

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

58519

Patent dodatkowy
do patentu

Kl. 21 a¹, 34/31

Zgłoszono: 16.VII.1966 (P 115 661)

Pierwszeństwo: 27.VII.1965 Szwajcaria

MKP H 04 n

Opublikowano: 30.XI.1969

UKD

9/32

Twórca wynalazku:
i
właściciel patentu: Vladimir Efimovich Tesler, Moskwa (Związek Socja-
listycznych Republik Radzieckich)

System telewizji kolorowej

1

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest system telewizji kolorowej, w którym stosuje się modulację pomocniczej fali nośnej chrominancji (kolorowości) leżącej w paśmie częstotliwości sygnału jaskrawości.

W znanych systemach w telewizji barwnej spełniających warunek odpowiedniości stosuje się w celu przenoszenia informacji kolorowości różne sposoby modulacji (kodowania) i demodulacji (dekodowania) fali nośnej kolorowości sygnałem chrominancji. Celem tych różnorodnych będących w użyciu sposobów modulacji fali nośnej chrominancji jest spełnienie następujących wymagań odnośnie złożonego sygnału telewizji kolorowej przenoszono-
nego przez jeden kanał informacyjny lub pamięć
emisji telewizyjnej.

Prawidłowe pod względem barwy przenoszenie obrazu również w przypadku niepożądaney modulacji fazowej sygnału fali nośnej kolorowości, dużą odporność na zakłócenia sygnału chrominancji, dobrą odpowiedniość (niewielką widoczność desenu zakłóceniewego spowodowanego falą nośną chrominancji na ekranie obrazowym telewizorów monochromatycznych, czarno-białych, przy odbiorze telewizji kolorowej), możliwie najlepsze wykorzystanie istniejącego kanału informacyjnego przy przesyłaniu wszystkich niezbędnych informacji, daleko idące uproszczenie obwodu chrominancji w odbiorniku (dekoder dla sygnału fali nośnej kolorowości).

2

Jak na to wskazuje istniejąca literatura nie jest dotychczas znany żaden system telewizji kolorowej, który spełniałby równocześnie wszystkie powyższe wymagania.

5 Jako najlepszy z punktu widzenia odporności na zakłócenia rodzaj modulacji fali nośnej chrominancji może być uznana modulacja bilansowo-kwadraturowa.

W znanych systemach jednoczesnej (symulanto-
wej) telewizji kolorowej z modulacją bilansowo-
kwadraturową fali nośnej chrominancji wprowadza się w zestawiany sygnał telewizji kolorowej
specjalny sygnał synchronizacji chrominancji, stanowiący ciąg drgań składający się z 10 do 12 drgań
referencyjnej fali nośnej chrominancji z fazą zero-
wą i przenoszony w trakcie impulsu wybierania linii. Ten sygnał synchronizacji chrominancji uży-
ty jest w odbiorniku do synchronizowania gene-
ratora kwarcowego (oscylatora miejscowego) fali
nośnej w chrominancji, którego drgania są dopro-
wadzane łącznie z sygnałem chrominancji (fala
nośna modulowana kwadraturowo) do detektorów
fazy na przykład detektorów synchronicznych, w
których uzyskuje się sygnały modulacji.

25 Doprowadzone do detektora fazowego w odbior-
niku sygnały różnią się więc zasadniczo nie tylko
swym składem, ale również niepożądanym znie-
kształceniem fazowym, któremu poddany został
pełny sygnał telewizji kolorowej w czasie przei-
ścia przez kanał przesyłowy.
30

Informacja kolorowości modulowanej fali nośnej chrominancji wykorzystuje w ogólności stosunkowo szerokie pasmo częstotliwości, około 3 MHz (obydwa pasma częstotliwości modulacyjnej) i każda nierównomierność przebiegu fazowego w tym paśmie, na przykład ograniczenie amplitudy jednostronnego pasma powoduje niepożądaną modulację fazową sygnału fali nośnej chrominancji. Przy tym sygnał oscylatora fali nośnej chrominancji synchronizowanego przez sygnał synchronizacji kolorowości w wąskopasmowym kanale odbiornika (synchronizacja układem koła zamachowego) jest praktycznie pozbawiony niepożądanego modulacji fazowej.

Sygnał kolorowości przesyłany przez falę nośną chrominancji, nakłada się na różne poziomy sygnału jaskrawości, uzyskując wskutek tego tak zwane różnicowe błędy fazowe w przypadku gdy niepożądane przesunięcia fazowe pomocniczej fali nośnej są zależne od poziomu zestawianego sygnału telewizyj barwnej (kanał przesyłowy stanowi czwórnik z nieliniową reaktywną opornością pozorną, której wartość zależy od poziomu sygnału wejściowego). Sygnał synchronizacji kolorowości leży natomiast zawsze na tym samym poziomie czerni, tak że niepożądane różnicowe przesunięcia fazowe tego sygnału są ogólnie biorąc inne niż dla przenoszonego przez falę nośną chrominancji sygnału kolorowości.

Na wyjściu detektorów synchronicznych pojawiają się więc sygnały, które są proporcjonalne nie tylko do sygnału użytkowego w stosunku do fali nośnej kolorowości odniesienia, ale również do sygnału chrominancji zniekształconego modulacją fazową.

Z tego powodu system telewizji kolorowej oparty na modulacji kwadraturowej nie spełnia dwóch z wyżej wymienionych wymagań, a mianowicie wymagania niewielkiej podatności na zakłócenia sygnałów przenoszonych przez fale nośną chrominancji spowodowane niepożądaną modulacją fazową w kanale przesyłowym i wymagania możliwie pełnego wykorzystania kanału przesyłowego do przesyłania jedynie informacji użytkowych. Drugostronne pasmo modulacyjne nie przenosi w rozpatrywanym systemie telewizji kolorowej żadnych innych informacji w przeciwieństwie do pierwszego, poddane jest jednak zmianom amplitudy powodującą powstawanie niepożądanego modulacji fazowej fali nośnej chrominancji.

Ponadto obsługa odbiornika przy tego rodzaju systemie telewizji kolorowej jest bardzo skomplikowana, ponieważ niezbędne są w tym przypadku dwa dodatkowe nastawienia (odcienia i nasycenia barwy).

Znany jest również system telewizji barwnej, w którym, złożony sygnał chrominancji kształtowany jest w taki sam sposób jak w wyżej opisanym systemie z modulacją kwadraturową fali nośnej chrominancji i przenoszeniem sygnału synchronizacji. Z tego powodu pozostają również w odbiorniku wszystkie odpowiednie elementy obwodu chrominancji poprzedniego systemu (zwłaszcza oscylatory kwarcowe fali nośnej chrominancji). W celu zmniejszenia wrażliwości sygnału fali nośnej chro-

minancji na niepożądaną modulację fazową stosuje się w tej metodzie statystyczną korektę błędów (statystyczną pamięć). W tym celu wprowadza się w czasie emisji dodatkową modulację fazową sygnału fali nośnej chrominancji od linii do linii. Z tego powodu niezbędne jest jednak również dodatkowe urządzenie w odbiorniku, które musi mianowicie zawierać pamięć statystyczną sygnału chrominancji w postaci linii opóźniającej o czasie magazynowania równym czasowi trwania linii, ze spół do algebraicznego dodawania opóźnionych i nie opóźnionych sygnałów oraz elektroniczny przełącznik do wyeliminowania dodatkowej modulacji fazowej sygnału od linii do linii (zmiana biegunowości sygnału modulacji).

Jednak oddziaływanie nie pożądanego modulacji fazowej nie zostało w tym systemie telewizji kolorowej ze statystyczną korektą błędów całkowicie wyeliminowane. Zniekształcenie barwy zostaje mianowicie w tym przypadku przekształcone w zniekształcenie nasycenia koloru. Ponadto w odbiorniku w stosunku do pierwszego omówionego systemu niezbędne są dodatkowe obwody chrominancji, powodując przez to tym większe jego skomplikowanie im wymagana jest lepsza korektura błędów wywołanych przez niepożądaną modulację fazową w kanale przesyłowym.

W wyniku tego kanał chrominancji odbiornika wykazuje znacznie bardziej skomplikowaną budowę niż w innych znanych systemach telewizji barwnej.

W trzecim znanym dotychczas systemie telewizji kolorowej obydwie niezbędne sygnały chrominancji przenoszone są na zmianę w co drugich liniach przy zastosowaniu modulacji częstotliwości fali nośnej chrominancji. W odbiorniku przewidziana jest natomiast linia opóźniająca (urządzenie do magazynowania sygnału, który uprzednio przyszedł), której czas magazynowania jest równy czasowi trwania linii, jak również dwa dyskryminatory częstotliwości. To urządzenie pamięciowe powoduje, że obydwie sygnały chrominancji ukazują się równocześnie w odbiorniku, a mianowicie pierwszy sygnał jako opóźniony (na wyjściu linii opóźniającej), a drugi jako nie opóźniony (na wejściu linii opóźniającej).

W tym systemie przenoszona jest więc tylko połowa informacji kolorowości w porównaniu do pierwszego systemu telewizji kolorowej, przy czym każdy sygnał chrominancji trwa dzięki urządzeniu pamięciowemu w czasie odpowiadającym podwójnemu czasowi trwania linii. Wskutek nierównoczesnego przenoszenia obydwu sygnałów chrominancji zmniejszone jest ich wzajemne zniekształcenie skośne. Ponadto modulacja częstotliwości jest mniej wrażliwa na zniekształcenia fazowe w kanale przesyłowym (poza przypadkami, gdy sygnał fali nośnej chrominancji nakłada się na ostre przejścia sygnału jaskrawości, wskutek czego nie pożądana różnicowa modulacja fazowa przekształca się w szkodliwą modulację częstotliwości). Tego rodzaju sygnał wykazuje również zmniejszoną wrażliwość w stosunku do amplitudy w funkcji częstotliwości, ponieważ amplituda sygnału modu-

wanego częstotliwością jest ograniczona w urządzeniu odbiornika.

Opisany ostatnio system telewizji kolorowej posiada jednak następujące wady. Odporność na zniekształcenia fali nośnej chrominancji modulowanej częstotliwością jest mniejsza w porównaniu do sygnału o modulacji kwadraturowej, zwłaszcza zaś w przypadku niższych poziomów sygnału gdy stosunek do zakłóceń jest bliższy wartości progowej. Sygnał użyteczny wykazuje przy występowaniu szumów zwiększoną wrażliwość na zakłócenia przebiegu amplitudy w funkcji częstotliwości oraz zwiększoną wrażliwość na tłumienie jednej z modulowanych wstęg bocznych (gdy stosunek sygnału do zakłóceń fali nośnej chrominancji osłabiony przez charakterystykę amplitudowo-fazową kanału przesyłowego zbliża się do wartości progowej 6 dB lub poniżej niej, nie jest w zasadzie możliwe usunięcie zniekształceń po stronie odbiornika).

Celem niniejszego wynalazku jest wyeliminowanie opisanych wyżej wad i niedogodności, i stworzenie takiego systemu telewizji kolorowej, w którym zniekształcenia barwy wyeliminowane zostaną również w przypadku występowania niepożądanego modulacji fazowej sygnału fali nośnej chrominancji w kanale przesyłowym umożliwiające równocześnie utrzymanie odporności na zakłócenia tego sygnału i nie powodując skomplikowania budowy odbiornika.

Zadanie to zostało zgodnie z wynalazkiem rozwiązane w ten sposób, że informacja chrominancji ukształtowana zostaje w koderze po stronie emisji i przeniesienia przy zastosowaniu modulacji fazowo-różnicowo-bilansowo-kwadraturowej fali nośnej chrominancji na najbliższą linię, przy czym reguła modulacji amplitudowej jest jednakowa dla obydwu linii, zaś reguła modulacji fazowej różna. Faza nośna pomocnicza jest mianowicie w czasie trwania jednej linii wykorzystana jako faza referencyjna do kształtowania modulowanego sygnału fali nośnej chrominancji w drugiej linii. Ponowne uzyskanie informacji kolorowości w odbiorniku następuje przez zmagazynowanie sygnału fali nośnej chrominancji, linii która uprzednio przebiegała w linii opóźniającej i demodulacji różnicy faz między opóźnionym i nie opóźnionym sygnałem fali nośnej chrominancji.

Ukształtowanie przeniesionego przez falę nośną chrominancji sygnału barwnego do przeniesienia i otrzymania emisji telewizji kolorowej jest możliwe zgodnie z wynalazkiem jednym z dwóch następujących sposobów. W pierwszym z tych sposobów stosuje się modulację fazowo-różnicową fali nośnej chrominancji w co drugiej linii przez co występują różnice wartości fazowych fali nośnej chrominancji w sąsiednich liniach (przenoszonych w kolejności jedna po drugiej), zaś różnica fazowa między sygnałami fali nośnej chrominancji dla obydwu linii odpowiada zmianie odcienia koloru wzdłuż wybieranej linii, podczas gdy sposób modulacji fazowej fali nośnej chrominancji w co drugiej linii jest ten sam. Opisana modulacja fazowo-różnicowa pomocniczej fali nośnej w co drugiej linii może być zrealizowana w różny sposób. Jeden z tych sposobów polega na modulacji fazowo-

-różnicowej w co drugiej linii ze stałą fazą fali nośnej chrominancji w jednej linii. W tym przypadku przenoszona jest w czasie trwania jednej linii fala nośna chrominancji modulowana zarówno w amplitudzie jak i w fazie (modulacja bilansowo-kwadraturowa). W tym przypadku amplituda modulowanego sygnału fali nośnej chrominancji jest równa wartości bezwzględnej sumy geometrycznej dwóch sygnałów modulacyjnych przyjętych z określonymi współczynnikami, przykładowo części różnicowego sygnału chrominancji $k_1 E_{R-Y}$ oraz $k_2 E_{B-Y}$ są równe, natomiast wartość chwilowa fazy pomocniczej fali nośnej jest równa $\arctg$ ze stosunku amplitud wymienionych sygnałów modulacyjnych. W najbliższej linii przenosi się falę nośną chrominancji tylko z modulacją amplitudową tak, że obwiednie modulacji amplitudowych obydwu linii są takie same, natomiast nie przewiduje się modulacji fazowej drugiej linii (faza drgań sygnału fali nośnej chrominancji jest równa fazie referencyjnej). Pełny sygnał telewizji kolorowej może być więc opisany matematycznie w dwóch następujących liniach w następujący sposób:

Linia 1:

$$E_1 = E_{y1} + E_{s1} = E_{y1} + K \sqrt{k_1^2 E_{R-Y}^2 + k_2^2 E_{B-Y}^2} \cdot \sin(\omega_0 t + \arctg \frac{k_1 E_{R-Y}}{k_2 E_{B-Y}}) = E_{y1} + A \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$$

Linia 2:

$$E_2 = E_{y2} + E_{s2} = E_{y2} + k \sqrt{k_1^2 E_{R-Y}^2 + k_2^2 E_{B-Y}^2} \cdot \sin \omega_0 t = E_{y2} + A \cdot \sin \omega_0 t.$$

W równaniach tych oznaczają:

E_1 i E_2 — całkowite sygnały telewizji kolorowej odpowiadające pierwszej i drugiej następującej po sobie przenoszonej linii,

E_{y1} i E_{y2} — przyporządkowane odpowiednio pierwszej i drugiej przenoszonej linii sygnały jaskrawości,

E_{s1} i E_{s2} — sygnały pomocniczej fali nośnej chrominancji z modulowaną i stałą fazą odpowiadające pierwszej i drugiej przenoszonej linii,

k_1, k_2, k — stałe współczynniki,

ω_0 — częstotliwość kątowa fali nośnej chrominancji,

$A = k \sqrt{k_1^2 E_{R-Y}^2 + k_2^2 E_{B-Y}^2}$ — amplituda sygnału fali nośnej chrominancji,

$\varphi = \arctg \frac{k_1 E_{R-Y}}{k_2 E_{B-Y}}$ — faza sygnału fali nośnej chrominancji.

Modulacja fazowo-różnicowa w co drugiej linii może być również realizowana na innej drodze, a mianowicie w ten sposób, że modulacja fazowa utrzymana jest w obydwu liniach. Jeżeli na przykład sygnał fali nośnej chrominancji w pierwszej linii określony jest równaniem:

$$A \cdot \sin(\omega_0 t + \frac{\varphi}{2})$$

to sygnał fali nośnej w drugiej linii musi spełniać równanie

$$A \cdot \sin \left(\omega_0 t - \frac{\varphi}{2} + \Pi \frac{m-1}{\Omega} \right),$$

W równaniach tych Ω oznacza częstotliwość modulowanego sygnału, a m dowolną liczbę całkowitą.

Istnienie w drugim równaniu członu $\Pi \frac{m-1}{\Omega}$ oznacza, że modulacja bilansowa fali nośnej chrominancji w czasie przebiegu drugiej linii następuje przez sygnał jednoimienny. Innymi słowami faza pomocniczej fali nośnej ma zawsze wartość $2m \cdot 180^\circ - \varphi/2$; w odróżnieniu od pierwszej linii, gdzie wskutek zastosowania sygnału dwubiegunowego faza pomocniczej fali nośnej ma wartość w dodatnich połówkach fal sygnału modulacyjnego $2m \cdot 180^\circ + \varphi/2$, a w ujemnych połówkach fal tego sygnału

$$(2m + 1) 180^\circ + \frac{\varphi}{2}.$$

Zastosowanie modulacji fazowo-różnicowej z fazą $+\frac{\varphi}{2}$ i $-\frac{\varphi}{2}$ w co drugiej linii jest więc równoważne ze stosowaniem modulacji z przenoszeniem wartości fazy 0 i φ .

Różnica między tymi dwoma sposobami daje się odczuć jedynie w postaci deseni zakłóceńowego fali nośnej chrominancji na ekranie obrazowym odbiornika telewizji czarno-białej przy odbiorze emisji telewizji barwnej spełniającej warunek odpowiedniości. Ponadto wykorzystanie wartości fazowych $+\frac{\varphi}{2}$ i $-\frac{\varphi}{2}$ lub φ i 0 nie ma absolutnie żadnego wpływu na obwody dekodujące odbiornika telewizji kolorowej.

W drugim sposobie pomocnicza fala nośna chrominancji modulowana jest w jednym wierszu sposobem fazowo-różnicowym przez modulację bilansowo-kwadraturową, a mianowicie tak, że faza fali nośnej w czasie przebiegu jednej linii przenoszonych obrazu barwnego jest równa sumie algebraicznej fazy fali nośnej chrominancji we wszystkich poprzednio wybranych liniach danego obrazu cząstkowego. Sumowanie wartości fazowych fali nośnej chrominancji w poszczególnych liniach może następować od linii do linii przy zastosowaniu dodatkowej zmiany biegunowości fazy, albo też bez niej. Wartość modulacji fazowej wzdłuż linii $n-1$ może być przy tym wykorzystana w postaci sygnału referencyjnego do ukształtowania fali nośnej chrominancji $\varphi_n(t)$ (modulacja fazowa w czasie przebiegu następnej, n -tej linii).

W przypadku modulacji fali nośnej pomocniczej ze zmianą kierunku rysowania przebiegu w następnej linii sygnał fali nośnej chrominancji E_s określają następujące równania:

Dla linii 1:

$$E_{s1} = A_1 \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_1)$$

Dla linii 2:

$$E_{s2} = A_2 \cdot \sin \left(\omega_0 t + \varphi_1 - \varphi_2 + \Pi \frac{m-1}{\Omega} \right)$$

Dla linii 3:

$$E_{s3} = A_3 \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_3)$$

Dla linii 4:

$$E_{s4} = A_4 \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_3 - \varphi_4 + \Pi \frac{m-1}{\Omega})$$

Dla linii n :

$$E_{sn} = A_n \sin \left[\omega_0 t + \sum_{i=0}^n \varphi_{2i+1} - \sum_{i=0}^n \varphi_{2i} - \Pi \frac{m-1}{\Omega} (i-1) \right]$$

We wzorach tych i oznacza numer linii, zaś

$$A_i = \sqrt{k_1^2 (E_{R-y}^2)_i + k_2^2 (E_{B-y}^2)_i} \text{ — modulację}$$

amplitudową, natomiast

$$\varphi_i = \arctg \frac{k_1 (E_{R-y}^2)_i}{k_2 (E_{B-y}^2)_i} \text{ — modulację fazową fali nośnej}$$

chrominancji w czasie przebiegu odpowiedniej linii. Człon $\Pi \frac{m-1}{\Omega} (i-1)$ oznacza, że w czasie przebiegu

każdej linii o tej samej liczbie porządkowej przenoszony jest sygnał, który powstaje jako wynik modulacji bilansowej fali nośnej chrominancji z sygnałem jednoimiennym (nie jest przewidziana zmiana kierunku fazy fali nośnej chrominancji z częstotliwością sygnału modulacyjnego wynoszącego Ω). Do kształtowania sygnału fali nośnej chrominancji w czasie przebiegu pierwszej linii każdego obrazu połówkowego używana jest pomocnicza fala nośna chrominancji modulowana fazą zerową.

Przy przenoszeniu elementów obrazu kolorowego w których odcień barwy w kierunku poprzecznym do wybieranej linii pozostaje niezmienny następuje więc przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji rozdwojenie sygnałów w następujących po sobie liniach, a wskutek tego nie występuje żadna różnica w zmianie znaku w stosunku do sygnału przy modulacji fazowo-różnicowej w co drugiej linii ze stałą fazą w każdej linii. Jeżeli bowiem $\varphi_i = \varphi_{i+1}$ to ich różnica $\varphi_i - \varphi_{i+1} = 0$ jest równa zero, podczas gdy miejsca gdzie następuje zmiana odcienia barwy, to jest gdzie $\varphi_i \neq \varphi_{i+1}$ utrzymana zostaje różnica w odcieniu barwy w kierunku poprzecznym wybieranej linii. W ten sposób uzyskuje się na ekranie obrazowym odbiornika pełną ostrość obrazu barwnego w kierunku pionowym, zaś wykorzystanie sygnału telewizji barwnej po stronie odbiornika następuje w identyczny sposób jak przy przenoszeniu obrazów barwnych z modulacją fazową lub różnicową fali nośnej chrominancji w co drugiej linii (przełączenie obwodów chrominancji w odbiorniku pozostaje niezmiennione). W przypadku gdy modulacja fali nośnej chrominancji w poszczególnych liniach realizowana jest sposobem fazowo-różnicowym bez dodatkowej zmiany znaku modulacji fazowej od linii do linii, sygnał fali nośnej chrominancji określają następujące równania matematyczne:

Dla linii 1:

$$E_{s1} = A_1 \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_1)$$

Dla linii 2:

$$E_{s2} = A_2 \cdot \sin \left(\omega_0 t + \varphi_1 + \varphi_2 + \Pi \frac{m-1}{\Omega} \right)$$

Dla linii 3:

$$E_{s3} = A_3 \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)$$

Dla linii 4:

$$E_{s4} = A_4 \cdot \sin \left(\omega_0 t + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \Pi \frac{m-1}{\Omega} \right)$$

Dla linii n:

$$E_{sn} = A_n \cdot \sin [\omega_0 t + \sum_{i=0}^n \varphi_i + \Pi \frac{m-1}{\Omega} (i-1)]$$

Przez wyeliminowanie dodatkowej modulacji fazowej pomocniczej fali nośnej (zmiany znaku φ_i) od linii do linii możliwe jest pewne uproszczenie przekształcania sygnałów fali nośnej chrominancji w odbiorniku, gdyż w tym przypadku odpada również odpowiednia demodulacja fazowa w odbiorniku.

Do kształtowania sygnału fali nośnej chrominancji w czasie przebiegu pierwszej linii każdego obrazu używa się fali nośnej chrominancji modulowanej fazą zerową.

Wynalazek jest przykładowo wyjaśniony na rysunku, na którym fig. 1a, b, c, d przedstawiają wykresy wektorowe sygnału fali nośnej chrominancji przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej w co drugiej linii (ze stałą fazą w czasie przebiegu każdej linii), fig. 2a, b, c, d — wykresy wektorowe sygnału fali nośnej chrominancji przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej w co drugiej linii (przy modulacji połówek fazy), fig. 3a, b, c, d, e, f, g, h, i, j — wykresy wektorowe sygnału fali nośnej chrominancji przy modulacji fazowo-różnicowej w kolejnych liniach ze zmianą znaku, fig. 4a, b, c, d, e, f, g, h, i, j — wykresy wektorowe sygnału fali nośnej chrominancji przy liniowej modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej bez dodatkowej zmiany znaku modulacji fazowej od linii do linii, fig. 5 — uproszczony schemat blokowy koderu nadajnika, w którym całkowity sygnał telewizji kolorowej ukształtowany jest przez modulację fazowo-różnicową fali nośnej chrominancji w co drugiej linii (przy stałej fazie pomocniczej fali nośnej w czasie przebiegu każdej z kolejno przenoszonych linii), fig. 6 — uproszczony schemat blokowy koderu nadajnika, w którym całkowity sygnał telewizji kolorowej ukształtowany jest przez modulację fazowo-różnicową fali nośnej chrominancji w co drugiej linii (przy modulacji połówek fazy), fig. 7 — uproszczony schemat blokowy koderu nadajnika, w którym całkowity sygnał telewizji kolorowej ukształtowany jest przez modulację fazowo-różnicową fali nośnej chrominancji w każdej linii ze zmianą znaku, fig. 8a i b — wykresy wektorowe dekodowania sygnału fali nośnej chrominancji w kolejnych liniach po stronie odbiornika przy modulacji fazowo-różnicowej w co drugiej linii ze stałą fazą w czasie przebiegu każdej kolejno przenoszonej linii, fig. 9a i b — wykresy wektorowe dekodowania sygnału fali nośnej chrominancji przy liniowej modulacji fazowo-różnicowej bez dodatkowej zmiany znaku modulacji fazowej od linii do linii, fig. 10 — uproszczony schemat blokowy odbiornika pracującego systemem telewizji barwnej według wynalazku, fig. 11 — uproszczony schemat blokowy obwodu chrominancji odbiornika do dekodowania sygnału telewizji kolorowej przy modulacji fazowo-różnicowej w co drugiej linii i przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w sąsiednich liniach ze zmianą znaku, a fig. 12 — uproszczony schemat blokowy obwodu chrominancji odbiornika do dekodowania sygnału telewizji barwnej przy liniowej modulacji

fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji bez dodatkowej zmiany znaku modulacji fazowej od linii do linii.

Fig. 1a — d przedstawia wykres wektorowy sygnału fali nośnej chrominancji w pierwszej i drugiej linii odpowiadający dodatniej i ujemnej połowie fali sygnału modulacyjnego przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej w co drugiej linii ze stałą fazą w każdej linii.

Fig. 2a—d przedstawia odpowiedni wykres wektorowy dla przypadku modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w co drugiej linii z połowkowym kątem fazowym. W trakcie zmiany biegunowości sygnału modulacyjnego z wartości dodatniej na ujemną (fig. 1a, b i fig. 2a, b) faza pomocniczej fali nośnej w czasie przebiegu pierwszej linii zostaje odwrócona o 180° zgodnie z równaniami:

$$E_{s1} = A_1 \cdot \sin (\omega_0 t + \varphi)$$

lub

$$E_{s1} = A_1 \cdot \sin (\omega_0 t + \frac{\varphi}{2})$$

W czasie przebiegu drugiej linii (1c, d i fig. 2c, d) nie występuje zmiana kierunku fazy, gdyż w tym przypadku faza fali nośnej chrominancji jest wzdłuż wybieranej linii stała zgodnie z równaniem

$$E_{s2} = A_2 \cdot \sin \omega_0 t$$

albo też przyjmuje wartość

$$-\frac{\varphi}{2} + \Pi \frac{m-1}{\Omega}$$

zgodnie z równaniem

$$E_{s2} = A_2 \sin (\omega_0 t - \frac{\varphi}{2} + \Pi \frac{m-1}{\Omega})$$

Różnica faz sygnałów fali nośnej chrominancji pierwszej i drugiej linii odpowiadająca dodatniej połowie fali sygnału modulacyjnego wynosi więc φ

lub $\frac{(\varphi_1 + \varphi_2)}{2}$, zaś różnica faz odpowiadająca ujemnej połowie fali ma wartość $\varphi + \Pi$ lub $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} + \Pi$.

Fig. 3a—j przedstawia wykres wektorowy dla sygnału pomocniczej fali nośnej przy liniowej modulacji fazowo-różnicowej ze zmianą znaku. Wykres ten dotyczy dodatnich i ujemnych połówek fali sygnału modulacyjnego w czasie przebiegu pięciu następujących po sobie linii. W celu lepszego przedstawienia wybrano przypadek, gdy

$$\varphi_1 = \varphi_2, \quad \varphi_2 = \varphi_3, \quad \varphi_3 = \varphi_4 \text{ i } \varphi_5 = \varphi_4.$$

Sygnał fali nośnej chrominancji w każdej wybieranej linii na fig. 3a, b, E_{s1} , na fig. 3c, d, E_{s2} , na fig. 3e, f, E_{s3} , na fig. 3g, h, E_{s4} i na fig. 3i, j E_{s5} określone są następującym równaniem matematycznym:

$$E_{sn} = A_n \sin [\omega_0 t + \sum_{i=0}^n \varphi_{2i+1} - \sum_{i=0}^n \varphi_{2i} + \Pi \frac{m-1}{\Omega} (i-1)]$$

Jak to wynika z powyższego równania oraz z rysunku fazy sygnałów pomocniczej fali nośnej E_{s1} , E_{s3} oraz E_{s5} odpowiadające dodatnim i ujemnym połówkom fal sygnału modulacyjnego różnią się od siebie o 180° . Natomiast fazy sygnałów E_{s2} i E_{s4} pozostają niezmiennione.

Na fig. 4a—j przedstawiono odpowiednie wykresy wektorowe sygnałów fali nośnej chrominancji dla pięciu następujących po sobie linii oraz dla dodatnich i ujemnych połówek fal sygnału modulacyjnego.

Sygnały fali nośnej chrominancji przyporządkowane tym pięciu liniom, na fig. 4a, b, E_{s1} , na fig. 4c, d, E_{s2} , na fig. 4e, f, E_{s3} , na fig. 4g, j, E_{s4} , i na fig. 4i, j, E_{s5} , przebiegają w przypadku liniowej modulacji fazowo-różnicowej bez dodatkowej zmiany znaku modulacji fazowej od linii do linii według następującego równania:

$$E_{sn} = A_n \cdot \sin [\omega_0 t + \sum_{i=0}^n \varphi_i - \Pi \frac{m-1}{\Omega} (i-1)]$$

Jako referencyjną falę nośną chrominancji (oś modulacji) do formowania sygnału kolorowości stosuje się przy każdej następnej linii fazę sygnału chrominancji poprzedniej linii. Z tego powodu osie współrzędnych na rysunku są przy każdej następnej linii obrócone o kąt równy fazie sygnału chrominancji linii poprzedniej.

Fig. 5 przedstawia uproszczony układ blokowy kodera po stronie nadawania, w którym całkowity sygnał telewizji kolorowej kształtowany jest przy wykorzystaniu modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w co drugiej linii. Rysunek odnosi się przy tym do przypadku gdy faza w jednej z dwóch kolejno po sobie wybieranych linii pozostaje stała.

Sygnały barwne E_R , E_B i E_G odpowiadające obrazowi barwnemu i przychodzące na przykład od telewizyjnej kamery studyjnej zostają obok niezbędnego sygnału impulsowego E_c z generatora synchronizującego doprowadzone do przekształtnika 1. Tu utworzone zostają trzy sygnały wizyjne, a mianowicie jeden sygnał jasności E_y i dwa sygnały różnicowe chrominancji E_{R-y} i E_{B-y} .

Sygnał jasności E_y przekazywany jest z wyjścia przekształtnika 1 do sumatora 2, w którym dodany zostaje do niego sygnał fali nośnej chrominancji, po czym całkowity sygnał telewizji barwnej $E_y + E_s$ zostaje wzmocniony i przekształcony w sposób niezbędny do przeniesienia go, oraz skierowany do nadajnika telewizji barwnej.

Sygnały różnicowe chrominancji E_{R-y} i E_{B-y} przekazywane są z wyjścia przekształtnika 1 do modulatora bilansowo-kwadraturowego 3, do którego doprowadzone jest również jako pomocnicza fala nośna referencyjna napięcie drgające o częstotliwości kątowej ω_0 . W modulatorze 3 następuje ukształtowanie modulowanego kwadraturowo sygnału chrominancji

$$E_{s1} = A_1 \sin (\omega_0 t + \varphi)$$

przez sumowanie kwadraturowe dwóch modulowanych sposobem bilansowym napięć:

$$k_1 E_{R-y} \cos \omega_0 t \quad \text{ i } \quad k_2 E_{B-y} \sin \omega_0 t$$

Uzyskany w modulatorze 3 sygnał E_{s1} jest z jego wyjścia doprowadzony do przełącznika 4 i bloku 5, w którym utworzona zostaje obwódka wchodzącego modulowanego kwadraturowo napięcia E_{s1} , co

można uzyskać na przykład przez modulację amplitudową. Na wyjściu z bloku 5 pojawia się napięcie, którego przebieg określony jest następującym równaniem:

$$A = k \sqrt{k_1^2 E_{R-y}^2 + k_2^2 E_{B-y}^2}$$

Napięcie to zostaje przyłożone do modulatora bilansowego 6, do którego doprowadzone jest również napięcie fali nośnej chrominancji referencyjnej $\sin \omega_0 t$, podobnie jak to miało miejsce w bloku 3.

Sygnał wyjściowy z modulatora bilansowego 6 określony równaniem:

$$E_{s2} = A_2 \sin \omega_0 t$$

przekazywany jest na drugie wejście przełącznika 4, na którego wyjściu pojawiają się na zmianę sygnały E_{s1} i E_{s2} kolejno po sobie następujących linii. Te dwa następujące po sobie wzajemnie sygnały doprowadzone zostają do bloku 7 zniekształcającego amplitudę, na którego wyjściu pojawia się napięcie proporcjonalne do $\sqrt{A}$. Napięcie to przykładane jest do wejścia sumatora 2 w celu zsumowania go z sygnałem jasności E_y i ukształtowania całkowitego sygnału telewizji barwnej.

W czasie wybierania rastrowego mogą być przenoszone łącznie z całkowitym sygnałem telewizji barwnej sygnały pomocnicze złożone z drgań modulowanych i nie modulowanych pomocniczych fal nośnych i dodawane w czasie kształtowania do sygnałów E_{s1} i E_{s2} . Te dodatkowe sygnały mogą służyć w odbiorniku dla celów pomocniczych jak naświetlenie fazy początkowej (strojenie fazy) przełącznika lub do samoczynnej regulacji zabarwienia. W tym przypadku drgania pochodzące z fali nośnej chrominancji muszą mieć w sygnale E_{s1} fazę 90° , a w sygnale E_{s2} fazę 0° , a więc być dostrojone do fazy referencyjnej.

Fig. 6 przedstawia uproszczony schemat blokowy kodera do kształtowania całkowitego sygnału telewizji barwnej przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w co drugiej linii, w przypadku gdy wykorzystana jest modulacja połowkowo-fazowa.

Tak jak to miało miejsce w przypadku przedstawionym na fig. 5 sygnały składników chrominancji E_R , E_B i E_G oraz sygnały impulsowe E_c z generatora synchronizującego przyłożone są na wejście przekształtnika 1. Z wyjścia jego przekazywany jest następnie sygnał E_y do sumatora 2, w czasie gdy sygnały różnicowe chrominancji doprowadzone są do modulatora kwadraturowo-bilansowego 3.

W odróżnieniu od schematu blokowego na fig. 5 sygnały różnicowe chrominancji przekazywane są również na blok 8, przekształcający je na sygnały jednoimienne. Na wyjściu z bloku 8 pojawiają się napięcia proporcjonalne odpowiednio do wartości E_{R-y} i E_{B-y} . Te napięcia o wartości bezwzględnej podane zostają na wejście dodatkowego pracującego również sposobem modulacji kwadraturowej modulatora bilansowego 9, który włączony jest identycznie jak blok 3.

Do tych dwóch bloków jest również doprowadzone napięcie pomocniczej fali nośnej odniesienia o częstotliwości kątowej $2\omega_0$. W modulatorze 3 jest więc wskutek dodania napięcia modulowanego

i przesuniętego względem niego o 90° napięcia, którym odpowiadają równania

$$k_1 E_{R-Y} \cos 2\omega_0 t \quad i \quad k_2 E_{B-Y} \sin \omega_0 t$$

utworzony sygnał:

$$E_{s1} = A_1 \sin (2\omega_0 t + \varphi)$$

W modulatorze 9 zostają w ten sam sposób dodane napięcia modulowane i przesunięte względem niego o 90° o wartościach

$$k_1 (E_{R-Y}) \cos 2\omega_0 t \quad i \quad k_2 (E_{B-Y}) \sin 2\omega_0 t$$

tworząc sygnał:

$$E'_{s2} = A_2 \sin (2\omega_0 t - \varphi + 2 \frac{\Pi (m-1)}{\Omega})$$

Sygnały wyjściowe z modulatorów 3 i 9 podane zostają na wejścia przełącznika 4, na którego wyjściu pojawiają się na zmianę w rytmie linii sygnały E'_{s1} , E'_{s2} , które doprowadzone są następnie do dzielnika częstotliwości 10. Z dzielnika 10 napięcia fali nośnych chrominancji o wartościach:

$$E_{s1} = \sqrt{A_1} \cdot \sin (\omega_0 t + \frac{\varphi}{2})$$

lub

$$E_{s2} = \sqrt{A_2} \cdot \sin (\omega_0 t - \frac{\varphi}{2} + \Pi \frac{m-1}{\Omega})$$

podane zostają do bloku 2, w którym zsumowane są z sygnałem jaskrawości E_y w całkowity sygnał telewizyjny kolorowej przekazany następnie po odpowiednim przerobieniu i wzmacnieniu do nadajnika telewizyjnego.

W opisanym przypadku mogą również być przekazywane w pionowych lukach wygaszania sygnały pomocnicze w postaci kilku linii modulowanej, lub nie modulowanej fali nośnej chrominancji. Te sygnały pomocnicze wykorzystane zostają w odborniku zarówno do strojenia fazowego przełącznika jak i do uruchomienia urządzeń regulacyjnych kanałów barwnych.

Przy przenoszeniu sygnałów telewizyjnej kolorowej z modulacją fazowo-różnicową fali nośnej chrominancji w co drugiej linii osiągnięto więc to, że w czasie przebiegu każdej linii przenoszone są informacje przez obydwie różnicowe sygnały chrominancji E_{R-Y} i E_{B-Y} . W miejscu zmiany barwy, którego granica odpowiada kierunkowi wybierania linii, informacja przenoszona jest jednak w postaci scałkowanej wpływając ujemnie na ostrość barw w kierunku pionowym.

Fig. 7 przedstawia schemat blokowy do kształtowania całkowitego sygnału telewizyjnej kolorowej przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w każdej linii ze zmianą przebiegu rysowania. Sygnały kolorowości E_R , E_B i E_G przychodzące z kamery telewizyjnej barwnej jak również współbieżne sygnały E_c generatora synchronizującego przekazywane są naprzód do przekształtnika 1, w którym utworzone są z nich trzy nowe sygnały, a mianowicie sygnał jaskrawości E_y i dwa sygnały różnicowe chrominancji E_{R-Y} i E_{B-Y} . Sygnał jaskrawości przekazywany jest w dalszym ciągu na sumator 2, w którym zsumowany jest z sygnałem fali nośnej chrominancji E_s w całkowity sygnał telewizyjny barwnej, który po wzmacnieniu i odpowiedniej prze-

róbce doprowadzony jest do nadajnika telewizyjnej barwnej.

Sygnał różnicowy chrominancji E_{B-Y} przekazywany jest z wyjścia przekształtnika 1 do modulatora bilansowego 12, zaś sygnał różnicowy chrominancji E_{R-Y} przekazywany jest przez przełącznik 11 do modulatora bilansowego 13. W przełączniku 11 sygnał E_{R-Y} zostaje przekształcony w ten sposób, że jego biegunowość zmieniona zostaje od linii do linii. Wychodzące z przeciwnobnych modulatorów 12, 13 napięcia fali nośnej pomocniczej o amplitudach

$$k_2 E_{B-Y} \quad i \quad \pm k_1 E_{R-Y}$$

przekazane zostają na wejście sumatora 14, na którego wyjściu pojawia się wówczas napięcie sygnału fali nośnej chrominancji E_s proporcjonalne do sumy kwadratów napięć uzyskiwanych w przeciwnobnych modulatorach 12 i 13. Amplituda sygnału E_s zmienia się zgodnie z równaniem

$$A = k \sqrt{k_1^2 E_{R-Y}^2 + k_2^2 E_{B-Y}^2}$$

Napięcie modulowanej fali nośnej chrominancji przekazywane jest z wyjścia sumatora 14 równoległe do dwóch bloków 7 i 15. Blok 7 jest układem zniekształcającym amplitudę i pracującym na zasadzie pierwiastka kwadratowego, zaś blok 15 umożliwia odtworzenie fazowe. Modulowana fala nośna chrominancji doprowadzona zostaje z wyjścia układu zniekształcającego amplitudę 7 do sumatora 2, gdzie utworzony zostaje całkowity sygnał telewizyjny kolorowej równy sumie E_y i E_s .

W bloku 15 tłumiona zostaje modulacja amplitudowa fali nośnej chrominancji, zaś na drugie wejście tego bloku podawane jest napięcie pomocniczej fali nośnej referencyjnej, zmieniające się według funkcji $\sin \omega_0 t$. Do tłumienia modulacji amplitudowej może być zastosowany na przykład samowzbudny oscylator ze słabym sprzężeniem zwrotnym, uruchamiany przez drgania wejściowe fali nośnej chrominancji. Na wyjściu z bloku 12 ukazuje się napięcie fali nośnej chrominancji o stałej amplitudzie. Napięcie to jest jednak ściśle tak samo modulowane w fazie jak wchodzący sygnał fali nośnej chrominancji. Napięcie na wyjściu bloku 15 przebiega więc w sposób fazowo zsynchronizowany z modulowanym kwadraturowo sygnałem wejściowym. Jeżeli amplituda modulowanego kwadraturowo napięcia wejściowego jest równa zero, to faza napięcia fali nośnej chrominancji na wyjściu z bloku 7 jest również równa zero, czyli odpowiada fazie fali nośnej pomocniczej $\sin \omega_0 t$.

Przebieg napięcia na wyjściu z bloku 15 przy przenoszeniu sygnału poziomu barwy określa wzór:

$$E_{sn} = A_n \sin (\omega_0 t \sum_{i=0}^n \varphi_{2i-1} - \sum_{i=0}^n \varphi_{2i})$$

i może być określony w następujący sposób:

$$U_{aus} = \sin (\omega_0 t + \sum_{i=0}^n \varphi_{2i-1} - \sum_{i=0}^n \varphi_{2i}) \quad \text{przy } A_n \neq 0$$

lub

$$U_{aus} = \sin \omega_0 t \quad \text{przy } A_n = 0$$

Napięcie to opóźnione w czasie w ultradźwiękowej linii opóźniającej 16 przekazane zostaje na wej-

ście szeroko pasmowego rozszczepiacza fazy 17, na którego wyjściu pojawiają się dwa przesunięte wzajemnie o 90° i modulowane według tej samej zasady, fazowo, napięcie fali nośnej pomocniczej. Napięcia te zostają przyłożone na wejścia modulatorów bilansowych 12, 13 służąc jako napięcia referencyjne do kształtowania modulowanych kwadraturowo napięć pomocniczej fali nośnej chrominancji (sygnałów kolorowości) podczas przebiegu najbliższej linii.

Elementy i sposób działania nie przedstawionego na rysunku kodera do kształtowania zestawionego sygnału telewizyjnego kolorowej z modulacją fazowo-różnicową fali nośnej chrominancji w następnej linii bez dodatkowej zmiany przebiegu rysowania modulacji fazowej od linii do linii jest w zasadzie taki sam jak opisany wyżej schemat blokowy przedstawiony na fig. 7. Jedyną różnicą między obydwoma schematami polega na wyeliminowaniu przełącznika 11, który w urządzeniu kodującym na fig. 7 służy do modulacji fazowej fali nośnej pomocniczej przez zmianę znaku.

Zestawiony sygnał telewizyjny barwnej może być przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji otrzymany ściśle w ten sam sposób jak w przypadku modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w co drugiej linii z sygnałami pomocniczymi w pionowych lukach wygaszania w postaci wielu drgań modulowanych i nie modulowanych fal nośnych pomocniczych.

Jeżeli tylko osiągalne jest dostrojenie różnic fazowych sygnałów fal nośnych pomocniczych służących do dekodowania wytworzonego sposobem według wynalazku sygnału fali nośnej chrominancji w kolejno po sobie następujących liniach podstawą sposobu dekodowania sygnału fali nośnej chrominancji w urządzeniu odbiornika jest zasada ich czasowego pokrycia się za pomocą urządzenia pamięciowego, na przykład linii opóźniającej o czasie magazynowania równym czasowi trwania linii.

W ten sposób uzyskuje się to, że w odbiorniku są zawsze do dyspozycji dwa sygnały kolorowości, a mianowicie opóźniony sygnał (przyjęty w czasie przebiegu poprzedniej linii) i nie opóźniony (aktualnie przyjmowany).

W zależności od sposobu kodowania według którego kształtowane są sygnały po stronie nadajnika uzyskuje się dla ich określenia następujące wyrażenia matematyczne.

Przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w co drugiej linii

a) ze „stałą fazą” w czasie przebiegu n-tej linii

$$\sqrt{A_{n-1}} \sin(\omega_0 t + \varphi_{n-1}) \quad \text{— opóźniony sygnał}$$

$$\sqrt{A_n} \sin \omega_0 t \quad \text{— nie opóźniony sygnał}$$

Przy przenoszeniu (n + 1) -ej linii

$$\sqrt{A_n} \sin \omega_0 t \quad \text{— opóźniony sygnał}$$

$$\sqrt{A_{n+1}} \sin(\omega_0 t + \varphi_{n+1}) \quad \text{— nie opóźniony sygnał}$$

b) przy modulacji „fazą połówkową”

W czasie przenoszenia n-tej linii

$$\sqrt{A_{n-1}} \sin(\omega_0 t + \frac{\varphi_{n-1}}{2}) \quad \text{— opóźniony sygnał}$$

$$\sqrt{A_n} \sin(\omega_0 t - \frac{\varphi_n}{2} + \Pi \frac{m-1}{\Omega}) \quad \text{— nie opóźniony sygnał}$$

Przy przenoszeniu (n + 1)-ej linii

$$\sqrt{A_n} \sin(\omega_0 t - \frac{\varphi_n}{2} + \Pi \frac{m-1}{\Omega}) \quad \text{— opóźniony sygnał}$$

$$\sqrt{A_{n+1}} \sin(\omega_0 t + \frac{\varphi_{n+1}}{2}) \quad \text{— nie opóźniony sygnał}$$

Przy liniowej modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji.

a) ze zmianą znaku modulacji fazowej od linii do linii. W czasie przebiegu n-tej linii:

$$E_{s(n-1)} = \sqrt{A_n} \sin[\omega_0 t + \sum_{i=0}^{n-1} \varphi_{2i+1} - \sum_{i=0}^n \varphi_{2i} + \Pi \frac{m-1}{\Omega} (n-1)] \quad \text{— opóźniony sygnał}$$

$$E_{sn} = \sqrt{A_n} \sin[\omega_0 t + \sum_{i=0}^n \varphi_{2i+1} - \sum_{i=0}^n \varphi_{2i} + \Pi \frac{m-1}{\Omega} (n-1)] \quad \text{— nie opóźniony sygnał}$$

b) bez dodatkowej zmiany znaku modulacji fazowej od linii do linii:

W czasie przebiegu n-tej linii:

$$E_{s(n-1)} = \sqrt{A_{n-1}} \sin[\omega_0 t + \sum_{i=1}^{n-1} \varphi_i + \Pi \frac{m-1}{\Omega} (n-2)]$$

— opóźniony sygnał

$$E_{sn} = \sqrt{A_n} \sin[\omega_0 t + \sum_{i=0}^{n-1} \varphi_i + \Pi \frac{m-1}{\Omega} (n-1)]$$

— nie opóźniony sygnał

Przy mnożeniu opóźnionego sygnału fali nośnej chrominancji z sygnałem nie opóźnionym w dyskryminatorze fazowym z przesunięciem fazowym o 90° lub bez niego (uzyskanie sinusoidalnych lub kosinusoidalnych składowych modulacji kwadraturowej) występują na obciążeniach dyskryminatora następujące sygnały wizyjne.

Przy modulacji fazowo-różnicowej w co drugiej linii ze „stałą fazą”:

$$A \cos(-\varphi_{n-1}) = (E_{B-y})_{n-1}; \quad A \sin(-\varphi_{n-1}) = -(E_{R-y})_{n-1}$$

$$A \cos \varphi_n = (E_{B-y})_n; \quad A \sin \varphi_n = (E_{R-y})_n$$

Przy modulacji fazowo-różnicowej w co drugiej linii z połówkową fazą:

$$A \cos(\frac{\varphi_{n-1}}{2} + \frac{\varphi_n}{2}) = \frac{(E_{B-y})_{n-1} + (E_{B-y})_n}{2}$$

$$A \sin(\frac{\varphi_{n-1}}{2} + \frac{\varphi_n}{2}) = \frac{(E_{R-y})_{n-1} + (E_{R-y})_n}{2}$$

$$A \cos(-\frac{\varphi_n}{2} - \frac{\varphi_{n+1}}{2}) = \frac{(E_{B-y})_n + (E_{B-y})_{n+1}}{2}$$

$$A \sin(-\frac{\varphi_n}{2} - \frac{\varphi_{n+1}}{2}) = -\frac{(E_{R-y})_n + (E_{R-y})_{n+1}}{2}$$

Przy modulacji fazowo-różnicowej fazy nośnej chrominancji w następnej linii ze zmianą znaku:

$$A \cos(-\varphi_{n-1}) = (E_{B-y})_{n-1};$$

$$A \sin(-\varphi_{n-1}) = -(E_{R-y})_{n-1}$$

$$A \cos \varphi_n = (E_{B-Y})_n; \quad A \sin \varphi_n = (E_{R-Y})_n$$

$$A \sin (-\varphi_{n+1}) = (E_{B-Y})_{n+1};$$

$$A \sin (-\varphi_{n+1}) = (E_{R-Y})_{n+1}$$

Zmiana znaku sygnału E_{R-Y} składowej sinusoidalnej modulacji kwadraturowej polega na tym, że różnica faz między sygnałami fali nośnej chrominancji w następujących po sobie w czasie liniach przyjmuje przy modulacji fazowo-różnicowej w co drugiej linii oraz zmianie znaku w następnej linii na przemian wartość dodatnią $\varphi - 0 = \varphi$ oraz wartość ujemną $0 - \varphi = -\varphi$. W przypadku modulacji połówkowo-fazowej odpowiednie wartości różnicy faz wynoszą

$$\frac{\varphi}{2} + \frac{\varphi}{2} = \varphi \quad \text{oraz} \quad -\frac{\varphi}{2} - \frac{\varphi}{2} = -\varphi$$

Innymi słowami zmiana znaku sygnału E_{R-Y} jest wynikiem dodatkowej modulacji fazowej fali nośnej chrominancji po stronie nadajnika i różnica faz

przyjmuje wartości: φ , 0 , φ , lub $\frac{\varphi}{2}$, $-\frac{\varphi}{2}$, $\frac{\varphi}{2}$ lub

$$\varphi_1; \varphi_1 - \varphi_2; \quad \varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_3; \quad \varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_3 - \varphi_4.$$

Przy stosowaniu kształtowanych w ten sposób sygnałów fali nośnej chrominancji w odbiorniku niezbędna jest dodatkowa demodulacja sygnału E_{R-Y} , która stanowi zsynchronizowaną zmianę kierunku fazy w biegunowości tego sygnału uzyskiwaną na przykład za pomocą przełącznika pracującego z częstotliwością wybierania linii.

W przypadku modulacji fazowo-różnicowej pomocniczej fali nośnej chrominancji bez dodatkowej zmiany znaku od linii do linii, gdy faza pomocniczej fali nośnej w czasie biegu n -tej linii stanowi

$$\text{sumę } \sum_{i=0}^n \varphi_i \text{ w sygnale } E_{R-Y} \text{ nie ma miejsca zmiana}$$

na znaku:

$$A \sin \left(\sum_{i=0}^n \varphi_i - \sum_{i=0}^{n-1} \varphi_i \right) = A \sin \varphi_n = (E_{R-Y})_n$$

$$A \sin \left(\sum_{i=0}^{n+1} \varphi_i - \sum_{i=0}^n \varphi_i \right) = A \sin \varphi_{n+1} = (E_{R-Y})_{n+1}$$

Wykresy wektorowe dekodowania sygnałów fali nośnej chrominancji przedstawiono na fig. 8a, b i 9a, b.

Jako oś dekodowania wykorzystane są tu sygnały fali nośnej chrominancji $(E_{R-Y})_n$ i $(E_{B-Y})_n$, które w czasie przebiegu uprzedniej linii, opóźniony sygnał, przenoszone są jako sygnał dekodujący z przesunięciem fazowym o 90° lub bez niego, nie opóźniony sygnał fali nośnej chrominancji. Jeżeli jako oś dekodowania używany jest zamiast opóźnionego — nie opóźniony sygnał, to różnica między obydwoma sposobami polega jedynie na zmianie znaku uzyskanego sygnału różnicowego chrominancji E_{R-Y} .

Ponieważ sposób dekodowania przy modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w co dru-

giej linii ze stałą lub połówkową fazą i przy modulacji fazowo-różnicowej w następnej linii ze zmianą znaku są takie same — fig. 8a, b, przedstawiają jedynie wykresy wektorowe dla przypadku dekodowania w jednym z tych wariantów, a mianowicie przy modulacji fazowo-różnicowej w co drugiej linii ze stałą fazą. Wykres wektorowy na fig. 8a odnosi się do czasu demodulacji sygnału przyporządkowanego n -tej linii, gdy sygnał o wartości $E_{s(n-1)} = A \sin \omega_0 t$ jest opóźniony. Natomiast wykres wektorowy na fig. 8b odnosi się do demodulacji sygnału przyporządkowanego linii $(n+1)$ -ej gdy sygnał

$E_{sn} = A \sin (\omega_0 t + \varphi_n)$ jest opóźniony, zaś odbierany jest sygnał

$$E_{s(n+1)} = A \sin \omega_0 t$$

Fig. 9a i b przedstawiają wykresy wektorowe dla przypadku modulacji fazowo-różnicowej fali nośnej chrominancji w następnych liniach bez dodatkowej zmiany znaku modulacji fazowej od linii do linii. Wykres wektorowy na fig. 9a odnosi się przy tym do dekodowania sygnału n -tej linii, gdy sygnał

$$E_{s(n-1)} = A \sin \left(\omega_0 t + \sum_{i=0}^{n-1} \varphi_i \right)$$

jest opóźniony, natomiast wykres wektorowy na fig. 9b odnosi się do dekodowania sygnału $(n+1)$ -ej linii gdy sygnał

$$E_{sn} = A \sin \left(\omega_0 t + \sum_{i=0}^n \varphi_i \right) \text{ jest opóźniony.}$$

Do odbiornika przekazywany jest odbierany przez antenę 18 sygnał telewizji kolorowej (fig. 10) i przekazywany jest do bloku 19 zawierającego wzmacniacz wysokiej częstotliwości i przetwornik wybieraka programu telewizji. Następnie sygnał z bloku 19 zostaje wzmocniony we wzmacniaczu częstotliwości pośredniej 20.

Zestawiony sygnał telewizji kolorowej $E_Y + E_{\text{chrom}}$ wchodzi jako obciążenie pierwszego detektora 21. Sygnał ten jest doprowadzony do wzmacniacza 22 sygnału jaskrawości a następnie przez filtr pasmowy 23 do kanału kolorowości 24. Na wyjściu z bloku 24 poziome barwy pojawiają się ponownie sygnały wizyjne chrominancji, na przykład E_{R-Y} , E_{G-Y} i E_{B-Y} . Te wizyjne sygnały chrominancji doprowadzone są łącznie z sygnałem jaskrawości E_Y do urządzenia odwzorowującego na przykład trójstrumieniowego kineskopu maskowego i użyte do sterowania jaskrawością i poziomem barwy odtworzanego na ekranie obrazu.

Impulsy niezbędne do synchronizacji generatorów 26 i 27 odchylających poziomo i pionowo przekazywane są z selektora 25.

Fig. 11 przedstawia uproszczony schemat blokowy obwodu dekodowania dla sygnału fali nośnej chrominancji w przypadku przesyłania zestawionego sygnału telewizji kolorowej z modulacją fazowo-dyferencyjną w co drugiej lub następnej linii ze zmianą znaku. Napięcie fali nośnej chrominancji pojawiające się na wyjściu filtra pasmo-

wego 23 przekazywane zostaje na wejścia linii opóźniającej 28 dyskryminatora fazowego 29 i szeroko-pasmowego przesuwnika fazowego 30. Sygnał fali nośnej chrominancji przesunięty w tym przesuwniku 30 o 90° przekazywany jest do przełącznika 31, w którym obrócony zostaje o 180° z częstotliwością wybierania linii. Sygnał wyjściowy przełącznika 31 różni się w czasie przebiegu jednej linii od sygnału wejściowego pod względem fazy o 180° , podczas gdy w czasie przebiegu następnej linii obydwa sygnały są zgodne pod względem fazy. Napięcie wyjściowe przełącznika 31 przekazywane jest do drugiego dyskryminatora fazowego 32. Prócz tych nie opóźnionych sygnałów do dyskryminatorów fazowych 29 i 32 doprowadzone jest również napięcie fali nośnej chrominancji z wyjścia linii opóźniającej 28 przedstawiające sobą opóźniony sygnał poprzedniej linii. Gdy obydwa te sygnały, mianowicie opóźniony i nie opóźniony, zostaną wzajemnie pomnożone w dyskryminatorze fazowym 29, 32, to na wyjściach tych dyskryminatorów pojawią się odpowiednie sygnały różnicowe kolorowości E_{B-Y} i E_{R-Y} . Trzeci sygnał różnicowy kolorowości E_{G-Y} powstaje w układzie macierzowym 33 przez dodanie sygnałów E_{R-Y} i E_{B-Y} , które przyjmowane są tu w określonej części i znaku.

Sterowanie przełącznikiem 31 następuje przez impulsy częstotliwości wybierania linii, wytwarzane przez generator poziomo-odchylający 26 odbiornika. Do kontroli położenia początkowego (fazy początkowej) przełącznika 31 stosowany jest blok 34, do którego przychodzą impulsy występujące w sygnale E_{R-Y} w lukach wygaszania pionowego, gdy w czasie sygnału chrominancji przesyłany jest sygnał identyfikujący w postaci impulsów składających się z wielu drgań modulowanej lub nie modulowanej pomocniczej fali nośnej. Taki sam sygnał może być również użyty do sterowania przełączaniem automatycznej regulacji wzmocnienia w kanale kolorowości odbiornika.

Fig. 12 przedstawia uproszczony schemat blokowu obwodu chrominancji odbiornika dostosowanego do odbioru sygnałów telewizji kolorowej, w których fala nośna chrominancji modulowana jest sposobem liniowej modulacji fazowo-różnicowej bez dodatkowej zmiany znaku modulacji fazowej od linii do linii. Różnica między tym schematem blokowym w stosunku do schematu przedstawionego na fig. 11 polega na wyeliminowaniu przełącznika 31 i bloku 34 kontrolującego położenie wyjściowe przełącznika. Ponieważ w tym przypadku zbędna jest dodatkowa modulująca fazowa sygnałów poziomu kolorowości (zmiana znaku) synchronizowana z częstotliwością wybierania linii — po stronie nadajnika, wyeliminowane zostają również odpowiednie zespoły demodulacyjne (komutacyjne) po stronie odbiornika.

Wszystkie pozostałe elementy schematu blokowego na fig. 12 odpowiadają ściśle zarówno jak i sposób ich działania elementom schematu na fig. 11.

1. System telewizji kolorowej, w którym użyta jest pomocnicza fala nośna chrominancji leżąca w paśmie częstotliwości sygnału jaskrawości, **znamienny tym**, że informacje poziomu kolorowości przesyłane przez kanał telewizji barwnej nadajnika kształtowane są w koderze przez modulację fazowo-różnicową, kwadraturowo-bilansową sygnałów fali nośnej chrominancji w następnych liniach, przy której utrzymana jest zasada stałej modulacji amplitudowej w obydwu następujących po sobie wzajemnie liniach oraz różnej modulacji fazowej, przy czym faza fali nośnej chrominancji jednej linii użyta jest jako faza referencyjna do kształtowania sygnału chrominancji na fali nośnej w czasie przebiegu drugiej linii i że odwzorowanie informacji kolorowości w odbiorniku następuje przez zmagazynowanie sygnału fali nośnej chrominancji poprzedniej linii w układzie opóźniającym i detekcji różnicy fazowej między opóźnionym i nie opóźnionym sygnałem.
2. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że modulacja fazowo-różnicowa fali nośnej chrominancji w co drugiej linii, następuje w ten sposób, że faza fali nośnej chrominancji w jednej z dwu następujących po sobie linii pozostaje niezmienniona, a w czasie przebiegu innej linii zmieniona zostaje odpowiednio do zmiany odcienia barwy przesyłanego obrazu.
3. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że modulacja fazowo-różnicowa fali nośnej chrominancji w co drugiej linii następuje w ten sposób, że faza pomocniczej fali nośnej chrominancji jest równa w czasie przebiegu dwóch następujących po sobie w czasie linii, połowie fazy odpowiadającej odcieniowi barwy w dowolnym punkcie obrazu barwnego, przy czym obydwie fazy mają różne znaki.
4. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że modulacja fazowo-różnicowa fali nośnej chrominancji w następnych liniach następuje ze zmianą znaku modulacji fazowej od linii do linii w ten sposób, że faza fali nośnej chrominancji w jednym punkcie danej linii jest równa różnicy między sumą algebraiczną fazy pomocniczej fali nośnej punktów obrazu leżących na tej samej linii pionowej poprzedniej linii dowolnego pola obrazu lub jego części.
5. System według zastrz. 1, **znamienny tym**, że modulacja fazowo-różnicowa fali nośnej chrominancji od linii do linii przebiega w ten sposób, że wartość chwilowa fazy pomocniczej fali nośnej w czasie przebiegu każdej następnej z dwu przesyłanych po sobie linii jest równe sumie algebraicznej fazy fali nośnej chrominancji we wszystkich punktach obrazu leżących na jednej prostej pionowej poprzednio wybranych linii i fazy odpowiadającej odcieniowi barwy w określonym punkcie obrazu.

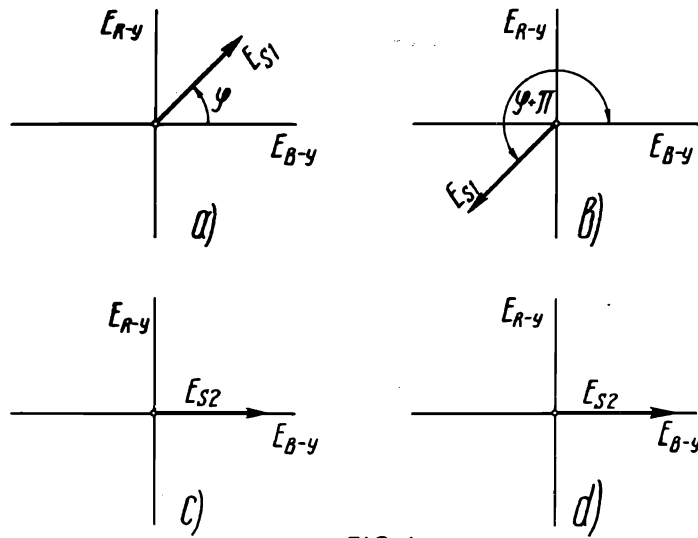


FIG. 1

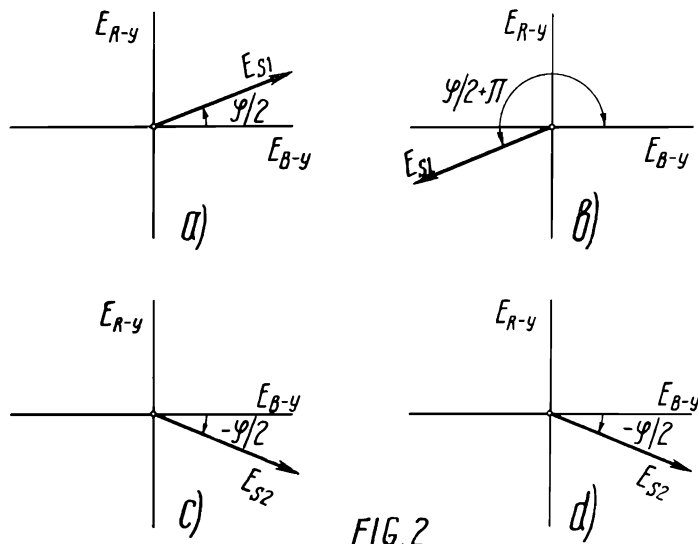
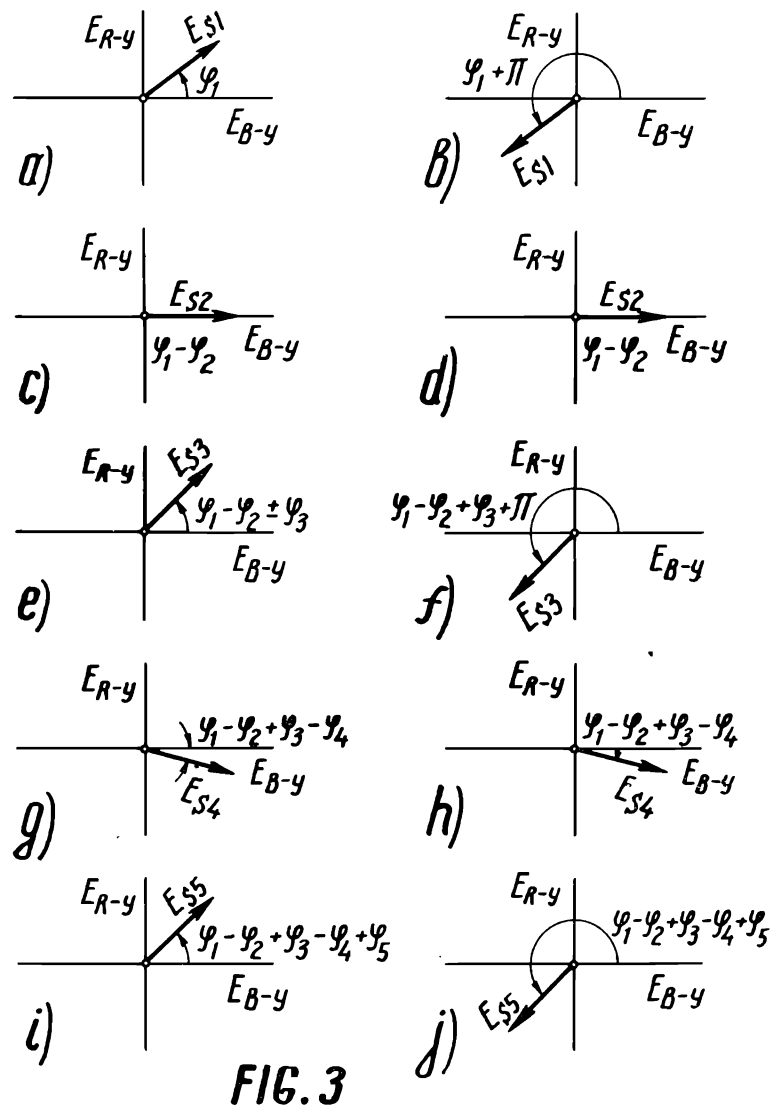


FIG. 2



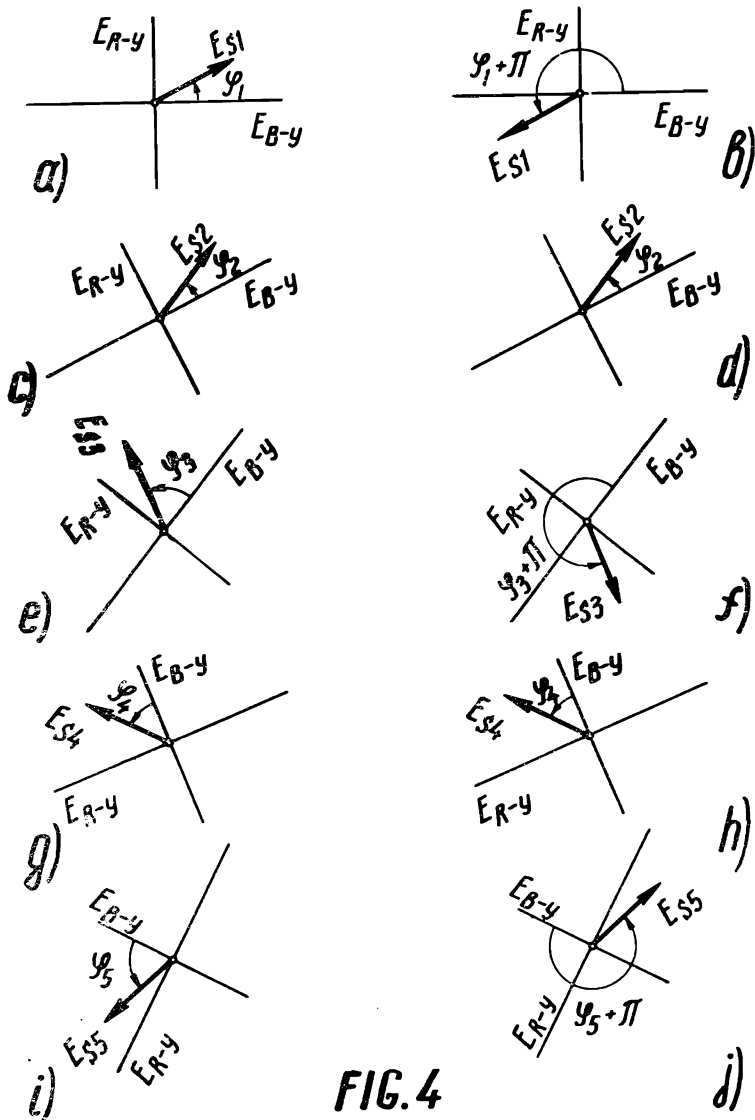


FIG. 4

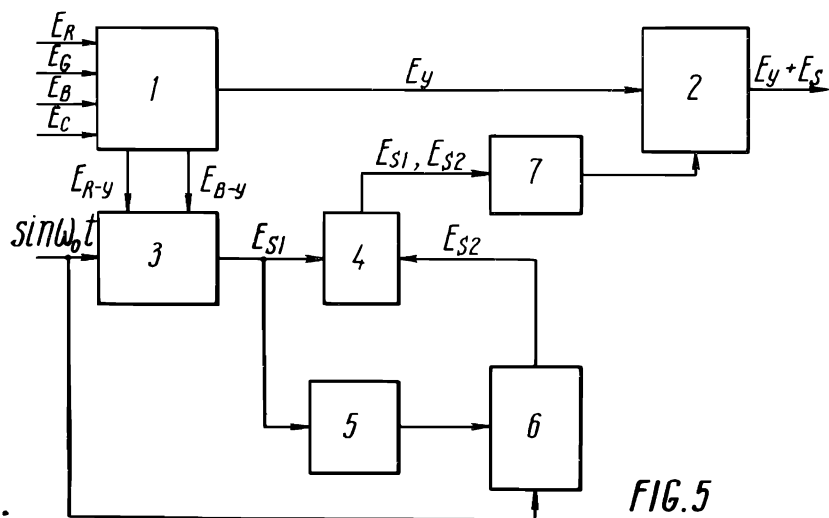


FIG. 5

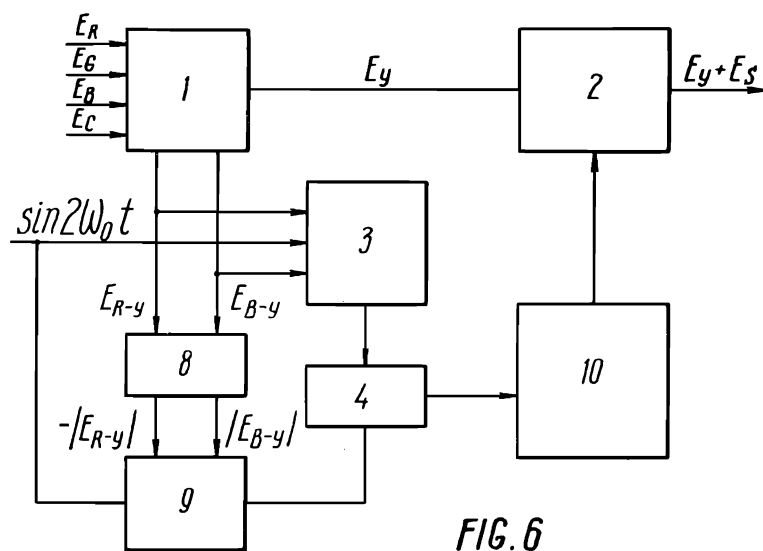
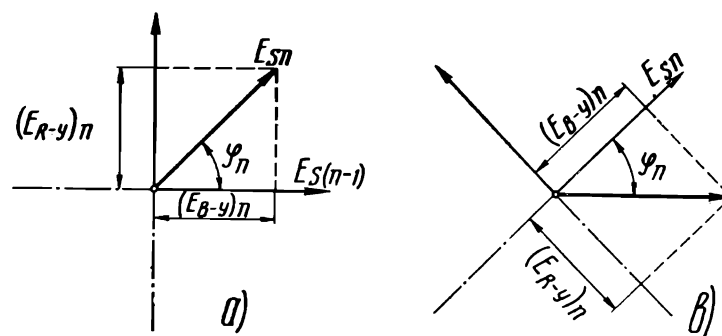
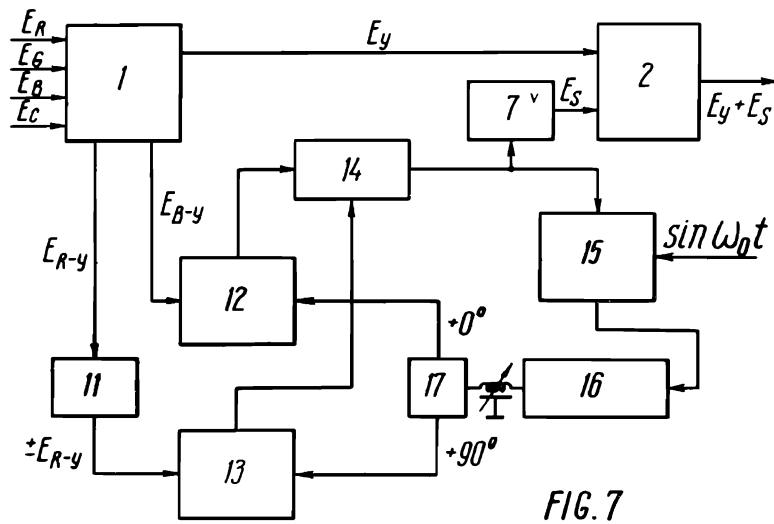


FIG. 6



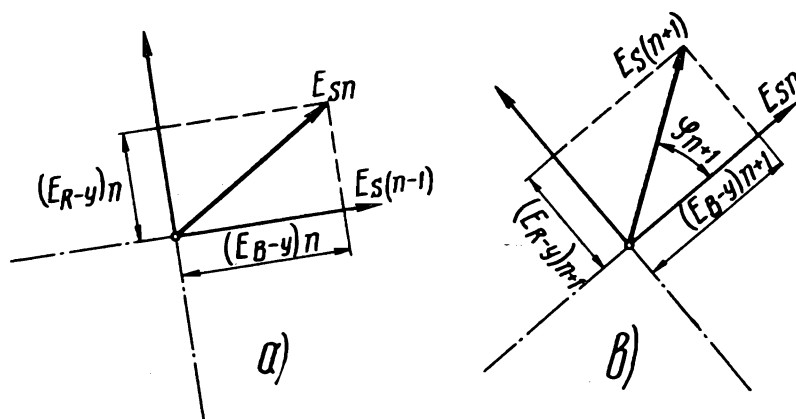


FIG. 9

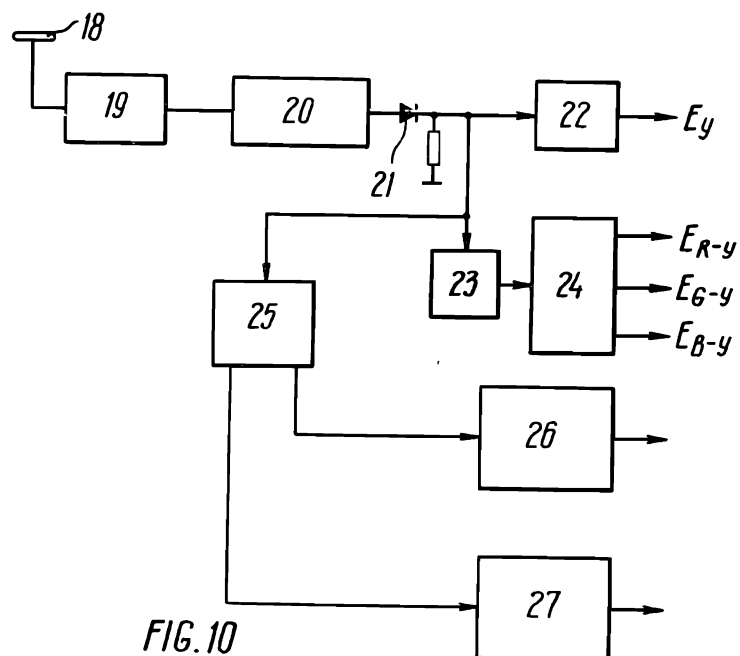


FIG. 10

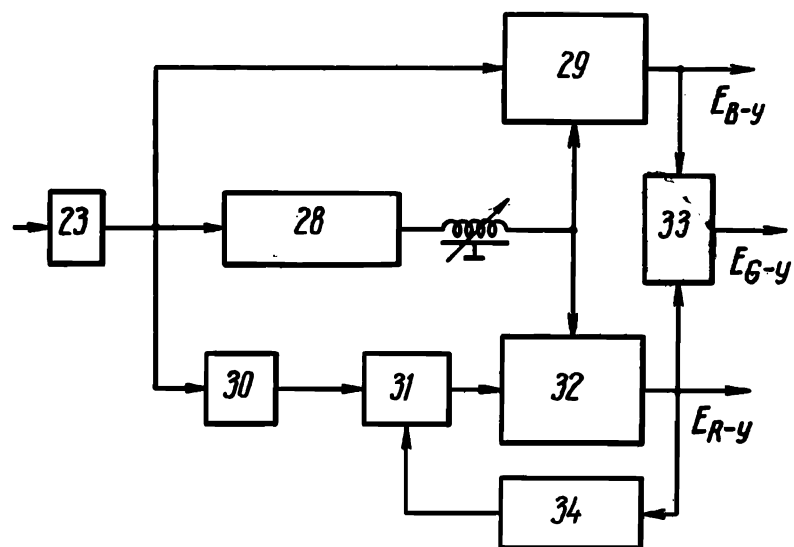


FIG. 11

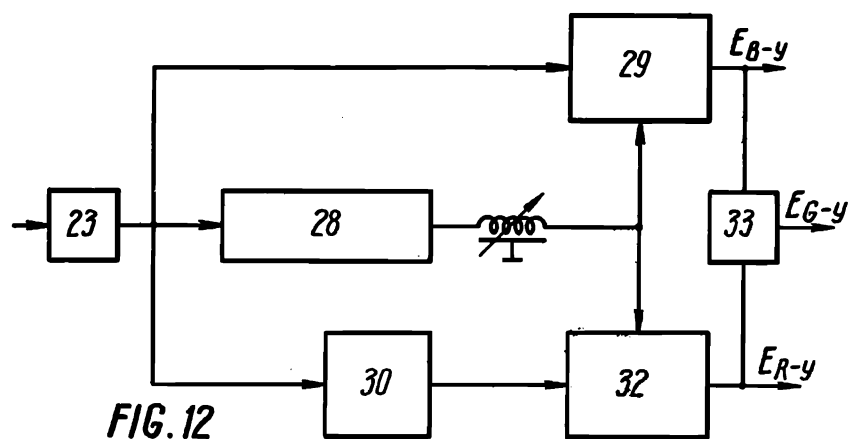


FIG. 12