



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **332732**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

H04L 27/36 (2006.01)

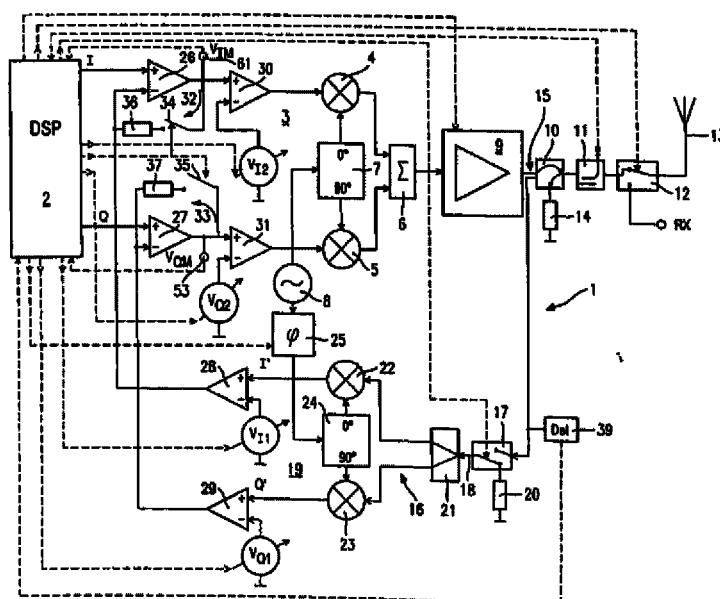
H03F 1/32 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20021481	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.06.28 PCT/EP2000/06030
(22)	Inng.dag	2002.03.25	(85)	Videreføringsdag	2002.03.25
(24)	Løpedag	2000.06.28	(30)	Prioritet	1999.09.29, DE, 19946668
(41)	Alm.tilgj	2002.03.25			
(45)	Meddelt	2012.12.27			
(73)	Innehaver	Rohde & Schwarz GmbH & Co KG, Mühldorfstrasse 15, DE-81671 MÜNCHEN, Tyskland			
(72)	Oppfinner	Friedrich Lipp, Elsenwang 112, A-5322 Hof bei Salzburg, Østerrike			
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS, Oscarsgate 20, 0352 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Sender- og mottagerinnretning med lukket kartesisk tilbakekoblingssløyfe
(56)	Anførte publikasjoner	US 5793817 A WO 99/04486 A1 US 5894496 A WO 98/00908 A1 WO 00/25421 A1
(57)	Sammendrag	

Sendeinnetning (1) innbefattende en kvadraturmodulator (3) for kvadraturmodulasjon av en i-fasekomponenten (I) og so innbefatter en effektforsterker (9) koblet i en utgående krets med kvadraturmodulatoren (3). En kvadraturdemodulator (19) for kvadraturdemodulasjon av utgangssignalet til effektforsterkeren (9) er anordnet for en tilbakekoblingssløyfe. En fyrste differensialforsterker (26) og en andre differensialforsterker (27) koblet i innkommende krets til kvadraturmodulatoren (3). Inngangssignalet og det tilbakekoblede kvadraturmodulerte signalet er tilført inngangene til nevnte differensialforsterkere (26,27). Når det omkobles fra en senderdrift til en senderavbruddsdrift kan utgangen til den første og andre differensialforsterkeren (26, 27) bli direkte forbundet med kompensasjonsinngangen (-) til den første eller andre differensialforsterkeren (26, 27) via en direkte likestrømssignalbane (32, 33), forbi kvadraturmodulatoren (3), effektforsterkeren (8) og kvadraturdemodulatoren (19).



Oppfinnelsen angår en sendeinnretning med en kvadraturmodulator og en effektforsterker som er linearisert ved hjelp av en såkalt kartesisk tilbakekoblingssløyfe (cartesian feedbak) med en kvadraturdemodulator.

- 5 En frengangsmåte av den art som angitt i innledningen til krav 1 fremgår for eksempel fra EP 0 706 259 A1 Ved sendeinnretningen som fremgår fra denne publikasjon bli et basisbånd-inngangssignal tilført en kvadraturmodulator via to differensialforsterker som foretar en kvadraturmodulasjon av i-fasekomponentene og kvadraturkomponentene til det komplekses inngangssignalet. Derved blir signalet tilført en oppoveromformer som
- 10 løfter signalet fra et basisbånd til sendefrekvensen. Effektforsterkningen foregår i en etterkoblet effektforsterker. For å kompensere for ikke-lineariteten til denne effektforsterker er anordnet en tilbakekoblingssløyfe, som generelt er betegnet som kartesisk tilbakekobling. I denne tilbakekoblingssløyfen befinner seg først en oppoverkonverter for å omforme tilbake til basisbåndet sendesignalet som er koblet ut
- 15 fra utgangen til effektforsterkeren. I basisbåndet befinner seg en kvadraturdemodulator som spalter det tilbakekoblede signalet i en tilbakekoblet i-fasekomponent og en tilbakekoblet kvadraturfasekomponent. Den tilbakekoblede i-fasekomponentene blir sammen med i-fasekomponentene til inngangssignalet tilført en første differensialforsterker koblet foran kvadraturmodulatorens. Tilsvarende blir den
- 20 tilbakekoblede kvadraturfasekomponenten sammen med kvadraturfasekomponenten til inngangssignalet tilført en andre differensialforsterker. Derved bli ikke-lineariteten til effektforsterkeren utlignet via det tilbakekoblede signalet.

- I EP 0 706 259 A1 blir det dessuten forslått en testmodus for å kompensere for
- 25 likespenningskomponenten til kvadraturmodulatorens, ved hvilken sendeinnretningen ikke tilføres noe inngangssignal. Utgangssignalet til de to differensialforsterkerne blir integrert i respektive integratorer og tilført hver en, etter integratoren, koblet sample- og holdekrets. Sample- og holdekretsen befinner seg i løpet av testmodusen i samletilstanden og tilfører et slikt kompensasjonssignal til en motkoblet inngang til
- 30 den tilordnete differensialforsterkeren slik at likespenningskomponenten til den tilordnete grenen til kvadraturmodulatorens blir kompensert. I løpet av den normale sendemodusen befinner seg sample- og holdekretsen i holdetilstand og tilfører

inngangene til respektive differensialforsterkere kompensasjonsnivået tilveiebrakt i løpet av testmodusen. Videre blir det i EP 0 706 259 A1 dessuten forslått i en ytterligere testmodus, ved hvilken kobleren anordnet ved utgangen til kvadraturdemodulatoren er åpen, tilveiebringes ved hjelp av registreringen av utgangssignalet til

5 kvadraturdemodulatoren i denne tilstanden ved to forskjellige inngangssignaler faseforskyvningen for en mellom en lokaloscillator og kvadraturdemodulatoren anordnet fasekompensator.

Ved anvendelsen av en sendeinnretning ved luftfartsradio, som arbeider etter prinsippet

10 til kartisk tilbakekobling, især ved digital luftfartsradio som arbeider etter VDL-standard (VHL-digital-link) ved TDMA-simplexmodus, forefinnes problemet at en hurtig omkobling mellom sendemodus og mottagermodus kan kun virkeliggjøre med store vanskeligheter, da effektforsterkeren og den lokale lokaloscillatoren ved omkobling fra sendermodus til mottagermodus må bli fullstendig avslått for å unngå en

15 innstråling i mottageren. Derved blir imidlertid tvangsmessig høyfrekvenstilbakekoblingssløyfen mellom utgangene og kompensasjonsinngangene til differensialforsterkerne avbrutt.

Ved gjeninnkoblingen av effektforsterkeren og den lokale oscilatoren ved omkobling

20 fra mottagermodus til sendermodus må tilbakekoblingssløyfen derfor svinge inn på nytt, noe som fører til uønskete signalsprang ved sender-mottager-omkoblingene. Reguleringen av tilbakekoblingssløyfen ble i løpet av senderavbruddet regulert inn på den positive eller negative reguleringsenden. Ved gjeninnkoblingene kommer den fulle sendeeffekten med en gang til virkning. EP 0 706 259 A1 antyder ikke noen tiltak for å

25 eliminere dette problemet.

I US2793817 beskrives en senderinnretning med en kartesisk tilbakekoblingsforsterker i samsvar med ingressen i vedlagte krav 1.

30 Oppfinnelsen har derfor til oppgave å tilveiebringe en senderinnretning med en effektforsterker som er linearisert etter prinsippene for kartisk tilbakekobling ved hvilken en hurtig sender-mottageromkobling muliggjøres og tilsvarende en

fremgangsmåte for omkobling av denne senderinnretningen fra sendermodus til en senderavbrudmodus henholdsvis mottagermodus.

- Oppgaven med hensyn til senderinnretningen løses ved hjelp av de i karakteristikken til
 5 krav 1 angitte trekk og med hensyn til fremgangsmåten av de i karakteristikken til krav 10 angitte trekk.

- Oppfinnelsen bygger på den erkjennelsen at høyfrekvenssignalbanen dannet av kvadraturmodulatoren, effektforsterkeren og kvadraturdemodulatoren er koblet parallelt
 10 med en ytterligere direkte signalbane over hvilken ved forbigåelse av kvadraturmodulatoren, effektforsterkeren og kvadraturdemodulatoren bli utgangen til differensialforsterkeren ved omkobling fra sendermodus til mottagermodus forbundet med den motkoblede inngangen. Utgangen til differensialforsterkeren er derfor til en hver tid forbundet med sin motkoblede inngang - ved sendermodus over
 15 høyfrekvenssignalbanen og ved mottagermodus over den direkte (likestrøms)-signalbanen. Sender-mottageromkoblingen foregår derved fortrinnsvis på den måten at ved omkobling fra sendermodus til mottagermodus blir først den direkte (likestrøms)-signalbanen lukket før høyfrekvenssignalbanen åpnes. Ved omkoblingen fra sendermodus til mottagermodus blir tilsvarende omvendte handling foretatt. På denne
 20 måten unngås signalsprang ved sender-mottageromkobling.

- Kravene 2 til 9 angår ytterligere fordelaktige utførelser av senderinnretningen ifølge oppfinnelsen og kravene 11 til 14 angår ytterligere fordelaktig utførelser av fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse.
 25

- Med fordel er i-fasesignalbanen som også i kvadraturfasesignalbanen anordnet respektive to ytterlige differensialforsterkere, med hvilke kompensasjonsspenninger i signalbanene kan innkobles for å kompensere så vel, likespenningsforskyvningen (DC-offset) til kvadraturmodulatoren som også likespenningsforskyvningen (DC-offset) til
 30 kvadraturdemodulatoren. Derved blir i utkoblet tilstand, når det ikke ligger noe signal ved I- og Q-inngangen, spenningsverdien 0 V ved inngangen og utgangen nådd hvorved tilkoblingen av likestrømssignalbanen kan foregå sjokkfritt.

Utligningen av kvadraturmodulatoren foregår når høyfrekvenssignalbanen er lukket. Utligningen an kvadraturdemodulatoren foregår på den andre siden når høyfrekvenssignalbanen er åpen og likestrømssignalbanen er lukket. Kompensasjonen er drevet på en slik måte at utgangsspenningen anvendt for kompensasjonsformålet er minimalisert. Dette kan bli tilveiebrakt med svært lite kompleksitet med hensyn til målinger og ved en høy målehastighet. Dessuten kan kvadraturdemodulatoren bli finavstemt ved fremdeles lukket høyfrekvenssignalbane, idet utgangseffekten til effektforsterkeren er anvendt som målestørrelse ved utkoblet inngangssignal, som for eksempel kan bli målt over en logaritmisk detektor.

Et forenklet utførelseseksempel blir oppfinnelse i det påfølgende beskrevet nærmere med henvisning til tegningene, hvor:

- 15 Fig. 1 viser et blokkdiagram av et utførelseseksempel av en sendeinnretning ifølge oppfinnelsen.
- Fig. 2 viser en detalje ved den på fig. 1 viste sendeinnretning.
- Fig. 3 viser en skjematisk fremstilling av utgangseffekten til sendeinnretningen som funksjon av tiden for forklaring av en foretrukket kompensasjonsmetode.
- 20

Fig. 1 viser et første utførelseseksempel av sendeinnretning ifølge oppfinnelsen ved et prinsipiell blokketsdiagram.

- 25 En digital signalprosessor (DSP) 2 frembringer et kompleks inngangssignal for en kvadraturmodulator 3 som består av en i-faseblander 4, en kvadraturblander 5 og en adderer 6 så vel som en fasekompensator. Det komplekse inngangssignalet består av en i-fasekomponenten I og en kvadraturfasekomponenten Q hvor i-fasekomponenten I er tilført i-faseblander 4 og kvadraturfasekomponenten Q er tilført kvadraturfaseblander 5. Utgangssignalet til en lokaloscillator 8 er tilført en fasekompensator 7 (phasenschieber) hvor fasekompensatoren 7 til dette oscillatorsignalet tilføres i-faseblander 4 uten faseforskyvning og til
- 30

kvadraturfaseblanderen 5 ved en faseforskyvning på 90° .

Forbundet nedstrøms av kvadraturmodulator 3 er en effektførsterker 9 som tilfører det kvadraturmodulerte signalet, effektførsterket korresponderer med sendeeffekten til
 5 sendeanordning 1, til en antenne 13 via en sirkulator 10, en effekt detektor 11 og en sender-mottageromkopler 12. Ved utførelseseksempelet vist på fig. 1 virker den digitale signalprosessor 2 samtidig som styreenheten for sender-mottageromkopler og styrer sender-mottageromkopler 12 på en slik måte at antenne 13 ved sendemodus er forbundet med effektførsterkeren og i mottakermodus med en mottager betegnet som
 10 RX. Sirkulatoren 10, forbundet med avslutningsresistansen 14, tjener til å unngå tilbakekoblingen av mulig reflektert sendeeffekt i effektførsterkeren 9.

I signalbanen mellom effektførsterkeren 9 og antennen 13 er en dekobler 15, som kobler utgangssignalet til effektførsterkeren 9 inn i en tilbakekoblingssløyfe 16. I
 15 tilbakekoblingssløyfen 16 er en omkobler 17, via hvilken en inngang 18 til en kvadraturdemodulator 19 kan bli valgt forbundet med dekobleren 15 eller en avslutningsresistans 20. Mellom dekobleren 15 og omkobleren 17 er en logaritmisk effektdetektor 39. Kvadraturdemodulatoren 19 består av en signalfordeler 21, som fordeler inngangssignalet likt mellom en i-faseblanderen 22 og en
 20 kvadraturfaseblanderen 23. Videre er anordnet en fasekompensator 25, til hvilken er tilført utgangssignalet til lokaloscillatoren via en justerbar fasekompensator 25 (phasenschieber). Fasekompensator 24 opereres som fasekompensator 7 og tilføres til i-faseblander 22 et ikke-faseforskjøvet oscillatorsignal og kvadraturfaseblanderen 23 et oscillator signal faseforskjøvet med 90° , hvor oscillatorsignalet har tidligere blitt
 25 faseforskjøvet totalt med en fasevinkel ϕ av fasekompensator 25.

Ved utgangen til i-faseblanderen 22 er en tilbakekoblet i-fasekomponent I' og ved utgangen til kvadraturfaseblanderen 23 er en tilbakekoblet kvadraturfasekomponent Q'. I-fasekomponenten I til inngangssignalet er ført til (+)-inngangen til en første
 30 differensialforsterker 26, mens det tilbakekoblede i-fasekomponenten I' er ført til (-) inngangen til den første differensialforsterkeren 26. Tilsvarende er kvadraturfasekomponenten Q til inngangssignalet tilført (+) inngangen til en andre

differensialforsterker 27, mens den tilbakekoblede kvadraturfasekomponenten Q' er tilført (-)-inngangen til den andre differensialforsterkeren 27. Ved hjelp av denne tilbakekoblingsanordningen, generelt betegnet som kartesisk tilbakekobling er det tilveiebrakt at lineariserte feil til effektförsterkeren 9 er kompensert ved hjelp av

5 kvadraturmodulatoren 19 anordnet i tilbakekoblingssløyfen 16 og differensialforsterkeren 26 og 27. Derved skal det imidlertid gjøres oppmerksom på at det tilbakekoblede signalet I' , Q' tilføres differensialforsterkeren 26 og 27 med en faseforskyvning på 0° i forhold til Inngangssignalet I , Q . Den riktige faseposisjonen innstilles ved hjelp den innstillbare fasekompensator 25 hvis fasevinkel ϕ kan endres

10 ved hjelp av den digitale signalprosessen via et styresignal.

Da så vel kvadraturmodulatoren 3 som også kvadraturmodulatoren 19 har en likespenningsforskyvning (DC offset) er det kompensert tilsvarende for likespenningsforskyvningen.

15

For dette tjener en tredje differensialforsterker 28 som er anordnet mellom i-faseblander 22 til kvadraturdemodulatoren 19 og den første forsterkeren 29. En fjerde differensialforsterker 29 er anordnet mellom kvadraturmodulatoren 19 og den andre differensialforsterker 27. Mens (+)-inngangen til den tredje differensialforsterkeren 28 blir tilført den tilbakekoblede i-fasekomponenten I' er (-)-inngangen til den tredje differensialforsterkeren 28 tilført en første kompensasjonsspenning V_{11} slik at ved

20 utgangen til den tredje differensialforsterkeren 28 blir likestrømsforskyvningen i I' komponenten til kvadraturdemodulatoren 19 kompensert for ved utgangen til den tredje differensialforsterkeren 28. Tilsvarende blir tilbakekoblingskvadraturfasekomponenten Q' tilført til den fjerde differensialforsterkeren 29 ved dens (+)-inngang, mens en fjerde kompensasjonsspenning V_{Q1} er tilført til dens (-)-inngang.

25

En femte differensialforsterker 30 er anvendt til å kompensere for likestrømsoffset til kvadraturmodulatoren 3, hvilken (+)-inngang er tilkoblet til utgangen til den første

30 differensialforsterkeren 26, mens en tredje kompensasjonsspenning V_{12} tilføres dens (-)-inngang. Videre er anordnet en sjette differensialforsterker 31, hvilken utgang er forbundet med kvadraturfaseblander 5 til kvadraturmodulatoren 3 og hvilken (+)-

inngang er forbundet med utgangen til den andre differensialforsterkeren 27. En fjerde kompensasjonsspenning V_{Q2} er tilført (-)-inngang til den sjette differensialforsterker 31. Kompensasjonsspenningene V_{I1} , V_{Q1} , V_{I2} , og V_{Q2} er vist som en styrbar spenningskilde på fig. 1 for bedre illustrasjon, disse kompensasjonsspenningen blir imidlertid

5 fortrinnsvis frembrakt internt i den digitale signalprosessen 2.

Ved den hurtige omkoblingen mellom sendemodus og mottagermodus, som anvender en tilbakekoblingssløyfe 16 etter det kartesiske tilbakekoblingsprinsippet, bevirker det problemet at høyfrekvenssignalbanen til sløyfen bestående av kvadraturmodulatoren 3, 10 effektforsterkeren 9, kvadraturmodulatoren 19 og differensialforsterkerne 26 og 27 ved omkobling fra sendermodus til mottagermodus må bli avbrutt på grunn av at effektforsterkeren 9 og lokaloscillatoren 8 må bli slått av. Ved gjeninnkoblingen av effektforsterkeren 9 og lokaloscillatoren 8 og gjenoppsettelsen av høyfrekvensbanen over tilbakekoblingssløyfen 16 oppstår sjokkpulser ved en kobling da spenningen til 15 reguleringssystemet, altså utgangsspenningen til de to differensialforsterkerne 26, 27 går til den positive eller negative reguleringsanslaget når høyfrekvenssignalbanen er åpen. Dette fører til et utilsattelig effektsprang på den maksimale sendeeffekten til effektforsterkeren 9. Derfor, som i tilfeller ved anvendelser som bruker digital luftfartsradio (VHL-digital-link) er kun en kort omkoblingstid tilgjengelig, kan ikke det 20 kartesiske tilbakekoblingssystemet bli anvendt uten at det foretaes spesielle tiltak. Ved et TDMA-system (slik som for eksempel VDL) må effekten til den tiliggende kanalen ikke bli negativt påvirket av en burstmodus. Definisjonen av VDL-standard tillater teoretisk en forstyrrelsesfri inn- og utkobling av senderen. Ved hjelp av foreliggende oppfinnelse sikres et ideelt forstyrrelsesfri spektrum i det samlede område.

25

For å komme rundt dette problemet forslår oppfinnelsen at i tillegg til høyfrekvenssignalbanen fra utgangen til differensialforsterkeren 26 og 27 med (-)-inngangen til differensialforsterkeren 26 og 27 via kvadraturmodulatoren 3, effektforsterkeren 9 kvadraturdemodulatoren 19, anordnes to direkte 30 likestrømssignalbaner 32 og 33, som forbinder utgangen til de respektive tilknyttete differensialforsterkere 26 eller 27 direkte med (-)-inngangene til de respektive differensialforsterkere 26 eller 27. De direkte likestrømssignalbanene 32 og 33 består i

det viste utførelseseksempelet hver av en regulerbar kobler 34 henholdsvis 33, som for eksempel kan være dannet av felteffekttransistorer og en i serie koblet motstand 36 henholdsvis 37.

- 5 Omkoblingen fra sendermodus til mottagermodus foregår i følge oppfinnelsen slik at før åpningen av høyfrekvenssignalbanen blir første koblerne 34 og 35 lukket slik at så vel høyfrekvenssignalbanen over tilbakekoblingssløyfen 16 som også den direkte likestrømssignalbanen 32 og 33 er i drift. Til slutt blir omkobleren 17 betjent av den digitale signalprosessoren 2 slik at inngangen 18 kvadraturdemodulatoren 19 ikke
- 10 lengre er forbundet med utkobleren 15, men er forbundet med avlutningsmotstanden 20 og som betyr at høyfrekvenssignalbanen er avbrutt over tilbakekoblingssløyfe 16. Da det ikke lenger er noe inngangssignal ved inngangen til kvadraturdemodulatoren 19 bestemmes nivået ved (-)-inngangen til de første og andre differensialforsterkerne 26 og 27 over tilkoblingen til likestrømssignalbanen 32 henholdsvis 33 og den konstante
- 15 utgangsspenningen til de tredje og fjerde differensialforsterkerne 26 og 27. Allerede før åpningen av høyfrekvenssignalbanen ved omkobling av omkobleren 17 kan strømforsyningen (Bias) til effektførsterkeren 9 bli slått av. Sender-mottageromkobleren 12 ved inngangen til antennen 13 kan allerede etter allerede etter en reduksjon av I/Q-inngangssignalet (Ramping) før betjeningen av koblerne 34, 35 og
- 20 17 og før avslåingen av strømforsyningen til effektførsterkeren 9 bli omkoblet hvorved det oppnåes en god utkoblingsingsisolasjon med engang. Refleksjonen, som oppstår ved sender-mottageromkoblingen 12, tilføres avslutningsmotstanden 14 over sirkulatoren 10. Til slutt blir den lokale oscillatoren 6 slått av.

- 25 Ved omkoblingen til sendermodus opereres i omvendt rekkefølge som følgende:

Først blir den lokale oscillatoren 8 innkoblet og så blir forsyningsspenningen (BIAS) for effektførsterkeren 9 tilkoblet. Deretter lukkes høyfrekvenssignalbanen over tilbakekoblingssløyfen 16 ved omkoblingen av omkobleren 17. Så blir koblerne 34 og

30 35 åpnet slik at likestrømsbanene 32 og 33 blir avbrutt. Så blir sender/mottager - omkobleren 12 koblet slik utgangen til effektførsterkeren 9 bli forbundet med antennen 13.

Ved den overlappende omkobling ifølge oppfinnelsene mellom likestrømssignalbanen og høyfrekvenssignalbanen sikres at ved omkobling ikke opptrer noe signalsprang da utgangen til den første og andre differensialforsterker 26 henholdsvis 27 er konstant
 5 forbundet enten over høyfrekvenssignalbanen eller over likestrømssignalbanen 32 henholdsvis 33 med sin (-)-inngangen. Følgelig ligger alltid definerte signalnivå ved (-)-inngangen til differensialforsterkerne 26 og 27.

Fig. 2 viser en mer detaljert kretsdiagram over forbindelsene til differensialforsterkerne
 10 26, 27, 28, 29, 30 og 31 idet kun signalbanen for kvadraturfasekomponenten Q er vist, med andre ord differensialforsterkerne 29, 27 og 31. For i-fasekomponenten I står en identisk krets til rådighet.

Inngangstilslutningen 41 er forbundet med utgangen til kvadraturfaseblanderen 23 til
 15 kvadraturdemodulatoren 19 og internt med (+)-inngangen til differensialforsterkeren 29. Mellom (+)-inngangen til differensialforsterkeren 29 og koblingsjorden 42 befinner seg en motstand 43. En ytterligere motstand 44 befinner seg mellom (-)-inngangen til differensialforsterkeren 29 og koblingsjorden 42, idet (-)-inngangen til differensialforsterkeren 29 er tilført kompensasjonsspenningen V_{Q1} over en
 20 seriemotstand 45. Mellom utgangen til differensialforsterkeren 29 og dens (-)-inngang befinner seg en ytterligere motstand 46. Utgangen til differensialforsterkeren 29 er forbundet med (-)-inngangen til differensialforsterkeren 27 over en seriemotstand 47.

(+)-inngangen til differensialforsterkeren 27 er tilført kvadraturfasekomponenten Q til
 25 det komplekse inngangssignalet over en tilslutning 48. Mellom tilslutningen 48 og koblingsjorden 42 befinner seg en ytterligere motstand 49. En ytterligere motstand 50 befinner seg mellom utgangen til differensialforsterkeren 27 og koblingsjorden 42. Mellom utgangen til differensialforsterkeren 27 og (-)-inngangen til differensialforsterkeren 27 befinner seg et RC-ledd, som består av en kondensator 51 og
 30 en seriemotstand 52, som er koblet i serie. Parallelt dertil befinner likestrømssignalbanen 33, som består av den styrbare kobleren 35 og seriemotstand 37. Ved lukking av den styrbare kobleren 35 blir derfor tilveiebrakt en potensialutligning mellom utgangen til

differensialforsterkeren 27 og dens (-)-inngang. Ved utgangen til differensialforsterkeren 27 står ved målepunktet 53 målespenningen V_{QM} til rådighet, hvilken betydning skal bli beskrevet senere.

- 5 Koblingen av differensialforsterkeren 31 er identisk med koblingen av differensialforsterkeren 29 slik at anordningen av motstandene 54-57 tilsvarer anordningen av motstandene 44-47. Ved utgangstilslutningen 58 kan innstillingsstørrelsen får kvadraturfaseblander 5 til kvadraturmodulatoren 3 bli tatt ut. Ved utgangstilslutningen 58 befinner seg et RC-ledd, som består av kondensatoren 59
- 10 parallelt koblet med denne motstanden 60. RC-leddet definerer båndbredden til høyfrekvenssignalbanen.

- Potensialet ved (+)-inngangen til differensialforsterkeren 29 utgjør U_1 , mens potensialet ved utgangen til differensialforsterkeren 29 henholdsvis (-)-inngangen til
- 15 differensialforsterkeren 27 utgjør $U_1 - V_{Q1}$. Tilsvarende utgjør potensialet ved utgangen til differensialforsterkeren 27 henholdsvis ved (+)-inngangen til differensialforsterkeren 31 $U_2 + V_{Q2}$ slik at det ved utgangen til differensialforsterkeren 31 innstilles et potensial U_2 . Den variable kompensasjonsspenningen V_{Q1} og V_{Q2} blir innstilt ved hjelp av en iterativt kompensasjonsmetode slik at potensialet ved (-)-inngangen og ved utgangen til
- 20 differensialforsterkeren 27 er hver lik null, det vil si det gjelder $U_1 - V_{Q1} = 0$ og $U_2 + V_{Q2} = 0$. Da potensialet ved (-)-inngangen og utgangen til differensialforsterkeren 27 er enhetlig null oppstår ved betjening av kobleren 35 ikke noe koblingssjokk slik at tilkobling og frakobling av likestrømssignalbanen 32 kan foregå uten sjokkpuls.

- 25 Ved hjelp av fig.3 skal fremgangsmåten i følge oppfinnelsen for omkobling mellom sendermodus og en sender avbruddsmodus henholdsvis mottakermodus forklares. Samtidig blir det ved hjelp av dette skjematisk tidsdiagrammet forklart en kompensasjonsmetode ifølge oppfinnelsen, som kommer fordelaktig til anvendelse innenfor rammen av oppfinnelsen. På fig.3 er vist i en logaritmisk målestokk
- 30 utgangseffekten P til effektforsterkeren 9 som funksjon av tiden t .

I begynnelsen av senderintervallet er i VDL-standaren foreskrevet at til å begynne med

overføres et startsignal med varighet av tre datasymboler, ved hvilket det komplekset inngangssignalet har utelukkende en i-fase komponent I, men ingen kvadraturfasekomponent Q. I dette med henvisningstallet 71 betegnete tidsintervall kan det derfor foregå en måling av fasevinkelen ϕ for fasekompensatoren 25. Da det i løpet

5 av tidsintervallet 71 kun overføres en i-fasekomponent I må spenningen ved målepunktet 53 være null. Fasevinkelen ϕ kan derfor bli målrettet endret før neste sendeintervall (burst) slik at målespenningen ved målepunktet 53 optimeres på en mest mulig liten verdi. Denne fasevinkelen ϕ opprettholdes inntil neste sendeintervall og kan optimeres ytterligere i neste sendeintervall.

10

Mellom tidspunktene t_2 og t_3 overføres data. Ved tidspunktet t_3 er det egentlige sendeforløpet avsluttet. Tilsvarende VDL-standaren finnes det situasjoner hvor en hurtig omkobling mellom sendemodus og mottakermodus må foregå innenfor noen få 100 μ s. Dette er antydnet ved hjelp av linjen 75 på fig.3. I dette tilfellet blir som i det

15 foregående beskrevet forløpet som følgende: Sender-mottageromkobleren 12 blir omkoblet og først tilveiebringes likestrømsignalbanene 32 og 33 ved lukking av koblerne 34 og 35. Deretter blir strømforsyningen (bias) til effektforsterkeren 9 koblet ut og inngangen 18 til kvadraturdemodulatoren 19 omkobles fra utkobleren 15 på avslutningsmotstanden 20. Til slutt blir den lokale oscillatoren 8 frakoblet.

20

Det finnes imidlertid ved VDL-drift situasjoner hvor det er mulig med en mer langsom omkobling mellom sendermodus og mottakermodus, idet det for automatisk kompensasjon står til rådighet ca. 2.5 ms. Denne automatiske kompensasjonen blir beskrevet i det påfølgende.

25

Ved en valgt finetterinnstilling i løpet av tidsintervallet 72 foretaes en finjustering av kvadraturdemodulatoren 19. Denne finjusteringen kan eventuelt også utelates. For dette formål blir først inngangssignalet I/Q regulert nedover til null slik at effektforsterkeren frembringer kun en minimal resteffekt P_2 . Kompensasjonsspenningen V_{I1} og V_{Q1} , som

30 kompenserer likespenningsforsyningen til kvadraturdemodulatoren 19, optimeres slik at ved den logaritmiske effektdetektoren 39 detekteres en minimal resteffekt P_2 . Da det ikke ligger an noe inngangssignal I/Q er den ideelle utgangseffekten P_2 null og et

bestående utgangssignal kommer i det vesentlige fra likespenningsforsyningen til kvadraturdemodulatoren 19.

I det påfølgende tidsintervall 73 foregår det en kompensasjon av kvadraturmodulatoren 3 ved at målespenningen V_{IM} til i-fase komponenten måles ved målepunktet 61 og målespenningen V_{QM} til kvadraturfasekomponenten måles ved målepunktet 53 på fig.1. Også ved denne målingen er så vel i-fasekomponenten I som også kvadraturfasekomponenten Q til det av den digitale signalprosessen 2 frembrakte inngangssignal lik null slik at den målte spenningen V_{QM} , kommer i det vesentlige fra likespenningsforskyvningen til kvadraturmodulatoren 3. Ved kompensasjon av spenningene V_{I2} og V_{Q2} blir målespenningene V_{IM} og V_{QM} minimert mot null. Derved blir likespenningsforskyvningen til modulatorene 3 kompensert.

Målingene i tidsintervallet 72 og 73 foregår ved ennå lukket høyfrekvens signalbane, det vil si koblerne 34 og 35 er ennå åpne og kobleren 17 forbinder inngangen 18 til kvadraturdemodulatoren 19 med utkobleren 15. Videre er spenningsforsyningen (bias) for effektforsterkeren 9 ennå tilkoblet.

Ved tidspunktet t_4 blir først de to koblerne 35 lukket og derpå omkobles omkobleren 17 til avslutningsmotstanden 20 slik at nå aktiveres likestrømsignalbanen 32 og 33, men imidlertid ikke høyfrekvenssignalbanen. Før betjening av omkobleren 17 blir strømforsyningen til effektforsterkeren 9 koblet ut.

Siden inngangssignalet ved kvadraturdemodulatoren 19 er null og videre det av den digitale signalprosessen 2 frembrakte inngangssignal I , Q er lik null blir en ved målepunktene 53 og 61 målt målespenning V_{IM} og V_{QM} , forårsaket i det vesentlig av likespenningsforsyningen til kvadraturdemodulatoren 19. Ved forskyvning av kompensasjonsspenningene V_{I1} og V_{Q1} i tidsintervallet 74 kan denne likespenningsforskyvningen og dermed målespenningen V_{I1} henholdsvis V_{QM} bli minimert. De ved denne kompensasjonsprosedyren yilveiebrakte verdi for kompensasjonsspenningene V_{I1} , V_{Q1} , V_{I2} , V_{Q2} kan blir anvendt for det neste sendeintervall.

Ved tidspunktet t_5 blir nivået til lokaloscillatoren 8 i tillegg utkoblet for å forhindre innstråling i mottakeren. Der ved blir isolasjonen mellom sender og mottaker ytterligere øket.

5

Oppfinnelsen er ikke begrenset til det viste utførelseseksempelet. Især kan kompensasjonstrinnene også blir foretatt i andre rekkefølger eller enkelte kompensasjonstrinn kan bortfalle.

P a t e n t k r a v

1.

Sendeinnretning (1) med

- en kvadraturmodulator (3) for kvadraturmodulasjon av en i-fasekomponenten (I) og en
 5 kvadraturfasekomponent (Q) til et kompleks inngangssignal (I, Q),
 en effektførsterker (9) koblet etter kvadraturmodulator (3),
 en kvadraturdemodulator (19) for kvadraturdemodulasjon av utgangssignalet til
 effektførsterkeren (9) i en tilbakekoblet i-fasekomponent (I') og en tilbakekoblet
 kvadraturfasekomponent (Q'),
 10 en første differensialforsterker (26) koblet foran kvadraturmodulatoren (3), hvis første
 inngang (+) blir tilført i-fasekomponenten (I) til inngangssignalet og hvis andre inngang
 (-) blir tilført den tilbakekoblede i-fasekomponenten (I'),
 en andre differensialforsterker (27) koblet foran kvadraturmodulatoren (3), hvis første
 inngang (+) blir tilført kvadraturfasekomponenten (Q) til inngangssignalet og hvis andre
 15 inngang (-) blir tilført den tilbakekoblede kvadraturfasekomponenten (Q'),
 k a r a k t e r i s e r t v e d midler for direkte kobling av utgangen
 fra første og andre differensialforsterker (26, 27) til den andre inngangen (-) til den
 respektive differensialforsterkeren (26, 27) via en direkte likestrømssignalbane (32, 33),
 forbi kvadraturmodulatoren (3), effektførsterkeren (8) og kvadraturdemodulatoren (19),
 20 når det omkobles fra en sendermodus til en senderavbruddsmodus.

2.

- Sendeinnretning ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at
 hver likestrømssignalbane (32, 33) har en respektive første styrbar kobler (34, 35).
 25

3.

- Sendeinnretning ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at
 signalet til den tilbakekoblede i-fasekomponenten (I') og den tilbakekoblede
 kvadraturfasekomponenten (Q') kan avbrytes ved hjelp av en andre styrbar kobler (17).
 30

4.

Sendeinnretning ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at

den andre styrbare kobleren (17) er anordnet ved inngangen til kvadraturdemodulatoren (19) og frakobler inngangen til kvadraturdemodulatoren (19) via en definert inngangsmotstand (20) i tilfelle av et signalavbrudd.

5 5.

Sendeinnretning ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at en likespenningsforskyvning i i-fasekomponenten (I') til kvadraturdemodulatoren (19) kan bli kompensert ved hjelp av en første kompensasjonsspenning (V_{I1}) og en likespenningsforskyvning av kvadraturfasekomponenten (Q') til

10 kvadraturdemodulatoren (19) ved hjelp av en andre kompensasjonsspenning (V_{Q1}).

6.

Sendeinnretning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at en tredje differensialforsterker (26) er koblet foran den første differensialforsterkeren (26),

15 til hvilken er koblet den første kompensasjonsspenningen (V_{I1}) og en fjerde differensialforsterker (29) er koblet foran den andre differensialforsterkeren (27) til hvilken er koblet den andre kompensasjonsspenningen (V_{Q1}).

7.

20 Sendeinnretning ifølge krav 5 eller 6, k a r a k t e r i s e r t v e d at en likespenningsforskyvning til i-fasekomponenten (I) til kvadraturmodulatoren (3) kan bli kompensert ved hjelp av en tredje kompensasjonsspenning (V_{I2}) og en likespenningsforskyvning til kvadraturfasekomponenten (Q) til kvadraturmodulatoren (3) kan bli kompensert ved

25 hjelp av en fjerde kompensasjonsspenning (V_{Q2}).

8.

Sendeinnretning ifølge krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at en femte differensialforsterker (26) er koblet foran den første differensialforsterkeren (26),

30 til hvilken er koblet den tredje kompensasjonsspenningen (V_{I2}) og en sjette differensialforsterker (29) er koblet foran den andre differensialforsterkeren (27) til hvilken er koblet den fjerde kompensasjonsspenningen (V_{Q2}).

9.

- Fremgangsmåte for omkobling av en sendeinnretning (1) med en kvadraturmodulator (3) for kvadraturmodulasjon av en i-fasekomponenten (I) og en kvadraturfasekomponent (Q) til et kompleks inngangssignal (I, Q),
- 5 en effektførsterker (9) koblet etter kvadraturmodulator (3), en kvadraturdemodulator (19) for kvadraturdemodulasjon av utgangssignalet til effektførsterkeren (9) i en tilbakekoblet i-fasekomponent (I') og en tilbakekoblet kvadraturfasekomponent (Q'),
- 10 en første differensialforsterker (26) koblet foran kvadraturmodulatoren (3), hvis første inngang (+) blir tilført i-fasekomponenten (I) til inngangssignalet og hvis andre inngang (-) blir tilført den tilbakekoblede i-fasekomponenten (I'), og en andre differensialforsterker (27) koblet foran kvadraturmodulatoren (3), hvis første inngang (+) blir tilført kvadraturfasekomponenten (Q) til inngangssignalet og hvis andre
- 15 inngang (-) blir tilført den tilbakekoblede kvadraturfasekomponenten (Q'), fra en sendermodus til en senderavbruddsmodus

k a r a k t e r i s e r t v e d

følgende fremgangsmåte

- tilkobling av respektive likestrømssignalbaner (32, 33) mellom utgangen og den andre inngangen (-) til den første og andre differensialforsterkeren (26, 27) før
- åpning av en høyfrekvenssignalbane (16) som går fra utgangen den første og andre differensialforsterkeren (26, 27) via kvadraturmodulatoren (3), effektførsterkeren (9) og kvadraturdemodulatoren (19) til den andre inngangen (-) til den første og andre differensialforsterkeren (26, 27).

25

10.

Fremgangsmåte ifølge krav 9, omfattende følgende trinn ved omkobling fra en sendermodus til en senderavbruddsmodus:

- tilkobling av likestrømssignalbane (32, 33),
- 30 - frakobling av en spenningsforsyning for effektførsterkeren (49), og
- åpning av høyfrekvenssignalbanen foran inngangen (18) til kvadraturdemodulatoren (19) og lukking av inngangen (18) til

kvadraturdemodulatore (19) med en definert inngangsmotstand (20).

1/3

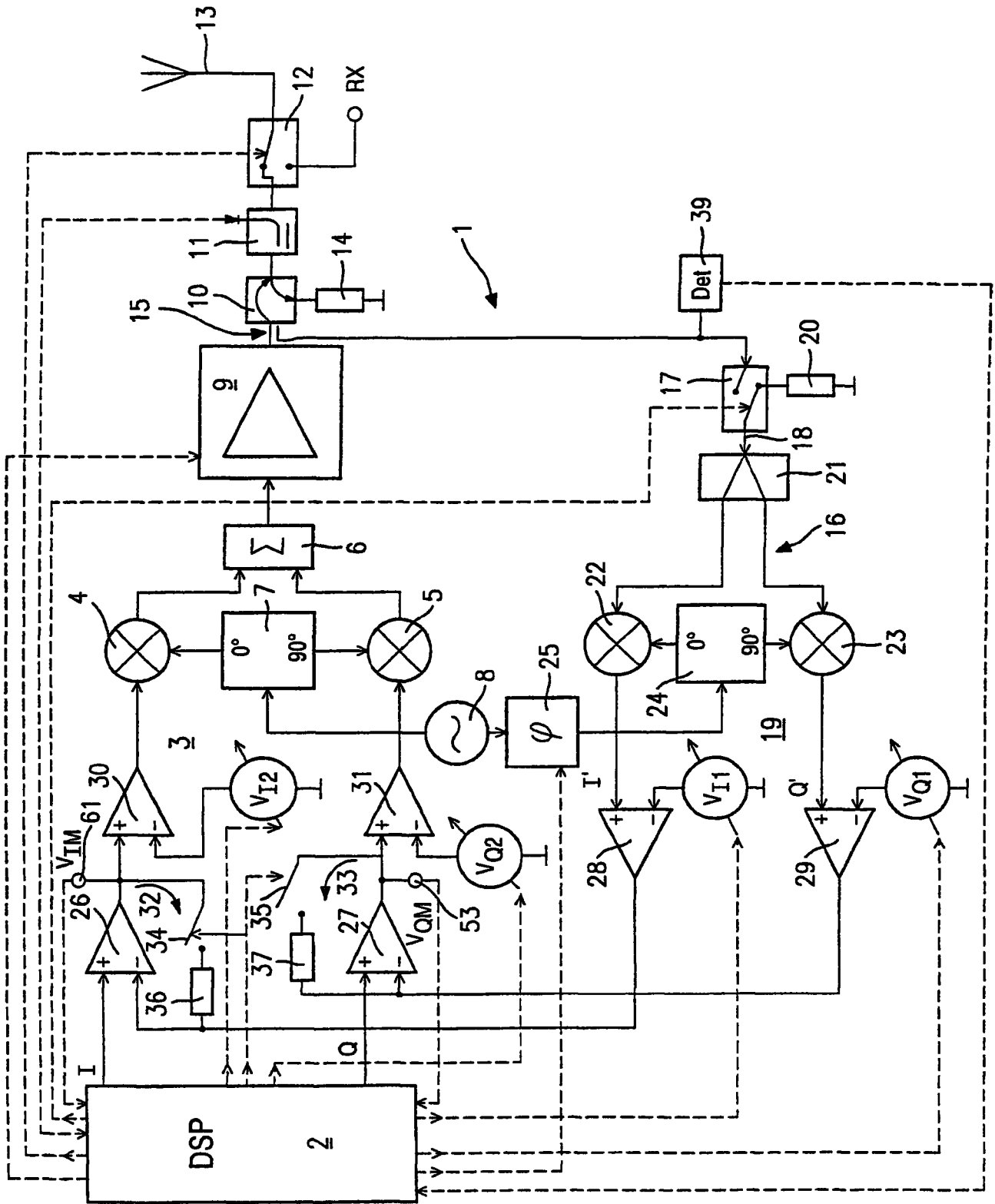


Fig. 1

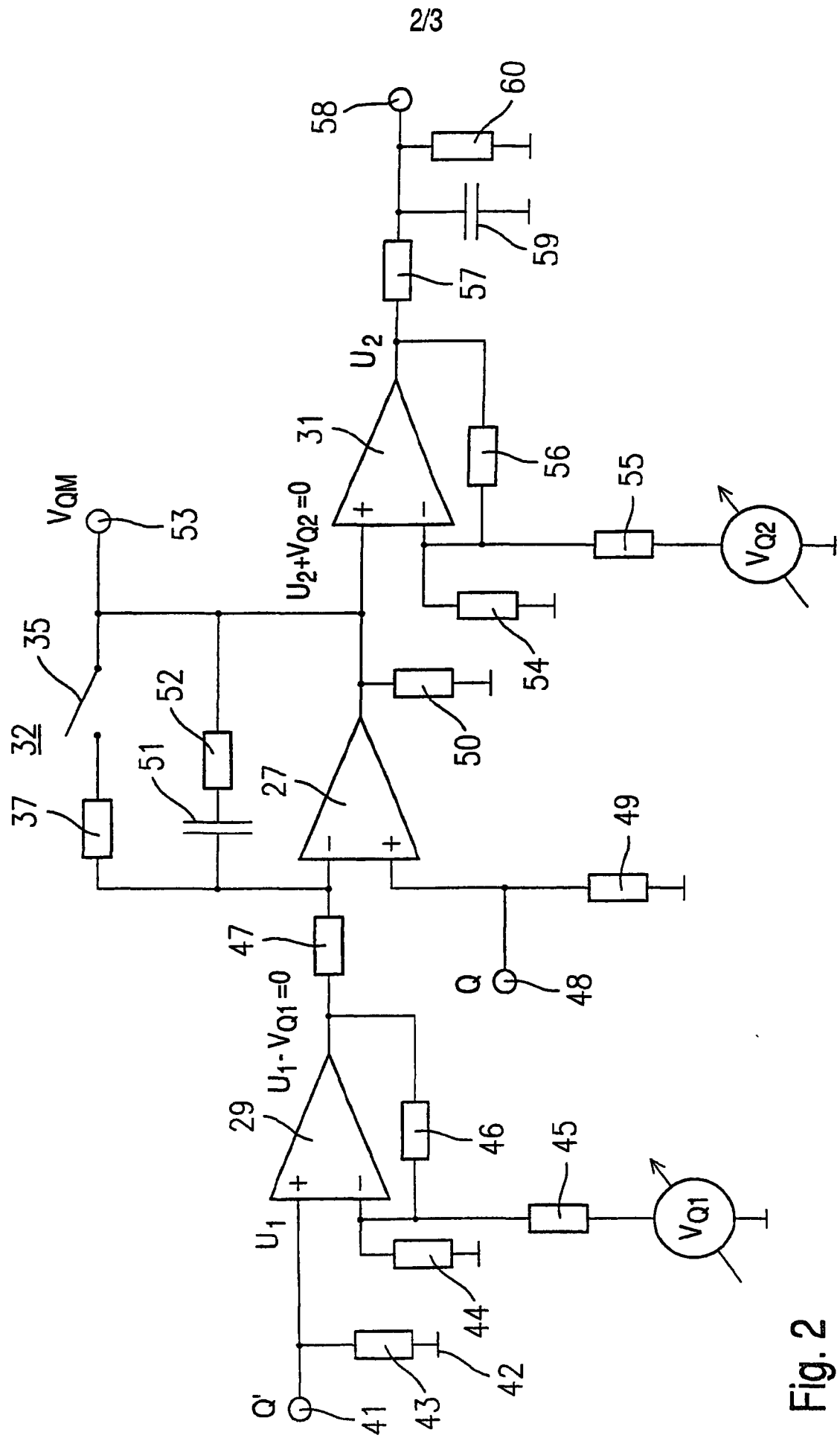


Fig. 2

