



SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 106660 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.03.2001

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H04B 1/10

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

982409

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

06.11.1998

(24) Alkupäivä - Löpdag

06.11.1998

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

07.05.2000

(73) Haltija - Innehavare

1 •Nokia Mobile Phones Ltd, Keilalahdentie 4, 02150 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Rauhala, Antti, Kössinkatu 4 A 24, 24100 Salo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab
Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ja järjestely radiovastaanottimen linearisoimiseksi
Förfarande och arrangemang för linearisering av radiomottagare

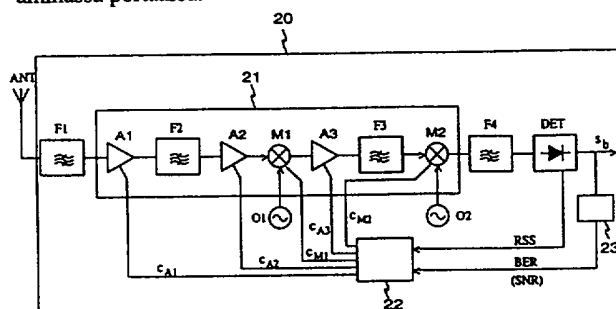
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 829954 (H03F 1/32), US A 4947141 (H03B 5/24), US A 5481226 (H03G 3/30), JP-tiivistelmäjulkaisu 60-062246 (H04B 1/16)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja järjestely radiovastaanottimen (20) linearisoimiseksi. Keksintöä voidaan edullisesti soveltaa matkaviestimien vastaanotopiireissä. Keksinnön mukainen vastaanotin seuraa signaalinvoimakkuutta vastaanottokanavassa ja tämän naapurikanavissa. Lisäksi vastaanotin voi määrittää ilmaistun signaalin laatua laskemalla siitä bittivirhesuhdetta tai signaalikohinasuhdetta. Kun olot ovat normaalit, ts. signaalinvoimakkuus vastaanottokanavassa on tyydyttävä ja naapurikanavissa tavallinen, vastaanottimen etupään vahvistimien (A1, A2) ja ainakin ensimmäisen sekoittimen (M1) syöttövirrat pidetään suhteellisen pieninä. Jos signaalinvoimakkuus vastaanottokanavassa muuttuu tiettyä arvoa pienemmäksi, tai naapurikanavassa tiettyä arvoa suuremmaksi, mainittuja syöttövirtoja suurennetaan. Tämä voi tapahtua myös, jos bittivirhesuhde tai signaalikohinasuhde huononee tiettyyn rajaan. Syöttövirtojen säätö voi tapahtua yhdessä tai useammassa portaassa.

Uppfinningen avser ett förfarande och ett arrangemang för linearisering av en radiomottagare (20). Uppfinningen kan fördelaktigt tillämpas i mottagarkretsar i mobilteleapparater. En mottagare enligt uppfinningen noterar signalstyrkan i mottagarkanalerna och i dess grannkanaler. Dessutom kan mottagaren fastställa kvaliteten på den uttryckta signalen genom att utgående från den räkna ut bitfelsförhållandet eller signalbrusförhållandet. Vid normala omständigheter dvs. då signalstyrkan i mottagarkanalerna är tillfredsställande och i grannkanalerna normal, hålls matarströmmarna till förstärkarna (A1, A2) i mottagarens försteg och åtminstone till den första blandaren (M1) relativt låga. Om signalstyrkan i mottagarkanalerna sjunker under ett visst värde, eller i grannkanalerna överstiger ett visst värde, ökas nämnda matarströmmar. Detta kan ske även om bitfelsförhållandet eller signalbrusförhållandet försämras till en viss gräns. Regleringen av matarströmmarna kan ske i ett eller flera steg.



Menetelmä ja järjestely radiovastaanottimen linearisoimiseksi

- 5 Keksinnön kohteena on menetelmä ja järjestely radiovastaanottimen linearisoimiseksi. Keksintöä voidaan edullisesti soveltaa matkaviestimien vastaanottopiireissä. Signaalin laatua radiovastaanottimessa huonontavat siirtotiellä signaaliin summautuneet kohina ja häiriöt, vastaanottopiirien kohina sekä muiden radiolähetteen välillisesti aiheuttamat kohina ja häiriöt. Viimeksi mainittu tarkoittaa, että vastaanotettavaa signaalia hetkellisesti huomattavasti voimakkaampi, jonkin naapurikanavan
- 10 signaali siirtää suurtaajuusvahvistimen ja/tai sekoittimen toimintapistettä epälineaarille alueelle, kyllästysrajaa kohti. Tällöin signaalikohinasuhde vahvistimen lähdössä huononee. Sekoittimessa epälineaarisuuden kasvu aiheuttaa keskeismodulaatiotulosten voimistumista ja siten yleisen häiriötason nousua.
- 15 Peruskeino kohinan ja häiriöiden vähentämiseksi on suoto, jota tehdään kaikissa vastaanottimissa useissa toimintavaiheissa, ja johon ei puututa tässä selostuksessa. Sen sijaan tarkastellaan kohinan ja häiriöiden vähentämiskeinona vahvistimien ja sekoittimien lineaarisen alueen laajentamista. Lineaarinen alue laajenee, kun piirien käyttöjännitettä nostetaan tai, jos käyttöjännite pidetään ennallaan, syöttövirtaa nostetaan. Signaalin laatua voidaan siis parantaa käyttämällä vastaanottimessa enemmän energiaa. Tekniikan tason mukaisessa menettelyssä mainitut piirit mitoitetaan
- 20 niin, että signaalin laadulle asetetut vaatimukset täyttyvät häiriöiden suhteen epäedullisissakin oloissa: Tämän menettelyn haittana kannettavien laitteiden kohdalla on, että se vaatii suhteellisen suuren energiansyötön ja siten lyhentää akkujen käyttöaika.
- 25 Ennestään tunnetaan myös menettely, jossa vastaanotetun signaalin voimakkuutta seurataan, ja sekoittimen syöttövirtaa suurennetaan, jos signaalin voimakkuus pienenee. Menettelyn etuna on, että sillä parannetaan signaalin laatua ja vähennetään keskeismodulaatiotuloksia vastaanotettavan kentän ollessa heikko. Haittana taas on, syöttövirtaa suurennetaan, vaikka vastaanottimelle ei tulisikaan häiritseviä muita signaaleja. Lisäksi vahvistimet on mitoitettava pahimman tilanteen varalta, mikä aiheuttaa vahvistimissa suhteellisen suuren jatkuvan virrankulutuksen.
- 30
- 35 Keksinnön tarkoitus on vähentää edellä mainittuja, tekniikan tasoon liittyviä haittoja.

Keksinnön perusajatus on seuraava: Vastaanotin seuraa signaalinvoimakkuutta vastaanottokanavassa ja tämän naapurikanavissa. Lisäksi vastaanotin voi määrittää ilmaistun signaalin laatua laskemalla siitä bittivirhesuhdetta tai signaalikohinasuhdetta. Kun olot ovat normaalit, ts. signaalinvoimakkuus vastaanottokanavassa on tyydyttävä ja naapurikanavissa tavallinen, vastaanottimen etupään vahvistimien ja ainakin ensimmäisen sekoittimen syöttövirrat pidetään suhteellisen pieninä. Jos signaalinvoimakkuus vastaanottokanavassa muuttuu tiettyä arvoa pienemmäksi, tai naapurikanavassa tiettyä arvoa suuremmaksi, mainittuja syöttövirtoja suurennetaan. Tämä voi tapahtua myös, jos bittivirhesuhde tai signaalikohinasuhde huononee tiettyyn rajaan. Syöttövirtojen säätö voi tapahtua yhdessä tai useammassa portaassa.

Keksinnön etuna on, että vastaanottimen energiankulutus saadaan pienemmäksi signaalin laadun kärsimättä. Tämä merkitsee pitempää akun käyttöaikaa, tai, jos käyttöaika pidetään ennallaan, että voidaan käyttää pienempää akkua. Pidettäessä keskimääräinen energiankulutus samana kuin tekniikan tason mukaisissa vastaanottimissa on etuna parempi signaalin laatu.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle radiovastaanottimen linearisoimiseksi signaaliketjussa, jossa

- vahvistetaan antennista vastaanotettua signaalia ja vahvistettu signaali ilmaistaan sekä
- vastaanotettua signaalia käsitellään ainakin yhden lineaariyksikön avulla,

on tunnusomaista se, että

- mitataan ilmaistun signaalin ainakin yhtä laatutekijää ja
- säädetään mittaustulosten perusteella mainitun ainakin yhden lineaariyksikön syöttövirtaa.

Keksinnön mukaiselle järjestelylle radiovastaanottimen linearisoimiseksi, joka radiovastaanotin käsittää välineet vastaanotetun signaalin ilmaisemiseksi ja ainakin yhden lineaariyksikön virransyöttöpiireineen vastaanotetun signaalin käsittelemiseksi, on tunnusomaista se, että järjestely käsittää

- välineet ilmaistun signaalin ainakin yhden laatutekijän mittaamiseksi,
- välineet lineaariyksikön syöttövirran säätämiseksi mittaustulosten perusteella.

Keksinnön eräitä edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti. Selostuksessa viitataan oheisiin piirustuksiin, joissa

- kuva 1 esittää lohkokaaaviona tyypillistä tekniikan tason mukaista radiovastaanotinta,
- 5 kuva 2 esittää kuvan 1 rakennetta lisättyinä keksinnön mukaisella toimintalohkolla,
- kuva 3 esittää esimerkkiä keksinnön mukaisesta syöttövirtojen ohjauksesta,
- kuva 4 esittää toista esimerkkiä keksinnön mukaisesta syöttövirtojen ohjauksesta,
- 10 kuva 5 esittää kolmatta esimerkkiä keksinnön mukaisesta syöttövirtojen ohjauksesta,
- kuva 6 esittää esimerkkiä keksinnön mukaisesta vahvistimen syöttövirran ohjauksesta ja
- kuva 7 esittää esimerkkiä keksinnön mukaisesta sekoittimen syöttövirran ohjauksesta.
- 15

Kuvassa 1 on pelkistetty esimerkki radiovastaanottimesta ilman pientaajuusosia. Antenni ANT on kytketty dupleksisuotimelle F1, jollainen tarvitaan mm. matkapuhelimissa. Suodin F1 on kytketty pienikohinaiselle esivahvistimelle A1. Vahvistin A1 on kytketty virittimeen sisältyvälle kanavanvalitsinsuotimelle F2, ja tämä puolestaan vahvistimelle A2. Vahvistimen A2 lähtö on kytketty ensimmäisen sekoittimen M1 ensimmäiseen tuloon. Sekoittimen M1 toiseen tuloon on kytketty paikallisoskillaattori O1. Sekoittimen M1 lähtö on kytketty vahvistimelle A3, ja tämän lähtö ensimmäiselle välitaajuussuotimelle F3. Suotimen F3 lähtö on kytketty toisen sekoittimen M2 ensimmäiseen tuloon. Sekoittimen M2 toiseen tuloon on kytketty toinen paikallisoskillaattori O2. Sekoittimen M2 lähtö on kytketty toiselle välitaajuussuotimelle F4, ja tämän lähtö ilmaisimelle DET. Ilmaisimelta DET saadaan kantataajuinen signaali s_b . Vastaanottoon kuuluvista vahvistimista ja sekoittimista käytetään tässä selostuksessa, ja erityisesti patenttivaatimuksissa nimitystä "lineaariyksikkö".

20

25

30 Ihannetapauksessa ne toimivat kaikissa tilanteissa täysin lineaarisesti. Käytännössä niissä esiintyy signaalin huononemista aiheuttavaa epälineaarisuutta. Mitä suurempia ovat käsiteltävien signaalien tasot, sitä epälineaarisempaa lineaariyksikköjen toiminta on.

35 Kuvassa 2 on signaalitien osalta samanlainen rakenne kuin kuvassa 1. Yksikkö 21 käsittää lineaariyksiköt, eli vahvistimet A1, A2 ja A3 sekä sekoittimet M1 ja M2. Lisäyksenä kuvaan 1 verrattuna on keksinnön mukainen lineaariyksikköjen syöttövirtojen ohjausyksikkö 22. Ilmaisimelta DET saadaan tieto signaalinvoimakkuudesta

kanavassa, jolle vastaanotin on viritetty (RSS, receive signal strength). Kuvan 2 esimerkissä siirrettävä signaali on digitaalinen. Vastaanotetusta ja ilmaistusta signaalista s_b lasketaan ilmaistun signaalin laatua kuvaava bittivirhesuhde BER (bit error ratio) yksikössä 23. Yksikön 23 toiminta voi tapahtua ohjelmallisesti. Signaalit

5 RSS ja BER viedään ohjausyksikölle 22, jonka lähdöt on kytketty lineaariyksiköille: Ohjaussignaaleilla c_{A1} asetetaan vahvistimen A1 syöttövirta. Vastaavasti signaalilla c_{A2} asetetaan vahvistimen A2, signaalilla c_{M1} sekoittimen M1, signaalilla c_{A3} vahvistimen A3 ja signaalilla c_{M2} sekoittimen M2 syöttövirta.

10 Ilmaistun signaalin laatu voidaan vaihtoehtoisesti määrittää laskemalla sen signaalikohinasuhde. Yksikkö 23 antaa siinä tapauksessa signaalin SNR (signal to noise ratio).

Kuva 3 liittyy yksinkertaiseen esimerkkiin lineaariyksikköjen syöttövirtojen ohjauksesta. Ohjausyksikölle 32 tulee vain vastaanottokanavan signaalivoimakkuustieto

15 RSS, jolle on määritetty kynnsarvot S31 ja S32. Ohjausyksikkö 32 antaa yhden yksibittisen ohjaussignaalin c, joka viedään kaikille lineaariyksiköille A1, A2, M1, A3 ja M2. Kunkin lineaariyksikön syöttövirralla on kaksi arvoa. Syöttövirtoja ohjataan signaalilla c seuraavan taulukon mukaisesti.

20

RSS	c	I_i
$\leq S31$	0	I_{jh}
$>S31, <S32$	1	I_{jl}
$\geq S32$	0	I_{jh}

Alaindeksi i viittaa johonkin lineaariyksikköön. I_{jl} tarkoittaa ko. lineaariyksikön pienempää syöttövirran arvoa ja I_{jh} suurempaa syöttövirran arvoa. Kun signaalivoimakkuus RSS on korkeintaan S31, signaali c on tilassa 0 ja lineaariyksikköjen

25 syöttövirroilla on suuremmat arvonsa. Suhteellisen suurien syöttövirtojen avulla vähennetään mahdollisten vastaanottokanavan ulkopuolisten häiriöiden vaikutusta. Kun signaalivoimakkuus RSS on arvojen S31 ja S32 välillä, signaali c on tilassa 1 ja syöttövirroilla on pienemmät arvonsa. Suhteellisen pienien syöttövirtojen vuoksi säästetään energiankulutuksessa. Kun signaalivoimakkuus on vähintään S32, signaali c on tilassa 1 ja syöttövirroilla on jälleen suuremmat arvonsa. Tällä syöttövirtojen suurennuksella estetään lineaariyksikköjen toimintapisteiden joutuminen epä-

30 lineaariselle alueelle silloin, kun vastaanottokanavassa on poikkeuksellisen voimakas signaali.

Kuva 4 liittyy toiseen esimerkkiin lineaariyksikköjen syöttövirtojen ohjauksesta. Ohjausyksikölle 42 tulee ilmaisimelta DET joko vastaanottokanavan signaalivoimakkuustieto RSS tai minkä tahansa vastaanottoaistalla olevan signaalin voimakkuustieto. Vastaanottimen virittimen ohjauksesta peräisin oleva signaali a ilmoittaa, mistä kanavasta kulloinkin on kysymys. Signaalille RSS on määritetty yksi kynnyсарво S_4 , joka vastaa suhteellisen pientä signaalivoimakkuutta kanavassa. Myös signaalille RSS_n on määritetty yksi kynnyсарво S_n , joka vastaa suhteellisen suurta signaalivoimakkuutta kanavassa. Ohjausyksikkö 42 antaa kaksi yksibittistä ohjaus-signaalia c_A ja c_M . Signaali c_A on tilassa 0, kun signaalin RSS arvo on suurempi kuin S_4 ja kun signaalin RSS_n arvo samalla on pienempi kuin S_n . Muulloin signaali c_A on tilassa 1. Signaali c_A viedään vahvistimille A1 ja A2. Signaali c_M on tilassa 1 kun signaalin RSS arvo on korkeintaan S_4 ja kun signaalin RSS_n arvo samalla on vähintään S_n . Muulloin signaali c_M on tilassa 0. Signaali c_M viedään sekoittimelle M1, vahvistimelle A3 ja sekoittimelle M2. Signaalin c_A tai c_M tila 0 aiheuttaa ko. lineaariyksikössä pienemmän syöttövirran, ja tila 1 aiheuttaa suuremman syöttövirran. Lineaariyksikköjen syöttövirtoja ohjataan siten seuraavan taulukon mukaisesti. Siinä RSS_n tarkoittaa sen naapurikanavan signaalivoimakkuutta, jossa tämä kulloinkin on suurempi. Alaindeksi A viittaa lineaariyksiköihin A1 ja A2, ja alaindeksi M lineaariyksiköihin M1, A3 ja M2. Alaindeksi l viittaa ko. lineaariyksikön pienempään syöttövirtaan, ja alaindeksi h suurempaan syöttövirtaan. Esimerkiksi I_{Ml} tarkoittaa, että sekoittimissa M1 ja M2 ja vahvistimessa A3 kussakin ohjausvirta on asetettu alempaan arvoonsa.

RSS_n	RSS	I_A	I_M
$<S_n$	$>S_4$	I_{Al}	I_{Ml}
$<S_n$	$\leq S_4$	I_{Ah}	I_{Ml}
$\geq S_n$	$>S_4$	I_{Ah}	I_{Ml}
$\geq S_n$	$\leq S_4$	I_{Ah}	I_{Mh}

Kun signaalivoimakkuus vastaanottokanavassa on normaali tai suhteellisen suuri, ja naapurikanavissa normaali tai suhteellisen pieni, ohjataan kaikkien lineaariyksikköjen syöttövirrat pienempiin arvoihinsa. Kun edelliseen verrattuna signaalivoimakkuus vastaanottokanavassa laskee suhteellisen pieneksi, nostetaan etupään vahvistimien A1 ja A2 syöttövirtoja. Kun signaalivoimakkuus vastaanottokanavassa on ainakin normaali, mutta naapurikanavassa suhteellisen suuri, ohjataan myös silloin vahvistimien A1 ja A2 syöttövirrat suurempiin arvoihinsa ja muiden lineaariyksikköjen syöttövirrat pienempiin arvoihinsa. Kun signaalivoimakkuus vastaanotto-

kanavassa on suhteellisen pieni ja naapurikanavassa suhteellisen suuri, ohjataan kaikkien lineaariyksikköjen syöttövirrat suurempiin arvoihinsa.

5 Kuva 5 liittyy kolmanteen esimerkkiin lineaariyksikköjen syöttövirtojen ohjauksesta. Ohjausyksikölle 52 tulee vastaanottokanavan signaalinvoimakkuustieto RSS ja vastaanottokanavan bittivirhesuhdetieto BER. Signaalille RSS on määritetty kaksi kynnysarvoa S51 ja S52. Signaalille BER on myös määritetty kaksi kynnysarvoa E1 ja E2. Ohjausyksikkö antaa kolme syöttövirtojen ohjaussignaalia c_{A1} , c_{AM1} ja c_{AM2} . Signaali c_{A1} on kaksibittinen, ja se viedään vahvistimelle A1. Vahvistimen 10 A1 syöttövirralle voidaan siten asettaa neljä arvoa. Myös signaali c_{AM1} on kaksibittinen, ja se viedään vahvistimelle A2 ja sekoittimelle M1. Näiden yksikköjen syöttövirroille kullekin voidaan siis asettaa neljä arvoa. Signaali c_{AM2} on yksibittinen, ja se viedään vahvistimelle A3 ja sekoittimelle M2. Näiden yksikköjen syöttövirroille kummallekin voidaan siis asettaa kaksi arvoa. Ohjausyksikön 52 logiikka 15 rakennetaan siten, että lineaariyksikköjen syöttövirtojen ohjaus on esimerkiksi seuraavan taulukon mukainen. Taulukon oikeassa puolessa syöttövirtojen arvoja on yksinkertaisuuden vuoksi merkitty pelkillä numeroilla. Numero 1 tarkoittaa pienimpiä ko. syöttövirtojen arvoja, numero 2 toiseksi pienimpiä, numero 3 kolmanneksi pienimpiä ja numero 4 suurimpia syöttövirtojen arvoja.

20

RSS	BER	I_{A1}	I_{A2} ja I_{M1}	I_{A3} ja I_{M2}
>S51	<E1	1	1	1
>S51	>E1, <E2	3	2	1
>S51	>E2	4	4	2
<S51, >S52	<E1	2	1	1
<S51, >S52	>E1, <E2	3	2	1
<S51, >S52	>E2	4	4	2
<S52	<E1	2	2	1
<S52	>E1, <E2	3	3	2
<S52	>E2	4	4	2

25 Kun signaalinvoimakkuus RSS on vastaanottokanavassa normaali, eli suurempi kuin S51, ja bittivirhesuhde BER suhteellisen pieni, pidetään kaikkien lineaariyksikköjen syöttövirrat suhteellisen pieninä. Kun bittivirhesuhde on suhteellisen suuri, ts. kynnysarvoa E2 suurempi, asetetaan kaikkien lineaariyksikköjen syöttövirrat maksimeihin riippumatta signaalinvoimakkuuden arvosta. Jos bittivirhesuhde on suuri vaikka signaalinvoimakkuus vastaanottokanavassa on normaali, syynä on todennä-

köisesti poikkeuksellisen voimakas signaali naapurikanavassa, jolloin on olemassa erityinen syy parantaa lineaariyksikköjen lineaarisuutta. Muut taulukon yhdeksästä tapauksesta ovat edellämainittujen tapausten välimuotoja. Esimerkiksi taulukon rivillä 5 on tapaus, jossa signaalinvoimakkuus on jonkin verran normaalia pienempi, ja bittivirhesuhde jonkin verran normaalia suurempi. Tällöin ensimmäisen vahvistimen A1 syöttövirta asetetaan toiseksi suurimpaan arvoonsa, vahvistimen A2 ja sekoittimen M1 syöttövirrat asetetaan toiseksi pienimpiin arvoihinsa, sekä vahvistimen A3 ja sekoittimen M2 syöttövirrat asetetaan pienempiin arvoihinsa. Ohjausyksikön 52 toimintaan järjestetään luonnollisesti sopiva hitaus niin että ohjauksissa ei esiinny värähtelyluontoisia ilmiöitä.

Kuvassa 6 on esimerkki lineaariyksikön syöttövirran ohjauksesta. Lineaariyksikkö 61 on tässä esimerkissä differentiaaliparilla toteutettu vahvistin. Syöttövirran ohjauspiiriin 62 kuuluu transistorit Q1 ja Q2, vastukset R1, R2 ja R3 sekä kytkimet k_a ja k_b . Kytkin k_a on sarjassa vastuksen R2 kanssa ja kytkin k_b vastuksen R3 kanssa. Molemmat sarjakytkennot on kytketty vastuksen R1 rinnalle. Koko rinnankytkennän, jossa on siis kolme haaraa, toinen pää on kytketty syöttävän jännitelähteen yläjännitteen V_{CC} napaan, ja toinen pää transistorin Q1 kollektorille. Transistorin Q1 kollektori ja kanta on kytketty yhteen, ja emitteri on kytketty syöttävän jännitelähteen alajännitteen V_{EE} napaan. Transistorin Q2 kollektori on kytketty vahvistimelle 61 niin, että kollektorille tulee vahvistimen transistorien summavirta I. Transistorin Q2 kanta on kytketty transistorin Q1 kannalle ja transistorin Q2 emitteri on kytketty transistorin Q1 emitterille. Transistorilla Q2 on siten sama ohjausjännite V_{BE} kuin transistorilla Q1. Jos transistorit olisivat identtiset, myös niiden kollektorivirrat olisivat yhtä suuret. Energian säästämiseksi transistori Q1 on edullista valmistaa niin, että sen kollektorivirta k_I on huomattavasti pienempi kuin transistorin Q2 kollektorivirta I. Transistoripari Q1, Q2 toimii siis virtavahvistimena, virtavahvistus $1/k$ on esimerkiksi 10. Edellä mainitussa kolmen haaran rinnankytkennässä vastuksen R1 virta on I_1 , vastuksen R2 virta I_2 ja vastuksen R3 virta I_3 . Transistorin Q1 virta k_I on tällöin summa $I_1+I_2+I_3$. Virta I_2 on nolla, jos kytkin k_a on auki ja virta I_3 on nolla jos kytkin k_b on auki. Kytkimiä k_a ja k_b ohjataan kaksibittisellä digitaalisignaalilla $c=AB$: Kun bitti A on tilassa 0, kytkin k_a on auki, ja kun bitti A on tilassa 1, kytkin k_a on suljettu. Bitti B määrää vastaavasti kytkimen k_b tilan. Summavirralla k_I saadaan tällöin seuraavan taulukon mukainen ohjaus. Vahvistimen 61 syöttövirta I seuraa virtaa k_I edellä esitetyn mukaisesti.

B	A	kI	kI/ I ₁
0	0	I ₁	1
0	1	I ₁ +I ₂	2 jos R ₁ =R ₂
1	0	I ₁ +I ₃	3 jos R ₁ =2·R ₃
1	1	I ₁ +I ₂ +I ₃	4 jos R ₁ =R ₂ =2·R ₃

Kuvassa 6 on syöttövirran ohjauspiiri 62 toteutettu bipolaaritransistoreilla. Vastaava rakenne voidaan luonnollisesti tehdä myös esimerkiksi MOS(metal oxide semiconductor)-transistoreilla. Transistoreilla Q₁, Q₂ muodostettua kytkentää ja muita
 5 samalla periaatteella toimivia kytkentöjä nimitetään patenttivaatimuksissa ”virtapeiliksi”.

Kuvassa 7 on toinen esimerkki lineaariyksikön syöttövirran ohjauksesta. Lineaariyksikkö 71 on tässä tapauksessa analogiakertoja, jota käytetään sekoittimena: Sille
 10 tulee radio- tai välitaajuinen signaali ja paikallisoskillaattorin antama apukantaalto. Sekoittimelta lähtee signaali, jonka spektrissä on tulevan signaalin spektri sekä ylösettä alaspäin siirrettynä. Analogiakertojan 71 syöttövirran I ohjauspiiriin 72 kuuluu transistorit Q₁ ja Q₂, vastukset R₁ ja R₂ sekä kytkin k. Transistorin Q₁ kollektori on kytketty analogiakertojan 71 ensimmäiseen haaraan, ja transistorin Q₂ kollektori
 15 analogiakertojan toiseen haaraan. Transistorin Q₁ emitteri on kytketty suhteellisen pieniresistanssisen vastuksen kautta, samoin kuin transistorin Q₂ emitteri vastuksen R₄ kautta, syöttävän jännitelähteen negatiivisen jännitteen V_{EE} napaan. Transistorien Q₁ ja Q₂ kannat on kytketty yhteen. Kun vastusten R₃ ja R₄ resistanssit ovat yhtä suuret, ja transistorit Q₁ ja Q₂ ovat identtiset, niiden kollektorivirrat ovat yhtä
 20 suuret, eli kumpikin puolet analogiakertojan 71 syöttövirrasta I. Vastus R₂ ja kytkin k on kytketty sarjaan, ja tämä sarjakytkentä on kytketty vastuksen R₁ rinnalle. Rinnankytkennän toinen pää on kytketty signaalimaahan, ja toinen pää transistorien Q₁ ja Q₂ kannoille. Kytkintä k ohjataan yksibittisellä digitaalisignaalilla c. Kun signaali c on tilassa 0, kytkin k on auki, ja transistorien Q₁ ja Q₂ ohjausvirta I_B on V_B/R₁,
 25 jossa V_B on transistorien kantajännite. Kun signaali c on tilassa 1, kytkin k on suljettu, ja ohjausvirta I_B on V_B/R₁ + V_B/R₂. Ohjausvirta I_B siis tällöin kasvaa minkä seurauksena myös syöttövirta I kasvaa. Syöttövirran I arvot saadaan halutun suuruisiksi vastusten R₁, R₂, R₃ ja R₄ resistanssien mitoituksella. Sekoittimen syöttövirran ohjauksessa voitaisiin luonnollisesti käyttää myös jotain virtapeilirakennetta.

30

Edellä on selostettu eräitä keksinnön mukaisia tapoja säätää radiovastaanottimen lineaariyksikköjen syöttövirtoja. Keksintö ei rajoitu kuvattuihin tapauksiin. Säädettävien lineaariyksikköjen määrä voi vaihdella. Esimerkiksi suoramuunnostekniikkaa käytävissä vastaanottimissa varsinaisia sekoittimia ei ole lainkaan. Tällöin tulee kysymykseen ilmaisimen syöttövirran säätö. Kullekin syöttövirralle asetettavien arvojen määrät voivat vaihdella. Tapa, jolla vastaanotetun signaalin huononeminen otetaan huomioon syöttövirtoja säädettäessä, voi vaihdella suuresti. Keksinnöllistä ajatusta voidaan soveltaa lukuisilla tavoilla itsenäisten patenttivaatimusten asettamisissa rajoissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä radiovastaanottimen linearisoimiseksi signaaliketjussa, jossa
- vahvistetaan antennista vastaanotettua signaalia ja vahvistettu signaali ilmaistaan sekä
5 - vastaanotettua signaalia käsitellään ainakin yhden lineaariyksikön avulla,
- mitataan vastaanotetun signaalin tasoa vastaanottokanavasta ja
- säädetään mainitun radiotaajuisen lineaariyksikön syöttövirtaa signaalin tason mittaustuloksen perusteella,
tunnettu siitä, että
10 - mitataan mainitun signaalin tason lisäksi ilmaistun signaalin ainakin yhtä laatutekijää ja
- säädetään mainitun ainakin yhden lineaariyksikön syöttövirtaa myös mainitun ainakin yhden laatutekijän mittaustuloksen perusteella.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu siitä, että** mitataan ilmaistun signaalin laatutekijänä ainakin yhden muun kanavan kuin vastaanottokanavan signaalin voimakkuutta.
15
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu siitä, että** mainittu ilmaistun signaalin ainakin yhden laatutekijän mittausta käsittää vaiheen, jossa lasketaan signaalille bittivirhesuhde (BER).
- 20 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu siitä, että** mainittu ilmaistun signaalin ainakin yhden laatutekijän mittausta käsittää vaiheen, jossa lasketaan signaalille signaalikohinasuhde.
5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu siitä, että** suurennetaan ainakin yhden lineaariyksikön syöttövirran arvoa, jos signaalinvoimakkuus vastaanottokanavassa muuttuu määrättyä kynnysarvoa pienemmäksi.
25
6. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu siitä, että** suurennetaan ainakin yhden lineaariyksikön syöttövirran arvoa, jos signaalinvoimakkuus mainitussa muussa kanavassa muuttuu määrättyä kynnysarvoa suuremmaksi.
7. Patenttivaatimuksen 5 tai 6 mukainen menetelmä, **tunnettu siitä, että** määrätään ainakin yhden kanavan signaalin voimakkuudelle ainakin kaksi kynnysarvoa.
30

8. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että suurennetaan ainakin yhden lineaariyksikön syöttövirran arvoa, jos bittivirhesuhde vastaanottokanavassa muuttuu määrättyä kynnsarvoa suuremmaksi.
9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että määrätään vastaanottokanavan bittivirhesuhteelle ainakin kaksi kynnsarvoa.
10. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että suurennetaan ainakin yhden lineaariyksikön syöttövirran arvoa, jos signaalikohinasuhde vastaanottokanavassa muuttuu määrättyä kynnsarvoa pienemmäksi.
11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että määrätään vastaanottokanavan signaalikohinasuhteelle ainakin kaksi kynnsarvoa.
12. Jonkin patenttivaatimuksen 5 - 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että määrätään ainakin yhden lineaariyksikön syöttövirralle ainakin kolme asetusarvoa.
13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että säädetään lineaariyksikön syöttövirtaa portaattomasti.
14. Järjestely radiovastaanottimen (20) linearisoimiseksi, joka radiovastaanotin käsittää välineet vastaanotetun signaalin ilmaisemiseksi ja ainakin yhden lineaariyksikön (A1, A2, M1, A3, M2) virransyöttöpiireineen vastaanotetun signaalin käsittelemiseksi, ja joka järjestely käsittää lisäksi välineet vastaanotetun signaalin tason mittaamiseksi radiokanavasta ja välineet mainitun ainakin yhden lineaariyksikön syöttövirran säätämiseksi mainitun tason mittaustuloksen perusteella, **tunnettu** siitä, että järjestely käsittää lisäksi
- välineet ilmaistun signaalin ainakin yhden laatutekijän mittaamiseksi mainittujen tasonmittausvälineiden lisäksi ja
 - välineet (22, 62, 72) lineaariyksikön syöttövirran säätämiseksi myös mainitun ainakin yhden laatutekijän mittaustuloksen perusteella.
15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että se käsittää välineet signaalivoimakkuuden mittaamiseksi myös muusta kuin vastaanottokanavasta ja välineet lineaariyksikön syöttövirran säätämiseksi myös mainitun mittaustuloksen perusteella.
16. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että välineet ilmaistun signaalin ainakin yhden laatutekijän mittaamiseksi käsittävät bittivirhesuhteen laskentavälineet.

17. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että välineet ilmaistun signaalin ainakin yhden laatutekijän mittaamiseksi käsittävät signaalikohinasuhteen laskentavälineet.
18. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että lineaariyksiköiden syöttövirtojen säätövälineet (22) käsittävät erillisen logiikkayksikön.
19. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että lineaariyksiköiden syöttövirtojen ohjausvälineet (22) käsittävät vastaanottimen prosessorissa toimivan ohjelman.
20. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että lineaariyksiköiden syöttövirtojen ohjausvälineet käsittävät digitaalisesti ohjattavan virtalähteen.
21. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että lineaariyksiköiden syöttövirtojen ohjausvälineet käsittävät analogisesti ohjattavan virtalähteen.
22. Patenttivaatimuksen 20 tai 21 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että mainittu virtalähde (62) käsittää virtapeilin.
23. Patenttivaatimuksen 14 mukainen järjestely, **tunnettu** siitä, että lineaariyksiköiden syöttövirtojen ohjausvälineet (22) käsittävät analogisen vahvistinyksikön.

Patentkrav

1. Förfarande för att linearisera en radiomottagare i en signalkedja, varvid man
- förstärker en signal som mottagits från antennen och detekterar den förstärkta signalen samt
- behandlar den mottagna signalen med hjälp av åtminstone en lineärenhet,
- mäter den mottagna signalens nivå i mottagningskanalen och
- styr den nämnda radiofrekventa lineärenhetens tillförselström utgående från mätningens resultatet av signalens nivå,
kännetecknat av att man
- mäter åtminstone en kvalitetsfaktor hos den detekterade signalen utöver den nämnda signalens nivå och
- reglerar tillförselströmmen hos åtminstone nämnda lineärenhet även utgående från mätningens resultatet av nämnda åtminstone ena kvalitetsfaktor.
2. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att man som den detekterade signalens kvalitetsfaktor mäter signalstyrkan i åtminstone en annan kanal utöver mottagningskanalen.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att nämnda mätning av åtminstone en kvalitetsfaktor hos den detekterade signalen innefattar en fas i vilken man räknar ett bitfelsförhållande (BER) för signalen.
4. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att nämnda mätning av åtminstone en kvalitetsfaktor hos den nämnda detekterade signalen innefattar en fas i vilken man mäter ett signalbrusförhållande för signalen.
5. Förfarande enligt patentkrav 2, kännetecknat av att värdet för åtminstone en lineärenhets tillförselström ökas om signalstyrkan i mottagningskanalen ändras att vara lägre än ett givet tröskelvärde.
- 10 6. Förfarande enligt patentkrav 3, kännetecknat av att värdet för åtminstone en lineärenhets tillförselström ökas om signalstyrkan i den nämnda andra kanalen ändras att vara högre än ett givet tröskelvärde.
7. Förfarande enligt patentkrav 5 eller 6, kännetecknat av att man bestämmer åtminstone två tröskelvärden för signalstyrkan i åtminstone en kanal.
- 15 8. Förfarande enligt patentkrav 4, kännetecknat av att värdet för åtminstone en lineärenhets tillförselström ökas om bitfelsförhållandet i mottagningskanalen ändras att vara högre än ett givet tröskelvärde.
9. Förfarande enligt patentkrav 8, kännetecknat av att man bestämmer åtminstone två tröskelvärden för bitfelsförhållandet i mottagningskanalen.
- 20 10. Förfarande enligt patentkrav 4, kännetecknat av att värdet för åtminstone en lineärenhets tillförselström ökas om signalbrusförhållandet i mottagningskanalen ändras att vara lägre än ett givet tröskelvärde.
11. Förfarande enligt patentkrav 10, kännetecknat av att man bestämmer åtminstone två tröskelvärden för signalbrusförhållandet i mottagningskanalen.
- 25 12. Förfarande enligt något patentkrav 5 - 11, kännetecknat av att man bestämmer åtminstone tre börvärden för åtminstone en lineärenhets tillförselström.
13. Förfarande enligt patentkrav 1, kännetecknat av att lineärenhetens tillförselström styrs steglöst.
14. Arrangemang för linearisering av en radiomottagare (20), innefattande medel
30 för att detektera den mottagna signalen och åtminstone en lineärenhet (A1, A2, M1,

- A3, M2) med strömtillförselkretsar för att behandla den mottagna signalen, och innefattande dessutom medel för att mäta signalnivån av den mottagna signalen i radiokanalen och medel för att styra åtminstone den ena lineärenhetens tillförselström utgående från mättningsresultatet på den nämnda nivån, **kännetecknat** av att arrangementet dessutom innefattar
- 5 - utöver nämnda nivåmättningsmedel medel för att mäta åtminstone en kvalitetsfaktor hos den detekterade signalen och
- medel (22, 62, 72) för att styra lineärenhetens tillförselström utgående även från mättningsresultatet av nämnda åtminstone ena kvalitetsfaktor.
- 10 15. Arrangemang enligt patentkrav 14, **kännetecknat** av att det innefattar medel för att mäta signalstyrkan även i en annan kanal utöver mottagningskanalen och medel för att styra lineärenhetens tillförselström utgående även från nämnda mättningsresultat.
- 15 16. Arrangemang enligt patentkrav 14, **kännetecknat** av att medlen för att mäta åtminstone en kvalitetsfaktor hos den detekterade signalen innefattar organ för att räkna bitfelsförhållandet.
17. Arrangemang enligt patentkrav 14, **kännetecknat** av att medlen för att mäta åtminstone en kvalitetsfaktor hos den detekterade signalen innefattar medel för att räkna signal-brusförhållandet.
- 20 18. Arrangemang enligt patentkrav 14, **kännetecknat** av att styrmedlen (22) för lineärenheternas tillförselström innefattar en skild logikenhet.
19. Arrangemang enligt patentkrav 14, **kännetecknat** av att styrmedlen (22) för lineärenheternas tillförselström innefattar ett program som fungerar i mottagarens processor.
- 25 20. Arrangemang enligt patentkrav 14, **kännetecknat** av att styrmedlen för lineärenheternas tillförselström innefattar en digitalt styrd strömkälla.
21. Arrangemang enligt patentkrav 14, **kännetecknat** av att styrmedlen för lineärenheternas tillförselström innefattar en analogt styrd strömkälla.
- 30 22. Arrangemang enligt patentkrav 20 eller 21, **kännetecknat** av att den nämnda strömkällan (62) innefattar en strömspegel.
23. Arrangemang enligt patentkrav 14, **kännetecknat** av att styrmedlen (22) för lineärenheternas tillförselström innefattar en analog förstärkarenhet.

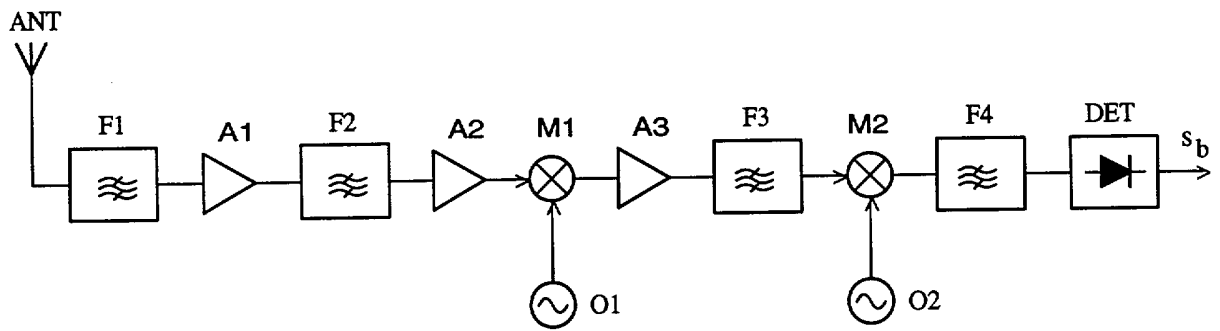


Fig. 1

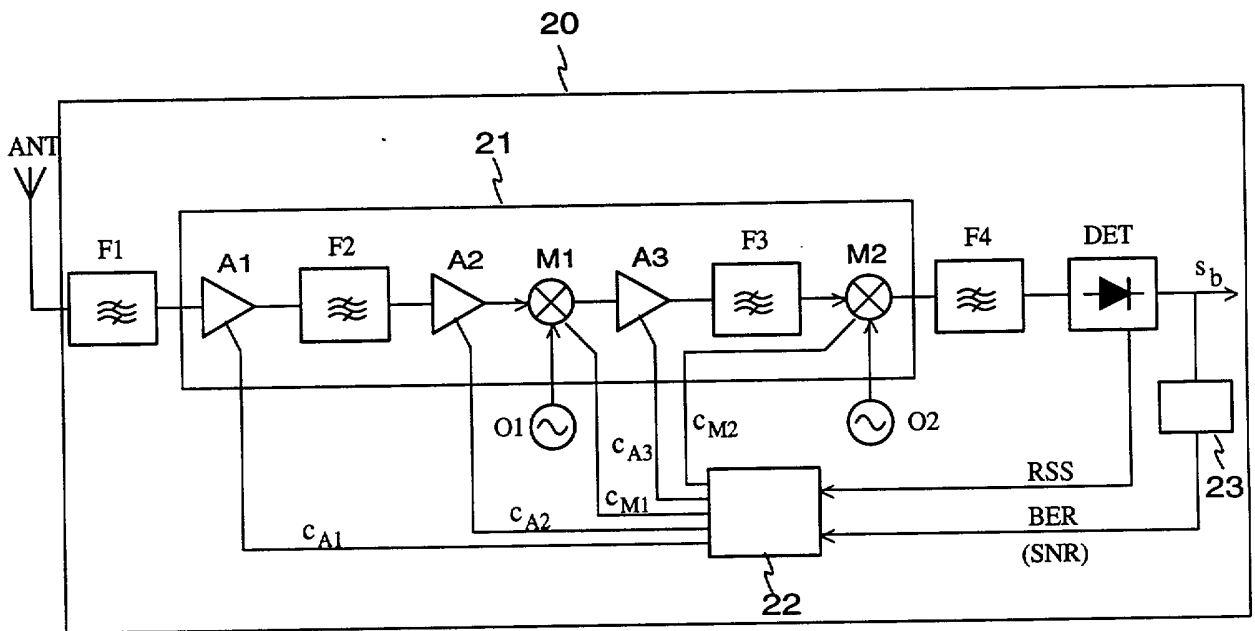


Fig. 2

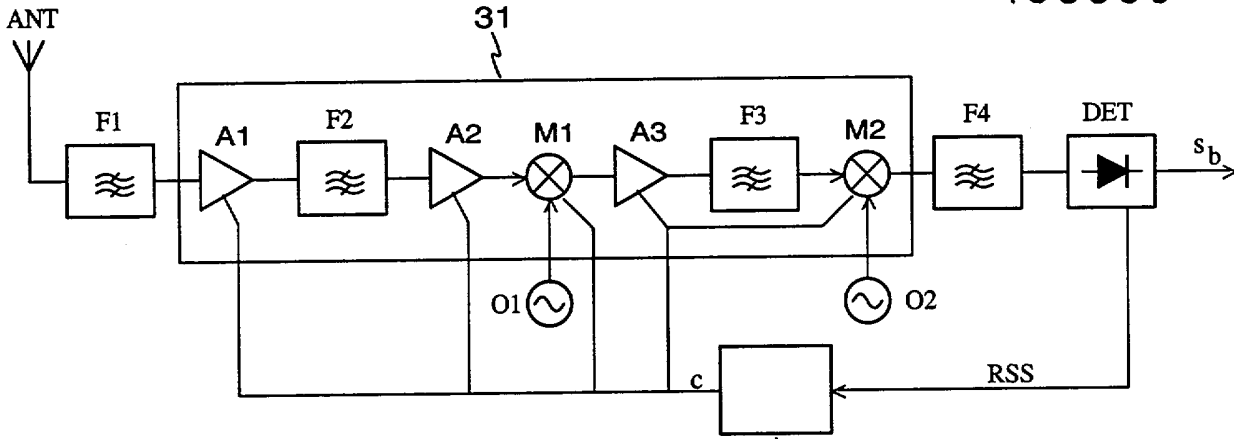


Fig. 3

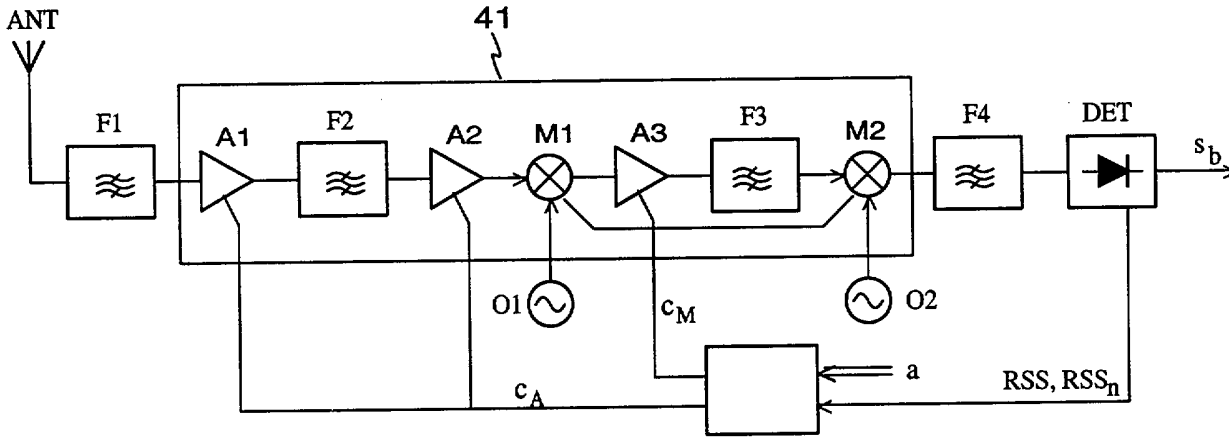


Fig. 4

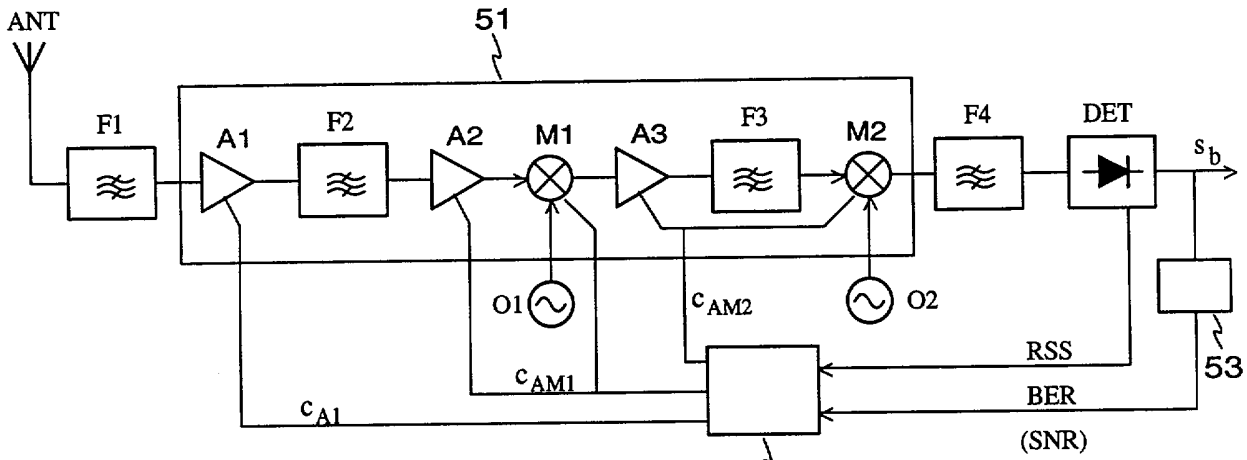


Fig. 5

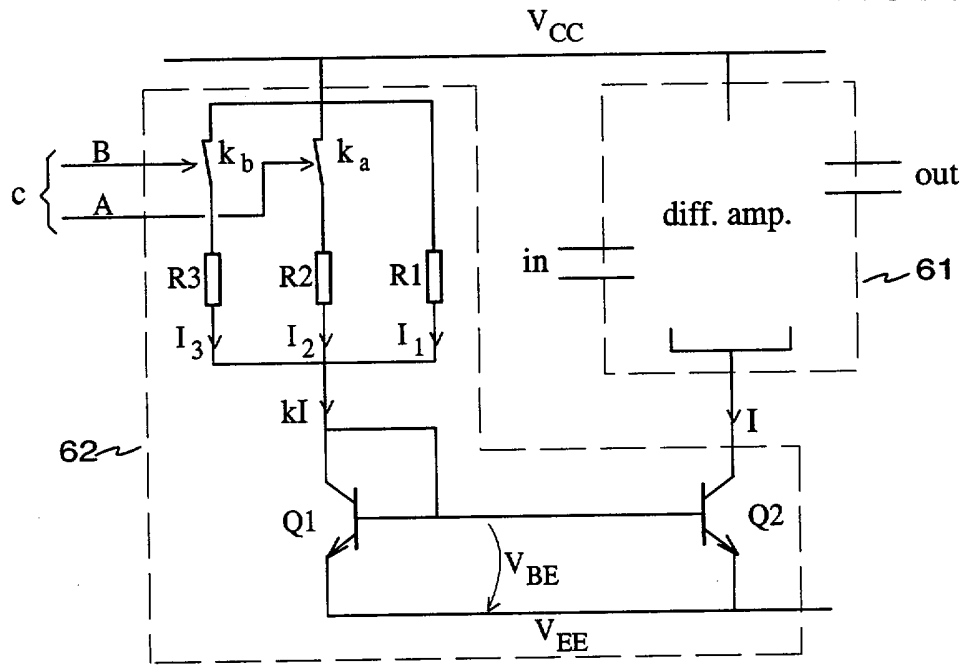


Fig. 6

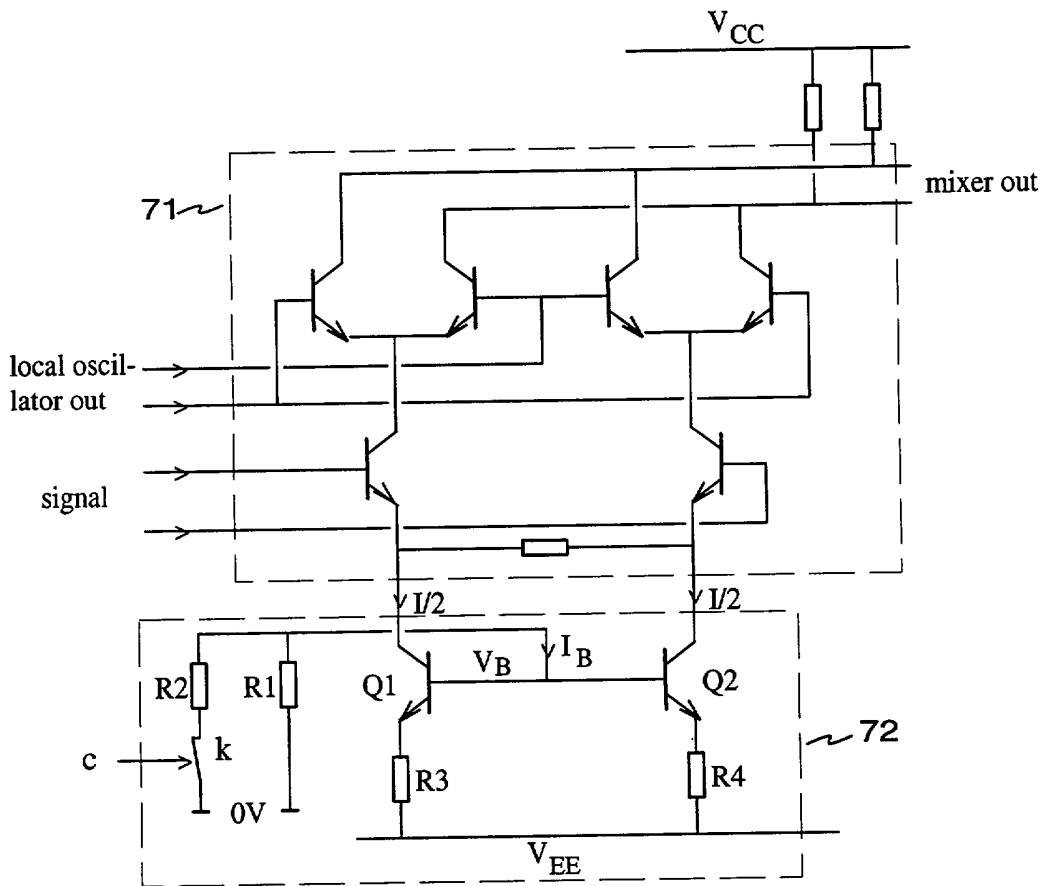


Fig. 7