



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **321303**

(13) **B1**

(51) Int Cl.

H04L 27/20 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20033695	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2003.08.20	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2003.08.20	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2005.02.21			
(45)	Meddelt	2006.04.24			
(73)	Innehaver	Nera ASA, Kokstadvegen 23, 5257 KOKSTAD, NO			
(72)	Oppfinner	Karl Martin Gjertsen, Hordnesveien 95, 5244 Fana, NO Sigurd André Lund, Synningaveien 8, 5259 Hjellestad, NO Kjetil Onarheim, Hjalmar Brantings vei 105, 5143 Fyllingsdalen, NO			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Adaptiv ubalansekorrigerende i en kvadraturmodulator
(56)	Anførte publikasjoner	D5 US-A 6097765, US 2001/0055348 A1, US 2003/0045249 A1, US 2003/0098752 A1 US 6700453

(57) Sammenheng

En fremgangsmåte og anordning for å optimalisere ytelsen av en modulator som er anordnet til å utgi et komplekst signal eller en demodulator som er anordnet til å motta et komplekst signal, innbefattende å fremskaffe ved å bestemme et område som er avgrenset av en øvre del av en amplitudetetthetskurve for det komplekse signalet, og å justere minst en modulasjons- eller demodulasjonssvakhetsfaktor på grunnlag av området. Oppfinnelsen tillater forbedringer i modulasjon eller demodulasjon av komplekse signaler med enklere og mindre kostbar utrustning enn tidligere kjente løsninger.

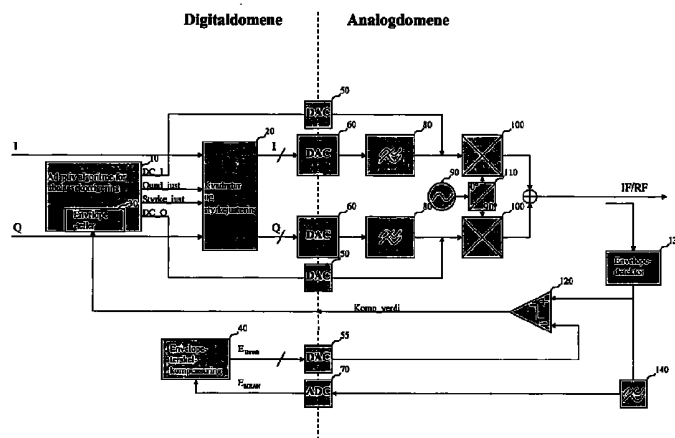


Fig. 1 Blokkkjema for ubalansekorrigerende i en kvadraturmodulator

Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte for å måle og å optimalisere kritiske parametere i en modulator i et kommunikasjonssystem som gjør bruk av flernivåkonstellasjoner, som f.eks. QAM. Justeringen utføres under normal drift av systemet.

5 I området digital kommunikasjon, foreligger en vanlig teknikk som går ut på å modulere en bærebølge med data gjennom en komponent som er i-fase (I) og en komponent som er i kvadratur-fase (Q). Selv om fullstendig digitaliserte løsninger eksisterer, er deres praktiske anvendelse ofte begrenset av den realitet at en høy samplingtakt er nødvendig for å frembringe en rimelig høy bærebølgefrequens. Det er derfor fremdeles å foretrekke
10 for mange anvendelser, slik som f.eks. direktemodulasjon på sendefrekvensen, å utføre denne operasjonen ved hjelp av en konvensjonell modulator (mikser) som arbeider på analogt vis.

US 2003/0098752 beskriver et system og en fremgangsmåte for å fremstille et
15 fasekorrigert M-QAM-signal.

US 2003/0045249 beskriver en tilbakekoplingskompensasjonsdetektor for en direktekonverteringssender som inkluderer en basisbåndspesessor, en direkteoppomformer, en antenne, og en forringelsesdeteksjons- og
20 kompensasjonstilbakekoplingskrets.

US 6,700,453 beskriver en fremgangsmåte og et arrangement for å kompensere for en kvadraturmodulators amplitudeubalanse

25 US 2001/0055348 beskriver et system og en fremgangsmåte for å ekstrahere data fra et modulert signal, og tilsvarende for å demodulere i en radiomottaker konstantamplitude/konstantfase digitalradiomodulerte signaler.

I den analoge prosessen som er nevnt over, er det vanlig med enkelte
30 ufullkommenheter, som ikke finnes i det digitale motstykket. Foreliggende oppfinnelse fokuserer på retting av tre vesentlige forringelser i kvadraturmodulatorer:

- (i) Lekkasje av bærebølgen på modulatorens utgang. Påtrykk av en variabel DC-kilde på basisbåndinngangen til modulatorens kan kompensere for dette.
- 35 (ii) Forskjeller i I- og Q-kanalforsterkning fra DAC gjennom modulatorens vil forårsake en mistilpasning mellom nivåene for I- og Q-signalene. Skalering av basisbåndets I og Q kan utligne de to komponentenes nivå.

- (iii) Faseinnrettingen i $0^\circ/90^\circ$ av I og Q i den analoge modulatorene vil ikke være nøyaktig, og ubalanse vil forårsake et tap av ortogonalitet mellom I- og Q-aksene. Dette kan mildnes ved hjelp av krysslekkasje mellom basisbåndets I- og Q-komponenter.

5

I alle tilfeller kan forstyrrelser i mottak forekomme i større eller mindre grad, avhengig av modulatorens struktur.

- Et aspekt ved dette problemet er de individuelle forskjeller som opptrer fra enhet til enhet. Dette kan håndteres ved individuell avstemmingsprosedyre. Et mer alvorlig forhold er imidlertid drift i forringelsene, som forårsakes av temperaturforskyvning, LO-frekvensen (bærebølgefrequensen) eller aldring mens utstyret er i normal tjeneste. For å håndtere dette er det behov for en adaptiv mekanisme.

- 15 Av de tre ovennevnte forringelsene, er det mest avgjørende i en sender å håndtere den som er merket med (i), ettersom denne i større grad kan forårsake en konflikt med de lovmessige krav som stilles til en spektrummaske, enn det som er tilfelle for de som er merket med (ii) og (iii).

- 20 De ovennevnte problemer har vært kjent i noen tid, og det foreligger forskjellige kjente teknikker for å justere for og minimalisere slike mangler.

- Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en fremgangsmåte for å optimalisere en modulatoranordnings ytelse, hvilken fremgangsmåte er kjennetegnet ved de trekk som fremgår av det vedfølgende selvstendige patentkrav 1.

25

Ytterligere fordelaktige trekk ved foreliggende oppfinnelses fremgangsmåte for å optimalisere en modulatoranordnings ytelse fremgår av det vedfølgende uselvstendige patentkravene 2 til og med 9 og 19 til og med 26.

30

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en anordning for å optimalisere en modulatoranordnings ytelse, hvilken fremgangsmåte er kjennetegnet ved de trekk som fremgår av det vedfølgende selvstendige patentkrav 10.

- 35 Ytterligere fordelaktige trekk ved foreliggende oppfinnelses fremgangsmåte for å optimalisere en modulatoranordnings ytelse fremgår av det vedfølgende uselvstendige patentkravene 11 til og med 18 og 27 til og med 34.

I det følgende beskrives oppfinnelsen ved hjelp av vedfølgende tegninger, hvor:

Fig. 1 er et funksjonelt blokkdiagram for en modulator som innbefatter en
5 forringelseskompensering i samsvar med oppfinnelsen,

fig. 2 er et flytskjema som beskriver en mulig adaptiv prosess for å justere
ubalansekompenseringen,

10 fig. 3 viser en 128 QAM krysskonstellasjon og påvirkningen på denne ved en DC-
offset som skyldes en lokaloscillator-lekkasjekomponent (LO-
lekkasjekomponent), og

fig. 4 viser endringer i amplitudfordeling som følge av en LO-lekkasjekomponent.
15

I det følgende gis en detaljert beskrivelse av oppfinnelsen.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en løsning som innbefatter en enkel digital
implementering som ikke stiller bestemte krav med hensyn til høyhastighets AD/DA-
20 innretninger (analog-til-digital/digital-til-analog) eller kritisk tidsstyring, som ellers kan
representere et vesentlig problem for konvensjonell teknikk som gjør bruk av
korrelasjonsmetoder.

Videre tilveiebringer foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte, et arrangement og et
25 produkt som oppviser de trekk som er angitt i de vedfølgende patentkrav.

For å gi en forståelse av oppfinnelsen, gis først en beskrivelse som vil hjelpe leseren til
å forstå LO-lekkasje.

30 Anta at et modulert signal tilveiebringes i formen som gitt i følgende ligning 1

$$s(t) = e^{j\omega t} \cdot r(t) \cdot e^{j\varphi(t)}$$

35 hvor ω er bæreølens frekvens, $R(t)$ er det modulerende signalets amplitude og $\varphi(t)$ er
det modulerende signalets fase.

Dette uttrykket viser på grunnleggende måte hvordan amplitude og fase blir modulert på bærebølgen.

Hvis en del av konstantfrekvenssignalet ω adderes til signalet, er resultatet som vist i
5 ligning 2 under

$$f(t) = e^{j\omega t} \cdot [\lambda + r(t) \cdot e^{j\phi(t)}]$$

10 hvor det komplekse tallet λ definerer LO-lekkasjen.

Her kan man se at amplitude- og fasemodulasjonen blir forvrengt, og oppgaven er da å finne en betydelig virkning av denne forvrengningen.

15 Fra ligning 2 over kan man se at utgangssignalet i virkeligheten flytter hele modulasjonsmønsteret i modulasjonsrommet, slik det er illustrert i figur 3. En 128 krysskonstellasjon (som består av en tolv ganger tolv matrise med fire elementer utelatt på hver av de ytterste hjørner) er vist, med områder i gråtone som på konseptuell måte indikerer sannsynlighetstettheten for at vektoren vil være i en gitt posisjon i modulasjonsrommet ved et valgt tidspunkt, som her er merket med "t". For å lette
20 forståelsen av figuren, er referansesystemet tegnet opp med heltrukne linjer.

Hvis det foreligger en LO-lekkasje, vil, i den illustrasjon som her er anvendt, dette svare til å forflytte referansesystemet i modulasjonsrommet, slik som den forflytning som er illustrert med de stiplede linjene. Når man spør etter sannsynlighetstettheten for å ha en
25 gitt signalamplitude i dette tilfellet, må man undersøke sannsynlighetstettheten rundt en sirkelformet bane, slik som den som er vist stiplet som et sirkeleksempel vist i figur 3.

Fra dette kan man enkelt se at hvis man passerer områder der sannsynlighetstettheten i modulasjonsrommet ikke er konstant, vil man oppleve endringer i
30 sannsynlighetstettheten for å komme til en bestemt amplitude. Når man fokuserer på den informasjon som formidles av signalets amplitude, må man ha i tankene at hvis det skal gjøres en vektorobservasjon ved den virkelige, og faktisk ganske høye, sendefrekvensen, vil det innebære bruk av komplisert og kostbar utrustning.

35 Fra figur 4 ser man først at konstellasjonen har en vinkelartig struktur, hvilket innebærer at de sirkelformede indikasjonene for sannsynlighetstettheten som ble anvendt for illustrasjonen ikke gir et nøyaktig og korrekt bilde av situasjonen. De forliggende

oppfinnere har imidlertid funnet ut at et førsteordens estimat av forvrengningene kan baseres på en rotasjonsinvariant sannsynlighetsfordeling i modulasjonsrommet, slik det er representert ved de områder som er merket med gråtone i figur 3. Man skal videre merke seg at selv om den illustrasjon som er gitt i figur 3 med forskjellige gråtoner for forskjellige sannsynlighetstetthetsnivåer angir en trinnvis variasjon, er variasjonen vanligvis jevn og kontinuerlig. Således er den trinnartige fremtoning generelt en følge av oppløsningsbegrensninger i det verktøy som har blitt anvendt for å fremstille den grafiske illustrasjonen.

10 Foreliggende oppfinnelse oppfinnere har utført simuleringer for å vise den relative hyppigheten av de forskjellige amplituder som forekommer i modulasjonsrommet, ved å beregne integrasjon av tettheten for et stort antall amplituder for to forskjellige forringelsestilstander, med resultat som vist i figur 4. Kurvetegningene angir generelt at sannsynlighetstettheten for at en bestemt amplitude skal forekomme øker nærmest
15 lineært over et betydelig amplitudeområde. Ettersom amplitudehyppigheten (dvs. den takt ved hvilken en bestemt amplitude forekommer) kan tolkes som resultatet av å utføre en integrasjon av sannsynlighetstettheten for en bestemt fase og amplitude i modulasjonsrommet rundt den sirkel som er definert av amplituden, idet de gråtoner som er vist i figur 3 kan forstås som et "fargebilde" hvor en bestemt farge er angivende
20 for en tilsvarende sannsynlighetstetthet. Således vil, som et eksempel, og med henvisning til figur 3, for små amplituder, alle punkter i konstallasjonen fremstå som å ha omtrent den samme sannsynlighetstetthet, hvilket fører til en nærmest lineær fasong for kurven (figur 4) for mindre amplituder. I figur 3 indikeres et eksempel på en sirkel for integrasjon ved en bestemt amplitude i et tilfelle uten vesentlig LO-lekkasje av en sirkel tegnet med heltrukket linje, mens en sirkel for integrasjon ved en tilsvarende
25 amplitude i et tilfelle med noen LO-lekkasje er angitt ved hjelp av en sirkel som er trukket med en stiplet linje. Med andre forringelser, slik som f.eks. en I/Q-ortogonalitetsfeil eller en I/Q-forsterkningsforskjell kan den fordeling som er angitt i figur 3 bli ytterligere forvrengt til f.eks. en elliptisk fasong, hvilket igjen ved å beregne
30 integrasjonen rundt sirkler for forskjellige amplituder vil føre til en amplitudfordelingskurve med en annen fasong enn den som allerede er vist i figur 4.

Det henvises så til figur 4, hvor virkningen av denne forståelsen er at hvis origo blir noe forskjøvet, slik som vil være følge av en LO-lekkasje, vil man forvente å se endringer i
35 den nedre del av envelope-amplitudens fordelingskurve. Foreliggende oppfinnelse oppfinnere har imidlertid funnet at ved et punkt langs kurven, med LO-lekkasje tilstede, faller den resulterende "modifiserte" fordelingskurven B under den "originale" kurven

A (dvs. fordelingskurven som har blitt generert fra data som representerer kun uvesentlig LO-lekkasje), mens den blir høyere mot den øvre enden.

Ved å betrakte den kumulative forskjellen mellom de to kurver som er vist i figur 4, kan man enkelt se at en kurve som representerer den kumulative forskjellen vil ha en topp på det punkt hvor den modifiserte fordelingskurve B skjærer den "originale" kurven A. Dette skjæringspunktet (X) kan således representere det optimale deteksjonspunkt.

I det følgende gis en beskrivelse som i relasjon til foreliggende oppfinnelse kan gi en forståelse av kvadraturfeil og forsterkningsubalanse.

Ettersom fokus for den forklaring som er gitt over har vært LO-lekkasje, ble den realitet at en kvadraturfeil må gi tilsvarende resultater ved høy effekt først sett i simuleringer. Det kan allikevel være av interesse å søke intuitiv støtte for denne adferden. Lurvelinjen i modulasjonsplanet fremstilles fra komponentfunksjoner som man forestiller seg langs I- og Q-aksene.

En kvadraturfeil forstås og skulle mene at når komponentfunksjoner avbildes på et plan, er koordinataksene ikke ortogonale. Hvis vi antar at I-komponenten er innrettet med et ortogonalt koordinatsystem x, y , kan vi si at Q-komponenten har en vinkel Θ med I-aksen. Virkningen av at Θ ikke er 90° er at de sirkelformede angivelsene for sannsynlighet blir omformet til å bli ellipser. Ettersom hvert områdeelement reduseres med $\cos \Theta$ ved denne transformasjonen, blir sannsynlighetstettheten i hvert avbildet punkt skalert på invers måte.

En forsterkningsubalanse skal forstås å bety at komponentfunksjonene blir avbildet med forskjellig forsterkning. La oss igjen anta at I-komponenten har en forsterkning lik en, og at det så tilordnes en forsterkning g til Q-komponenten. Nok en gang transformeres den sirkelformede fasongen til en ellipse, idet områdeelementene skaleres ved g , og sannsynlighetstettheten blir skalert på invers måte. Uten tap av generalitet kan vi anta at $g \leq 1$.

Det intuitive resultatet av dette er at ved lavere effektnivåer forventer vi å se skaleringsvirkningene på sannsynlighetstetthetene, mens ved høyere effektnivåer vil vi ha virkninger som tilsvarer de som skyldes LO-lekkasje.

Hvis alle virkningene forekommer samtidig, er det intuitive bildet at de er kumulative, hvor man ser at forsterkningsubalansen og kvadraturen begge går i retning av å gjøre konstellasjonen mer elliptisk, mens LO-lekkasjen forflytter fordelingen mot en økning av spissverdiene. Det forventes så at man kan anvende de samme mål eller tiltak for å optimalisere alle tre parametere fordi den observasjon man velger gir en pålitelig forbedringsmelding for hver komponent, mens de andre bidragene holdes konstant.

I det følgende beskrives deteksjon av ubalanse.

Fra drøftelsen over fremkommer en mulig deteksjonsløsning. Fra figur 4 har man sett at amplitudfordelingskurvens fasong endrer seg fra kurve A til kurve B når ubalanser av typen (i), (ii) eller (iii) blir introdusert. Grunntanken er å måle arealet under halen av disse normaliserte envelopefordelingskurvene. Her defineres halen fra amplituder som ligger over skjæringspunktet X. Således vil et minimalisert areal være angivende for et "balansert" system.

Med henvisning til figur 4 definerer vi skjæringspunktet, X, der de to kurvene A og B skjærer hverandre. Ettersom dette punkts beliggenhet er avhengig av den faktiske forvrengningen i systemet, definerer vi V_{OPT} som den høyest forventede verdien av X. Ved bevisst å variere ubalanseparametrene har foreliggende oppfinnelse oppfinnere funnet at V_{OPT} ligger omtrent i området 0,60-0,65. Ved å beregne integralet av distribusjonskurven fra V_{OPT} til 1 (dvs. til det øverste punkt i fordelingen, hvor $V_0 = V_{0,maks}$) gis således et estimat for graden av "ubalanse" i systemet.

Vi angir også $p(v)$ som sannsynlighetstetthetsfunksjon en i figur 4, og at N skal være et antall sampler (punktprøver) adskilt ved T (sekunder) som definerer en integrasjonstid og lar $e(t)$ angi RF-signalets envelope. Videre lar vi $c(t)$ angi, som vist i ligning 3 under,

$$c(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } e(t) \geq E_{Thresh} \\ 0, & \text{if } e(t) \leq E_{Thresh} \end{cases}$$

hvor E_{Thresh} er utgangsverdien fra signalenvelopedetektoren når den normaliserte signalamplituden er V_{OPT} . Man skal her merke seg at det matematiske forhold mellom E_{Thresh} og V_{OPT} er avhengig av envelopedetektorens karakteristika.

35

Ligning 4 gir så:

$$E_C = \int_{V_{opt}} p(v) dv = \left| \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N c(nT) \right|_{\lim N \rightarrow \infty}$$

Herav vil E_C være godt mål for det ønskede "haleareal" hvis N gjøres tilstrekkelig stor.
 5 Estimatet for E_C vil i en praktisk realisering bli ekstrahert fra RF-signalets envelope.
 Matingen av envelopen til en komparator og innstilling av referansen til E_{Thresh} vil gi oss
 den ønskede $c(t)$. Dette signalet, (dvs. $c(t)$), som har to tilstander, kan så
 punktprøves/samples og akkumuleres i samsvar med ligning 4. Løsningen på
 ubalanseproblemet reduseres så til oppgaven å minimalisere E_C med hensyn til (i), (ii)
 10 og (iii). Dette kan gjøres ved å variere de tre ubalanseparametrene og måle den
 tilsvarende endring i E_C . En mulig prosess for dette vist i figur 2. En alternativ prosess
 kan nyttiggjøres med den samme detektorløsningen, men gir imidlertid et annet
 reaksjonsmønster. Det er dog viktig å anvende detektorutgangsinformasjonen på gyldig
 måte.

15

Den tilnærming som er foreslått over teller forekomster av amplituder over et visst nivå.
 Det er klart at en tilsvarende metode vil innebære å telle forekomster over et visst nivå,
 men i et slikt tilfelle bør telleverdien maksimaliseres i stedet for minimaliseres. Dette er
 et spesialtilfelle av en mer generell løsning hvor amplitudeforekomster innenfor ett eller
 20 flere intervall telles. I en slik løsning vil man ha behov for mer enn en 1-biters ADC
 (komparator) for en realisering i henhold til ligning 3.

I det følgende beskrives oppfinnelsen ved hjelp av blokkskjemaet som er vist i figur 1.

25 Figur 1 viser et forenklet blokkskjema for en kvadraturmodulator med et
 legemliggjøringseksempel av foreliggende oppfinnelse.

I- og Q-data kommer inn i blokken, som vist med henvisningstallet 20. Denne blokken
 utfører en vanlig kvadraturjustering ved å tilføye styrt krosstale av I og Q, og omvendt.
 30 Deretter skaleres I- og Q-kanalens forsterkning med en faktor med motsatt fortegn for I-
 og Q-kanalen. Størrelsen av både kvadratur- og forsterkningsjusteringen utgis fra 10. I-
 og Q-data sendes videre til D/A-omformere 60 og de vanligvis uønskede
 modulasjonsproduktene fra konverteringsprosessen filtreres i 80 før signalet omformes
 til høyfrekvens (RF) eller mellomfrekvens (IF) i 100. Konverteringstrinnet utføres i
 35 kvadratur, hvilket betyr at lokaloscillatorsignalet fra 90 faseforskyves i 110 slik at den

LO som mates til Q-kanalblanderen er 90° ut av fase med hensyn til den LO som mates til I-kanalens blander. En diodebasert detektor 130 vil gi oss et kvadratisk estimat av envelopen, men så lenge reaksjonen er monoton, vil dette tilfredsstillende behovene.

Utgangen fra 130 deles og en del føres til en komparator 120. Her sammenlignes
 5 envelopen med en konfigurert terskel fra 55. Denne terskelen kan betraktes som en utløser for envelopen, dvs., hvis den øyeblikkelige envelopeverdien er over utløseren, utgis et logisk en fra 120, mens det ellers utgis en logisk 0. Denne komparatorverdien punktprøves og akkumuleres i det digitale området i 30 i samsvar med ligning 4. Etter hver periode på NT sekunder mottar den adaptive prosessen for ubalansekorrigerings
 10 et nytt estimat for E_C og utgir en justering. Blokken 10 har fire utganger for justering av ubalanse i samsvar med (i), (ii), og (iii), hvor LO-lekkasjen opptar to av utgangene. DC_I og DC_Q omformes til analoge DC-spenninger på utgangen av 50 og tilføres som DC-korrigeringspenninger på inngangstrinnet til 100.

15 Den andre grenen fra envelopedetektoren 130 lavpassfiltreres i 140 og slik at gjennomsnittsverdien av RF-signalet ekstraheres og punktprøves i 70. Denne informasjonen er nødvendig for å sikre at parameteren E_{Thresh} tilnærmelsesvis følger forsterkningsvariasjoner i IF/RF-signalet. Denne E_{Thresh} justeres kontinuerlig i envelopeterskelkompenseringsblokken 40. Her angis utgangen fra 70 som E_{MEAN} .
 20 Utgangen fra 40 er i dette tilfelle $E_{Thresh} = A \cdot E_{MEAN} + C$, hvor A og C er konfigurerbare parametere. De herværende oppfinnere har kommet til at god samsvarighet med V_{OPT} oppnås ved å innstille verdien for A til rundt 4 dB. Den optimale innstilling for A og C oppnås når en forsterkningsforskjell ved IF/RF har sin minste innvirkning på estimatet for E_C .

25 I det følgende gis en beskrivelse av flytskjemaet som er vist i figur 2 for den adaptive prosessen.

Det flytdiagram som her beskrives kan assosieres med figur 1 gjennom blokk 10. Hver
 30 av de fire parameterutgangene fra 10 har tre assosierte egenskaper:

1. Parverdi(k), som lagrer den nåtidige verdien for hver parameter.
2. Trinnstørrelse(k), som holder endringens størrelse når parameteren justeres
3. Retning(k), som definerer den nåtidige retning for den neste justering av
 35 parameteren.

For de ovennevnte egenskaper gjelder at +1 angir en økning for den neste justering av parverdi(k), mens -1 angir en redusering i neste justering av parverdi(k).

5 I 11 initialiseres disse egenskapene og parametervelgeren k stilles til 0. De fire mulige verdier for K kan tolkes som følger:

- k=0 :DC_I er den nåtidige parameteren
- k=1 :DC_Q er den nåtidige parameteren
- 10 k=2 :Kvad_just er den nåtidige parameteren
- k=3 :Forsterkning_just er den nåtidige parameteren

Ved 12 blir en ny parameterverdi beregnet og tilført utrustningen. Så startes ved 13 den akkumulerende tidsvindutelleren ATW for å holde rede på den konfigurerbare

15 integrasjonstiden. Ved det neste trinn 14 punktprøver og akkumulerer komparatoren utgangen i henhold til ligning 4. Variabelen Env_Tell tilsvarer E_C , bortsett fra mangelen på normalisering. Denne akkumuleringen utføres til testen i blokk 15 angir at ATW-telleren har nådd integrasjonstiden NT. En sammenligning av den aktuelle Env_tell mot den lagrede Env_tell fra den forrige iterasjonen utføres i 16. Hvis det nye estimatet er

20 større enn det forutgående, er det tydelig at parameteren beveges i feil retning og følgelig blir retningsegenskapen for denne parameteren invertert ved 17 slik at neste gang parameteren avstemmes vil det være i en motsatt retning av den som nå er aktuell. I tillegg blir justeringen av parameteren stanset midlertidig og parametervelgeren k inkrementeres med én, hvilket betyr at neste gang vil en annen parameter bli avstemt.

25 Når k når verdien 3 går den tilbake til utgangspunktet. Hvis utgangen fra 15 er NEI, er justeringen vellykket og det foretas ingen endring i parameterens retning. Prosessen avsluttes ved 18 hvor det oppnådde estimatet gis status som det forutgående estimat. Dette betyr at prosessen har et minne med et envelopetellingsestimat. Prosessen kan så gå i en uendelig sløyfe tilbake til 12. På denne måten foretas omløp gjennom de fire

30 parametrene og det utføres en uavhengig justering for hver av dem.

Systemet som har blitt beskrevet kan bli forbedret ved å introdusere et aktiverings-/deaktiveringssignal for akkumuleringsvariabelen Env_Tell. Tanken er å aktivere tellingen kun når modulasjonskurveforløpet er i samsvar med visse utsendte

35 symbolsekvenser, f.eks. valgte hjørnepunkter når kvadraturfeil detekteres.

I tillegg oppnås redusert justeringsparametervarians ved å definere $\Delta\text{Env_Tell} = \text{Env_tell} - \text{Env_tell_gammel}$. Denne delta-informasjonen kan anvendes for å definere en variabeltrinnstørrelse for parametrene. En annen utvei for å forbedre variansen er å tilveiebringe større minne for Env_Tell -variabelen.

5

Selv om oppfinnelsen har blitt forklart for en modulator, kan oppfinnelsens prinsipper også anvendes for en demodulator, når demodulatoren lider under de samme forringelser som de som er nevnt for modulatorene.

P a t e n t k r a v (2005.12.28)

1.

Fremgangsmåte for å optimalisere en modulatoranordnings ytelse, hvilken
5 modulatoranordning innbefatter en første modulator med en forringelse, hvilken første
modulator er anordnet til å fremstille et komplekst signal fra et modulerende signal
innbefattet i første signaler som tilføres modulatoranordningen, hvilket komplekst
signal innbefatter et mangfold av vektorer som hver oppviser minst en karakteristisk
egenskap, k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten
10 innbefatter:

å tilføre den første modulatorene de første signaler,
å fremstille et første komplekst signal ved hjelp av den første modulatorene,
å foreta en modifikasjon av minst en egenskap ved minst et av de første signaler eller
å foreta en modifikasjon av en modulatordriftsparameter og å fremstille et andre
15 komplekst signal ved hjelp av den første modulatorene,
å bestemme første og andre statistiske fordelinger av den minst ene karakteristiske
egenskapen oppvist av det første henholdsvis det andre komplekse signalet, og
å fremstille et styringssignal for styring av det minst ene av de første signaler eller
modulatorendriftsparameteren på grunnlag av en relasjon mellom de første og andre
20 statistiske fordelingene.

2.

Fremgangsmåte som angitt i krav 1, videre innbefattende å bestemme relasjonen ved
å bestemme en forskjell mellom de første og andre statistiske fordelingene, og
25 hvor å bestemme styringssignalet gjøres på grunnlag av forskjellen mellom de første og
andre statistiske fordelingene.

3.

Fremgangsmåte som angitt i krav 2, hvor forskjellen representeres av et område
30 avgrenset av respektive første (B) og andre (A) fordelingskurveverdier som
representerer de første og andre fordelingene.

4.

Fremgangsmåte som angitt i krav 1, hvor å bestemme relasjonen mellom de første og
35 andre statistiske fordelingene gjøres ved å bestemme en første verdi (X-verdi) for den
karakteristiske egenskapen med hovedsakelig likt forekomsttall i de første og andre
modulerte signalene,

hvor fremgangsmåten videre innbefatter å bestemme et forekomsttall for en andre verdi for den karakteristiske egenskapen som er mindre enn den første verdien eller et forekomsttall for en tredje verdi for den karakteristiske egenskapen som er større enn den første verdien, og

- 5 å styre det minst ene av de første signaler eller modulordriftsparameteren for å oppnå en økning i forekomsttallet for den andre verdien eller en reduksjon av forekomsttallet for den tredje verdien.

5.

- 10 Fremgangsmåte som angitt i krav 3, videre innbefattende:

å representere de første og andre statistiske fordelingene ved hjelp av respektive første og andre fordelingskurver,

å bestemme et skjæringspunkt (X) mellom de første (B) og andre (A) fordelingskurvene,

- 15 å etablere på grunnlag av den andre fordelingskurven (A) en første terskelverdi som svarer til et første forekomsttall i et forutbestemt tidsrom av forekomster av den minst ene karakteristiske egenskapen med en verdi som ligger over en verdi som svarer til skjæringspunktet (X),

å bestemme fra den første fordelingskurven (B) et første forekomsttall for

- 20 forekomster i det andre komplekse signalet av den minst ene karakteristiske egenskapen med verdien som ligger over den verdien (X-verdi) som svarer til skjæringspunktet (X),

å fremstille et styringssignal hvis det første forekomsttallet overskrider den første terskelverdien, og

å styre en driftsparameter hos modulatorene ved hjelp av styringssignalet for å

- 25 minimalisere det første forekomsttallet.

6.

Fremgangsmåte som angitt i krav 3, videre innbefattende:

å representere de første og andre statistiske fordelingene ved hjelp av respektive første

- 30 (B) og andre (A) fordelingskurver,

å bestemme et skjæringspunkt (X) for de første (B) og andre (A) fordelingskurvene,

å etablere på grunnlag av den andre fordelingskurven (A) en andre terskelverdi som svarer til et andre antall forekomster i et forutbestemt tidsrom av forekomster av den minst ene karakteristiske egenskapen med en verdi som ligger under en verdi som

- 35 svarer til skjæringspunktet (X),

å bestemme fra den første fordelingskurven (B) et andre forekomsttall for

forekomster i det andre komplekse signalet av den minst ene karakteristiske egenskapen

med verdien som ligger under den verdien (X -ordinat) som svarer til skjæringspunktet (X),

å fremstille et styringssignal hvis det andre forekomsttallet er mindre enn den andre terskelverdien, og

- 5 å styre en driftsparameter hos modulatorene ved hjelp av styringssignalet for å maksimalisere det andre forekomsttallet.

7.

- 10 Fremgangsmåte som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav, hvor den minst ene karakteristiske egenskapen er en av en amplitude og en fase.

8.

- 15 Fremgangsmåte som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav, hvor forringelsen er minst en av en bærebølgelekkasje (LO-lekkasje), en i-fase-/kvadraturortogonalitetsfeil (I/Q-ortogonalitetsfeil) eller en I/Q-styrkeubalanse.

9.

- Fremgangsmåte som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav, hvor å bestemme de første og andre statistiske fordelinger innbefatter:
 20 å bestemme en omhylningskurve for det komplekse signalet,
 å fremstille en terskelverdi fra en midling av omhylningskurven,
 å sammenlikne omhylningskurven og terskelverdien i en komparator, og
 å telle utganger fra komparatoren.

25 10.

- Anordning for å optimalisere ytelsen til en modulatoranordning, hvilken modulatoranordning innbefatter en første modulator med en forringelse, hvilken første modulator er anordnet til å fremstille et komplekst signal fra et modulerende signal innbefattet i første signaler som tilføres modulatoranordningen, hvilket komplekst
 30 signal innbefatter et mangfold av vektorer som hver oppviser minst en karakteristisk egenskap, k a r a k t e r i s e r t v e d a t anordningen innbefatter:
 anordning for å tilføre den første modulatorene de første signaler,
 anordning for å fremstille et første komplekst signal ved hjelp av den første
 35 modulatorene,
 anordning for å foreta en modifikasjon av minst en egenskap ved minst et av de første signaler eller å foreta en modifikasjon av en modulordriftsparameter og å fremstille et

andre komplekst signal ved hjelp av den første modulatorene,
anordning for å bestemme første og andre statistiske fordelinger av den minst ene
karakteristiske egenskapen oppvist av det første henholdsvis det andre komplekse
signalet, og

- 5 anordning for å fremstille et styringssignal for styring av det minst ene av de første
signaler eller modulordriftsparameteren på grunnlag av en relasjon mellom de første
og andre statistiske fordelingene.

11.

- 10 Anordning som angitt i krav 10, videre innbefattende anordning for å bestemme
relasjonen ved å bestemme en forskjell mellom de første og andre statistiske
fordelingene, og
hvor anordning for å bestemme styringssignalet er innrettet til å bestemme
styringssignalet på grunnlag av forskjellen mellom de første og andre statistiske
15 fordelingene.

12.

- Anordning som angitt i krav 11, hvor forskjellen representeres av et område avgrenset
av respektive første (B) og andre (A) fordelingskurveverdier som representerer de første
20 og andre fordelingene.

13.

- Anordning som angitt i krav 10, hvor anordning for å bestemme relasjonen mellom de
første og andre statistiske fordelingene innbefatter anordning for å bestemme en første
25 verdi (X -verdi) for den karakteristiske egenskapen med hovedsakelig likt
forekomstantall i de første og andre modulerte signalene,
hvor anordning videre innbefatter anordning for å bestemme et forekomstantall for en
andre verdi for den karakteristiske egenskapen som er mindre enn den første verdien
eller et forekomstantall for en tredje verdi for den karakteristiske egenskapen som er
30 større enn den første verdien, og
anordning for å styre det minst ene av de første signaler eller
modulordriftsparameteren for å oppnå en økning i forekomstantallet for den andre
verdien eller en reduksjon av forekomstantallet for den tredje verdien.

- 35 14.

Anordning som angitt i krav 12, videre innbefattende:
anordning for å representere de første og andre statistiske fordelingene ved hjelp av

respektive første og andre fordelingskurver,
 anordning for å bestemme et skjæringspunkt (X) mellom de første (B) og andre (A)
 fordelingskurvene,
 anordning for å etablere på grunnlag av den andre fordelingskurven (A) en første
 5 terskelverdi som svarer til et første forekomsttall i et forutbestemt tidsrom av
 forekomster av den minst ene karakteristiske egenskapen med en verdi som ligger over
 en verdi som svarer til skjæringspunktet (X),
 anordning for å bestemme fra den første fordelingskurven (B) et første forekomsttall
 for forekomster i det andre komplekse signalet av den minst ene karakteristiske
 10 egenskapen med verdien som ligger over den verdien (X-verdi) som svarer til
 skjæringspunktet (X),
 anordning for å fremstille et styringssignal hvis det første forekomsttallet overskrider
 den første terskelverdien, og
 anordning for å styre en driftsparameter hos modulatorene ved hjelp av styringssignalet
 15 for å minimalisere det første forekomsttallet.

15.

Anordning som angitt i krav 12, videre innbefattende:
 anordning for å representere de første og andre statistiske fordelingene ved hjelp av
 20 respektive første (B) og andre (A) fordelingskurver,
 anordning for å bestemme et skjæringspunkt (X) for de første (B) og andre (A)
 fordelingskurvene,
 anordning for å etablere på grunnlag av den andre fordelingskurven (A) en andre
 terskelverdi som svarer til et andre antall forekomster i et forutbestemt tidsrom av
 25 forekomster av den minst ene karakteristiske egenskapen med en verdi som ligger under
 en verdi som svarer til skjæringspunktet (X),
 anordning for å bestemme fra den første fordelingskurven (B) et andre forekomsttall
 for forekomster i det andre komplekse signalet av den minst ene karakteristiske
 egenskapen med verdien som ligger under den verdien (X-ordinat) som svarer til
 30 skjæringspunktet (X),
 anordning for å fremstille et styringssignal hvis det andre forekomsttallet er mindre
 enn den andre terskelverdien, og
 anordning for å styre en driftsparameter hos modulatorene ved hjelp av styringssignalet
 for å maksimalisere det andre forekomsttallet.

35 16.

Anordning som angitt i et hvilket som helst av de foregående kravene 10 til og med 15,
 hvor den minst ene karakteristiske egenskapen er en av en amplitude og en fase.

17.

Anordning som angitt i et hvilket som helst av de foregående kravene 10 til og med 16, hvor forringelsen er minst en av en bærebølgelekkasje (LO-lekkasje), en i-fase-
5 /kvadraturortogonalitetsfeil (I/Q-ortogonalitetsfeil) eller en I/Q-styrkeubalanse.

18.

Anordning som angitt i et hvilket som helst av de foregående kravene 10 til og med 17, hvor anordningen for å bestemme de første og andre statistiske fordelinger innbefatter:
10 anordning (130) for å bestemme en omhylningskurve for det komplekse signalet, anordning (140, 40) for å midle og fremstille en terskelverdi av omhylningskurven, komparator (120) for å sammenlikne omhylningskurven og terskelverdien, og anordning (30) for å telle utganger fra komparatoren.

15 19.

Fremgangsmåte i følge krav 1, hvor å bestemme første og andre statistiske fordelinger av den minst ene karakteristiske egenskapen oppvist av de respektive første og andre komplekse signalene innbefatter å beregne et første areal (E_{c1}) for et antall ($N=N1$) første vektorer i det første signalet henholdsvis å beregne et andre areal (E_{c2}) for et
20 antall ($N=N2$) andre vektorer i det andre signalet, for hvilke vektorer vektorlengden overstiger en første terskel (V_{opt}) og vektorene er registrert i et tidsrom (T), hvor arealet (E_c) er beregnet ved:

$E_c = 1/N * \text{SUM}(e(n))$ for $n=1$ til N , der $e(n)$ er vektorlengden til vektor n .

25 20.

Fremgangsmåte i følge krav 1, hvor å bestemme første og andre statistiske fordelinger av den minst ene karakteristiske egenskapen oppvist av de respektive første og andre komplekse signalene innbefatter å beregne et første areal (E_{c1}) for et antall ($N=N1$) første vektorer i det første signalet henholdsvis å beregne et andre areal (E_{c2}) for et
30 antall ($N=N2$) andre vektorer i det andre signalet, hvilke vektorer er registrert ved N punktprøver tatt i tidsavstand T og der vektorlengden ($c(nT)$) settes til en forutbestemt verdi for enhver vektor som overstiger en terskelverdi (E_{tresh}), hvor arealet (E_c) er beregnet ved:

$E_c = 1/N * \text{SUM}(c(nT))$ for $n=1$ til N .

35

21.

Fremgangsmåte i følge krav 20, hvor terskelverdien (E_{tresh}) settes lik en optimal

deteksjonsverdi (V_{opt}) bestemt av en maksimal amplitudeverdi (V_o) i det modulerte signalet.

22.

- 5 Fremgangsmåte i følge krav 19 eller 21, hvor den optimale deteksjonsverdien (V_{opt}) settes til en verdi i området 0,60 til 0,65 av den maksimale amplitudeverdi (V_o) i det modulerte signalet.

23.

- 10 Fremgangsmåte i følge krav 20 eller 21, hvor terskelverdien (E_{tresh}) bestemmes på grunnlag av en målt middelverdi (E_{mean}) for det modulerte signalet.

24.

Fremgangsmåte i følge et av kravene 19 til og med 23, hvor N_1 er lik N_2 .

15

25.

Fremgangsmåte i følge et av kravene 19 til og med 24, hvor relasjonen mellom de første og andre statistiske fordelingene er en differanse mellom de første og andre arealene, og hvor styringssignalet fremstilles for minimalisering av ethvert beregnet areal (E_c).

20

26.

Fremgangsmåte i følge et av kravene 19 til og med 25, hvor forringelsen er minst en av en bærebølgelekkasje (LO-lekkasje), en i-fase-/kvadraturortogonalitetsfeil (I/Q-ortogonalitetsfeil) eller en I/Q-styrkeubalanse.

25

27.

- Anordning i følge krav 10, hvor anordningen for å bestemme første og andre statistiske fordelinger av den minst ene karakteristiske egenskapen oppvist av de respektive første og andre komplekse signalene er innrettet til å beregne et første areal (E_{c1}) for et antall (N= N_1) første vektorer i det første signalet henholdsvis å beregne et andre areal (E_{c2}) for et antall (N= N_2) andre vektorer i det andre signalet, for hvilke vektorer vektorlengden overstiger en første terskel (V_{opt}) og vektorene er registrert i et tidsrom (T), og innrettet til å beregne arealet (E_c) ved: $E_c = 1/N * \sum(e(n))$ for $n=1$ til N, der $e(n)$ er vektorlengden til vektor n.

35

28.

Anordning i følge krav 27, videre innrettet til å sette N_1 lik N_2 .

29.

Anordning i følge krav 10, hvor anordningen for å bestemme første og andre statistiske fordelinger av den minst ene karakteristiske egenskapen oppvist av de respektive første og andre komplekse signalene er innrettet til å beregne et første areal (E_{c1}) for et antall 5 ($N=N1$) første vektorer i det første signalet henholdsvis å beregne et andre areal (E_{c2}) for et antall ($N=N2$) andre vektorer i det andre signalet, hvilke vektorer er registrert ved N punktprøver tatt i tidsavstand T og der vektorlengden ($c(nT)$) settes til en forutbestemt verdi for enhver vektor som overstiger en terskelverdi (E_{tresh}), og 10 innrettet til å beregne arealet (E_c) ved: $E_c=1/N*\text{SUM}(c(nT))$ for $n=1$ til N .

30.

Anordning i følge krav 29, videre innrettet til å sette terskelverdien (E_{tresh}) lik en optimal deteksjonsverdi (V_{opt}) bestemt av en maksimal amplitudeverdi (V_o) i det 15 modulerte signalet.

31.

Anordning i følge krav 27, 28 eller 30, videre innrettet til å sette den optimale deteksjonsverdien (V_{opt}) til en verdi i området 0,60 til 0,65 av den maksimale 20 amplitudeverdi (V_o) i det modulerte signalet.

32.

Anordning i følge krav 29 eller 30, videre innrettet til å bestemme terskelverdien (E_{tresh}) på grunnlag av en målt middelvei (E_{mean}) for det modulerte signalet. 25

33.

Anordning i følge et av kravene 27 til og med 32, hvor relasjonen mellom de første og andre statistiske fordelingene er en differanse mellom de første og andre arealene, og videre innrettet til å fremstille styringssignalet for minimalisering av ethvert beregnet 30 areal (E_c).

34.

Anordning i følge et av kravene 27 til og med 33, hvor forringelsen er minst en av en bæreølgelekkasje (LO-lekkasje), en i-fase-/kvadraturortogonalitetsfeil (I/Q- 35 ortogonalitetsfeil) eller en I/Q-styrkeubalanse.

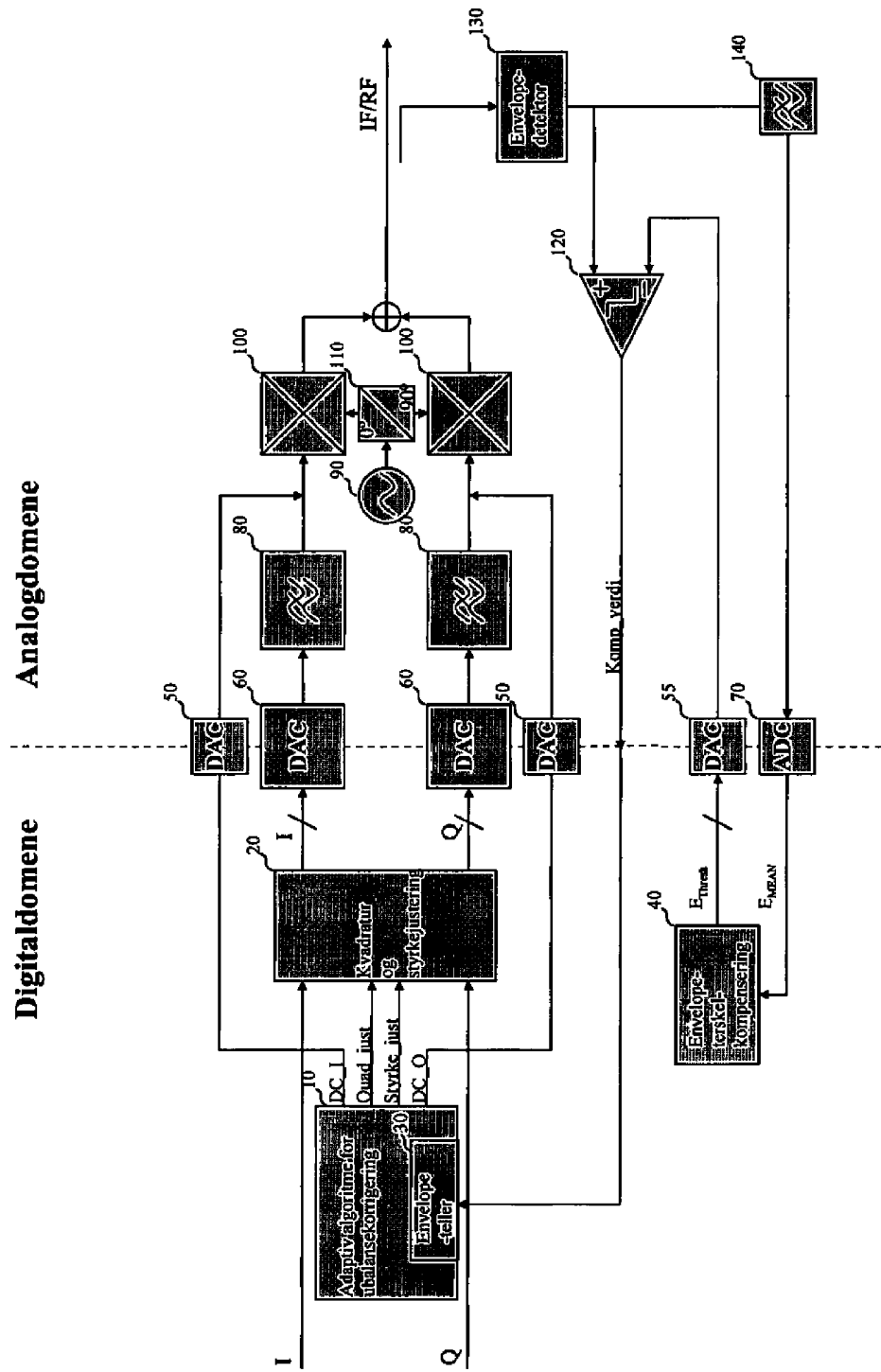


Fig. 1 Blokkjema for ubalanskorrigering i en kvadraturmodulator

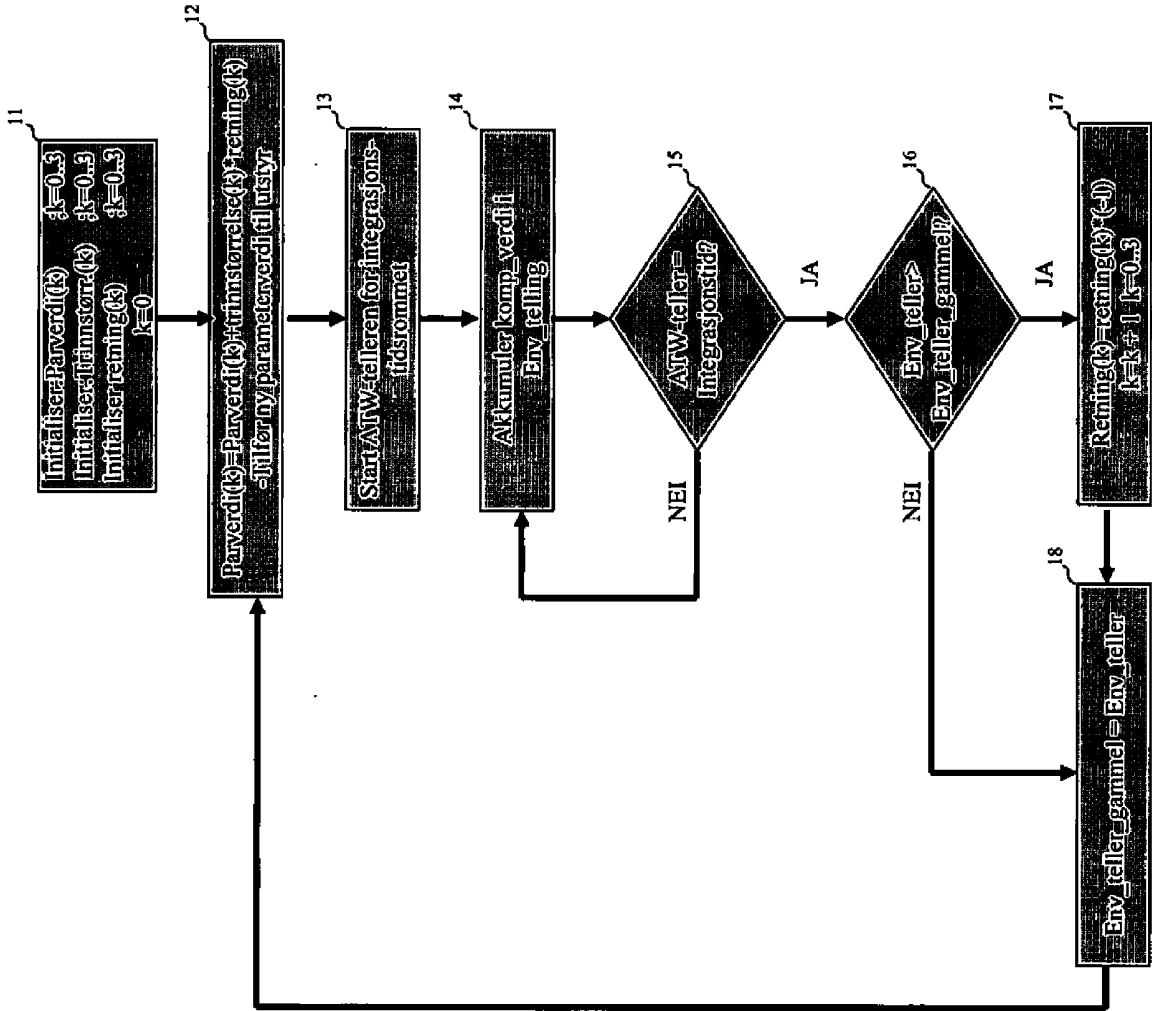


Fig. 2 Flytskjema for en adaptiv algoritme

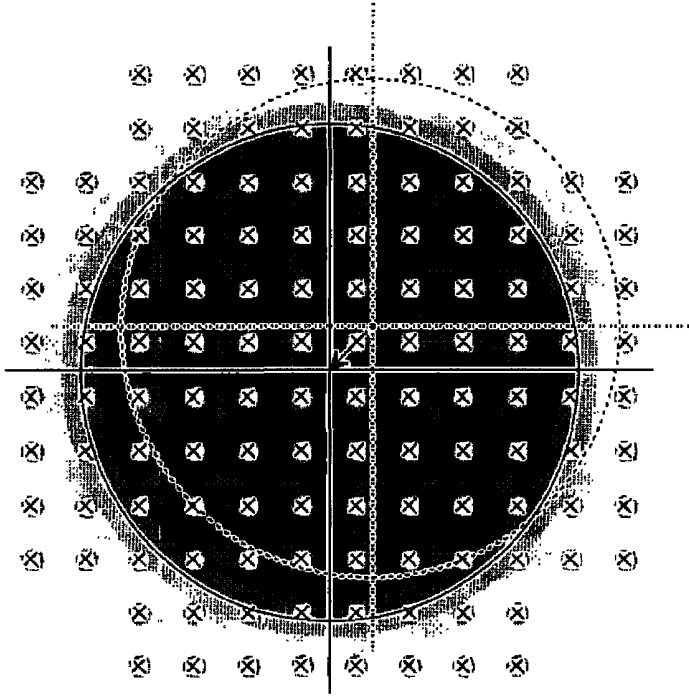


Fig. 3 Modulasjonsrom, og LO-lekkasjeverkning

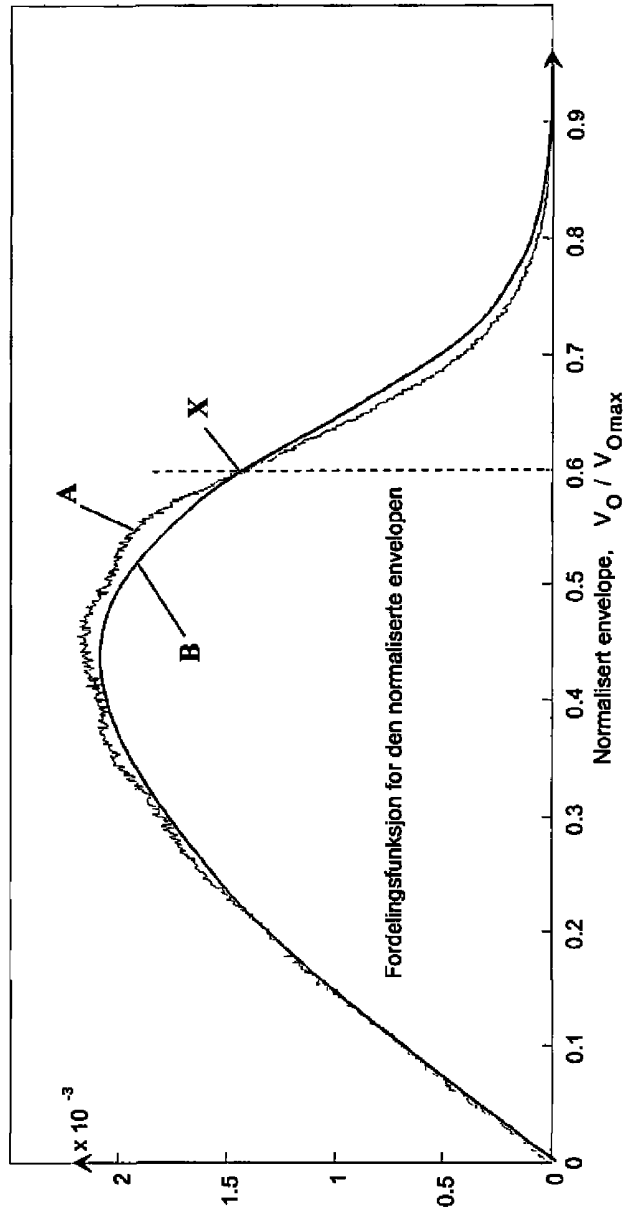


Fig. 4 Amplitudefordeling