

Denne oppfinnelse vedrører en sender for å tilveiebringe et utgangssignal som er representativ for en avfølt parameter, omfattende:

genereringsmiddel for å tilveiebringe et generatorsignal som omfatter et flertall av ladningspakker som har ladningsstørrelse som er en funksjon av den avfølte parameter, idet genereringsmidlet innbefatter reaktansmidler for dannelselse av ladningspakkene som reaksjon på elektrisk eksitering, målemiddel koblet til genereringsmidlet for måling av generatorsignalet som en funksjon av reaktansmidlet og for å tilveiebringe et målesignal som en funksjon derav, idet genereringsmidlet genererer et antall av første ladningspakker som påvirker generatorsignalet i en første retning, og genererer et antall av andre ladningspakker som påvirker generatorsignalet i en andre retning, motsatt den første retningen, og tilbakekoblingsmiddel koblet til målemidlet for å tilveiebringe et styresignal til genereringsmidlet som en funksjon av målesignalet for å tilveiebringe nevnte første og andre ladningspakker, slik at generatorsignalet påvirkes mot en ladningsbalansert tilstand og tilbakekoblingsmidlet tilveiebringer et utgangssignal som er representativt for antallet av ladningspakker.

Videre vedrører oppfinnelsen en fremgangsmåte for å tilveiebringe et utgangssignal som en funksjon av en avfølt parameter, der fremgangsmåten omfatter under hver av et flertall av målesykluser å anvende reaktansmiddel med første eksiteringsnivå for å danne første ladningspakker med første polaritet som har en ladningsstørrelse som er en funksjon av den avfølte parameter og det første eksiteringsnivået, å anvende reaktansmiddel til å danne andre ladningspakker av andre, motsatt polaritet som har en ladningsstørrelse som er en funksjon av det første eksiteringsnivået og den avfølte parameter, samt å overføre et antall av de første ladningspakker til en ladningsakkumulator, slik at ladning i ladningsakkumulatoren overskrider en ladningsbalansetilstand i en første retning, og overføre et antall andre ladnings-

pakker til ladningsakkumulatoren inntil ladningen i ladningsakkumulatoren passerer ladningsbalansetilstanden i en andre retning.

5 US-A-4054833 (Briefer) omhandler et kapasitansmålingssystem som innbefatter et avfølingsnettverk ved to seriekoblede kondensatorer, der minst en av disse er en sensorkondensator. Et svitsjenettverk og et tilbakekoblingsnettverk er koblet til avfølingsnettverket. Tilbakekoblingsnettverket frem-
10 bringer et tilbakekoblingssignal som representerer forskjellen i ladning lagret på seriekondensatorene fra en forutbestemt verdi. Et svitsjenettverk kobler tilbakekoblings- og sensornettverkene med tilbakekoblingssignalet og eksternt tilfører referansepotensialer gjennom en syklus, og den
15 gjennomsnittlige ladning som er lagret i seriekondensatorene over hver syklus er i alt vesentlig lik den forutbestemte verdien.

EP-A-0040996 (Bendix) omhandler et digitalt trykkmålingssystem som har en primær trykktransduser med en trykkfølsom
20 kondensator og en trykkufølsom referansekondensator. Begge disse kondensatorer eksiteres ved hjelp av signaler som er ute av fase og deres utmatninger kombineres ved et summeringssted, der utmatningen fra dette styrer en teller. Tellerutmatningen omdannes til et ulineært, negativt
25 tilbakekoblingssignal ved hjelp av en D/A-omformer som eksiterer en andre trykkfølsom kondensator og en andre trykkufølsom kondensator med signaler som er ute av fase og som inngår i en tilbakekoblingstrykktransduser. En lukket
30 sløyfe dannes ved å tilføre det ulineære, negative tilbakekoblingssignalet som fremkommer på utgangen fra tilbakekoblingstrykktransduseren til summeringsstedet. Telleren inkrementeres i en retning for å nulle sløyfene, slik at dens utmatning er representativ for det målte trykket.

35

US-A-4187460 (Dauge et al) viser en kapasitansmålingskrets i hvilken der finnes en variabel kondensator og en referanse-

kondensator. Kretsen kobler selektivt enten referansekondensatoren eller den variable kondensatoren inn i en relaksasjonsoscillator og sammenligner en telling av antallet av pulser redusert av relaksasjonsoscillatoren under en måleperiode med antallet av pulser frembragt under en referanseperiode.

US-A-4187459 (Wolfendale) viser en krets for måling av et forhold mellom kapasitanser. Svitsjer er tilveiebragt for å tilføre enten en positiv-gående rektangulær bølgeform eller en negativt-gående rektangulær bølgeform til den ene eller den andre av kondensatorene. En opphakkett spenning V_+ tilføres en av kondensatorene under et første trinn, og demodulerer et signal utledet fra den kondensatoren ved betjening av svitsjer, slik at en integrert utmatning er positiv under det første trinnet. I et andre trinn blir V_+ tilførselen levert til den andre kondensatoren. Demoduleringen reverseres slik at signalet som utledes fra den kondensatoren vil ha tendens til å redusere den integrerte utmatning tilbake mot null. I et tredje trinn blir V_- tilførselen opphakkett ved hjelp av en svitsj og tilføres den første kondensatoren. I trinn fire leveres nevnte V_- opphakkede tilførsel til en andre kondensator. Slik som med de to første trinnene, blir demoduleringen som tilveiebringes av svitsjene reversert, slik at signalet som utledes fra den første kondensatoren bevirker avvik av integratorsignalet fra null, og signalet som utledes fra den andre kondensatoren bevirker en retur mot null.

Ifølge oppfinnelsen kjennetegnes senderen ved at genereringsmidlet innbefatter midler for å variere et nivå av den elektriske eksitering til reaktantmidlene som en funksjon av styresignalet for å endre størrelser av ladningspakkene, og at tilbakekoblingsmidlet innbefatter justeringsmiddel koblet til genereringsmidlet for å tilveiebringe styresignalet for variering av nivået av den elektriske eksitering til reaktansmidlet, idet justeringsmidlet styrer midlet for

variering av eksiteringsnivået for derved å justere den elektriske eksitering til et første nivå, slik at reaktansmidlet tilveiebringer ladningspakker som har en størrelse som en funksjon av det første nivået, idet justeringsmidlet styrer midlet for variering for å variere den elektriske eksitering fra det første nivået til et andre nivå, slik at reaktansmidlet tilveiebringer ladningspakkene som har en størrelse som en funksjon av det andre nivået, idet justeringsmidlet styrer variasjon i den elektriske eksitering slik at generatorsignalet først konvergerer på den ladningsbalanserte tilstand grovere når den elektriske eksitering er på det første nivået og dernest konvergerer på den ladningsbalanserte tilstand finere når den elektriske eksitering er på det andre nivået, idet utgangssignalet er representativt for antallet av ladningspakker som leveres til målemidlet.

Ytterligere utførelsesformer av senderen vil fremgå av de vedlagte patentkrav, samt av etterfølgende beskrivelse med henvisning til de vedlagte tegningsfigurer.

Ifølge oppfinnelsen kjennetegnes fremgangsmåten ved å endre eksiteringsnivået som tilføres reaktansmidlet til et andre, forskjellig eksiteringsnivå: å anvende reaktansmidlet til å danne tredje ladningspakker av den første polaritet som har en ladningsstørrelse som er en funksjon av den avføyte parameter og det andre eksiteringsnivået; å anvende reaktansmiddel til å danne fjerde ladningspakker med den andre polaritet som har en ladningsstørrelse som er en funksjon av det andre eksiteringsnivået og den avføyte parameter; å overføre et antall av nevnte tredje ladningspakker til ladningsakkumulatoren, slik at ladningen i ladningsakkumulatoren passerer ladningsbalansetilstanden i første retning, å overføre et antall av fjerde ladningspakker til ladningsakkumulatoren inntil ladningen i ladningsakkumulatoren passerer ladningsbalansetilstanden i den andre retning, motsatt den første retningen; å telle antallet av første,

andre, tredje og fjerde ladningspakker som overføres til ladningsakkumulatoren under et flertall av målesykluser; og å tilveiebringe utgangssignalet basert på de tellede antall.

5 Nærmere detaljer ved fremgangsmåten vil også fremgå av den etterfølgende beskrivelse og de vedlagte tegningsfigurer.

Oppfinnelsen skal nå beskrives nærmere under henvisning til de vedlagte tegningsfigurer.

10 Fig. 1 er et skjema over en utførelsesform av en sender i henhold til denne oppfinnelse.

Fig. 2 er et skjema over en første utførelsesform av et tilbakekoplingsmiddel i henhold til denne oppfin-
15 nelse.

Fig. 3 er et tidsdiagram som korresponderer med tilbakekoplingsmidlet i fig. 2.

20 Fig. 4 er et flytskjema som korresponderer med tilbakekoplingsmidlet i fig. 2.

Fig. 5 er et skjema over en andre utførelsesform av et tilbakekoplingsmiddel i henhold til denne opp-
25 finnelse.

Fig. 6 er et tidsdiagram som korresponderer med tilbakekoplingsmidlet i fig. 5.

30 Fig. 7 er et flytskjema som korresponderer med tilbakekoplingsmidlet i fig. 5.

Den krets som er beskrevet her er en forbedring av den krets som er beskrevet i internasjonal søknad nr. PCT/US 87/00834
35 med tittel "Measurement Circuit", og innbefattes her ved henvisning.

I fig. 1 er en utførelsesform av en sender angitt generelt ved 10. Genereringsmidlet 11 i senderen 10 avføler en parameter "P" angitt ved 12 og genererer mengder eller pakker av ladning som er representative for parameteren P.

5 Uttrykket "pakke" refererer seg til en diskret mengde av elektrisk ladning som strømmer til eller fra en kapasitans når den lades fra et første potensial til et andre potensial, forskjellig fra det første potensialet. Mengden av ladning i en pakke er proporsjonal med kapasitansen og differansen

10 mellom nevnte første og andre potensialer. Ladningspakkene koples på linje 76 til målemiddel 60 i senderen 10. Målemidlet 60 akkumulerer ladningspakkene som koples på linje 76 og gir et målesignal "Vs" på linje 90 som en funksjon av den akkumulerte ladning. Målesignalet på linje 90 koples til og

15 styrer tilbakekoplingsmiddel 50 i senderen. Tilbakekoplingsmidlet 50 kopler tilbakekoplingssignaler til genereringsmidlet 11 langs linjer 18, 30, 31, 56, 64, 70 og 74 for styring av genereringen av ladningspakker ved hjelp av genereringsmidlet 11. Tilbakekoplingsmidlene 50 omfatter

20 justeringsmidler 51 for å styre størrelsen av ladningspakkene som koples på linje 76. Justeringsmidlene 51 kopler tilbakekoplingssignaler CK5 og CK6 langs henholdsvis linjene 30 og 31 til fininnstillingsnettverk 20 og 34 i genereringsmidlene 11. Justeringsmidlene 51 styrer fininnstillingsnettverket 20

25 og 34 til å justere eksiteringsnivåene og dermed størrelsen av ladningspakker som frembringes av genereringsmidlene 11. Under et første tidsintervall styrer justeringsmidlene 51 genereringsmidlene, slik at genereringsmidlene 11 genererer større ladningspakker. Ladningspakkene som genereres under

30 det første tidsintervallet gir en grovjustering av mengden av ladning som akkumuleres av målemidlene 60. Under et andre tidsintervall, forskjellig fra det første tidsintervallet, styrer justeringsmidlene 51 genereringsmidlene 11, slik at genereringsmidlene 11 genererer mindre ladningspakker. De

35 mindre ladningspakkene som genereres under det andre tidsintervallet gir en finjustering av mengden av ladning som akkumuleres av målemidlene 60. Genereringen av de større

ladningspakkene ved hjelp av genereringsmidlene 11 under et første tidsintervall som følges av genereringen av mindre ladningspakker under det andre tidsintervallet bevirker den akkumulerte ladningen i målemidlene 60 til å konvergere til et finjustert nivå i en kort syklustid. Der er et ladningsbalanserende samvirke mellom genereringsmidlene 11, målemidlene 60 og tilbakekoplingsmidlene 50. Mengdene eller antallet av større og mindre ladningspakker er representative for den avføyte parameter P. Tilbakekoplingsmidlet 50 teller antallet av mindre og større ladningspakker som koples fra genereringsmidlet 11 til målemidlet 60 og tilveiebringer et signal som er representativt for antallet av større og mindre ladningspakker til et utmatningsmiddel 92 langs linje 94. Utmatningsmidlet 92 kopler et utgangssignal som er representativt for parameteren P på linje 96 til utlesningsmiddel 98. Alternativt kan utlesningsmidlet 92 motta utmatningssignalet på linje 94 og være et middel for å kople en analog utmatning, en seriell digital utmatning, eller en kombinert analog og digital utmatning til utlesningsmidlet 98. Finjusteringen av eksiteringsamplituder i genereringsmidlet 11 gir en foretrukket hurtig, nøyaktig utmatning på linje 96.

I fig. 1 er parameteren 12, slik som et trykk, koplet til en kapasitiv trykkavføler i et genereringsmiddel 11 som omfatter variabel kondensator 14 som har en kapasitans C1 og variabel kondensator 16 som har en kapasitans C2. Kapasitansene C1 og C2 varierer som en funksjon av den avføyte parameteren P. Tilbakekoplingsmidlet 50 kopler et eksiteringspotensial CK0 som varierer med tid på linje 18 gjennom fininnstillingsnettverket 20 til kondensatorene 14 og 16. Eksiteringspotensialet CK0 koples til en resistiv spenningsdeler i fininnstillingsnettverket 20 som omfatter motstandene 22 og 24 som er koplet i serie mellom linje 18 og et referansepotensial -V. Spenningsdeleren genererer et andre eksiteringspotensial ved knutepunktet for motstandene 22 og 24 og dette andre eksiteringspotensialet varierer således med tid på den samme måte som eksiteringspotensialet CK0, men har en

størrelse som kun er en valgt del av størrelsen av eksiterings-signalet CK0. Valg av resistanser for motstandene 22 og 24 styrer størrelsen av det andre eksiteringspotensialet. En bryter 26 kopler eksiteringspotensialet CK0 fra linje 18 til
5 kodensatoren 14 og 16. En bryter 28 kopler det andre eksiteringspotensialet fra spenningsdeleren som omfatter motstandene 22 og 24 til kondensatorene 14 og 16. Tilbakekopplingsmidlet 50 kopler et signal CK5 langs en linje 30 til bryteren 26 for å styre bryteren 26. Tilbakekopplingsmidlet 50
10 kopler et signal CK6 langs en linje 31 til bryteren 28 for å styre bryteren 28. Tilbakekopplingsmidlet 50 styrer bryterne 26 og 28 til å lede på en ikke-overlappende måte slik at enten eksiteringspotensialet CK0 eller det andre eksiteringspotensialet koples til kondensatorene 14 og 16 for å tilveiebringe eksitering derav. Bryterne er fortrinnsvis MOS
15 transmisjonsporter. Disse MOS transmisjonsporter er utformet til å ha en struktur som muliggjør meget lave lekkasjestrømmer når de er åpne og som overfører en minimal mengde av parasittisk ladning fra porten under kopling. Ønskede MOS
20 transmisjonsportkarakteristika er en lekkasjestrøm som er mindre enn 1 piko-ampere i en "av"-tilstand og en ladningsoverføring mindre enn 0,05 piko-coulomb under kopling. Hver av bryterne lukkes til å kople signaler ved tilførsel av et høyt eller "1"-nivå, og åpnes til å stoppe koplingssignaler ved tilførsel av et lavt eller "0"-nivå til styreinngangen
25 eller porten på bryteren. Fininnstillingsnettverket 20 fungerer således som en fininnstilling til å gi enten en stor, grov eksitering eller en liten, fin eksitering til avfølingskondensatorene 14 og 16. Større ladningspakker koples gjennom kondensatorer 14 og 16 når bryteren 26 er lukket. Mindre ladningspakker koples gjennom kondensatorene 14 og 16 når bryteren 28 er lukket. Tilbakekopplingsmidlet 50 styrer således størrelsen av et eksiteringspotensial V_e ved
30 knutepunktet for kondensatorene 14 og 16. Finjusteringen av eksiteringsamplituden kan alternativt tilveiebringes ved å anvende en operasjonsforsterker som har programmerbar forsterkning, kapasitiv spenningsdelers eller andre midler for

å gi grov- og fineksitering under styringen av tilbakekopplingsmidler.

Eksiteringspotensialet CK0 kopler dessuten langs linje 18 til
5 en inverterer 30 som kopler et tredje eksiteringspotensial $\overline{\text{CK0}}$ til linje 32. Det tredje eksiteringspotensialet $\overline{\text{CK0}}$ er en
invers verdi av eksiteringspotensialet CK0 og koples langs
linje 32 til et andre fininnstillingsnettverk 34. Det andre
fininnstillingsnettverket 34 innbefatter en andre resistiv
10 spenningsdeler som omfatter motstander 36 og 38 som er koplet
i serie mellom linje 32 og referansepotensialet -V. Spenningsdeleren som omfatter motstander 34 og 36 genererer et
fjerde eksiteringspotensial ved knutepunktet for motstandene
34 og 36 og dette fjerde eksiteringspotensial varierer med
15 tid på den samme måte som det tredje eksiteringspotensialet $\overline{\text{CK0}}$, men har en størrelse som kun er en valgt del av størrelsen
av det tredje eksiteringspotensialet $\overline{\text{CK0}}$. Eksiteringspotensialene CK0 og $\overline{\text{CK0}}$ har fortrinnsvis de samme spiss-til-spiss-størrelser.
Den resistive spenningsdeleren som omfatter
20 motstander 22 og 24 har fortrinnsvis et resistivt delerforhold som er i alt vesentlig det samme som et delerforhold
for den resistive spenningsdeleren som omfatter motstander 34 og 36. Justeringsmidlet 51 i tilbakekopplingsmidlet 50 kopler
signalet CK5 langs linjen 30 til en bryter 40 for styring av
25 bryteren 40. Bryteren 40 kopler det tredje eksiteringspotensialet $\overline{\text{CK0}}$ til en linearitetskorrigerende kondensator 44
som har en valgt kapasitans CL1 og en linearitetskorrigerende kondensator 46 som har en valgt kapasitans CL2.
Justeringsmidlet 51 i tilbakekopplingsmidlet 50 kopler
30 signalet CK6 langs linjen 31 til en bryter 42 for styring av bryteren 42. Bryteren 42 kopler det fjerde eksiteringspotensialet
til de linearitetskorrigerende kondensatorene 44 og 46 langs linje 48. Kondensatorene 44 og 46 har valgte kapasitanser
som kompenserer genereringsmidlet 11 for
35 strøkapasitanser som er knyttet til kondensatorene 14 og 16. Det andre fininnstillingsnettverket 34 kopler således enten

et grovt eller finjustert eksiteringspotensial til de linearitetskorrigerende kondensatorene 44 og 46.

Trykkavfølingskondensator 14 og linearitetskorrigerende
5 kondensator 44 er koplet langs linje 52 til en bryter 54.
Tilbakekopplingsmidlet 50 kopler et signal CK4 langs linje 56
til bryter 54 for å styre bryteren 54. Bryter 54 kopler
kondensatorer 14 og 44 til et referansepotensial V_{ref} på
linje 58, slik at styrte mengder eller pakker av ladning
10 lagres på kondensatorer 14 og 44. Kondensatorene 14 og 44
kopler også langs linje 52 til en bryter 62 som kopler pakker
av ladning ladet på kondensatorer 14 og 44 til målemidlet 60
langs linje 76. Tilbakekopplingsmiddel 50 kopler et signal CK1
langs linje 64 til bryter 62 for å styre bryteren 62.

15 Trykkavfølingskondensator 16 og linearitetskorrigerende
kondensator 46 kopler langs en linje 46 til en bryter 68.
Tilbakekopplingsmiddel 50 kopler et signal CK3 langs linje 70
til bryteren 68 for styring av bryteren 68. Bryteren 68
20 kopler kondensatorer 16 og 46 til referansepotensialet V_{ref}
på linje 58, slik at styrte mengder eller pakker av ladning
lagres på kondensatorer 16 og 46. Kondensatorer 16 og 46
kopler også langs linje 66 til en bryter 72. Tilbakekopplings-
middel 50 kopler et signal CK2 langs linje 74 til bryter 72
25 for styring av bryteren 72. Bryteren 72 kopler pakker av
ladning lagret på kondensatorer 16 og 46 til målemidlet 60
langs linjen 76.

Målemidlet 60 omfatter en integrator 78 som akkumulerer
30 ladning som er koplet fra genereringsmidlet 11 langs linje
76. Integratoren 78 omfatter en kondensator 80 som har en
kapasitans C_i som er koplet mellom en utgang og en invertert
inngang på en forsterker 82. Integratoren 78 kopler et
potensial V_i som er representativt for den akkumulerte
35 ladning til en inverterende inngangs på en komparator 86
langs linje 84. En forspenningsgenerator 88 i målemidlet 60
energiseres fra referansepotensialene $+V$ og $-V$ og er for-

trinnsvis en CMOS spenningsdeler. Forspenningsgeneratoren 88 kopler et referansepotensiale V_{ref} langs linje 58 til en positiv inngang på komparatoren 6, til en positiv inngang på forsterker 82 og til brytere 54 og 68 i genereringsmidlet 11.

5 Komparatoren 86 kopler målesignalet V_s på linje 90 til tilbakekoplingsmidlet 50. Målesignalet V_s indikerer et nivå av ladning lagret på kondensator 80 i integrator 78. Målesignalet V_s på linje 90 styrer operasjonen av tilbakekoplingsmidlet 50.

10

I fig. 2 er en første utførelsesform av tilbakekoplingsmidlet 50 i fig. 1 vist. Tilbakekoplingsmidlet 50 omfatter en oscillator 102 som kopler et oscillatorsignal langs en linje 104 til en eksiteringslogikkrets 106. Oscillatorsignalet

15 klokkes kretsen i eksiteringslogikkretsen 106 til å gi tidsstyring. Eksiteringslogikkretsen 106 kopler tilbakekoplingssignaler til genereringsmidlet 11 på linjer 56, 64, 70, 74 og 18 som tidsstyres av oscillatorsignalet og styres av måleutmatningen V_s på linje 90 på en ønsket måte. Eksi-

20 teringslogikkretsen 106 omfatter et justeringsmiddel 51 som kopler tilbakekoplingssignaler til linjer 30 og 31. Justeringsmiddel 51 gir valg av større eller mindre ladningspakker som forklart ovenfor i forbindelse med fig. 1. Eksiteringslogikkretsen 106 kopler tellerstyresignaler på

25 linjene 108, 110 og 112 til respektive pulstellere 114, 116 og 118 i tilbakekoplingsmidlet 50. Tellerstyresignalene styrer klargjøringen og tilbakestillingen av tellerne 114, 116 og 118. Tellere 114 er koplet til linje 74 for telling av antallet av pulser N_2 på linje 74 under det første tidsintervallet. Teller 116 er koplet til linje 64 for telling av

30 antallet av pulser N_1 på linje 64 under det første tidsintervallet. Telleren 118 er koplet til linje 64 for telling av antall pulser N_3 på linje 64 under det andre tidsintervallet. Antallet av pulser som telles, N_1 , N_2 og N_3 , er samlet

35 representative for den avfødte parameteren. Tellere 114, 116 og 118 kopler signaler som er representative for antallene N_2 , N_1 og N_3 langs henholdsvis linjene 120, 122 og 124 til en

krets 126. Kretsen 126 omfatter en beregningskrets 128 for å beregne en verdi av den avføyte parameteren P fra signalene på linjer 120, 122 og 124. Beregningskretsen 128 kopler et signal som er representativt for den beregnede verdien på linje 132 til en krets 130 som omfatter et skiftregister 131. Kretsen 130 omdanner parallelldatasignalet på linje 132 til en seriell form og kopler et serielt signal som er representativt for den avføyte parameteren ut på linje 134. Tilbakekoplingsmidlet 50 kopler en 5-linjers databuss 94 for tilpasning med en mikroprosessor 91 i utmatningsmidlet 92. 5-linjers databussen 94 kopler energiseringspotensialer på linjer 136 og 138 til senderen 10. 5-linjers databussen kopler et brikkevalgssignal på linje 140 og et dataklokkesignal på linje 142 for synkronisering av operasjonen av et skiftregister i krets 130 med mikroprosessoren i utmatningsmidlet 92.

I fig. 3 er et tidsdiagram 200 vist som korresponderer med den første utførelsesformen av tilbakekoplingsmidlet 50 vist i fig. 2. Under et første tidsintervall vist i fig. 3 er tilbakekoplingssignalet CK5 på 201 på et høyt eller "1"-nivå, hvilket lukker bryterne 26 og 40, og tilbakekoplingssignalet CK6 på 202 er på et lavt eller "0"-nivå, hvilket åpner bryterne 28 og 42. Fininnstillingsnettverket 20 tilveiebringer således et eksiteringspotensiale Ve på en høyere størrelse enn vist ved 204. Eksiteringsnivået fra fininnstillingsnettverket 34 er likeledes på en høyere størrelse under det første tidsintervallet. Tilbakekoplingssignalet CK3 aktiveres som vist ved 206 til å stenge bryter 68, hvorved lagres ladningspakker på kondensatorene 16 og 46. Etter at eksiteringssignalet Ve endrer polaritet, blir tilbakekoplingssignalet CK4 aktivert som vist ved 208, hvorved bryteren 54 lukkes og pakker av ladning lagres på kondensatorene 14 og 44. Etter at eksiteringspotensialet igjen endrer polaritet, blir tilbakekoplingssignalet CK1 aktivert som vist ved 212 til å lukke bryteren 62 og kople en ladningspakke på linje 76 til integratoren 78. Integratorens signal Vi reagerer på

ladningspakken som vist ved 210 i fig. 3. Etter at eksiteringspotensialet V_e igjen endrer polaritet, aktiveres tilbakekoplingssignalene CK_2 og CK_4 som vist ved 214. Aktiveringen av signal CK_4 ved 214 lagrer nye ladningspakker på kondensatoren 14 og 44. Aktiveringen av signal CK_2 på 214 kopler ladningspakker fra kondensatoren 16 og 46 til integratoren 78. Integratorens utmatning V_i reagerer på disse ladningspakker som vist ved 216 i fig. 3. Ladningspakker fra kondensatorene 16 og 44 blir så gjentatte ganger koplet fra kondensatorene 16 og 46 til integratoren 78 inntil integratorens utmatning V_i faller under referansenivået V_{ref} som vist ved 218. Komparatoren 86 avføler integratorens utmatningsendring vist ved 218 og kopler en puls vist ved 220 til tilbakekoplingsmidlet langs linje 90. Tilbakekoplingsmidlet avføler nivåendringen på linje 90 og kopler en andre ladningspakke fra kondensatorer 14 og 44 som vist ved 222. Tilbakekoplingsmidlet 50 kontrollerer dernest brytere i tilbakekoplingsmidlet, slik at ladningspakker fra kondensatoren 16 og 46 igjen gjentatte ganger tilføres integratoren inntil integratorens utmatning faller under referansenivået som vist ved 224. Etter at et valgt antall ($N_1 + N_2$) av ladningspakker fra kondensatoren 14, 16, 44 og 46 er blitt koplet til integratoren 78, er mengden av ladning som koples til integratoren 78 grovt balansert. Tilbakekoplingsmidlet aktiverer så tilbakekoplingssignalet CK_6 som således avslutter det første tidsintervallet og starter det andre tidsintervallet som vist ved 228.

Under det andre tidsintervallet lukkes bryterne 28 og 42 og dermed blir en lavere størrelse av eksitering V_e som vist ved 230 koplet til den avfølende kondensatoren 14 og 16 fra fininnstillingsnettverket 20. Den eksitering som gis av fininnstillingsnettverket 34 er likeledes på en lavere størrelse. I det eksempel som er vist i fig. 3, er den lavere eksiteringsstørrelsen vist ved 230 til å være ca. $1/8$ av det høyere eksiteringsnivået ved 204. Under det andre tidsintervallet blir et antall N_3 av ladningspakker av lavere

størrelse koplet fra kondensatorene 14 og 44 som vist ved 232 inntil ladning på integratoren er fint balansert til nær referansenivået som vist ved 234.

- 5 Balanseringen av ladning på integratoren 78 under nevnte første og andre tidsintervaller resulterer i et forhold som vist i likning 1 nedenfor:

$$(N1)(Ca)(Ve) + (N3)(Ca)(Ve)/N = (N2)(Cb)(Ve) \quad (1)$$

10

hvor:

N1 = antallet av større ladningspakker koplet fra kondensatorer 14 og 44 under det første tidsintervallet;

15

N2 = antallet av større ladningspakker koplet fra kondensatorene 16 og 46 under det første tidsintervallet;

N3 = antallet av mindre ladningspakker koplet fra kondensatorer 14 og 44 under det andre tidsintervallet;

N = delerforhold mellom de høyere og lavere eksiteringsstørrelser;

20

Ca = C1-CL1, en verdi av C1 korrigert for linearitet;

Cb = C2-CL2, en verdi av C2 korrigert for linearitet;

Ve = den høyere eksiteringsstørrelsen.

25

En langvarig gjennomsnittsverdi av antallet av ladningspakker tenderer mot en nøyaktig verdi som er representativ for den avfølte parameteren på grunn av at små akkumuleringer av ladningspakker i målingsmidlet 60 ikke nulles ut og tapes ved slutten av en måleperiode, men føres i stedet fremover til å påvirke et etterfølgende måleintervall.

30

Likning 1 kan forenkles til å danne likning 2 nedenfor:

$$\frac{Cb}{Ca} = \frac{(N1) + (N3)/(N)}{N2} \quad (2)$$

35

I en kapasitiv trykktransduser av dobbeltplatetypen er det

avfølte trykk P relatert til de korrigerte avfølerkapasitanser, likning 3:

$$P = \frac{K(1 - (C_b/C_a))}{1 - (C_b/C_a)} \quad (3)$$

hvor K er en skaleringsfaktor. Likningene 2 og 3 kan kombineres til å danne likning 4:

$$P = K \frac{(N_2) - (N_1) - (N_3/N)}{(N_2) + (N_1) + (N_3/N)} \quad (4)$$

Derved kan det ses at trykket P er avhengig av antallene N_1 , N_2 , N_3 og N og kan være i alt vesentlig uavhengige av referansepotensialene og omgivelsestemperatur for senderen over et driftsområde.

Beregningsmidlet 128 beregner et signal som er representativt for trykk i henhold til likning 4 og kopler signalet som er representativt for trykk på linje 132 til krets 130.

I fig. 4 illustrerer et flytskjema 250 en eksempelvis driftssekvens for en sender 10 som omfatter tilbakekoplingsmidlet 50 som vist i fig. 2 og som korresponderer med tidsdiagrammet i fig. 3. Ved kraftinnkoplingen eller start ved 252, blir groveksiteringsmodusen først valgt som ved 254. Eksiteringslogikkretsen styrer så genereringsmidlet 11 slik at det gjentatte ganger kopler ladningspakker fra kapasitans C_b som vist ved 254 inntil målesignalet V_c endrer seg som vist ved 256. Hvis antallet $(N_1 + N_2)$ er mindre enn et forutvalgt antall M , forlater eksiteringslogikkretsen 106 så en høyre sløyfe 258 og starter en venstre sløyfe 260. I den venstre sløyfen 260 styrer eksiteringslogikkretsen 166 genereringsmidlet 11 til gjentatte ganger å kople ladningspakker fra kapasitans C_a inntil måleutmatningen V_c endrer seg som vist ved 262.

Eksiteringslogikkretsen 106 styrer genereringsmidlet 11 slik at genereringsmidlet 11 veksler mellom å kople ladningspakker fra Ca og å kople ladningspakker fra kapasitans Cb inntil mengden ($N_1 + N_2$) er lik eller overskrider M som vist ved 264, ved hvilket tidspunkt eksiteringslogikkretsen 106 veksler fra groveksiteringsmodusen (første tidsintervall) til fineksiteringsmodusen (andre tidsintervall) som vist ved 266.

Under det andre tidsintervallet styrer eksiteringslogikkretsen 106 genereringsmidlet 11 slik at mindre ladningspakker koples fra kapasitans Ca til målemidlet 60 som vist ved 268 inntil måleutmatningen Vc endrer seg som vist ved 270. Antallene N_1 , N_2 , N_3 som oppnås i denne sekvens koples til beregningskrets 128 og denne sekvens repeteres igjen med start ved 272.

I den utførelsesform som er vist i fig. 3, er antallet M i fig. 4 satt til 8, og delerforholdet N er også satt til 8. Denne løsning gir en 6-bit oppløsning i kun 10 sykluser av eksiteringsbølgeformen, mens en liknende sender uten fininnstillingstrekket krever mer enn 66 sykluser av eksiteringsbølgeform for å oppnå denne samme 6-bit oppløsning. Hastigheten av kapasitans-til-digital-omformingen forbedres således med en faktor av mer enn 6 og M og N er 8. Langt større verdier av M og N kan også velges til å oppnå ennå større oppløsning. I en praktisk krets kan M settes til 256 og N kan settes til 256 for å oppnå 16 bits oppløsning i 512 sykluser av eksiteringsbølgeformen under anvendelse av fininnstillingsløsningen, hvilket gir en faktor av 128 forbedring over en liknende krets uten en fininnstilling.

Senderkretsen omfatter fortrinnsvis en MOS integrert krets som kopler til en utgangskrets til å gi et foretrukket lavt effektforbruk. Senderkretsen har et foretrukket lavt effektforbruk og kan anvendes i en to-tråds, reelt sikker 4-20 mA sløyfedrevet sender.

I fig. 5 er en andre utførelsesform av tilbakekoplingsmidlet 50 i fig. 1 vist. En oscillator 102 kopler et oscillator-signal langs linje 104 til en eksiteringslogikkrets 30. Oscillatorsignalet klokker logiske kretser i eksiterings-
5 logikkretsen 300 til å gi tidsstyring. Eksiteringslogikkretsen 30 kopler tilbakekoplingssignaler på linjer 56, 64, 70, 74 og 18 som tidsbestemmes av oscillatorsignalet og styres ved hjelp av måleutmatningen Vs på linje 90 på en ønsket måte. Eksiteringslogikkretsen omfatter et justerings-
10 middel 302 som kopler tilbakekoplingssignalet til linjer 30 og 31. Justeringsmiddel 302 gir et valg av større eller mindre ladningspakker som forklart ovenfor i forbindelse med fig. 1. Eksiteringslogikkretsen 300 kopler tellerstyresignaler på linjer 304, 306 til en tellerkrets 308 i en seriell utmatningskrets 310. Tellerkrets 308 er koplet til
15 linjer 64 og 74 for telling av antall av pulser på linjer 64 og 74 under styring fra tellerstyresignaler på linjer 304 og 306. Tellerkretsen 308 kopler signaler som er representative for antallet av pulser som telles langs linjer 312 til en parallell inngang på en skiftregisterkrets 314 i den serielle utmatningskretsen 310. Skiftregisterkretsen 314 styres av et valgsignal på 140 og et dataklokkesignal på linje 142 til å kople en seriell utmatning til linje 134. Den serielle utmatning på linje 134 omfatter et signal som er representa-
20 tivt av antallet av pulser som telles på linjer 64 og 67. Tilbakekoplingsmidlet 50 i fig. 5 kopler en 5-linjers databuss 94 for tilpasning med en mikroprosessor i utmatningsmidlet 92. 5-linjers databussen 94 kopler energiseringspotensialer på linjer 136 og 138 til senderen 10. Et ikke-flyktig lager 313 kan omfatte konstanter som er representa-
25 tive for avfølingskondensatorenes 14 og 16 karakteristikk. Konstantene i lager 313 kan koples langs en linje 315 til tellerkretsen 308 til å for-belaste tellerkretsen 308 med konstanter, slik at telling av pulser ved hjelp av tellerkrets 308 justeres for fremstillingstoleranser hos avfølingskondensatorene 14 og 16.
30
35

I fig. 6 er et eksempelvis tidsdiagram 320 vist som korresponderer med den andre utførelsesformen av tilbakekoplingsmidlet 50 vist i fig. 5. Under et første tidsintervall vist i fig. 6, er tilbakekoplingssignalet CK5 ved 322 på et høyt eller "1" nivå, hvormed brytere 26 og 40 lukkes, og tilbakekoplingssignalet CK6 på 324 er på et lavt eller "0" nivå, som åpner bryterne 28 og 42. Fininnstillingsnettverket 20 tilveiebringer således et eksiteringspotensial V_e ved en høyere størrelse som vist ved 326 under det første tidsintervallet. Eksiteringsnivået fra fininnstillingsnettverket 34 er likeledes ved en høyere størrelse under det første tidsintervallet. Tilbakekoplingssignalet CK4 aktiveres som vist ved 328 til å lukke brytere 54, hvorved pakker av ladning lagres på kondensatorer 14 og 44. Tilbakekoplingssignalet CK1 aktiveres så ved 330, hvorved bryter 62 lukkes. Eksiteringssignalet V_e endrer polaritet ved 322, hvorved koples en ladningspakke fra kondensatorer 14 og 44 til målemidlet 60 langs linje 76. Integratorsignalet V_i øker forbi referansepenningen V_{ref} som reaksjon på denne ladningspakke, slik som vist ved 334. Komparatoren 86 avføler at integratorsignalet V_i har økt forbi referansepotensialet V_{ref} og måleutmatningen V_s endrer seg fra en "1" til en "0" som vist ved 336. Endringen i måleutmatningen V_s koples langs linje 90 til tilbakekoplingsmidlet 50 og tilbakekoplingsmidlet 50 avføler endringen og stopper kopling av ladningspakker av en første polaritet fra kondensatorer 14 og 44 og starter kopling av ladningspakker av motsatt polaritet fra kondensatorer 16 og 46 til målemidlet 60. Responsen fra integratoren 78 overfor ladningspakkene som koples fra kondensatorer 16 og 46 er vist ved 338 i fig. 6. Genereringsmidlet fortsetter å tilveiebringe ladningspakker fra kondensatorer 14 og 44 og fra kondensatorer 16 og 46 som vist i fig. 6 inntil et forutbestemt antall M_1 av ladningspakker fra både kondensatorer 14 og 44 samt kondensatorer 16 og 46 er blitt frembragt. Etter at antallet M_1 av ladningspakker er blitt frembragt, avslutter tilbakekoplingsmidlet 50 det første tidsintervallet og starter det andre tidsintervallet ved å endre tilbake-

koplingssignalet CK5 fra en "1" til en "0" og endrer tilbake-
 koplingssignalet CK6 fra en "0" til en "1" som vist ved 340.
 Under det andre tidsintervallet mottar kondensatorene 14, 44,
 16, 46 et lavere eller fint eksiteringsnivå fra fininnstil-
 lingskretsene 20 og 34 som vist ved 342. Under det andre
 tidsintervallet styrer tilbakekoplingsmidlet 50 i fig. 5
 genereringsmidlet 11 til å kople mindre ladningspakker til
 målemidlet 60 som vist ved 344 på en måte lik koplingen av
 større ladningspakker under det første tidsintervallet. Etter
 et forutbestemt antall M2 av mindre ladningspakker er koplet
 under det andre tidsintervallet, styrer tilbakekoplingsmidlet
 50 i fig. 5 genereringsmidlet 11 til å kople ladningspakker
 til målemidlet 78 inntil måleutmatningen Vs endrer seg.
 Integratorutmatningen Vi balanseres således nær referanse-
 nivået, slik at integratoren 78 er klar for en annen måle-
 sekvens. Antallet av ladningspakker som koples til målemidlet
 60 telles under måleintervallet av tellerkretsen 308.
 Balanseringen av ladning under måleintervallet som utgjøres
 av et første og andre tidsintervall medfører et forhold som
 vist i likning 5 nedenfor.

$$P = K \frac{(N2-N1) + (N4-N3)/2^N}{(N1+N2) + (N4+N3)/2^N} \quad (5)$$

hvor

P er et trykk som er relatert til korrigerte avføler-
 kapasitanter som vist i likning 3 ovenfor,

N1 er antallet av større ladningspakker som er koplet fra
 kondensatorer 14 og 44 under et måleintervall,

N2 er antallet av større ladningspakker som er koplet fra
 kondensatorer 16 og 46 under et måleintervall,

N3 er antallet av mindre ladningspakker som er koplet fra
 kondensatorer 14 og 44 under et måleintervall,

N4 er antallet av mindre ladningspakker som er koplet fra
 kondensatorer 16 og 46 under et måleintervall,

2^N er delerforholdet mellom de høyere og de lavere eksi-
 teringsstørrelser, og

K er en skaleringsfaktor.

I en foretrukket utførelsesform er de forutvalgte antall M1 og M2 og delerforholdet N faste tall, og derfor er nevneren i likning 5 en fast mengde. Kretsen i tilbakekoplingsmidlet 50 trenger ikke å beregne trykk P ved å dele med en nevner i likning 5. Nevneren i likning 5 kan således innbefattes i en skalafaktor K1 og $P = K1 ((N2-N1) + (N4-N3)/2^N)$. Mengden (N2-N1) telles av en første opp/ned-teller i tellerkretsen 308. Mengden (N4-N3) telles av en andre opp/ned-teller i tellerkretsen 308. Delerforholdet N kan velges til å være et helt tall og dermed representerer 2^N nevneren i $(N4-N3)/2^N$ uttrykket i telleren i likning 5 kun en forskyvning av posisjonen for den binære ekvivalenten av et desimalpunkt. Utmatningene fra den første og andre opp/ned-telleren kan således lastes direkte inn i skiftregisterkretsen 314 uten behovet for noen deling eller andre kompliserte aritmetiske beregninger i tilbakekoplingsmidlet 50 i fig. 5. Et digitalt ord lastes inn i skiftregisteret som har en høyere ordens bitgruppe som representerer (N2-N1) og en lavere ordens bitgruppe som representerer $(N4-N3)/2^N$.

I fig. 7 illustrerer et flytskjema 360 en eksempelvis driftssekvens for en sender 10 som omfatter et tilbakekoplingsmiddel 50 som vist i fig. 5 og som tilsvarende tidsdiagrammet i fig. 6. Ved kraftinnkopling eller start 362, blir groveksiteringsmodusen valgt og tellerne for N1, N2, N3, N4 forutinnstilles til null ved 364. Alternativt kan tellerne forutinnstilles til en ikke-nullverdi som lagres i ikke-flyktig lager 313. Avhengig av det logiske nivået av Vs ved 366, kopler genereringsmidlet en større ladningspakke enten fra kapasitans Ca eller Cb til målemidlet. Tellingene av enten N1 eller N2 blir tilsvarende økt med en for hver ladningspakke som vist ved 368, 370. Ladninger blir gjentatte ganger koplet på denne måte inntil mengden (N1+N2) er lik den forutvalgte verdi M1 vist ved 372. Så snart den forutvalgte verdi M1 nås, velges fineksiteringsmodusen ved 374. I

fineksiteringsmodusen blir den mindre pakken av ladning koplet fra enten kapasitans C_a eller C_b til målemidlet som vist ved 376, 378, avhengig av det logiske nivået av V_s som vist ved 380. Ladninger blir gjentatte ganger koplet på denne måte inntil antallet av fine ladningspakker (N_3+N_4) er lik et andre forutvalgt antall M_2 som vist ved 382. Telling av ladningspakker stopper ved dette punkt i sekvensen. Imidlertid blir ytterligere mindre ladningspakker koplet til integratoren for å rebalansere integratoren og forberede den for den neste målesyklusen som vist ved 384. Antallene (N_2-N_1) og (N_4-N_3) blir så overført fra tellerne til henholdsvis de høye og lave bitgrupper i skiftregisteret, som vist ved 386, og en ny målesyklus påbegynnes som vist ved 388.

Kretsen for senderen 10 omfatter fortrinnsvis en MOS integrert krets til å gi lavt effektforbruk. I eksemplet som er vist i fig. 6 blir de valgte antall $M_1 = 8$ og $M_2 = 16$ vist. En ytterligere foretrukket utførelsesform anvender valgt antall $M_1 = 1024$ og $M_2 = 320$ med en delerforhold lik 64 til å gi en ønsket oppløsning lik 16 biter innenfor et 1500 oscillatorsykluser. Med en 10 μ sekunds oscillatorsykluser, kan en målesyklus fullføres i løpet av 15 millisekunder. Et viktig forbedring oppnås relativt enkle enkelt- eller dobbelthelnings A/D-omformere som ville kreve 64 000 sykluser til å oppnå 16 bit oppløsningen av den avføyte parameteren.

P a t e n t k r a v

1.

Sender (10) for å tilveiebringe et utgangssignal som er representativ for en avfølt parameter (P, 12), omfattende:

genereringsmiddel (11) for å tilveiebringe et generatorsignal som omfatter et flertall av ladningspakker som har ladningsstørrelse som er en funksjon av den avføyte parameter (P,12), idet genereringsmidlet (11) innbefatter reaktansmidler (14, 16) for dannelse av ladningspakkene som reaksjon på elektrisk eksitering,

målemiddel (60) koblet til genereringsmidlet (11) for måling av generatorsignalet som en funksjon av reaktansmidlet (14,16) og for å tilveiebringe et målesignal som en funksjon derav,

idet genereringsmidlet genererer et antall av første ladningspakker som påvirker generatorsignalet i en første retning, og genererer et antall av andre ladningspakker som påvirker generatorsignalet i en andre retning, motsatt den første retningen, og

tilbakekoblingsmiddel (50) koblet til målemidlet (60) for å tilveiebringe et styresignal til genereringsmidlet (11) som en funksjon av målesignalet for å tilveiebringe nevnte første og andre ladningspakker, slik at generatorsignalet påvirkes mot en ladningsbalansert tilstand og tilbakekoblingsmidlet tilveiebringer et utgangssignal som er representativt for antallet av ladningspakker,

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

at genereringsmidlet (11) innbefatter midler (20) for å variere et nivå av den elektriske eksitering til reaktantmidlene (14, 16) som en funksjon av styresignalet for å endre størrelser av ladningspakkene, og

at tilbakekoblingsmidlet (50) innbefatter justeringsmiddel (51) koblet til genereringsmidlet (11) for å tilveiebringe styresignalet for variering av nivået av den elektriske eksitering til reaktansmidlet (14, 16), idet justeringsmidlet styrer midlet for variering av eksiteringsnivået for

derved å justere den elektriske eksitering til et første nivå, slik at reaktansmidlet tilveiebringer ladningspakker som har en størrelse som en funksjon av det første nivået, idet justeringsmidlet styrer midlet for variering for å
5 variere den elektriske eksitering fra det første nivået til et andre nivå, slik at reaktansmidlet tilveiebringer ladningspakkene som har en størrelse som en funksjon av det andre nivået, idet justeringsmidlet styrer variasjon i den elektriske eksitering slik at generatorsignalet først
10 konvergerer på den ladningsbalanserte tilstand grovere når den elektriske eksitering er på det første nivået og dernest konvergerer på den ladningsbalanserte tilstand finere når den elektriske eksitering er på det andre nivået, idet utgangssignalet er representativt for antallet av ladnings-
15 pakker som leveres til målemidlet.

2.

Sender (10) som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d at midlet (20) for å variere eksiteringsnivået kopler
20 et første eksiteringsnivå til reaktansmidlet (14,16) under et første tidsintervall og kopler et andre eksiteringsnivå, forskjellig fra det første nivået, til reaktansmidlet (14,16) under et andre tidsintervall, forskjellig fra det første tidsintervallet.

25

3.

Sender (10) som angitt i krav 2, k a r a k t e r i s e r t
v e d at eksiteringen er syklisk.

30

4.

Sender (10) som angitt i krav 3, k a r a k t e r i s e r t
v e d at det første tidsintervallet omfatter et bestemt antall eksiteringssykluser.

35

5.

Sender (10) som angitt i krav 4, k a r a k t e r i s e r t

v e d at det andre eksiteringsnivået er lavere enn det første eksiteringsnivået.

6.

5 Sender (10) som angitt i krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at det andre eksiteringsnivået er koplet til reaktantmidlet (14, 16) for å balansere ladningen som er koplet under det første tidsintervallet.

10 7.

Sender (10) som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at reaktansmidlet (14, 16) omfatter en kapasitiv føler (14, 16).

15 8.

Sender (10) som angitt i krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at den avføyte parameteren (P,12) er et trykk (P) som er koplet til den kapasitive føleren (14, 16).

20 9.

Sender (10) som angitt i krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at midlet (20) for å variere eksiteringsnivået omfatter en deler (22, 24) koplet til den kapasitive føleren (14, 16) for å tilveiebringe nevnte første og andre eksiteringsnivåer.

10.

30 Sender (10) som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at midlet (20) for å variere eksiteringsnivået dessuten omfatter omvekslingsmiddel (26, 28) som er koplet til deleren (22, 24) for selektivt å kople nevnte første og andre eksiteringsnivåer til den kapasitive føleren (14, 16).

11.

35 Sender (10) som angitt i krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at genereringsmidlet (11) dessuten omfatter

korrigeringsmiddel (34, 44, 46) som er koplet til reaktansmidlet (14, 16) for å korrigere mht. spredereaktans.

12.

5 Sender (10) som angitt i krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at tilbakekopplingsmidlet (50) omfatter tellermiddel (114, 116, 118, 308) som er koplet til et tilbakekopplingssignal for å telle et antall av ladningspakker som er koplet til målemidlet (60) under et tidsintervall.

10

13.

Sender (10) som angitt i krav 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at utgangssignalet er en funksjon av antallet av ladningspakker som er koblet fra genereringsmidlet (11) til målemidlet (60) under nevnte første og andre tidsintervaller.

15

14.

Sender (10) som angitt i krav 13, k a r a k t e r i s e r t v e d at utgangssignalet P beregnes i alt vesentlig ved hjelp av tilbakekoblingsmidlet (50), som

20

$$P = K \frac{(N_2) - (N_1) - (N_3/N)}{(N_2) + (N_1) + (N_3/N)}$$

25 der K er en proporsjonalitetskonstant, N er et delerforhold for deleren (22, 24), N1 og N2 er antallet av ladningspakker som er koplet til målemidlet (60) under det første tidsintervallet og N3 er antallet av ladningspakker som koples til målemidlet (60) under det andre tidsintervallet.

30

15.

Sender (10) som angitt i krav 13, k a r a k t e r i s e r t v e d at utmatningen P beregnes ved hjelp av tilbakekoblingsmidlet (50) i alt vesentlig som

35

$$P = K \frac{(N_2-N_1) + (N_4-N_3)/2^N}{(N_1+N_2) + (N_4+N_3)/2^N}$$

der K er en proporsjonalitetskonstant, 2^N er et delerforhold for deleren (22,24), N_1 og N_2 er antallet av ladningspakker koplet til målemidlet (60) under et første tidsintervall, og N_3 og N_4 er antall av ladningspakker koplet til målemidlet (60) under det andre tidsintervallet.

16.

Sender (10) som angitt i krav 15, karakterisert ved at størrelsen $(N_1+N_2) + (N_4+N_3/2^N)$ styres til en valgt fast verdi av tilbakekoplingsmidlet (50), slik at utmatningen beregnes ved telling.

17.

Sender (10) som angitt i krav 9, karakterisert ved at utgangssignalet er en 4-20 milliampere strøm.

18.

Sender (10) som angitt i krav 17, karakterisert ved at senderen (10) energiseres av utgangssignalet.

19.

Sender (10) som angitt i krav 1, karakterisert ved at senderen (10) mates ved hjelp av en to-tråds sløyfe og tilveiebringer et digitalt utgangssignal til sløyfen.

20.

Fremgangsmåte for å tilveiebringe et utgangssignal som en funksjon av en avfølt parameter, der fremgangsmåten omfatter under hver av et flertall av målesykluser:

å anvende reaktansmiddel med første eksiteringsnivå for å danne første ladningspakker med første polaritet som har en ladningsstørrelse som er en funksjon av den avføyte parameter og det første eksiteringsnivået,

å anvende reaktansmiddel til å danne andre ladningspakker av andre, motsatt polaritet som har en ladningsstørrelse som er

en funksjon av det første eksiteringsnivået og den avføyte parameter,

å overføyre et antall av de første ladningspakker til en ladningsakkumulator, slik at ladning i ladningsakkumulatoren
5 overskrider en ladningsbalansetilstand i en første retning, og overføyre et antall andre ladningspakker til ladningsakkumulatoren inntil ladningen i ladningsakkumulatoren passerer ladningsbalansetilstanden i en andre retning, k a r a k t e r i s e r t v e d :

10 å endre eksiteringsnivået som tilføyres reaktansmidlet til et andre, forskjellig eksiteringsnivå,

å anvende reaktansmidlet til å danne tredje ladningspakker av den første polaritet som har en ladningsstørrelse som er en funksjon av den avføyte parameter og det andre eksiteringsnivået,
15

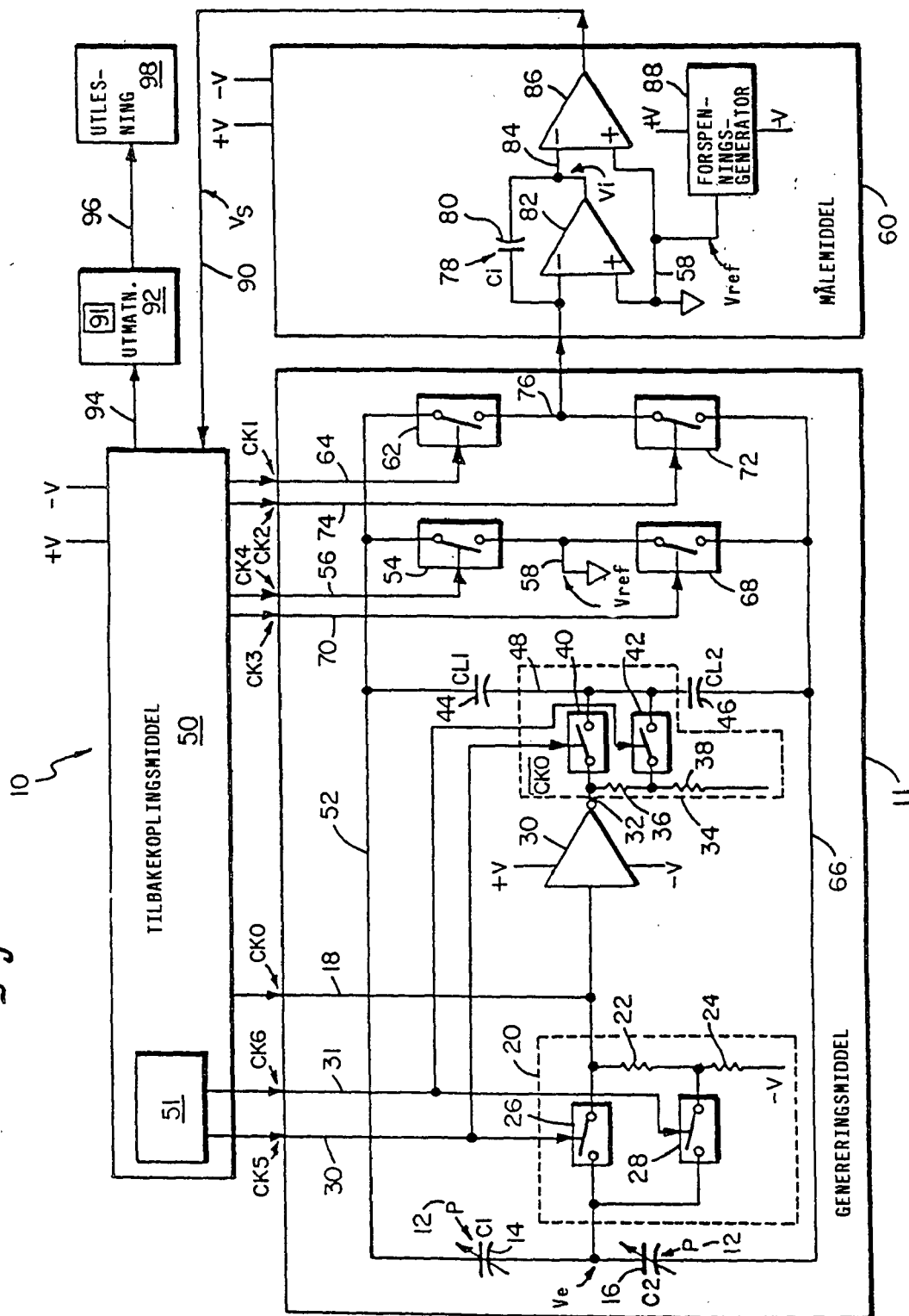
å anvende reaktansmiddel til å danne fjerde ladningspakker med den andre polaritet som har en ladningsstørrelse som er en funksjon av det andre eksiteringsnivået og den avføyte parameter,

20 å overføyre et antall av nevnte tredje ladningspakker til ladningsakkumulatoren, slik at ladningen i ladningsakkumulatoren passerer ladningsbalansetilstanden i første retning, å overføyre et antall av fjerde ladningspakker til ladningsakkumulatoren inntil ladningen i ladningsakkumulatoren
25 passerer ladningsbalansetilstanden i den andre retning, motsatt den første retningen,

å telle antallet av første, andre, tredje og fjerde ladningspakker som overføyres til ladningsakkumulatoren under et flertall av målesykluser, og

30 å tilveiebringe utgangssignalet basert på de tellede antall.

Fig. 1



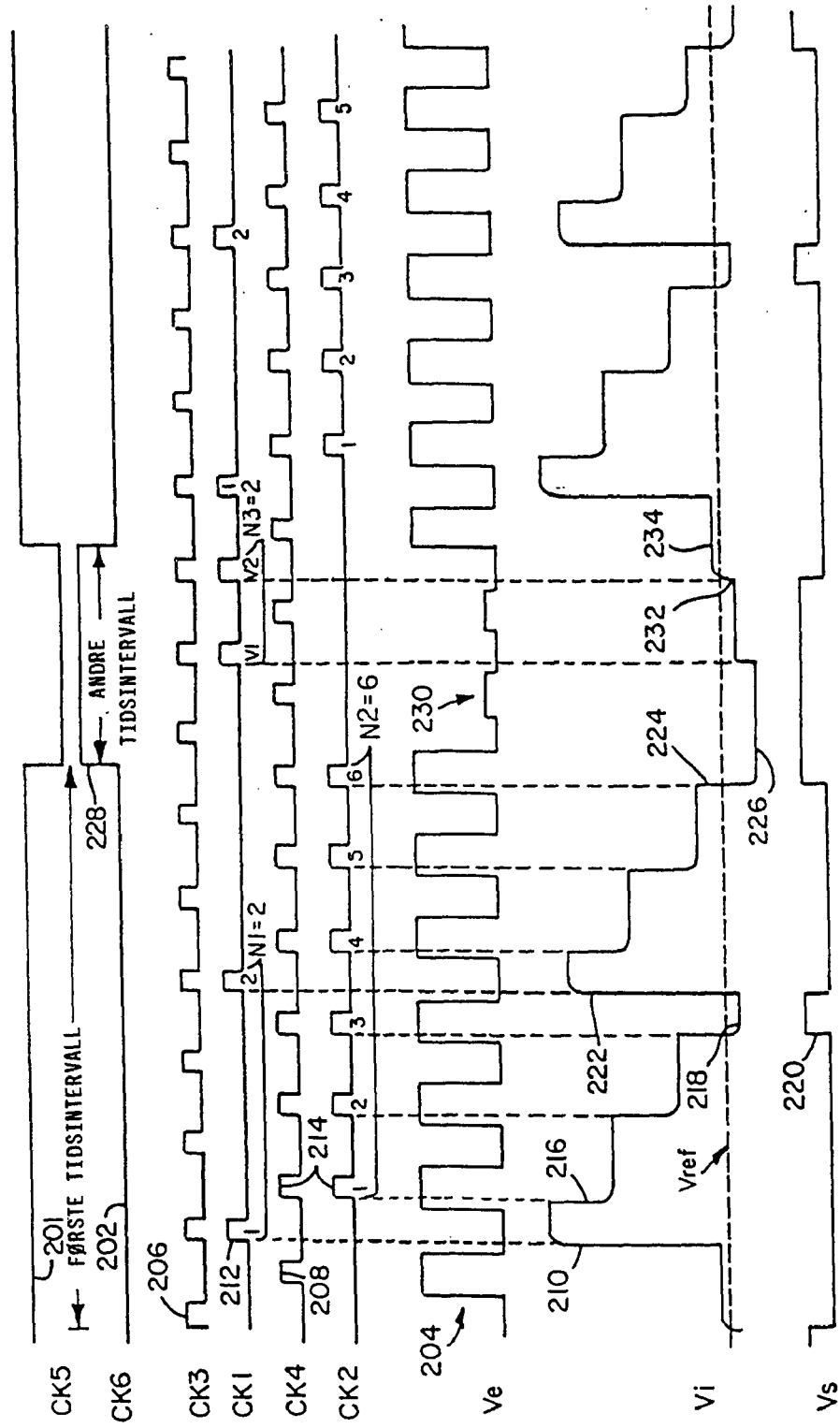


Fig. 3

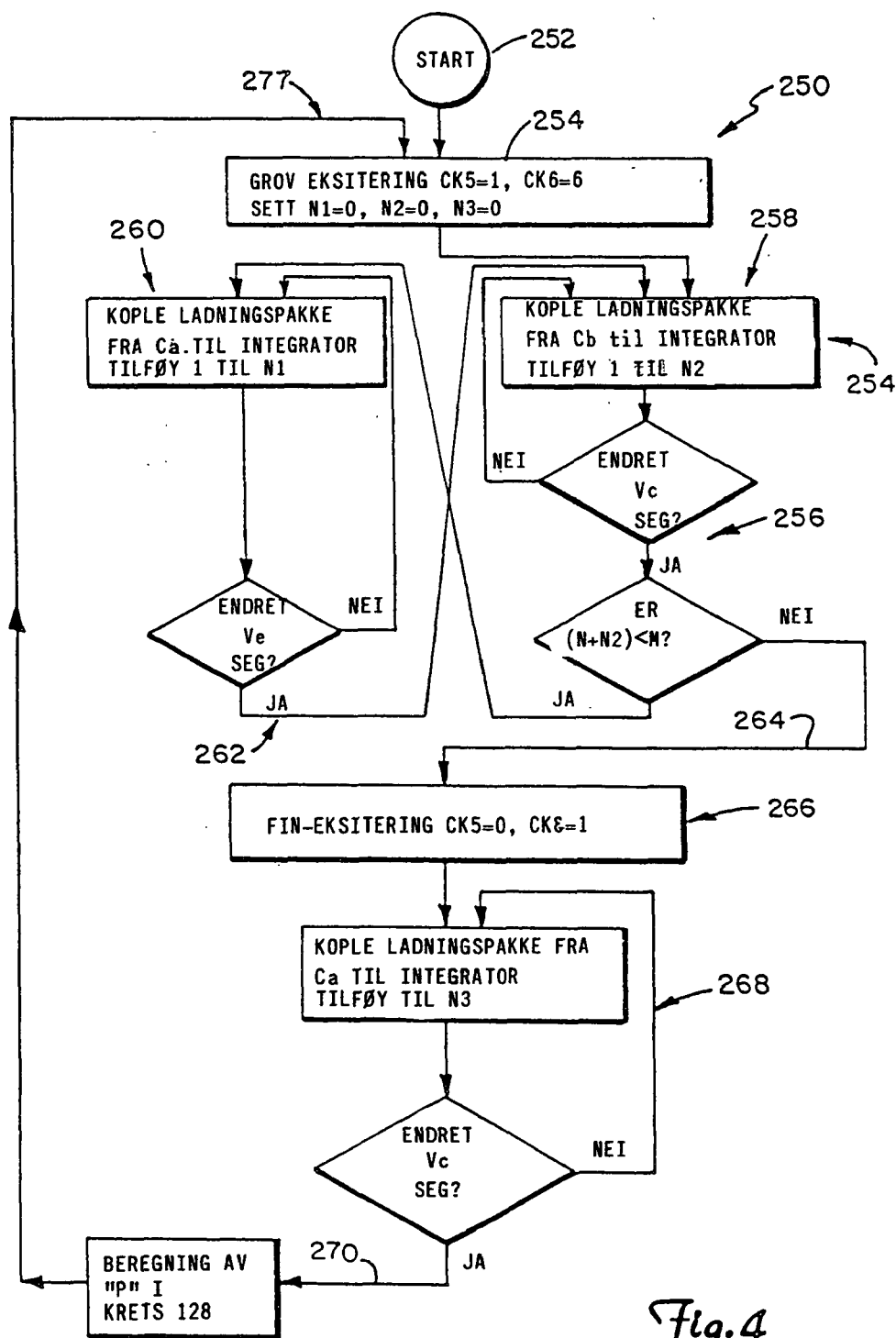
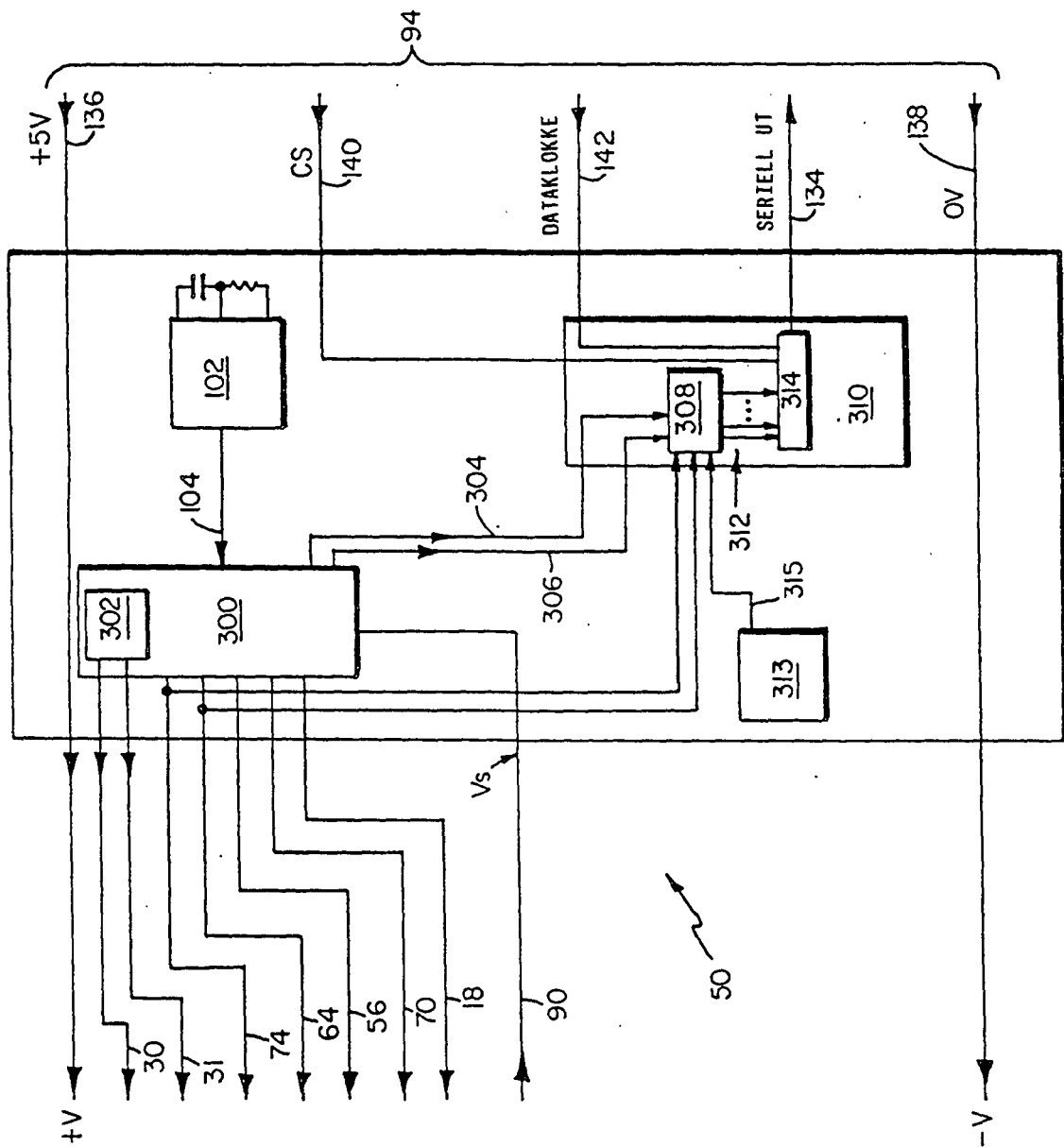


Fig. 4

Fig. 5



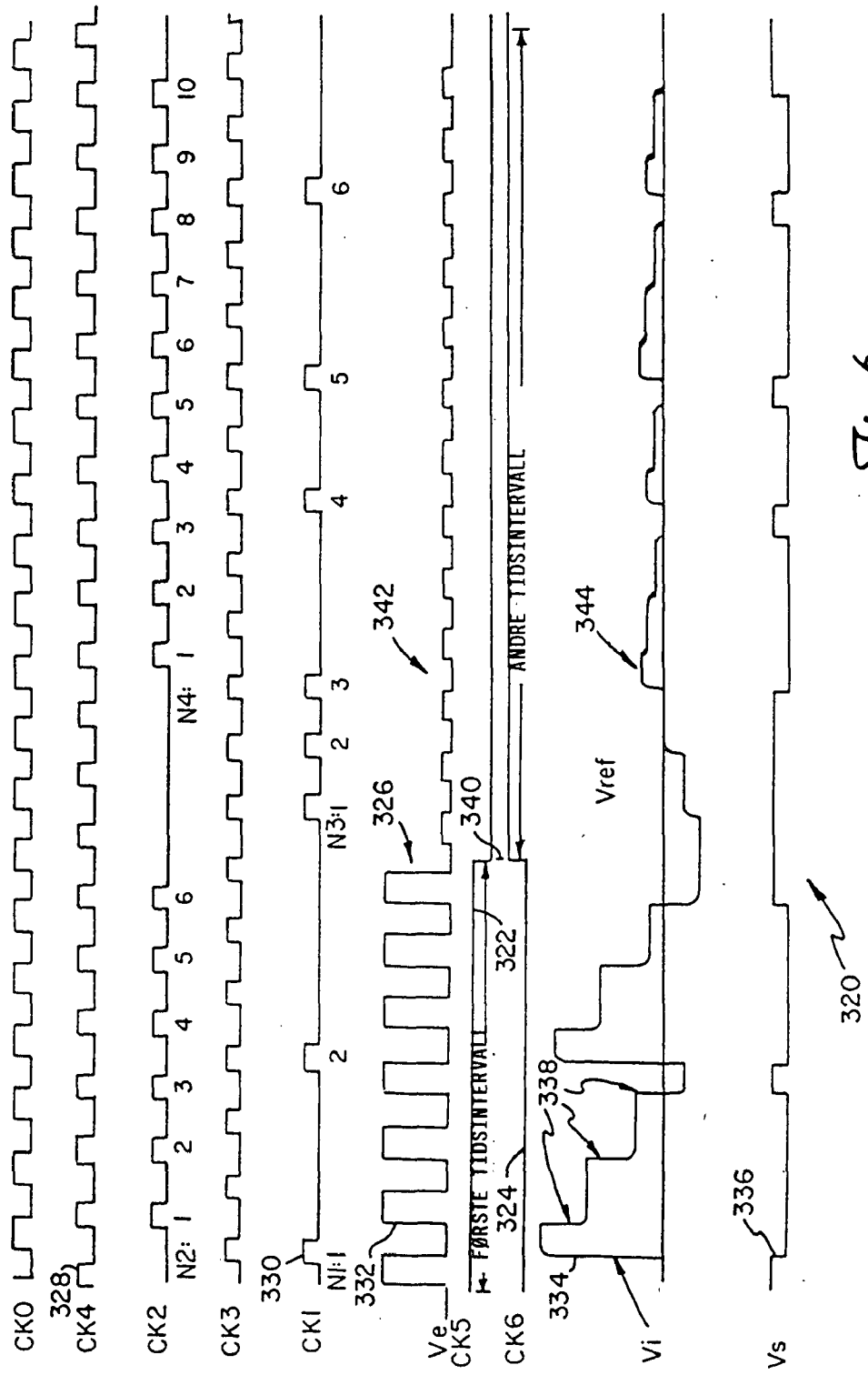


Fig. 6

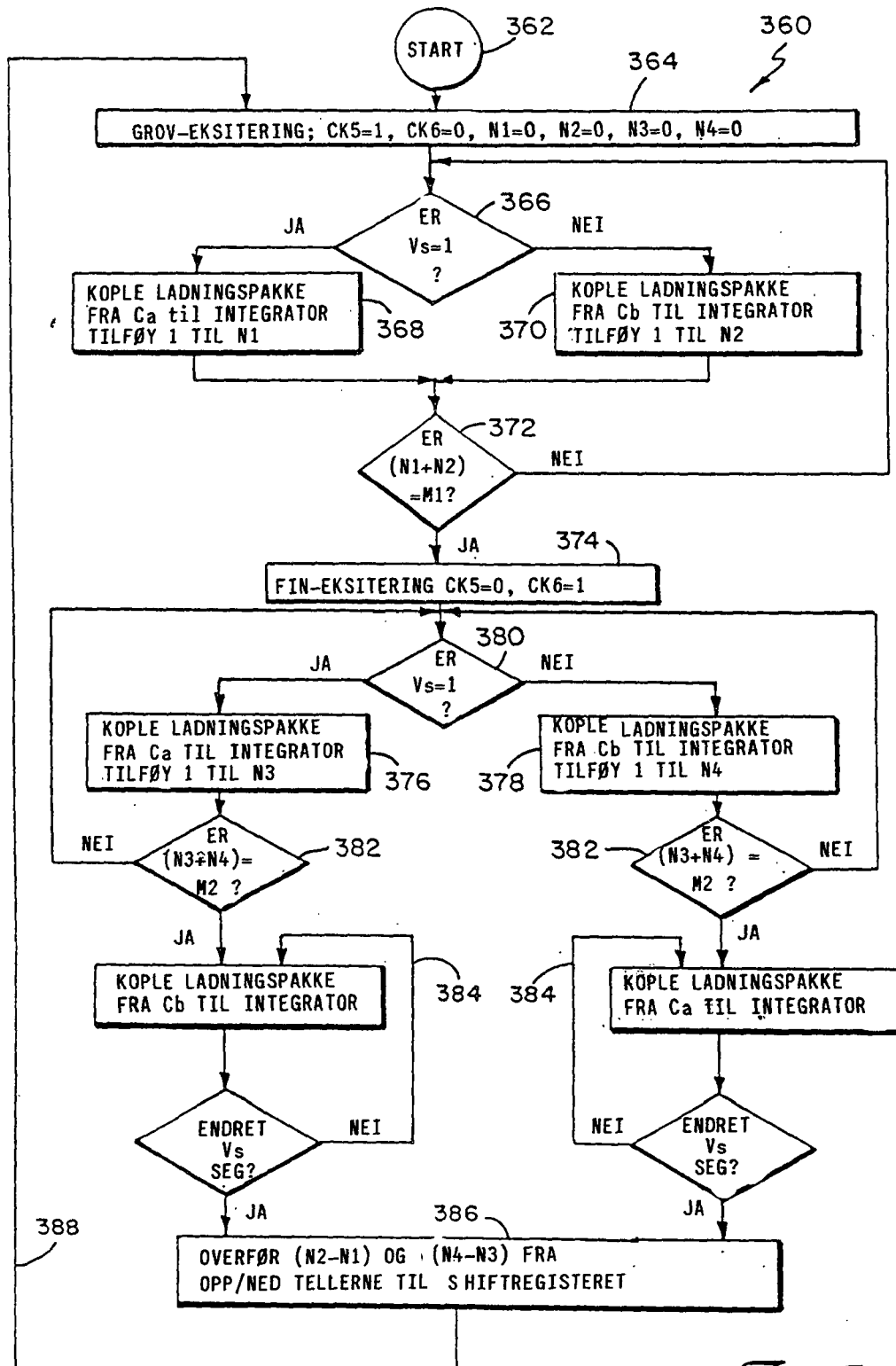


Fig. 7