



FI000092116B

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT 92116(43) Patentti myönnetty
Patent published 00 00 1991

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

H 03C 3/00

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 884868

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 21.10.88

(24) Alkuperä - Löpdrag 21.10.88

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 28.05.89

(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. -
Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad 15.06.94

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

27.11.87 SE 8704741 P

(71) Hakija - Sökande

1. Oy L M Ericsson Ab, Kyrkslätt, 02420 Jorvas, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Hedberg, Bo Gösta, Svärdsiljevägen 185, 162 43 Vällingby, Sverige, (SE)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Anordning för kompensering av fel uppträdande i en kvadraturmodulator
Laite kvadratuurimodulaattorissa esiintyvien virheiden kompensoimiseksi

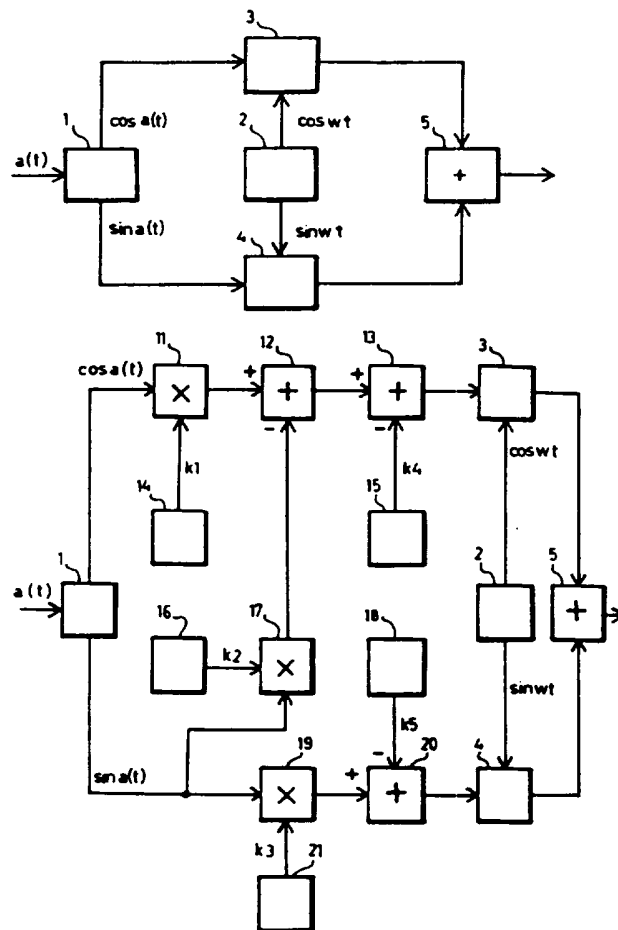
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 4565980 (H 03C 3/00), US A 4700151 (H 03C 3/08)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

En anordning för att kompensera fel som uppträder i en kvadraturmodulator. Modulatorn innefattar organ (1) för alstring av två kvadratursignaler ($\cos a(t)$, $\sin a(t)$) i basbandet vilka tillförs var sin gren i modulatorn, organ (2) för alstring av två högfrekvenssignaler ($\cos wt$, $\sin wt$) med en inbördes fasskillnad av 90 grader, blandare (3, 4) för blandning av kvadratursignalerna ($\cos a(t)$, $\sin a(t)$) med högfrekvenssignalerna ($\cos wt$, $\sin wt$) och en additionskrets (5) för att bilda summan av blandarnas (3, 4) utgångssignaler. Amplitudfel och fassfel kompenseras med hjälp av ett speciellt kompensationsnät (11, 12, 14, 16, 17, 19, 21) som är infogat i modulatorns lågfrekvensdel och som innehåller inställbara signalgenererande organ (14, 16, 19). Lokaloscillatorläckning kompenseras med ett andra kompensationsnät (13, 15, 18, 20), som likaså är infogat i modulatorns lågfrekvensdel och som även detta innehåller inställbara signalgenererande organ (15, 18). Signalerna (k_4 , k_5) från dessa senare organ (15, 18) subtraheras från de signaler som uppträder i modulatorns båda grenar.

Laite virheiden kompensoimiseksi, jotka esiintyvät kvadratuurimodulaattorissa. Modulaattori käsittää elimen (1) kahden peruskaistalla olevan kvadratuurisignaalin ($\cos a(t)$, $\sin a(t)$) kehittämiseksi, jotka syötetään kukin haaraansa modulaattorissa, elimen (2) kahden suurtaajuussignaalin ($\cos wt$, $\sin wt$) kehittämiseksi keskinäisellä 90° :een vaihe-erolla, sekoittimia (3, 4) kvadratuurisignaalien ($\cos a(t)$, $\sin a(t)$) sekoittamiseksi suurtaajuussignaalien ($\cos wt$, $\sin wt$) kanssa ja summauspiirin (5) sekoittimien (3, 4) ulostulosignaalien summan muodostamista varten. Amplitudivirheet ja vaihevirheet kompensoidaan erityisen kompensointiverkoston (11, 12, 14, 16, 17, 19, 21) avulla, joka on liitetty modulaattorin pientaajuusosaan ja joka sisältää aseteltavia signaaleja kehittäviä elimiä (14, 16, 19). Paikallisoskillaattorin huojuunta kompensoidaan toisella kompensointiverkostolla (13, 15, 18, 20), joka samoin on liitetty modulaattorin pientaajuusosaan ja joka myös sisältää aseteltavia signaaleja kehittäviä elimiä (15, 18). Signaalit (k_4 , k_5) näiltä jälkimmäisiltä elimiltä (15, 18) vähennetään signaaleista, jotka esiintyvät modulaattorin molemmissa haaroissa.



Anordning för kompensering av fel uppträdande i en kvadraturmodulator

Uppfinningen avser en anordning för kompensering
5 av fel uppträdande i en kvadraturmodulator som omfattar
organ för alstring av två kvadratursignaler i basbandet
vilka tillförs var sin gren i modulatorn, organ för
alstring av två högfrekvenssignaler med en inbördes
fasskillnad av 90 grader, blandare för blandning av
10 kvadratursignalerna med högfrekvenssignalerna och en
additionskrets för att bilda summan av blandarnas ut-
gångssignaler. De fel som avses är amplitudfel, fasfel
och fel orsakade av lokaloscillatorläckning.

I en kvadraturmodulator av inledningsvis angivet
15 slag kan amplitudfel och fasfel uppstå i exempelvis or-
ganet för alstring av högfrekvenssignaler, i blandar-
na och i additionskretsen. Fasfel kan även uppstå på
grund av olika väglängder på exempelvis mönsterkort i
modulatorn. För att önskat resultat skall uppnås bör
20 amplitudfelet och fasfelet i modulatorn inte överskrida
cirka 1/2 dB respektive cirka 3 grader. Det är emeller-
tid svårt att uppnå så låga värden för frekvenser
högre än några 100 MHz. Som exempel kan nämnas att våg-
längden vid 1000 MHz är cirka 3 dm, vilket innebär att
25 1 grad motsvarar en sträcka av i storleksordningen 1 mm.

Lokaloscillatorläckning uppstår på grund av läck-
signaler genom blandarna från organet för alstring av
högfrekvenssignaler. Speciellt vid utnyttjande av
olinjära sändarslutsteg kan läcksignalerna orsaka s k
30 spektrumbreddning, vilket i sin tur kan orsaka störnin-
gar i angränsande trafikkanaler.

Det är känt att försöka motverka uppkomsten av
amplitud- och fasfel samt lokaloscillatorläckning genom
att använda komponenter med förhållandevis goda egen-
35 skaper, varigenom kostnaden dock blir relativt hög.

Ändamålet med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla en anordning med vilken problem orsakade av amplitud- och fasfel samt lokaloscillatorläckning i en kvadraturmodulator av ovan angivet slag undviks. Detta
5 åstadkoms genom att speciella kompensationsnät innehållande signalgenererande organ infogas i modulators lågfrekvensdel.

Uppfinningens kännetecken framgår av patentkraven.

Uppfinningen kommer att beskrivas närmare i anslutning till ritningen, på vilken
10 figur 1 visar en känd kvadraturmodulator och figur 2 visar en kvadraturmodulator med en anordning enligt uppfinningen.

I figur 1 visas en känd kvadraturmodulator. Med
15 1 betecknas ett organ för alstring av två kvadratursignaler i basbandet, vilka är betecknade $\cos a(t)$ respektive $\sin a(t)$. Med 2 betecknas ett organ för alstring av två högfrekventa signaler, $\cos wt$ respektive $\sin wt$, vilka har samma frekvens men en inbördes fasskillnad av 90 grader. Dessa signaler tillförs var sin blandare 3,4 där de
20 blandas med kvadratursignalerna i basbandet. Blandarnas utgångssignaler tillförs en additionskrets 5, som på sin utgång avger signaler $\cos wt \times \cos a(t) + \sin wt \times \sin a(t)$. Denna signal kan även betecknas $\cos(wt-a(t))$.

Signalen från additionskretsen kommer dock i praktiken att vara påverkad av amplitudfel, fasfel och oscillatorläckning och kan därför i stället tecknas $\cos wt \times \cos a(t) + A \times \sin(wt+V) \times \sin a(t) + L \times \cos(wt+U)$. I detta uttryck
25 representerar A amplitudfelet, V fasfelet och $L \times \cos(wt+U)$ oscillatorläckningen, varvid felen endast tänks uppträda i den ena grenen (den nedre) av modulatern.
30

I figur 2 visas en kvadraturmodulator innefattande en anordning enligt uppfinningen. Organ med motsvarighet i figur 1 har betecknats på samma sätt som tidigare.
35 Med 14, 16 och 21 betecknas inställbara signalgenererande organ, vilka alstrar signaler som betecknas k_1 , k_2

och k3. Kvadratursignalen $\cos a(t)$ multipliceras med signalen k1 i en multiplikationskrets 11, och kvadratursignalen $\sin a(t)$ multipliceras med signalen k2 i en multiplikationskrets 17. Utgångssignalen från multiplikationskretsen 17 subtraheras från utgångssignalen från multiplikationskretsen 11 i en subtraktionskrets 12. En i ett inställbart signalgenererande organ 15 alstrad signal k4 subtraheras från utgångssignalen från subtraktionskretsen 12 i en subtraktionskrets 13. I denna bildas således signalen $k1 \times \cos a(t) - k2 \times \sin a(t) - k4$.

Kvadratursignalen $\sin a(t)$ tillförs även en multiplikationskrets 19, i vilken den multipliceras med en signal k3 från ett inställbart signalgenererande organ 21. En i ett inställbart signalgenererande organ 18 alstrad signal k5 subtraheras från multiplikationskretsens 19 utgångssignal i en subtraktionskrets 20. I denna bildas således signalen $k3 \times \sin a(t) - k5$.

Vid additionskretsens 5 utgång erhålls signalen $(k1 \times \cos a(t) - k2 \times \sin a(t) - k4) \times \cos wt + (k3 \times \sin a(t) - k5) \times A \sin(wt + V) + L \times \cos(wt + U)$. Liksom tidigare betecknar A amplitudfelet, V fasfelet och $L \times \cos(wt + U)$ oscillatorläckningen. Utvecklat blir uttrycket $k1 \times \cos a(t) \times \cos wt - k2 \times \sin a(t) \times \cos wt - k4 \times \cos wt + A \times k3 \times \sin a(t) \times \sin wt \times \cos V + A \times k3 \times \sin a(t) \times \cos wt \times \sin V - A \times k5 \times \sin wt \times \cos V - A \times k5 \times \cos wt \times \sin V + L \times \cos wt \times \cos U - L \times \sin wt \times \sin U$.

Ur ovanstående uttryck kan två ekvationer innehållande k4, k5 och L ställas upp.

$$-k4 \times \cos wt - A \times k5 \times \cos wt \times \sin V + L \times \cos wt \times \cos U = 0 \quad (1)$$

$$-A \times k5 \times \sin wt \times \cos V - L \times \sin wt \times \sin U = 0 \quad (2)$$

Genom att lösa dessa ekvationer kan värden bestämmas för k4 och k5, med vilka oscillatorläckningen kan kompenseras.

Ur ekvation (2) fås

$$k_5 = L \times \sin U / (A \times \cos V).$$

Insättes detta i ekvation (1) fås $k_4 = L \times (\cos U + \sin U \times \sin V / \cos V)$.

5 Om uttrycken enligt ovan innehållande k_4 , k_5 och L elimineras från det uttryck som representerar signalen vid additionskretsens 5 utgång återstår $k_1 \times \cos a(t) \times \cos \omega t - k_2 \times \sin a(t) \times \cos \omega t + A \times k_3 \times \sin a(t) \times \sin \omega t \times \cos V + A \times k_3 \times \sin a(t) \times \cos \omega t \times \sin V$.

10 Om k_1 sätts lika med $\cos V$, k_2 sätts lika med $\sin V$ och k_3 sätts lika med $1/A$ tar den andra och fjärde termen ut varandra. Då återstår $\cos V \times \cos a(t) \times \cos \omega t + \sin a(t) \times \sin \omega t \times \cos V = \cos V \times (\cos \omega t \times \cos a(t) + \sin \omega t \times \sin a(t)) = \cos V \times \cos(\omega t - a(t))$. Så när s som

15 på faktorn $\cos V$ är detta uttryck lika med det ideala uttryck som härletts i anslutning till figur 1 utan hänsyn tagen till amplitudfel, fasfel och lokaloscillatorläckning. Eftersom V representerar fasfelet, och detta kan antas vara litet, är värdet av $\cos V$ i praktiken

20 något mindre än ett.

Med en anordning enligt uppfinningen och med lämpligt inställda värden hos signalerna $k_1 - k_2$ utgörs det återstående felet i kvadraturmodulatorns utgångssignal således endast av en konstant amplitudfaktor som är något

25 mindre än ett. Denna faktor har dock ingen betydelse i praktiken.

Anordningen utgörs således av ett kompensationsnät som innehåller inställbara signalgenererande organ och som är infogat i modulatorns lågfrekvensdel. Detta kompensationsnät kan dock sägas bestå av två separata nät, av

30 vilka det ena kompenserar för amplitud- och fasfel, och det andra kompenserar för lokaloscillatorläckning. Näten kan således fungera oberoende av varandra.

En praktisk realisering av kompensationsnätet kan

35 bestå av operationsförstärkare och trimbara motstånd.

Inställningen av signalerna $k_1 - k_3$ kan göras på följande sätt. Om $a(t)$ väljes till $(w_m x t)$ blir modulatorens ideala utgångssignal $\cos(w x t - w_m x t)$, dvs den innehåller endast frekvensen $w - w_m$. Fäsfel och
5 amplitudfel orsakar dock i praktiken att ytterligare en frekvenskomponent bildas. Denna kan fås att försvinna med hjälp av en spektrumanalysator och genom att signalerna $k_1 - k_3$ ändras iterativt. På motsvarande sätt
10 kan även en icke önskad frekvenskomponent som orsakas av lokaloscillatorläckning fås att försvinna genom iterativ ändring av signalerna k_4 och k_5 .

Patentkrav:

1. Anordning för kompensering av fel uppträdande i en kvadraturmodulator som omfattar organ (1) för alstring av två kvadratursignaler ($\cos a(t)$, $\sin a(t)$) i basbandet vilka tillförs var sin gren i modulatoren, organ (2) för alstring av två högfrekvenssignaler ($\cos wt$, $\sin wt$) med en inbördes fasskillnad av 90 grader, blandare (3, 4) för blandning av kvadratursignalerna ($\cos a(t)$, $\sin a(t)$) med högfrekvenssignalerna ($\cos wt$, $\sin wt$) och en additionskrets (5) för att bilda summan av blandarnas (3, 4) utgångssignaler, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen omfattar inställbara signalgenererande organ (14, 16, 21) för att alstra en första (k_1), andra (k_2) och tredje (k_3) signal, ett organ (11) infogat i modulatorns ena gren för att bilda en fjärde signal som utgör produkten av den ena kvadratursignalen ($\cos a(t)$) och nämnda första signal (k_1), ett organ (17) för att bilda en femte signal som utgör produkten av den andra kvadratursignalen ($\sin a(t)$) och nämnda andra signal (k_2), ett organ (12) infogat i nämnda ena gren för att bilda en sjätte signal som utgör skillnaden mellan nämnda fjärde signal och nämnda femte signal samt ett organ (19) infogat i modulatorns andra gren för att bilda en sjunde signal som utgör produkten av den andra kvadratursignalen ($\sin a(t)$) och nämnda tredje signal (k_3), varigenom amplitudfel och fASFel kompenseras genom lämpligt inställda värden hos nämnda första till tredje signaler ($k_1 - k_3$).

2. Anordning enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a d därav, att denna även omfattar inställbara signalgenererande organ (15, 18) för att alstra en åttonde (k_4) och nionde (k_5) signal, ett organ (13) infogat i modulatorns ena gren för att bilda en signal som utgör

skillnaden mellan nämnda sjätte och åttonde signal
samt ett organ (20) infogat i modulatorns andra gren
för att bilda en signal som utgör skillnaden mellan
nämnda sjunde och nionde signal, varigenom även lokal-
5 oscillatorläckning kompenseras genom lämpligt inställda
värden hos nämnda åttonde (k4) och nionde (k5) signal.

Patenttivaatimukset:

1. Laite kvadratuurimodulaattorissa esiintyvien virheiden kompensointia varten, joka käsittää elimen (1) kahden peruskaistalla olevan kvadratuurisignaalin ($\cos a(t)$, $\sin a(t)$) kehittämiseksi, jotka syötetään kukin haaraansa modulaattorissa, elimen (2) kahden suurtaajuussignaalin ($\cos wt$, $\sin wt$) kehittämiseksi keskinäisellä 90° :een vaihe-erolla, sekoittimia (3, 4) kvadratuurisignaalien ($\cos a(t)$, $\sin a(t)$) sekoittamiseksi suurtaajuussignaalien ($\cos wt$, $\sin wt$) kanssa ja summauspiirin (5) sekoittimien (3, 4) ulostulosignaalien summan muodostumista varten, t u n n e t t u siitä, että laite käsittää aseteltavat signaaleja kehittävät elimet (14, 16, 21) ensimmäisen (k_1), toisen (k_2) ja kolmannen (k_3) signaalin kehittämiseksi, elimen (11) liitettynä modulaattorin toiseen haaraan neljännen signaalin muodostamiseksi, joka muodostaa toisen kvadratuurisignaalin ($\cos a(t)$) ja mainitun ensimmäisen signaalin (k_1) tulon, elimen (17) viidennen signaalin muodostamiseksi, joka muodostaa toisen kvadratuurisignaalin ($\sin a(t)$) ja mainitun toisen signaalin (k_2) ja tulon, elimen (12) liitettynä mainittuun toiseen haaraan kuudennen signaalin muodostamiseksi, joka muodostaa erotuksen mainitun neljännen signaalin ja mainitun viidennen signaalin välillä sekä elimen (19) liitettynä modulaattorin toiseen haaraan seitsemännen signaalin muodostamiseksi, joka muodostaa toisen kvadratuurisignaalin ($\sin a(t)$) ja mainitun kolmannen (k_3) tulon, jolloin amplitudivirheet ja vaihevirheet kompensoidaan mainittujen ensimmäisestä kolmanteen signaalin ($k_1 - k_3$) sopivasti aseteltujen arvojen avulla.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen laite, t u n n e t t u siitä, että se käsittää myös aseteltavat signaaleja kehittävät elimet (15, 18) kahdeksannen (k_4) ja

yhdeksännen (k5) signaalin kehittämiseksi, elimen (13)
liitettynä modulaattorin toiseen haaraan signaalin muo-
dostamiseksi, joka muodostaa erotuksen kuudennen ja kah-
deksannen signaalin välillä, sekä elimen (20), joka on
5 liitetty modulaattorin toiseen haaraan signaalin muodosta-
miseksi, joka muodostaa erotuksen seitsemännen ja yhdek-
sannen signaalin välillä, jolloin kompensoidaan myös pai-
kallisoskillaattorin huojunta mainittujen kahdeksannen
(k4) ja yhdeksännen (k5) signaalin sopivasti aseteltujen
10 arvojen avulla.

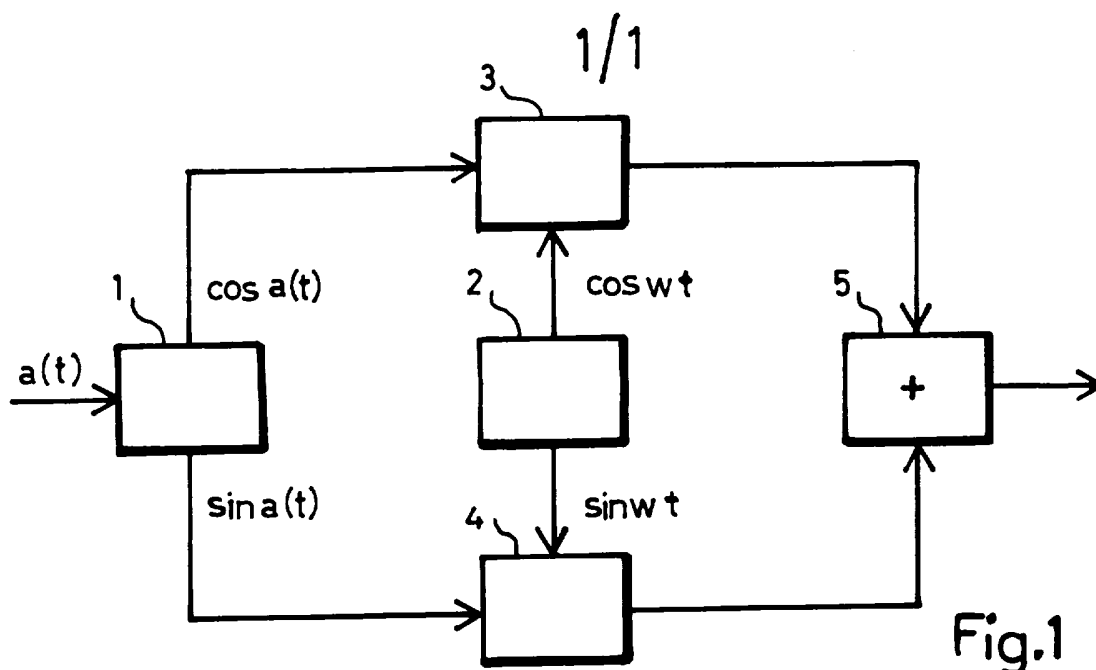


Fig. 1

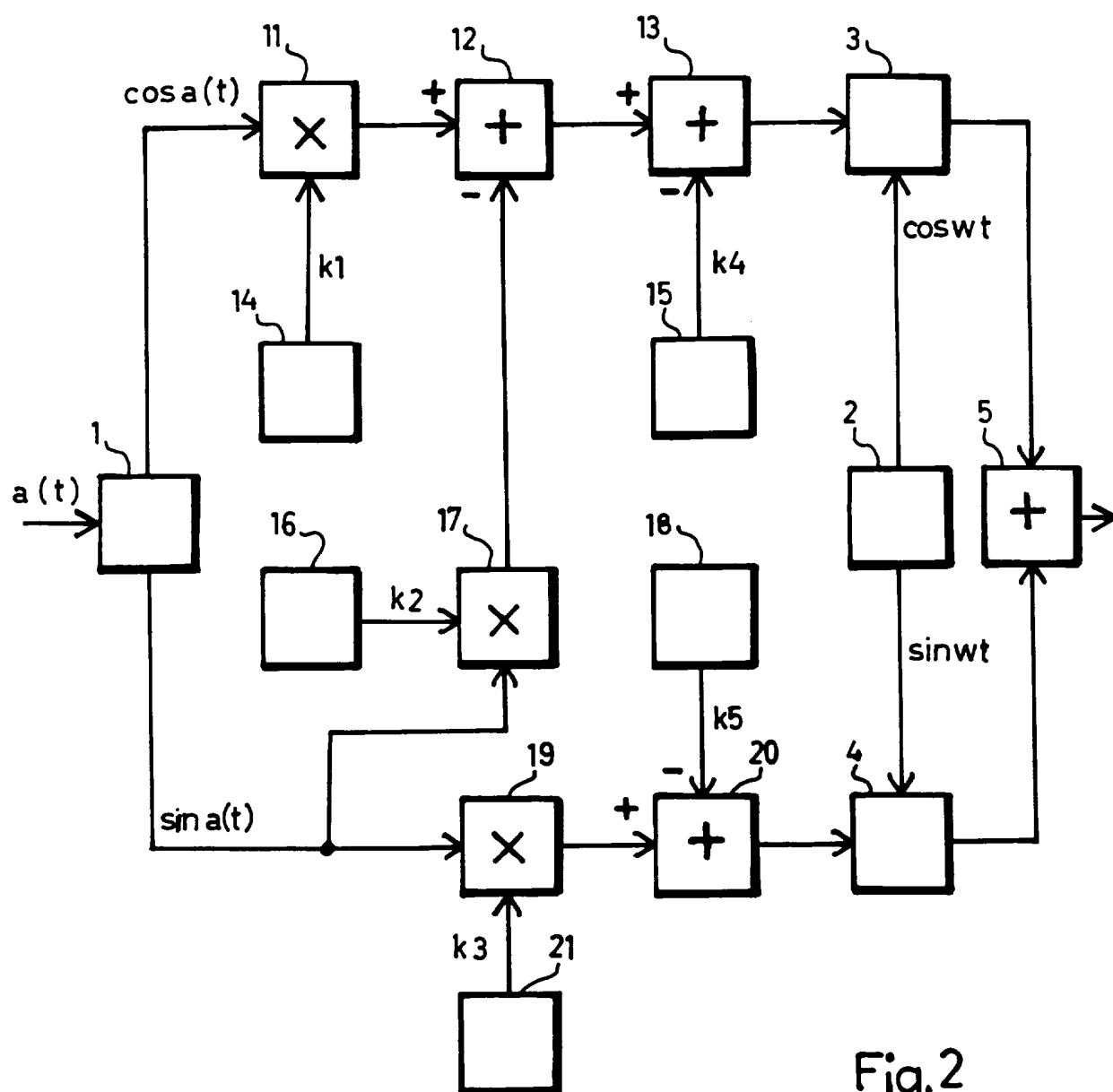


Fig. 2