka Nr. 2	Wartości różnic między pojemnościami wewnętrznymi czwórki w $\mu\mu F$				
Odcinek	S_3-S_4	V_2-S_3	V_2-S_4	S_3-E	S_4-E
2	+ 2	-15	+55	+60	+ 8
4	-21	+40	+45	+20	+35
3	-18	-18	+45	+51	+72
1	-18	+41	- 8	+54	+49
5	+36	+12	+35	+98	-20
7	+17	+22	+27	+22	-23
6	-12	-30	+12	-10	+ 3
8	+12	+25	- 2	+33	+30

Wykaz III.

Wartości różnic między pojemnościami międzyczwórkowymi w $\mu\mu\text{F}$ dla czwórek Nr. 1 i Nr. 2									
Odcinek	$V_1 - V_2$	$V_1 - S_3$	$V_1 - S_4$	$V_2 - S_1$	$V_2 - S_2$	$S_1 - S_3$	$S_1 - S_4$	$S_2 - S_3$	$S_2 - S_4$
1	+ 6	-45	-10	-10	+15	+15	+29	-12	-36
2	-18	+12	+ 4	-10	- 8	+17	+25	+20	- 3
3	+23	+35	- 4	- 5	-21	- 8	0	-32	-49
4	- 5	+ 8	+30	+29	- 2	+48	- 5	-25	-20
5	+ 3	+ 7	-20	+24	-13	- 5	- 8	-33	-49
6	- 2	+ 2	-38	-17	-21	-30	0	-30	-20
7	+28	+ 5	+36	+14	- 8	+13	+15	-15	+ 1
8	+ 6	- 9	-15	+ 2	- 8	+ 5	- 6	+ 2	-31

Wartości, podane w wykazach I, II i III, otrzymuje się drogą pomiarów poszczególnych odcinków kabla.

Z wykazu I wynika, że największą różnicą między wartościami pojemności obwodu kombinowanego i rzeczywistego w czwórce Nr 1 jest różnica $V_1 - S_1$ w odcinku 1, wobec czego odcinek 1 został umieszczony na pierwszym miejscu. Następną największą z kolei różnicą między pojemnościami obwodu kombinowanego i rzeczywistego w czwórce Nr 1 jest różnica $V_1 - S_1$ w odcinku 4 ($25 \mu\mu\text{F}$), a więc odcinek 4 winien być umieszczony tuż za odcinkiem 1. Następną największą różnicą wynosi $23 \mu\mu\text{F}$ dla $V_1 - S_1$ w odcinku 2, a dalsze dwie największe różnice wynoszą $22 \mu\mu\text{F}$ dla $V_1 - S_1$ w odcinku 6, oraz $22 \mu\mu\text{F}$ dla $V_1 - S_1$ w odcinku 7, wobec czego odcinki zostają umieszczone w wykazie w kolejności 2, 6, 7, przyczem odcinek 6 jest umieszczony przed odcinkiem 7 z tego względu, że różnica między pojemnościami obwodu kombinowanego i rzeczywistego $V_1 - S_2$ odcinka 6 jest większa od tejże różnicy $V_1 - S_2$ odcinka 7. W dalszym ciągu różnica między pojemnościami obwodu kombinowanego i rzeczywistego wynosi $17 \mu\mu\text{F}$ dla $V_1 - S_2$ w odcinku 5, który winien być zatem umieszczony za

odcinkiem 7. Ostatnie miejsce zajmują odcinki 8 i 3, których różnice dla $V_1 - S_1$ wynoszą odpowiednio $8 \mu\mu\text{F}$ oraz $6 \mu\mu\text{F}$.

W wykazie II największa różnica między pojemnościami obwodu kombinowanego i rzeczywistego wynosi $55 \mu\mu\text{F}$ dla $V_2 - S_4$ w odcinku 2, który został z tego względu umieszczony na pierwszym miejscu w wykazie II. Następnie należy uwzględnić różnicę $45 \mu\mu\text{F}$ dla $V_2 - S_4$ w odcinkach 4 i 3, a ponieważ różnica $V_2 - S_3$ odcinka 4 jest większa od różnicy $V_2 - S_3$ odcinka 3, zatem odcinek 4 jest umieszczony przed odcinkiem 3. Dalej z kolei następuje różnica $41 \mu\mu\text{F}$ dla $V_2 - S_3$ odcinka 1, który wobec tego następuje po odcinku 3. Następnie została uwzględniona różnica $35 \mu\mu\text{F}$ dla $V_2 - S_4$ odcinka 5. W dalszym ciągu spotyka się większą różnicę między pojemnościami obwodu kombinowanego i rzeczywistego, wynoszącą $30 \mu\mu\text{F}$ dla $V_2 - S_3$ odcinka 6 oraz różnicę $27 \mu\mu\text{F}$ dla $V_2 - S_4$ odcinka 7. W tym przypadku jednak odcinek 7 został umieszczony w wykazie przed odcinkiem 6 mimo swej większej różnicy między pojemnościami, wynoszącej $30 \mu\mu\text{F}$. Uczyniono to z tego względu, że różnica między $30 \mu\mu\text{F}$ a $27 \mu\mu\text{F}$ jest mała, a natomiast pozostałe różnice w odcinku 7

(a mianowicie 17, 22, 22 i 23 $\mu\mu$ F) są zasadniczo większe od odnośnych wartości odcinka 6 (a mianowicie 12, 12, 10, 3 $\mu\mu$ F). Co do innych różnic między wartościami pojemności, uwidocznionych w wykazie III, zawierającym różnice między pojemnościami międzyczwórkowymi dla czwórek Nr 1 i Nr 2, to widać, że odcinki kablowe są pomieszczone w kolejności cyfr bez uwzględnienia wartości różnic między pojemnościami. W tym przypadku bowiem nie ma potrzeby uwydatniania specjalnej kolejności odcinków tak, jak to uczyniono w wykazach I i II.

Na podstawie wykazu I, odnoszącego się do czwórki kablowej Nr 1, sporządzono wykaz IV, w którym podano niezbędne skrzyżowania, jakie należy wykonać, aby

osiągnąć stopniowe zmniejszenie się wypadkowych różnic między pojemnościami wewnętrznymi (lub jeśli różnica jest bardzo mała, to aby zapobiec wzrostowi tej różnicy), gdy kolejne odcinki zostaną połączone ze sobą. W wykazie IV różnica $V_1 - S_1$ wynosi z początku $-58 \mu\mu$ F w odcinku 1, poczem po złączeniu odcinka 1 z odcinkiem 4 różnica wypadkowa między pojemnościami wynosi $-33 \mu\mu$ F, a po dodaniu jeszcze odcinka 2 różnica wypadkowa między pojemnościami wynosi $-2 \mu\mu$ F i t. d., dopóki ostateczna różnica wypadkowa między pojemnościami wewnętrznymi, która jest wypadkową różnicą między pojemnościami obwodu kombinowanego i rzeczywistego całej sekcji, nie wyniesie $+1 \mu\mu$ F, jak widać z wykazu.

Wykaz IV.

Czwórka Nr 1.						
Odcinek	Krzyżowanie	$S_1 - S_2$	$V_1 - S_1$	$V_1 - S_2$	$S_1 - E$	$S_2 - E$
1	ABCD	- 5	-58	+28	+44	+31
4	ABCD	+26	+25	- 5	-44	-29
2	ABCD	+21 -18	-33 +23	+23 + 3	0 -17	+ 2 - 5
6	DCAB	+ 3 + 9	-10 + 8	+26 -22	-17 +22	- 3 - 6
7	DCBA	+12 -20	- 2 - 6	+ 4 -22	+ 5 -27	- 9 +33
5	BADC	- 8 +30	- 8 +10	-18 +17	-22 -21	+24 -12
8	CDAB	+22 -13	+ 2 +5	- 1 + 8	-43 -15	+12 + 8
3	BACD	+ 9 - 7	+ 7 - 6	+ 7 - 2	-58 +45	+20 -12
Wypadkowe wartości różnic między pojemnościami wewnętrznymi w $\mu\mu$ F		+ 2	+ 1	+ 5	-13	+ 8

Skrzyżowanie żył oznaczono w zwykły sposób przez przestawienie liter A, B, C i D , któremi oznaczono poszczególne żyły. Np. z wykazu IV wynika, że po dodaniu odcinka 8 wypadkowa różnica $S_1 - S_2$ wynosi $+9 \mu\mu F$, a wypadkowa różnica $V_1 - S_1$ wynosi $+7 \mu\mu F$. Odnosne różnice dla odcinka 3 (który w wykazie IV jest pierwszym z kolei odcinkiem, następującym po odcinku 8) wynoszą $+7 \mu\mu F$ i $+6 \mu\mu F$, jak wynika z wykazu I. Tak samo wypadkowa różnica $S_1 - E$ po wniesieniu odcinka 8 do wykazu IV wyniesie $-58 \mu\mu F$ (wykaz IV), a wypadkowa różnica $S_2 - E$ wynosi $+20 \mu\mu F$ (wykaz IV), przyczem odnośne różnice dla odcinka 3 wynoszą $-45 \mu\mu F$ i $-12 \mu\mu F$ (wykaz I). Otóż, jeśli żyły A i B odcinka 3 zostaną skrzyżowane, to znaki różnic $S_1 - S_2$, $V_1 - S_1$ i $S_1 - E$ zostaną w tych odcinkach zmienione, znaki zaś różnic $V_1 - S_2$ i $S_2 - E$ pozostaną bez zmiany. Należy zaznaczyć, że w razie przyjęcia wymienionego skrzyżowania różnice zachowują znaki, uwydatnione w wykazie IV, który jest przykładem krzyżowania, przyjętego dla danego przypadku. Skrzyżowanie żył A i B odcinka 3 oznaczono przez zmianę kolejności liter AB na BA , co uwydatniono w wykazie IV. O ile zaś mają być skrzyżowane obwody bez skrzyżowania żył w tych obwodach, to oznacza się to przez przedstawienie AB i CD , bez przestawiania kolejności liter A i B względnie C i D tak, iż w takim przypadku $ABCD$ zostaje zmienione na $CDAB$. Z wykazu IV wynika, że wspomniany wyżej przypadek zachodzi dla odcinka 8, w którym żyły C i D są przyłączone do obwodu S_1 , a żyły A i B — do obwodu S_2 poprzedzającego odcinka kabla; poza tem jeśli obok wymienionego skrzyżowania par zostają również skrzyżowane żyły jednego obwodu np. żyły CD obwodu S_2 , to oznacza się to przez przedstawienie kolejności par liter AB i CD .

Np. w tym ostatnim przypadku, kiedy obwody są skrzyżowane, a żyły CD mają być również skrzyżowane, to porządek liter $ABCD$ zostaje zmieniony na $DCAB$. Przypadek ten zachodzi dla odcinka 6 w wykazie IV. Należy zaznaczyć, że o ile żyły A i B obwodów nie są skrzyżowane, to zostaje zachowany pierwotny porządek liter AB . Jeśli zaś żyły AB są również skrzyżowane, to porządek liter $ABCD$ zamienia się na $DCBA$, jak w przypadku odcinka 7 w wykazie IV.

W podobny sposób należy postąpić z czwórką kablową Nr 2, przyczem w przypadku tym skrzyżowania winny być tak obrane, aby różnice między pojemnościami międzyczwórkowymi zostały możliwie najlepiej wyrównane równocześnie z różnicami między pojemnościami wewnętrznymi. Obliczenie różnic między pojemnościami międzyczwórkowymi uskutecznia się przez uwzględnienie skrzyżowań według wykazu IV. Obliczenie zaś różnic między pojemnościami wewnętrznymi czwórki Nr 2 oraz różnic między pojemnościami międzyczwórkowymi dla czwórek Nr 1 i Nr 2 są uwidocznione w wykazie V.

W wykazie V odcinki kablowe są uszeregowane w porządku według wykazu II, a skrzyżowania, wyznaczone w wykazie IV dla czwórki Nr 1, są uwydatnione w wykazie V zapomocą liter A, B, C, D , pomieszczonych w drugiej kolumnie wykazu. Wykazy II i III są rozpatrzone, przyczem różnice między pojemnościami wewnętrznymi odcinka 2 zostały włączone do wykazu V. Poza tem o ile żyły odcinka 2 czwórki Nr 1 nie są skrzyżowane (na co wskazuje niezmieniony porządek w grupie liter A, B, C, D odnośnie do czwórki Nr. 1), to różnice między pojemnościami międzyczwórkowymi odcinka 2, otrzymane z wykazu III, zostają również włączone do wykazu V, przyczem znaki tych różnic między pojemnościami międzyczwórkowymi pozostają te

same co i w wykazie III. Wszystkie różnice między pojemnościami odcinka 4 są również rozpatrzone. Widoczne jest, że największe różnice między pojemnościami wewnętrznymi w odcinku 2 wynoszą $55 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_4$ oraz $60 \mu\mu F$ dla $S_3 - E$, a największe różnice między pojemnościami wewnętrznymi w odcinku 4 wynoszą $+40 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_3$ oraz $+45 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_3$, natomiast największą różnicą między pojemnościami międzyczwórkowymi w odcinku 4 jest $+48 \mu\mu F$ dla $S_1 - S_3$. Rozpatrując te wartości, łatwo spostrzec, że o ile pary odcinka 4 czwórki kablowej Nr 2 zostaną skrzyżowane, to różnica między pojemnościami wewnętrznymi $+45 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_4$ odcinka zostanie częściowo wyrównana po włączeniu różnicy między pojemnościami międzyczwórkowymi $-15 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_3$ odcinka 2. Z drugiej jednak strony skrzyżowanie to pociąga za sobą włączenie różnicy między pojemnościami wewnętrznymi $+40 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_3$ do różnicy między pojemnościami wewnętrznymi $+55 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_4$ odcinka 2, wobec czego wypadkowa różnica między pojemnościami wewnętrznymi ($V_2 - S_4$) wyniesie $55 + 40 = 95 \mu\mu F$, przyczem równocześnie różnica między pojemnościami międzyczwórkowymi $+48 \mu\mu F$ ($S_1 - S_3$ w wykazie III) odcinka 4 zostaje połączona z różnicą między pojemnościami międzyczwórkowymi $+25 \mu\mu F$ dla $S_1 - S_4$ (wykaz V) odcinka 2. Natomiast krzyżując również żyły AB odcinka 4, różnica między pojemnościami wewnętrznymi $+40 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_3$ odcinka 4 zamienia się na $-40 \mu\mu F$, a różnica między pojemnościami wewnętrznymi $+48 \mu\mu F$ odcinka 4 zamienia się na $-48 \mu\mu F$, wobec czego z chwilą połączenia żył w myśl wykazu V nierówności $+55 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_4$ odcinka 2 z nierównością $+40 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_3$ nierówności $+45 \mu\mu F$ dla $V_2 - S_4$ i $+48 \mu\mu F$ dla $S_1 - S_3$ w odcinku 4 zostają zniesione. Wo-

bec tego należy przyjąć takie właśnie skrzyżowanie mimo, że wzrasta przytem różnica między pojemnościami $S_3 - E$ (a mianowicie $60 \mu\mu F$ wzrasta do $95 \mu\mu F$). Jasne jest, że żadne skrzyżowanie nie wyrówna wszystkich różnic między pojemnościami, ale zato obrane skrzyżowanie znosi cztery największe różnice między pojemnościami, a zwiększa tylko jedną (a mianowicie różnicę $S_3 - E$ według wykazu V); oprócz tego rozpatrując następny odcinek (odcinek 3) według wykazu II widać, że skrzyżowanie żył AB tego odcinka wywołuje zmianę nierówności $+51 \mu\mu F$ dla $S_3 - E$ na różnicę $-51 \mu\mu F$, która w znacznym stopniu wyrównywa różnicę $+95 \mu\mu F$ dla $S_1 - E$, pozostającą w wykazie V po przyłączeniu odcinka 4 do odcinka 2.

Badając wykazy II, III i V oraz postępując w podany sposób, osiąga się wyrównanie największych wypadkowych różnic między pojemnościami międzyczwórkowymi i wewnętrznymi, osiągając w ten sposób żądany wynik.

O ile, jak to najczęściej bywa, istnieje jeszcze jedna czwórka, np. czwórka Nr 3, to należy sporządzić wykaz na wzór wykazu II, uwydatniający różnice między pojemnościami wewnętrznymi czwórki Nr 3, oraz wykaz na wzór wykazu III, uwydatniający różnice między pojemnościami międzyczwórkowymi Nr 2 i Nr 3. Następnie układa się wykaz na wzór wykazu V, służący do wyznaczania skrzyżowań w czwórce Nr 3 i uwzględniający różnice między pojemnościami w czwórce Nr 3 oraz różnice między pojemnościami czwórki Nr 3 i czwórki Nr 2. W ten sposób postępuje się dla każdej czwórki tak, iż np. w przypadku istnienia czwartej czwórki wykaz, odpowiadający wykazowi V, będzie zawierał różnice między pojemnościami czwórki Nr 4 oraz różnice między pojemnościami czwórki Nr 4 i czwórki Nr 3.

Wykaz V.

Odcinek Nr	Czwórka Nr. 1	Czwórka Nr. 2	Różnice między pojemnościami wewnętrznymi w czwórce Nr 2					Różnice między pojemnościami międzyczwórkowymi dla czwórek Nr. 1 i Nr. 2									
			S_3-S_4	V_2-S_3	V_2-S_4	S_3-E	S_4-E	V_1-V_2	V_1-S_3	V_1-S_4	V_2-S_1	V_2-S_2	S_1-S_2	S_1-S_4	S_2-S_3	S_2-S_4	
2	ABCD	ABCD	+ 2	-15	+55	+60	+ 8	-18	+12	+ 4	-10	- 8	+17	+25	+20	- 3	
4	ABCD	CDBA	+21	+45	-40	+35	-20	+ 5	+30	- 8	-29	+ 2	- 5	-48	-20	+25	
3	BACD	BACD	+23	+30	+15	+95	-12	-13	+42	- 4	-39	- 6	+12	-23	0	+22	
			+18	+18	+45	-51	+72	+23	-35	- 4	+ 5	-21	- 8	0	+32	-49	
1	ABCD	DCBA	+41	+48	+60	+44	+60	+10	+ 7	- 8	-34	-27	+ 4	-23	+32	-27	
			-18	+ 8	-41	-49	-54	- 6	+10	+45	+10	-15	-29	-15	+36	+12	
5	BADC	DCAB	+23	+56	+19	- 5	+ 6	+ 4	+17	+37	-24	-42	-25	-38	+68	-15	
			-36	-35	+12	+20	+98	- 3	+20	+ 7	+24	-13	- 8	+ 5	-49	+33	
7	DCBA	DCBA	-13	+21	+31	+15	+104	+ 1	+37	+44	0	-55	-33	-33	+19	+18	
			+17	-27	-22	+23	-22	+28	+36	+ 5	- 8	+14	+ 1	-15	+15	+13	
6	DCAB	DCAB	+ 4	- 6	+ 9	+38	+82	+29	+73	+49	- 8	-41	-32	-48	+34	+31	
			+12	-12	-30	- 3	-10	- 2	-38	- 2	-21	+17	-20	+30	0	-30	
8	CDAB	DCAB	+16	-18	-21	+35	+72	+27	+35	+47	-29	-24	-52	-18	+34	+ 1	
			-12	+ 2	+25	-30	+33	+ 6	-15	+ 9	+ 8	- 2	+31	+ 2	+ 6	+ 5	
Wypadkowe wartości różnic między pojem- nościami wewnętrznymi i międzyczwórkowymi w $\mu\mu$ F . .			+ 4	-16	+ 4	+ 5	+105	+33	+20	+56	-21	-26	-21	-16	+40	+ 6	

Odcinki kabla należy łączyć, krzyżując według wskazówek, podanych w wykazach, to znaczy w zależności od przedstawienia liter *ABCD* w poszczególnych wykazach. Np. w przypadku czwórki Nr 1 żyła *A* w odcinku 1 zostaje połączona z żyłą *A* w odcinku 2, która jest połączona z żyłą *B* w odcinku 3. Żyła *B* w odcinku 3 jest połączona z żyłą *A* w odcinku 4, która z kolei zostaje połączona z żyłą *B* w odcinku 5, poczem żyła *B* zostaje połączona z żyłą *D* w odcinku 6 i wreszcie żyła *D* zostaje połączona z żyłą *D* w odcinku 7. Skrzyżowania między pierwszymi pięciu odcinkami są przedstawione na fig. 2.

Sposób wyrównywania nierównomiernego rozłożenia pojemności w kablu według wynalazku może być wykonany w sposób odmienny. Np. po zmierzeniu wartości różnic pojemności wewnątrz czwórek oraz różnic pojemności między czwórkami można uskutecznić jedne skrzyżowania i przeplatania w celu wyrównania różnic między pojemnościami międzyczwórkowymi, a dla wyrównania różnic między pojemnościami wewnętrznymi można obrać inne skrzyżowania. Oznaczając przy zastosowaniu tego sposobu złącza literami α , β , γ , δ , ϵ , ξ i t. d., skrzyżowania, jakie wykonywa się w złączach α , γ , ϵ i t. d., mogą mieć na celu wyłącznie zmniejszenie wartości różnic między pojemnościami międzyczwórkowymi, pomijając przytem wpływ takiego skrzyżowania na wartości różnic między pojemnościami wewnętrznymi. Podobnie skrzyżowania na pozostałych złączach β , δ , ξ i t. d. przeznacza się wyłącznie dla wyrównania różnic między pojemnościami wewnętrznymi, natomiast nie uwzględnia się zupełnie różnic między pojemnościami międzyczwórkowymi.

W opisanym układzie według wynalazku żyły czwórki Nr 1 jednego odcinka kabla zostają zawsze połączone z żyłami czwórki Nr 1 drugiego odcinka, tak iż żyły czwórki Nr 1 nie łączy się nigdy z żyłami

czwórki Nr 2. W kablu, w którym łączenie uskutecznilo w taki sposób, zachowuje się „tożsamość czwórek”, a jeśli mówi się, że „jednakowe czwórki łączy się razem”, to wyrażenie to oznacza, że w razie łączenia razem różnych odcinków czwórkę Nr 1 łączy się tylko z czwórką Nr 1, czwórkę Nr 2 — tylko z czwórką Nr 2 i t. d.

Ważną zaletą sposobu według wynalazku jest możność stosowania stosunkowo niewielkiej liczby obwodów w telefonji dalekosieżnej, pracującej na czterech przewodach, gdyż można odpowiednio dobrać czwórki stosownie rozmieszczone w odcinku linii. Inną zaletą jest znaczne zmniejszenie przesłuchu między czwórkami, poniżej wartości, otrzymywanych normalnie przez zastosowanie znanego sposobu przeplatania czwórek, a to z tego względu, że jedna i ta sama czwórka przylega zawsze do innej czwórki wzdłuż całego kabla.

Oczywiście, sposób według wynalazku może być tak samo zastosowany do kabla bez obwodów kombinowanych.

Sposób według wynalazku może być wykonywany łącznie ze znanymi sposobami wyrównywania, np. w kablu, posiadającym rdzeń oraz pierwszą i drugą warstwę, rdzeń i pierwsza warstwa mogą być wyrównywane sposobem „przeplatania”, przyczem obwody rdzenia i pierwszej warstwy można użyć do telefonowania na dwóch przewodach, natomiast druga warstwa może być wyrównana według wynalazku, a obwody jej mogą być użyte do telefonowania na czterech przewodach.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób wyrównania nierównomiernego rozłożenia pojemności w sekcji kabla telefonicznego lub telegraficznego, znamieny tem, że najpierw mierzy się w znany sposób różnice między pojemnościami wewnętrznymi ewentualnie międzyczwórkowymi we wszystkich poszczególnych odcin-

kach kabla, które mają być połączone w jedną sekcję kablową, następnie na podstawie wymienionych wartości różnic między pojemnościami wewnętrznymi ewentualnie międzyczwórkowymi określa się skrzyżowania, jakie należy wykonać między żyłami każdej czwórki kablowej we wszystkich następujących po sobie złączach (gdy czwórki kablowe, oznaczone jednakowym kolorem rozpoznawczym lub jednakową liczbą rozpoznawczą, łączy się razem wzdłuż całej sekcji), aby w całej sekcji można było otrzymać jak najmniejsze różnice między pojemnościami wewnętrznymi ewentualnie międzyczwórkowymi, poczem odcinki kabla łączy się w sekcję, uwzględniając znalezione skrzyżowania.

2. Sposób według zastrz. 1, znamien-ny tem, że we wszystkich poszczególnych odcinkach kabla, które mają być połączone w sekcję, najpierw mierzy się w znany sposób zarówno wartości różnic między pojemnościami wewnętrznymi, jak i międzyczwórkowymi, następnie na podstawie pomiarów tych określa się skrzyżowania, jakie należy wykonać między żyłami każdej czwórki we wszystkich po sobie następujących złączach (gdy czwórki kablowe, oznaczone jednakowym kolorem rozpoznawczym lub jednakową liczbą rozpoznawczą, łączy się razem wzdłuż całej sekcji), aby

w całej sekcji otrzymać jak najmniejsze różnice wypadkowe między pojemnościami, poczem odcinki kabla łączy się w sekcję, uwzględniając znalezione skrzyżowania.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamien-ny tem, że we wszystkich poszczególnych odcinkach kabla, z których tworzy się następnie sekcję, mierzy się przedewszyst-kiem w znany sposób zarówno różnice pojemności wewnątrz czwórek, jak i pojemności między czwórkami kablowymi, następnie określa się zarówno skrzyżowania w złączach odcinków wyrównywanych grup, jak i skrzyżowania między wymienio-nymi poszczególnymi wyrównanymi grupami, poczem wykonywa się złącza, pozostawiając jednakowe względne rozmieszczenie czwórek wzdłuż całej sekcji kabla.

4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamien-ny tem, że różnice pojemności między czwórkami wyrównywa się przez skrzyżo-wania w pewnych złączach, różnice zaś pojemności, istniejące wewnątrz czwórek, wyrównywa się przez skrzyżowania w pozostałych złączach.

Pirelli-General Cable
Works Ltd.

Zastępca: K. Czempiński,
rzecznik patentowy.

