

Warszawa, dnia 5 stycznia 1952 r.

H046 3/00



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 34371

Kl. 21 a², 36/15

Henryk Kühn
(Warszawa, Polska)

Sposób zabezpieczenia się przed działaniem fałszywych sygnałów przy sterowaniu zdalnym oraz urządzenie do zabezpieczenia się tym sposobem

Udzielono z mocą od dnia 7 lipca 1949 r.

Wynalazek dotyczy sterowania zdalnego za pomocą prądów zmiennych o jednej lub kilku częstotliwościach, stosowanego np. w telefonii i polegającego na przesyłaniu sygnałów sterowania zdalnego po tych samych łączach, po których prowadzona jest rozmowa. Sygnały te służą do zdalnego wybierania abonenta oraz do rozłączania połączenia po zakończeniu rozmowy przy ruchu automatycznym, do zewowej sygnalizacji zdalnej przy ruchu ręcznym itd. Ponieważ po wybraniu lub wezwaniu abonenta prowadzona jest w tym samym kanale rozmową telefoniczną, prądy rozmowy mogą spowodować niepożądane przerwanie połączenia telefonicznego.

Celem wynalazku jest zabezpieczenie się przed działaniem fałszywych sygnałów, zawartych w prądach rozmowy lub przed działaniem innych prądów o częstotliwościach sygnałów zdalnych, lecz nie będących sygnałami zdalnymi.

W znanych odbiornikach sygnałów zdalnych o jednej częstotliwości niebezpieczeństwo przyjmowania fałszywych sygnałów jest dość duże.

Ażeby zmniejszyć je stosuje się skomplikowane i długie sygnały sterowania zdalnego, co powoduje wzrost kosztów eksploatacyjnych. Drugi znany sposób zabezpieczenia się przed fałszywymi sygnałami polega na stosowaniu sygnałów zdalnych o dwóch różnych częstotliwościach, dzięki czemu prawdopodobieństwo przyjmowania fałszywych sygnałów staje się znikomo małe. Sposób ten jednak wymaga kosztownych inwestycji.

Sposób zabezpieczenia się przed fałszywymi sygnałami według wynalazku nie posiada wyżej wymienionych wad i praktycznie wyklucza fałszywe działanie odbiorników sygnałów. Dzięki wynalazkowi można znacznie skrócić długość sygnałów zdalnych oraz zmniejszyć koszty eksploatacyjne, przy czym do wykonania urządzenia według wynalazku potrzebna jest mała liczba zupełnie prostych części składowych, dzięki czemu koszty wykonania są małe.

Istota wynalazku polega przede wszystkim na uzależnieniu pracy odbiornika od procentowej wartości harmonicznych w prądach o częstotli-

wości sygnałów lub od prądów o innych częstotliwościach, pojawiających się na linii. Wykorzystano przy tym właściwości prądów rozmowy, które obok prądów składowych mowy, jak tworzące (formanty) i harmoniczne, posiadają jeszcze znaczny procent nowych harmonicznych, powstałych wskutek zniekształceń nieliniowych w mikrofonach węglowych.

Niech dźwięk będzie czysto sinusoidalny, a oporność r mikrofonu węglowego niech zmienia się w sposób sinusoidalny według wzoru

$$r = R_0 (1 + m \sin \omega t), \quad (1)$$

$$i = \frac{E_0}{R + R_0} \left[1 + \frac{m^2 R_0^2}{2 (R + R_0)^2} - \frac{m R_0}{R + R_0} \sin \omega t - \frac{m^2 R_0^2}{2 (R + R_0)^2} \cos 2 \omega t + \right. \\ \left. + \frac{m^3 R_0^3}{4 (R + R_0)^3} \sin 3 \omega t - \dots \right] \quad (3)$$

Jeżeli pominąć dalsze wyższe harmoniczne, to współczynnik d zniekształceń nieliniowych prądu mikrofonowego dla drugiej harmonicznej będzie równy

$$d = \frac{m R_0 100}{2 (R + R_0)} \% \quad (4)$$

W praktyce współczynnik zniekształceń nieliniowych w mikrofonach węglowych wynosi przeciętnie 20 — 30 %, wskutek czego współczynnik zniekształceń sygnałów fałszywych, jako powstałych podczas rozmowy, jest większy od tej wartości. Tylko dla bardzo małych głębokości modulacji m , czyli dla bardzo małych drgań membrany mikrofonu współczynnik ten jest mniejszy od 20 %.

Według wynalazku jako dopuszczalny współczynnik zniekształceń nieliniowych w sygnałach zdalnych przyjmuje się współczynnik, mniejszy od współczynnika zniekształceń sygnałów fałszywych. Ma to na celu stworzenie kryterium różniczenia jednych sygnałów od drugih. Ponieważ dla prądów rozmowy współczynnik zniekształceń nieliniowych na ogół przekracza 25 %, to dla zniekształceń nieliniowych sygnałów zdalnych dopuszcza się np. wartość 15 %. Ażeby zabezpieczyć się przed sygnałami fałszywymi przy bardzo małych amplitudach drgań membrany mikrofonu, według wynalazku stosuje się urządzenie odbiorcze o tak dobranej czułości odbiornika, że amplitudy prądów, powstałych w tym przypadku, są niewystarczające do uruchomienia odbiornika.

Spółczynnik zniekształceń nieliniowych prądu otrzymywanego z generatora sygnałów można w sposób łatwy uczynić praktycznie równym zero. Przyczyną zniekształceń nieliniowych sygnałów zdalnych są wzmacniaki telefoniczne i urządze-

gdzie m jest głębokością modulacji, a R_0 — opornością mikrofonu w stanie spoczynku. Wówczas prąd w obwodzie mikrofonu

$$i = \frac{E_0}{R + R_0 (1 + m \sin \omega t)} \quad (2)$$

gdzie E_0 jest siłą elektromotoryczną źródła prądu stałego w obwodzie mikrofonu, a R — opornością obwodu. Prąd ten będzie zawsze posiadał harmoniczne, gdyż po przekształceniu wyrazi się wzorem

nia lampowe oraz prostownicze w urządzeniach telefonii nośnej. Dopuszczalny współczynnik zniekształceń nieliniowych jednego wzmacniaka telefonicznego wynosi poniżej 1 %. Przyjmując, że moce prądów harmonicznych wszystkich wzmacniaków w całym połączeniu telefonicznym dodają się, zniekształcenia całkowite osiągną wartość 15 %, gdy na linii będzie 225 wzmacniaków. Urządzenia telefonii nośnej wprowadzają mniejsze zniekształcenia niż 15 %. Wynika z tego, że sposób według wynalazku może być stosowany praktycznie na wszystkich rodzajach łącz.

Ażeby w pełni wykorzystać właściwości kształtu krzywej prądu sygnałów fałszywych, stosuje się według wynalazku sygnały zdolne o takich częstotliwościach, których druga lub trzecia harmoniczna znajduje się w pasmie częstotliwości, przenoszonych w łączu telefonicznym. Wchodzą tu zatem w grę częstotliwości, leżące poniżej 1000 c/s, dla których prądy rozmowy posiadają stosunkowo dużą moc. Prądy te posiadają również najwięcej harmonicznych. Przy stosowaniu sposobu według wynalazku nie ma potrzeby unikania częstotliwości, dla których prądy rozmowy mają większą moc, jak to ma miejsce w odbiornikach znanych.

Zasada działania znanych odbiorników sygnałów o jednej częstotliwości polega na wykorzystaniu zjawiska jednoczesnego występowania w czasie rozmowy prądów o więcej niż jednej częstotliwości. W chwili gdy w czasie rozmowy, obok częstotliwości sygnału f_0 , wystąpi częstotliwość poboczna f_x , leżąca w skali częstotliwości powyżej lub poniżej f_0 , wówczas zadaniem odbiorników sygnałów jest wykorzystanie tej właśnie częstotliwości f_x do uniemożliwienia odbioru fałszywego sygnału. Cel ten będzie osiągnięty tylko wtedy, gdy napięcie poboczne U_x o częstotliwości

ci f_x będzie dostatecznie duże w porównaniu z napięciem U_0 o częstotliwości sygnału f_0 . W znanych odbiornikach nie zawsze to zachodzi, natomiast sposób według wynalazku całkowicie zapewni spełnienie tego warunku. Mianowicie sposób ten polega na zastosowaniu dodatkowego urządzenia w znanych odbiornikach sygnałów zdalnych jednej częstotliwości dowolnego typu, którego główną częścią składową jest układ korekcyjny, w silnym stopniu tłumiący prądy o częstotliwości sygnału zdalnego f_0 , a przenoszący zasadniczo bez tłumienia prądy o częstotliwościach pobocznych f_x .

Dla dokładnego wyjaśnienia sposobu według wynalazku i działania urządzenia według wynalazku zostaną one opisane niżej na podstawie rysunku, na którym układ korekcyjny jest umieszczony tytułem przykładu jednego z wykonania na wejście odbiornika.

Na fig. 1a, 1b i 1c rysunku przedstawione są stosunki napięć w urządzeniu według wynalazku podczas odbierania sygnałów sterowania zdalnego. Fig. 1a przedstawia amplitudy napięcia sygnału U_0 oraz napięcia drugiej harmonicznej U_x o wielkości 15% na zaciskach wejściowych urządzenia. Fig. 1b podaje wartości tych amplitud po przejściu przez układ korekcyjny. Fig. 1c przedstawia amplitudy U'_0 i U_x po zwiększeniu ich U_0/U'_0 razy.

Na fig. 2a, 2b i 2c podano stosunki napięć przy odbieraniu sygnału fałszywego o częstotliwości podstawowej f_0 i o napięciu bocznym o wartości 25%. Fig. 3 i 4 przedstawiają urządzenie elektryczne do stosowania sposobu według wynalazku. W urządzeniach tych do zacisków wejściowych odbiornika O przyłączony jest układ korekcyjny za pomocą transformatora T (fig. 3) lub wzmacniacza W (fig. 4), które służą do zwiększenia napięcia, tak jak to podają fig. 1c i 2c.

Na fig. 5, 6, 7 i 8 podano przykłady wykonania układów korekcyjnych K , złożonych z pojemności C , indukcyjności L oraz oporności rzeczywistych R . Dla zwiększenia oporności wejściowej urządzenia odbiorczego stosuje się opory szeregowo R_s (fig. 6, 7 i 8). Jak uwidoczniło na rysunku, układy korekcyjne mogą być obwodami rezonansu równoległego (fig. 5 i 6) lub szeregowego (fig. 7). Dla uzyskania płaskiego wierzchołka charakterystyki tłumienia układu korekcyjnego można stosować kilka obwodów rezonansowych, np. dwa, tak jak to uwidoczniło na fig. 8.

Dla częstotliwości sygnału f_0 stosunek napięcia U_0 na zaciskach wejściowych układu korekcyjnego do napięcia U'_0 , — na zaciskach wejściowych tego układu wynosi

$$k_0 = \frac{U_0}{U'_0} \quad (5)$$

i jest większy od jedności. Dla częstotliwości pobocznych f_x odpowiedni stosunek

$$k_x = \frac{U_x}{U'_x} \quad (6)$$

jest równy jedności.

Im silniejsze jest tłumienie układu korekcyjnego dla częstotliwości f_0 , czyli im większy jest stosunek k_0 , tym jest większa pewność, że odbiornik nie przyjmie sygnałów fałszywych. Wielkość k_0 jest jednak ograniczona przez dopuszczalny współczynnik zniekształceń prądu sygnałów zdalnych. Jeżeli np. prąd odbieranego sygnału zdalnego o częstotliwości f_0 (fig. 1a) posiada drugą harmoniczną $2f_0$, wynoszącą $d\%$ amplitudy podstawowej na wejściu układu korekcyjnego

$$d = \frac{U_x}{U_0} 100\%, \quad (7)$$

to na wyjściu tego układu zawartość drugiej harmonicznej, czyli w tym przypadku częstotliwości pobocznej $f_x = 2f_0$, wyniesie (fig. 1b)

$$d' = k_0 d = \frac{U'_x}{U'_0} 100\%. \quad (8)$$

Ażeby odbiornik odbierał sygnały zdalne, współczynnik d' nie może przekroczyć granicznej wartości d'_m , przy której odbiornik sygnałów przestaje działać ze względu na wpływ napięć pobocznych. Wskutek tego dla $d' < d'_m$ współczynnik k_0 musi być

$$k_0 < \frac{d'_m}{d'} \quad (9)$$

Przyjmując współczynnik zniekształceń sygnałów $d = 15\%$ oraz spotykaną w praktyce wielkość $d'_m = 100\%$, można określić współczynnik $k_0 < 6,7$. Przy $k_0 = 6,7$ i $d'_m = 100\%$ odbiornik będzie odbierał sygnały zdalne, jeżeli będą one posiadały współczynnik zniekształceń mniejszy od 15%, natomiast sygnały fałszywe, których współczynnik zniekształceń będzie większy lub równy 15%, nie zostaną odebrane. Odebranie fałszywego sygnału mogłoby nastąpić tylko wtedy, gdyby jego współczynnik zniekształceń był mniejszy od 15%. Ponieważ jest rzeczą praktycznie niemożliwą, ażeby w rozmowie, a nawet podczas nadawania dźwięku czysto sinusoidalnego, powstał prąd o zniekształceniach mniejszych niż 15% i o dostatecznie dużej amplitudzie, sposób według wynalazku całkowicie wyklucza przyjmowanie sygnałów fałszywych podczas rozmowy. W praktyce przy współczynniku granicznym $d'_m = 100\%$ już $k_0 = 4$ wystarcza, ażeby nie zachodzi-

ło zupełnie odbieranie fałszywych sygnałów. Świadczy to o tym, że w rozmowie $d' > 25\%$.

W przypadku odbierania sygnału fałszywego o częstotliwości podstawowej f_0' (fig. 2a, 2b) przy $k_0 = 6,7$ i $d = 25\%$ współczynnik zniekształceń d' na wyjściu obwodu korekcyjnego będzie $d' = 166\%$, co jest większe od d'_m , a zatem odbiornik nie zadziała.

Zakłócenia w łączu telefonicznym nie będą wywierać szkodliwego wpływu na odbieranie sygnałów zdalnych, ponieważ w najgorszym przypadku stosunek napięcia zakłóceń do napięcia sygnału powinien (według zaleceń C.C.I.F.) wynosić nie więcej niż $1,8\%$.

Zastosowanie układu korekcyjnego zmniejsza k_0 razy czułość odbiornika sygnałów zdalnych dla częstotliwości f_0 . Aby tego uniknąć przewiduje się transformator T (fig. 3) o przekładni podwyższającej k_0 razy lub wzmacniacz W (fig. 4) o wzmacnieniu k_0 . Transformator T

$$k_0 = \frac{U_0}{U'_0} = \frac{R_w + r_0}{R_w} = 1 + \frac{L}{R_w R C}, \quad (10)$$

gdzie

$$r_0 = \frac{L}{R C}.$$

Jest to opór rzeczywisty obwodu rezonansowego dla częstotliwości rezonansowej f_0 .

W konkretnym przykładzie wykonania wynalazku zastosowano częstotliwość sygnału $f_0 = 1000$ c/s, obwód rezonansowy zaś składał się z cewki o indukcyjności $L = 0,5$ H i oporności $R = 300 \Omega$ oraz z kondensatora $C = 0,05 \mu F$. Współczynnik k_0 wyniósł 4, przy czym odbiornik posiadał $d'_m = 90\%$ dla częstotliwości $f_x = 2000$ c/s. Poza tym zamiast zastosować transformator dodatkowy lub wzmacniacz, zwiększono czterokrotnie przekładnię transformatora wejściowego odbiornika sygnałów. Układ, wykonany w powyższy sposób, nie reagował zupełnie na sygnały fałszywe podczas rozmowy, śpiewu i gwizdu. Nawet dźwięk czysto sinusoidalny o częstotliwości f_0 , nadawany z głośnika wprost do mikrofonu, nie powodował fałszywego działania odbiornika przy żadnej wielkości natężenia dźwięku.

W celu uniknięcia wpływu układu wstępnego według wynalazku na łącze telefoniczne należy stosować duży opór wejściowy R_w lub też włączyć dodatkowe opory szeregowo R_s (fig. 6).

Układ korekcyjny można stosować w innym wykonaniu np. takim, jak na fig. 7. W tym przypadku opory R_s są konieczne. Jeżeli w układzie według fig. 7 opór R jest znacznie mniejszy od oporu R_w , wówczas współczynnik k_0 dla częstotli-

lub wzmacniacz W mogą również znajdować się w innym miejscu odbiornika, niż przedstawiono na rysunku. Dzięki zastosowaniu transformatora podwyższającego lub wzmacniacza czułość urządzenia odbiorczego dla częstotliwości f_0 nie ulegnie zmianie, natomiast napięcia poboczne na zaciskach wejściowych odbiornika O wzrosną k_0' razy (fig. 1c i 2c). W przypadku, gdy spowoduje to przesterowanie odbiornika sygnałów O i jego wadliwe działanie, sposób według wynalazku przewiduje zastosowanie wzmacniacza W z automatyczną regulacją wzmacnienia (fig. 4).

Przykład wykonania urządzenia według wynalazku przedstawia fig. 5. Wejściowy układ korekcyjny składa się z równoległego obwodu rezonansowego, w którym rezonans zachodzi dla częstotliwości f_0 . Układ ten jest połączony w szereg z wzmacniaczem (lub transformatorem) o oporności wejściowej R_w . Współczynnik k_0 dla tego obwodu wyniesie:

wości f_0 , na którą nastrojony jest obwód rezonansowy, określa się następującym wzorem:

$$k_0 = \frac{2R_s + R}{R} \quad (11)$$

W celu uzyskania bardziej stromego przebiegu charakterystyki tłumienia układu korekcyjnego należy stosować układy, złożone z kilku cewek i kondensatorów. Wierzchołek charakterystyki tłumienia winien posiadać kształt płaski, ażeby przy rozstrojeniu generatora lub odbiornika sygnałów odbiornik nie przestawał reagować na sygnały zdalne. Najprostsze takie urządzenie składa się z dwóch obwodów rezonansów równoległych, nastrojonych na dwie bliskie sobie częstotliwości: $f_0 + a$ i $f_0 - a$ (fig. 8). Obwody te są włączone do obydwu przewodów wejściowych odbiornika w celu uzyskania lepszej symetrii. Można również stosować obwody rezonansów szeregowych, nastrojone na dwie bliskie sobie częstotliwości, łącząc je równolegle do zacisków wejściowych wzmacniacza (lub transformatora) w sposób podany na fig. 7. Lepszy, lecz bardziej skomplikowany sposób polega na zastosowaniu filtrów zaporowych pasmowych, złożonych z obwodów rezonansów równoległych i szeregowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zabezpieczenia się przed działaniem fałszywych sygnałów przy sterowaniu zdalnym, znamienny tym, że w odbiorniku sygnałów zdalnych (np. na wejściu lub przed zaciskami wejściowymi), zwiększa się stosunek

- amplitudy napięć pobocznych (U_x), a w szczególności harmonicznych napięcia o częstotliwości sygnałowej, do amplitudy napięcia sygnału (U_0) o jednej lub kilku częstotliwościach (f_0) w takim stopniu, iż podczas przesyłania widma częstotliwości jest on zawsze większy lub równy tej wartości, przy której odbiornik sygnałów przestaje działać, a przy odbieraniu sygnałów zdalnych jest on od tej wartości mniejszy.
2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że stosuje się sygnały zdalne o takich częstotliwościach (f_0), przy których zniekształcenia mikrofonów są możliwie duże i których jedna lub więcej harmonicznych znajduje się w pasmie przenoszenia łącza telekomunikacyjnego.
 3. Sposób według zastrz. 1, 2, znamienny tym, że w odbiorniku podwyższa się napięcie przesyłanych sygnałów.
 4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamienny tym, że stosuje się taką czułość odbiornika dla częstotliwości sygnałów (f_0), ażeby odbiornik nie działał przy małych napięciach o częstotliwościach sygnału, otrzymywanych z mikrofonu, przy których zniekształcenia mikrofonu są mniejsze od dopuszczalnej wartości zniekształceń dla prądów sygnału.
 5. Urządzenie do zabezpieczenia się sposobem według zastrz. 1 — 4, znamienne tym, że w odbiorniku sygnałów (O) zawiera urządzenie korekcyjne (K), posiadające dla jednej lub kilku częstotliwości sygnału (f_0) większe tłumienie, niż dla częstotliwości pobocznych (f_x) i wierzchołki charakterystyki tłumienia o kształcie ostrym lub płaskim.
 6. Urządzenie do zabezpieczenia się sposobem według zastrz. 1 — 4, znamienne tym, że w odbiorniku sygnałów zawiera urządzenie do selektywnego przenoszenia pewnych częstotliwości pobocznych (f_x), na przykład harmonicznych sygnału, posiadające najmniejsze tłumienie dla tych częstotliwości.
 7. Urządzenie według zastrz. 5 lub 6, znamienne tym, że w odbiorniku (O) sygnałów zawiera transformator (T) lub wzmacniacz (W) w celu zwiększenia napięcia sygnału.
 8. Urządzenie według zastrz. 5 lub 6, znamienne tym, że zawiera wzmacniacz z automatyczną regulacją wzmocnienia lub ogranicznik napięcia przed odbiornikiem sygnałów.

Henryk Kühn

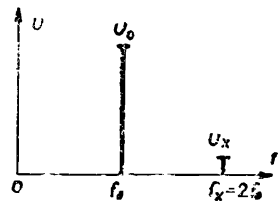


Fig. 1a

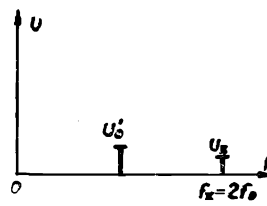


Fig. 1b

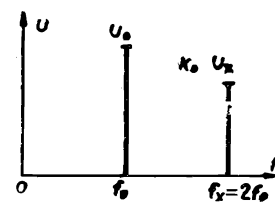


Fig. 1c

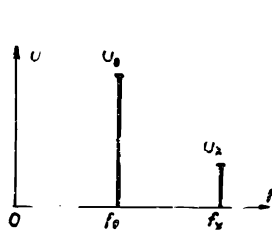


Fig. 2a

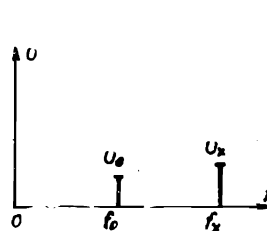


Fig. 2b

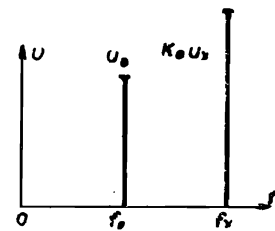


Fig. 2c

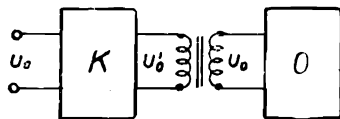


Fig. 3

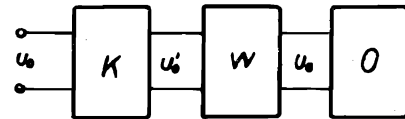


Fig. 4

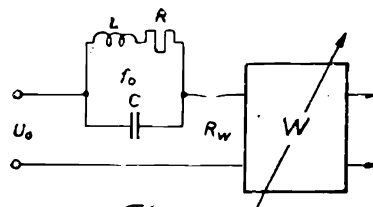


Fig. 5

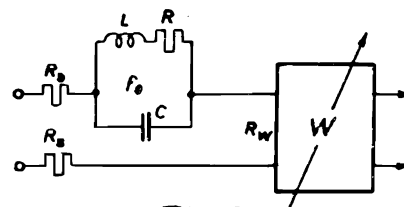


Fig. 6

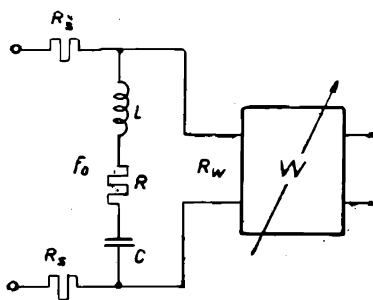


Fig. 7

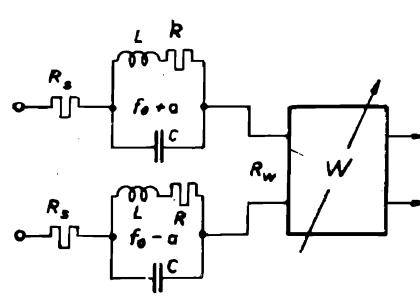


Fig. 8