

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 32088

Kl. 21 a⁴, 15

Inż. Józef Plebański, Warschau

403c 1/52

Radiowe urządzenie nadawcze

Zgłoszono 14 listopada 1938

Udzielono 5 sierpnia 1943

Nadajnik według wynalazku zawiera urządzenie, które w ogólności pozwala uniknąć zniekształceń, powstających bądź w nadajniku, bądź też w odbiorniku przy demodulacji wysyłanej z nadajnika modulowanej fali nośnej, ze względu na specjalny charakter tej modulowanej fali.

Specjalne zastosowanie może znaleźć nadajnik według wynalazku przy modulacji z falą nośną i jedną tylko wstęgą boczną, bowiem w tym przypadku przy demodulacji fali w odległym odbiorniku za pomocą liniowego detektora nie powstają (lub powstają bardzo małe) zniekształcenia nawet przy 100% głębokości modulacji.

W nadajniku według wynalazku wzmacniacz lub wzmacniacze mocy nadajnika

mogą pracować ze zwiększoną wydajnością, bowiem ich zakres pracy może wykroczyć poza część liniową charakterystyki modulacji, powstające zaś przy tym zniekształcenia są zgóry korygowane w modulującej części nadajnika.

Na fig. 1 rysunku uwidoczniło zasadniczy układ nadajnika według wynalazku, na fig. 2 — różne postacie fal modulowanych, wreszcie na fig. 3 — odmienny układ nadajnika według fig. 1.

Na fig. 1 liczby 1, 2, 3, 4, 5 oznaczają części głównego nadajnika fali nośnej. Generator wzbudzający 1 zasila wzmacniacz 2 dowolnej konstrukcji z powielaniem lub bez powielania częstotliwości; wzmacniacz 2 zasila wzmacniacz 3 (modulowany), do którego doprowadza się prądy modulują-

ce przez transformator 6 lub jakiegokolwiek inne urządzenie; wreszcie wzmacniacz 3 zasila antenę 4, połączoną z uziemieniem 5. Generator 7, który jednak może być zbędny, gdyż może być zastąpiony przez generator wzbudzający 1, zasila nadajnik pomocniczy o małej mocy w porównaniu z mocą głównego nadajnika. Nadajnik pomocniczy jest modulowany prądami akustycznymi, przychodzącymi z linii 13. Wzmacniacz 8 fali nośnej z powielaniem lub bez powielania częstotliwości zasila wzmacniacz modulowany 9. Wzmacniacz 10 jest także wzmacniaczem modulowanym jednakże innego rodzaju niż modulowany wzmacniacz 9.

Nadajnik pomocniczy, utworzony przez części 7, 8, 9, 11, posiada możliwie dokładnie takie same zniekształcenia co główny nadajnik 1, 2, 3, 4, 5. Natomiast nadajnik pomocniczy 7, 8, 10, 12 jest możliwie najwyższej jakości i posiada możliwie małe zniekształcenia. Energia wyjściowa wzmacniacza 9 jest prostowana w detektorze liniowym 14; energia wyjściowa wzmacniacza 10 jest prostowana także w liniowym detektorze 15. W takim przypadku w transformatorze 16 będą płynęły modulujące prądy akustyczne, które przychodzą z linii 13, jednakże ze zniekształceniem wprowadzanym przez modulator i wzmacniacz 9, natomiast w transformatorze 17 zjawia się te same prądy akustyczne z dokładnie tą samą fazą jak w transformatorze 16 ale jednak bez jakichkolwiek zniekształceń. Jeżeli dodać lub odjąć od siebie obydwie te prądy to faza zniekształceń może być odwrócona; wynika to z następującego rozważania. Jeżeli jakiś ton akustyczny ulega zniekształceniu to powstają wyższe harmoniczne tego tonu. Jeżeli od prądów częstotliwości zasadniczej wraz z częstotliwościami harmonicznymi odjąć prądy częstotliwości zasadniczej (bez harmonicznych) np. z cokolwiek większą am-

plitudą, to otrzyma się w rezultacie prądu z odwróconą fazą harmonicznych względem częstotliwości zasadniczej. Jeśli więc prądy akustyczne ze składowymi zniekształcenia z odwróconą fazą będą wzmacnione we wzmacniaczu 18 i zastosowane do modulowania głównego nadajnika, poprzez linię 19 i transformator 6 lub w jakiegokolwiek inny znany sposób, to zniekształcenie wprowadzane przez pomocniczy nadajnik 7, 8, 9 będzie kompensować lub anulować zniekształcenie wprowadzane we wzmacniaczu 3, a fala promieniowana przez nadajnik będzie wolna od zniekształceń. Małe zniekształcenia powstające na wyjściu nadajnika dzięki różnym przyczynom mogą być zmniejszone przez zwykłą metodę ujemnego sprzężenia zwrotnego, tj. przez wyprostowanie części energii wyjściowej nadajnika, wzmocnienie jej i dostarczenie z odwróconą fazą do źródła napięcia modulacji 13 (lub 11 i 12) przez odpowiednie obwody korygujące fazę i amplitudę.

Przy pomocy nadajnika według wynalazku można również uniknąć zniekształceń powstających w odbiorniku przy demodulacji fali odbieranej. Niech na przykład nadajnik 1, 2, 3, 4, 5 nadaje jedną wstęgę boczną i falę nośną, przy czym charakterystyka modulacji nadajnika jest liniowa. W tym przypadku, jak wiadomo, zniekształcenia powstaną po stronie odbiorczej, jeżeli do demodulacji fali stosuje się zwykły detektor liniowy. Kształt modulowanej fali będzie w tym przypadku taki jak na fig. 2A (dla 100% modulacji i jednej częstotliwości modulującej). Po detekcji w prostoliniowym detektorze otrzyma się napięcie przedstawione krzywą 4' na fig. 2B. Krzywa ta składa się z fali podstawowej 1, odpowiadającej częstotliwości modulującej, i z wyższych harmonicznych tej fali, z których najsilniejszą jest druga (oznaczona cyfrą 2' na fig. 2B) i wynosi około 20% fali podstawowej. Linia

3'—3' przedstawia składową stałą prądu wyprostowanego. Mówiąc dokładnie prąd

$$i = I [1 - 2/3 \cos pt - 2/15 \cos 2pt - \{2/35 \cos 3pt - \dots\}] \quad I$$

gdzie I jest amplitudą, a p — kątową częstotliwością modulującą. Jeżeli pomocniczy nadajnik 7, 8, 9 będzie dokładnie tego samego rodzaju co nadajnik 1, 2, 3 (jednowstęgowy), wówczas w transformatorze 16 zjawi się zniekształcona fala akustyczna, przedstawiona równaniem I. Z drugiej strony, jeśli nadajnik 7, 8, 10 nie będzie wprowadzał zniekształceń (będąc np. nadajni-

po detekcji będzie równy, jak to dobrze wiadomo (dla 100% modulacji):

kiem dwuwstęgowym z falą nośną), to w transformatorze 17 zjawi się oryginalna fala modulująca bez jakichkolwiek zniekształceń, np. $i' = I' (-2/3 \cos pt)$.

Czyniąc $I' = 2I$ i biorąc różnicę prądów wyjściowych transformatorów 16 i 17, otrzymuje się wypadkowy prąd akustyczny równy:

$$i'' = I [2/3 \cos pt - 2/15 \cos 2pt - 2/35 \cos 3pt - \dots] \quad II$$

Rozwinięcie tego równania przedstawiono na fig. 2C, gdzie fala zasadnicza oznaczona jest liczbą 1', druga zaś harmoniczna — liczbą 2'. Jeżeli ten zniekształcony prąd akustyczny będzie modulował główny nadajnik w układzie modulacji z jedną wstęgą boczną, to kształt fali nadajnika będzie taki, jak oznaczono liczbą 5' na fig. 2D. A

zatem obwiednia fali będzie czystą sinusoidą; dla porównania uwidoczniło na fig. 2D obwiednię A z fig. 2A. Po demodulacji w liniowym detektorze tego rodzaju fala da czystą falę sinusoidalną. Ujmując proces demodulacji matematycznie, otrzymuje się następujące wyrażenia na prąd po demodulacji:

$$\begin{aligned} I 2/3 \cos^2 pt & \text{ daje } I \left(1 - 2/3 \cos pt - 2/15 \cos 2pt - \frac{2}{35} \cos 3pt \dots \right) \\ - I 2/15 \cos 2pt & \text{ „ } \frac{I}{5} \left(-1 + 2/3 \cos 2pt + \frac{2}{15} \cos 4pt + 2/35 \cos 6pt \dots \right) \\ - I 2/35 \cos 3pt & \text{ „ } \frac{I \cdot 3}{35} \left(-1 + \frac{2}{3} \cos 3pt + \frac{2}{15} \cos 6pt \dots \right) \end{aligned}$$

Po dodaniu tych prądów do siebie wszystkie harmoniczne, oprócz 4, 6, 8 . . . itd. wzajemnie się zniosą. Harmoniczne 4, 6, 8 . . . itd. wynoszą mniej niż 2% podstawowej, a więc w odbiorniku zjawi się tylko niezniekształcona, oryginalna fala modulacyjna.

Wzmacniacz modulowany 10 może być przy tym zbędny, a urządzenie demodulujące 15 może być zasilane ze wzmacniacza 9, jednakże w tym przypadku demodulator 15 musi zawierać prostownik o charakterystyce kwadratowej, która, jak wiadomo, nie wprowadza zniekształceń przy demodulacji jednej wstęgi i fali nośnej.

Demodulator 15 może być również li-

niowy, ale wówczas fala nośna doń doprowadzana musi być zwiększona w celu zmniejszenia głębokości modulacji. W tym przypadku zniekształcenia mogą być równe zeru. Zwiększenie amplitudy fali nośnej doprowadzonej do demodulatora 15 może być dokonane przez dostarczenie niemodulowanej fali nośnej o właściwej amplitudzie i fazie wprost ze wzmacniacza 8 (fig. 1). Odwrócenie fazy harmonicznym w obydwóch powyższych przypadkach będzie miało miejsce we wzmacniaczu 18.

Powyższe rozważania były przeprowadzone przy założeniu 100% modulacji nadajnika. Jeżeli głębokość modulacji jest mniejsza, to zawartość harmonicznym po

liniowej detekcji jednej wstęgi z falą nośną będzie mniejsza niż przy głębokości 100%; z tego powodu harmoniczne kompensacyjne z odwróconą fazą będą słabsze, ale zniekształcenie we wzmacniaczu 3 będzie także mniejsze, a zatem nadajnik uwidoczniiony na fig. 1 nadaje się do kompensacji zniekształceń dla głębokości modulacji zawartych między 0 i 100%.

Zamiast stosowania dwóch wzmacniaczy modulowanych jak 9 i 10 na fig. 1 i dwóch urządzeń demodulacyjnych 14 i 15, można użyć tylko jedno z nich, tak jak to uwidocznia fig. 3. W nadajniku według fig. 3 zamiast pomocniczego nadajnika o dużej jakości 7, 8, 10 i demodulatora 15 (fig. 1) zastosowano wzmacniacz częstotliwości modulacyjnych *Amp*, który zasila bezpośrednio transformator 17. Pozostałe części nadajnika według fig. 3 nie potrzebują być wyjaśniane, ponieważ są to te same części co w nadajniku według fig. 1. Oczywiście nadajnik z fig. 3 może działać jedynie wtedy kiedy wzmacniacz *Amp* nie będzie wprowadzał wzajemnego przesunięcia fazowego między prądami akustycznymi płynącymi w transformatorach 16 i 17.

Należy dodać, że nadajnik jednowstęgowy pracuje bardzo ekonomicznie, ponieważ większa część mocy jest przesyłana na wstędze bocznej, a nie na fali nośnej jak to ma miejsce w przypadku nadawania dwóch wstęg. Na przykład w przypadku 100% modulacji przy transmisji dwuwstęgowej, jeśli przyjąć, iż amplituda fali nośnej jest jednością, to amplitudy obydwóch wstęg bocznych będą $1/2$ i $1/2$. A zatem stosunek energii będzie $1:1/4:1/4$, tj. energia wstęg bocznych będzie wynosiła tylko połowę energii fali nośnej. W przypadku nadawania jednej wstęgi bocznej i fali nośnej, przy 100% modulacji, amplituda fali nośnej będzie równa amplitudzie wstęgi bocznej, a zatem stosunek energii wynosi tu 1:1. W nadajniku jednowstęgo-

wym według wynalazku, zależności te przedstawiają się jeszcze korzystniej, bowiem przy 100% modulacji, amplituda fali nośnej winna być np. 0,8, amplituda wstęgi bocznej — 1, amplituda zaś harmonicznych korygujących — około 0,2. Stosunek energii w tym przypadku będzie 0,64:1:0,04 co znaczy, że główną część energii promieniowanej wykorzystuje się do przesyłania sygnałów.

W odniesieniu do nadajnika jednowstęgowego, uprzednio opisanego, należy dodać, że w celu podniesienia sprawności ostatnich stopni wzmacniających, mogą one także być „przeciążane“ jak w przypadku zwykłej modulacji amplitudy z dwoma wstęgami. Zniekształcenia wprowadzane przez to zostaną także skompensowane w sposób opisany.

W zasadzie wyżej opisany nadajnik nadaje się także dla nadawania fali o modulacji fazy lub częstotliwości. W tym przypadku w demodulatorze 14 (fig. 1) należy używać takiego prostownika lub takiego układu demodulacji jaki ma być użyty w urządzeniach odbiorczych.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Radiowe urządzenie nadawcze, zawierające nadajnik modulowanej fali nośnej, znamienne tym, że posiada urządzenie do usuwania zniekształceń modulowanej fali nośnej, powstających w nadajniku, złożone z pomocniczego nadajnika o mocy małej w porównaniu z mocą nadajnika głównego, wykonanego tak, aby dawał te same zniekształcenia modulowanej fali co nadajnik główny, oraz z demodulatora, załączonego na zaciski tego pomocniczego nadajnika, przy czym nadajnik pomocniczy jest modulowany napięciami małej częstotliwości, które mają być przesłane, nadajnik zaś główny jest modulowany za pomocą napięcia, powstającego przez dodanie zdemodulowanego napięcia z po-

mocniczego nadajnika i pierwotnego napięcia małej częstotliwości, np. ze źródła napięcia modulacji.

2. Radiowe urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że zawiera drugi nadajnik pomocniczy, wykonany tak, aby nie wprowadzał żadnych zniekształceń, oraz demodulator prostoliniowy, załączony na zaciski wyjściowe tego nadajnika, przy czym ten drugi nadajnik pomocniczy jest modulowany napięciem małej częstotliwości, które ma być przesłane, nadajnik zaś główny — napięciem, które powstaje przez dodanie zdemodulowanego napięcia pierwszego pomocniczego nadajnika do zdemodulowanego napięcia drugiego pomocniczego nadajnika.

3. Radiowe urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że zawiera dodatkowo demodulator prostoliniowy, załączony na zaciski wyjściowe pomocniczego nadajnika, przy czym nadajnik główny jest modulowany napięciem, które powstaje przez do-

danie napięcia wyjściowego pierwszego demodulatora i napięcia uzyskanego na wyjściu drugiego demodulatora.

4. Radiowe urządzenie według zastrz. 1—3, znamienne tym, że nadajnik główny i pierwszy nadajnik pomocniczy są nadajnikami wysyłającymi falę nośną i tylko jedną wstęgę boczną.

5. Radiowe urządzenie według zastrz. 1—3, znamienne tym, że nadajnik główny i nadajniki pomocnicze są nadajnikami ze zwykłą modulacją amplitudy.

6. Radiowe urządzenie według zastrz. 1—3, znamienne tym, że nadajnik główny i nadajniki pomocnicze są nadajnikami z modulacją fazy lub częstotliwości.

7. Radiowe urządzenie według zastrz. 1—6, znamienne tym, że w celu powiększenia jego sprawności zawiera stopnie wzmacniające, które pracują poza zakresem prostoliniowym charakterystyk.

Inż. J ó z e f P l e b a ń s k i.

