



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **331729**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.
G05F 3/00 (2006.01)

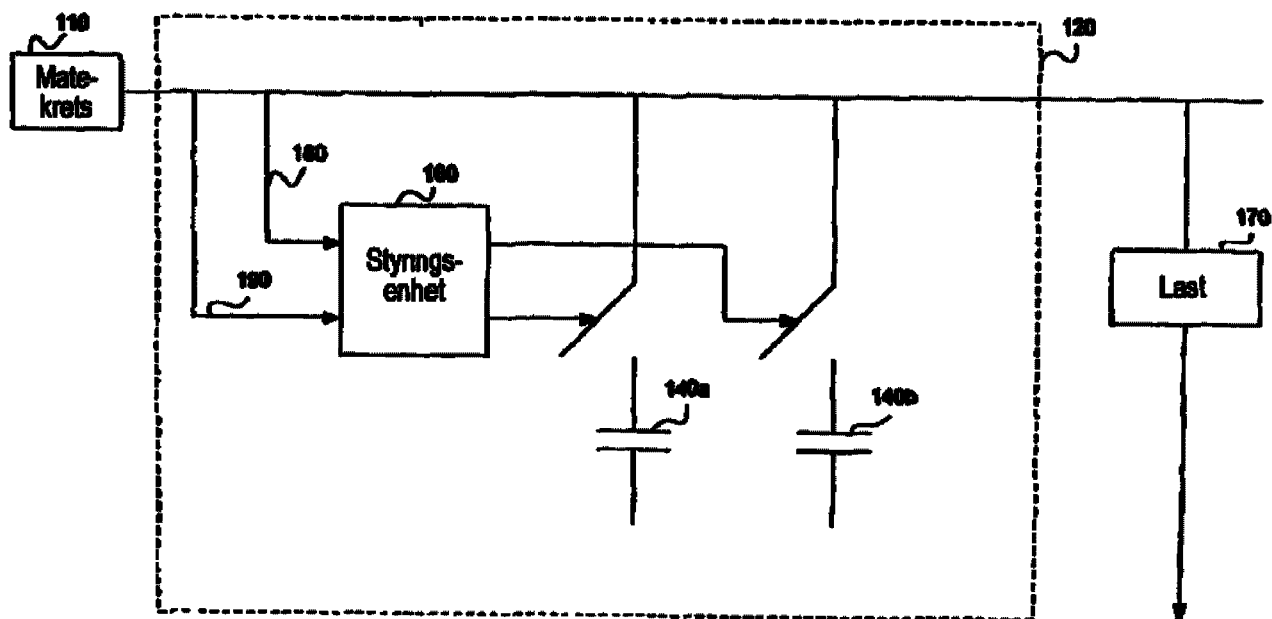
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20033787	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2002.12.20 PCT/US2002/41297
(22)	Inng.dag	2003.08.26	(85)	Videreføringsdag	2003.08.26
(24)	Løpedag	2002.12.20	(30)	Prioritet	2001.12.26, US, 34063
(41)	Alm.tilgj	2003.10.24			
(45)	Meddelt	2012.03.12			

(73)	Innehaver	ABB Technology AG, Affolternstrasse 44, CH-8050 ZÜRICH, Sveits
(72)	Oppfinner	Yi Hu, 300 Fairfax Lane, Cary, NC 27513, USA David G Hart, 2726 Blaydon Drive, Raleigh, NC 27606, USA William M Egolf, 1702 Walden Meadow Drive, Apex, NC 27502, USA Luciano di Maio, Via G Arganini, 10, I-20162 Milano, Italia Fabio Gatelli, Via Montirone, 40, I-25021 Bagnolo Mella, Italia
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og system for koordinert styring av en svitsjet effektkondensator med et integrert resonans-beskyttelsessystem
(56)	Anførte publikasjoner	US 6181113 B1, US 5548203 A
(57)	Sammendrag	

Det er beskrevet systemer og fremgangsmåter for å koordinere styringssystemet for en svitsjet effektkondensator med en integrert resonansbeskyttelsesfunksjon. Koordineringssystemet koordinerer funksjonen til en svitsjet effektkondensators primære styringssystem og resonansbeskyttelsessystemet for å unngå duplisering av oppgaver og av/pådriftsblokkering. Koordineringssystemet justerer beregninger gjort av det primære styringssystem som reaksjon på en bestemmelse av en harmonisk resonanstilstand ved hjelp av resonansbeskyttelsessystemet.



BAKGRUNN FOR OPPFINNELSEN

Teknisk område

Foreliggende oppfinnelse vedrører systemer og fremgangsmåter for koordinert styring av en svitsjet effektkondensator med et integrert resonansbeskyttelsessystem. Mer spesielt angår oppfinnelsen justeringsberegninger foretatt av det primære styringssystem som reaksjon på en bestemmelse av en harmonisk resonanstilstand ved hjelp av resonansbeskyttelsessystemet.

Beskrivelse av teknikkens stand

Eksisterende styringssystemer for svitsjede effektkondensatorer kan innfatte et primært styringssystem og et harmonisk resonansbeskyttelsessystem. Det primære styringssystem bestemmer om en kondensatorsvitsjeoperasjon er nødvendig ved å sammenligne aktuelle styringsparametere med målstyringsparametere og bestemme om en svitsjeoperasjon vil bringe de aktuelle styringsparametere nærmere verdien av målstyringsparametrene. Målstyringsparametrene er forutbestemte. Aktuelle styringsparametere blir beregnet av det primære styringssystem basert på målinger av spenninger og strømmer fremskaffet med henholdsvis spennings- og strømtransformatorer. Hvis en svitsjeoperasjon er nødvendig, bestemmer det primære styringssystem videre hvilken kondensatorbank som skal svitsjes, basert på andre faktorer slik som f.eks. en kondensators størrelse og om en kondensator er tilkoplest eller frakoplest.

Resonansbeskyttelsessystemet overvåker kretsen med hensyn på harmoniske resonanstilstander. Harmoniske resonanstilstander kan skyldes kondensatorsvitsjeoperasjoner eller systemendringer slik som f.eks. en belastningsendring, en impedansendring i en systemkilde eller en endring i nettopologi. Harmonisk resonans kan forårsake betydelig harmonisk forvrengning i systemspenningene og -strømmene, noe som kan øke tapene i kretsen og forårsake skade på utstyr som opererer i systemet, på grunn av overoppheting og vibrasjon. Når en resonanstilstand som skyldes en kondensatorsvitsjeoperasjon blir detektert, utfører beskyttelsessystemet ytterligere kondensatorsvitsjeoperasjoner for å forsterke eller skjevstemme kretsen fra den udempede resonans. Hvis en svitsjeoperasjon er nødvendig, bestemmer det harmoniske resonansbeskyttelsessystem videre hvilken kondensator som skal svitsjes basert på andre faktorer slik som f.eks. en kondensators størrelse og om en kondensator er tilkoplest eller frakoplest.

Eksisterende styringssystemer for svitsjede effektkondensatorer kan inneholde både et uavhengig primært styringssystem og et uavhengig resonansbeskyttelsessystem. Uavhengigheten mellom disse to systemer resulterer i flere ulemper. For det første må uavhengige systemer duplisere visse funksjoner slik
5 som f.eks. bestemmelse av om en kondensator er tilkopledd og generering av et signal for å styre en kondensator. For det annet kan de uavhengige systemer under visse omstendigheter tvinge kondensatorbankene inn i en konstant av/på-driftsblokkering. Det primære styringssystem kan f.eks. bestemme at en viss kondensatorbank må slås på. Hvis påslåing av denne kondensatorbanken avstemmer kretsen til en resonanstilstand, så vil resonansbeskyttelsessystemet
10 utføre ytterligere kondensatorsvitsjeoperasjoner for å forstemme kretsen fra den udepede resonans. Det er mulig at resonansbeskyttelsessystemet kan bestemme å slå av den samme kondensatorbank som det primære styringssystem slo på. Når kondensatorbanken blir slått av resonansbeskyttelsessystemet, vil det
15 primære styringssystem igjen slå på kondensatorbanken. Denne driftsblokkeringen kan forårsake alt for stor slitasje på kondensatorene og svitsjingsanordningen. Det ville derfor være en stor forbedring på området å integrere og koordinere det primære styringssystem og resonansbeskyttelsessystemet for å unngå duplisering av funksjoner og svitsjingsblokkering.

20

US-patent nr. 5 548 203 beskriver en fremgangsmåte ved koordinert svitsjing av en svitsjet effektkondensator med en integrert resonansbeskyttelsesfunksjon, som omfatter trinn hvor:

- A. det mottas styringsparametere og en indikasjon på om en harmonisk resonans-
25 tilstand er til stede,
- B. hvis en harmonisk resonanstilstand er til stede justeres styringsparametrene, og
- C. kondensatorsvitsjeoperasjoner utføres på grunnlag av styringsparametrene og det returneres til trinn A.

30 Foreliggende oppfinnelse fremskaffer en fremgangsmåte og et system som angitt i vedføyde patentkrav 1 og 9.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Foreliggende oppfinnelse vil bli bedre forstått etter lesing av den følgende detaljerte beskrivelse av de for tiden foretrukne utførelsesformer under henvisning til de vedføyde tegninger, hvor:

5 fig. 1 illustrerer en svitsjet effektkondensatorinnretning i samsvar med et aspekt ved foreliggende oppfinnelse,

 fig. 2 illustrerer et blokkskjema over en styringsenhet for en svitsjet effektkondensatorinnretning i samsvar med foreliggende oppfinnelse, og

 fig. 3 illustrerer et flytskjema over en illustrerende fremgangsmåte for ko-
10 ordinering av styringssystemet til en svitsjet effektkondensator i samsvar med foreliggende oppfinnelse.

DETALJERT BESKRIVELSE

Systemer og fremgangsmåter for koordinert styring av en svitsjet effektkon-
15 densator med integrert resonans-beskyttelsesfunksjon i samsvar med foreliggende oppfinnelse, beskrives i det følgende med henvisning til fig. 1-3. Fagfolk innen tek-
nikken vil lett forstå at beskrivelsen som er gis her i forhold til disse figurene, bare har forklarende formål, og ikke på noen måte er ment å begrense oppfinnelsens
omfang. Gjennom beskrivelsen vil de samme henvisningsbetegnelser vise til de
20 samme elementer i de henholdsvis figurer.

Fig. 1 illustrerer en svitsjet effektkondensatoranordning 120 i samsvar med
et aspekt av foreliggende oppfinnelse. Slik det vises, mater en matekrets 110 en
svitsjet effektkondensatoranordning 120 som innbefatter brytersvitsjede kondensa-
torlagere 140a og 140b sammen med en styringsenhet 160. Styringsenheten 160
25 måler spenning 180 og strøm 190 for å bestemme svitsjeoperasjoner for konden-
satorlagene 140a og 140b som leverer ønsket effekt til en last 170.

Fig. 2 illustrerer et blokkdiagram over styringsenheten 160 i den svitsjede
effektkondensatoranordningen 120 i samsvar med foreliggende oppfinnelse.
Generelt beregner et primært styringssystem 220 styringsparametere. Et
30 resonans-beskyttelsessystem 230 avgjør om det foreligger en tilstand med har-
monisk resonans. Koordineringssystemet 240 justerer styringsparametrene der-
som det foreligger en tilstand med harmonisk resonans, og utfører kondensator-
svitsjeoperasjoner basert på styringsparametrene.

Slik det vises i fig. 2, sender det primære styringssystemet 220 styringsparametere 222 til koordineringssystemet 240. Styringsparametrene 222 omfatter en hvilken som helst parameter som er av relevans for styring av en svitsjet effekt-kondensator, slik som f.eks. effektfaktor og nodespenning. Styringsparametrene 222 består av både forhåndsbestemte målparametere og faktiske parametere som beregnes av det primære styringssystemet 220. Styringsparametrene 222 kan også bestå av forskjellen mellom målparametere og faktiske parametere. Det primære styringssystemet beregner faktiske parametere basert på målinger av spenning 180 og strøm 190 som oppnås henholdsvis med spennings- og strømtransformatorer.

Resonans-beskyttelsessystemet 230 avgjør om det foreligger en tilstand med harmonisk resonans, og sender et inngangssignal 232 til koordineringssystemet 240, for å indikere om det er detektert en tilstand med harmonisk resonans. Eksempelvis fremgangsmåter for å avgjøre om det foreligger en tilstand med harmonisk resonans, er beskrevet i detalj i US-patent nr. 6 181 113. Dersom inngangssignalet 232 indikerer at det foreligger en tilstand med harmonisk resonans, så justerer koordineringssystemet 240 styringsparametrene 222. Koordineringssystemet 240 justerer styringsparametrene 222 for å spenne den svitsjede effekt-kondensatoren 120 bort fra en tilstand med harmonisk resonans. Koordineringssystemet 240 kan justere styringsparametrene 222 ved hjelp av en hvilken som helst fremgangsmåte, slik som f.eks. å redusere målverdien for reaktiv effekt med verdien av reaktiv effekt som ett kondensatorlager leverer.

Koordineringssystemet 240 utfører svitsjeoperasjoner 244 for kondensatorlagrene basert på styringsparametrene 222. Koordineringssystemet 240 sammenligner faktiske styringsparametere med målstyringsparametere, og avgjør om det er nødvendig med en svitsjeoperasjon for å få de faktiske parametrenes verdi nærmere verdien av målparametrene. Koordineringssystemet 240 bestemmer videre om det er nødvendig med en svitsjeoperasjon basert på andre faktorer, slik som f.eks. hvert kondensatorlagers driftsstatus 242 og hver kondensators størrelse. Bestemmelse av hver kondensators driftsstatus 242 omfatter bestemmelse av om kondensatoren er innkoplet eller utkoplet.

Fig. 3 illustrerer et flytdiagram over en illustrerende fremgangsmåte for styring av en svitsjet effektkondensator i samsvar med foreliggende oppfinnelse. I trinn 310 sletter koordineringssystemet 240 resonansflagg. I trinn 312 mottar ko-

ordineringssystemet 240 styringsparametere 222 fra det primære styringssystemet 220. Styringsparametrene 222 omfatter alle parametere som er relevante for styring av en svitsjet effektkondensator, slik som f.eks. effektfaktor og nodespenning. I trinn 314 avgjør koordineringssystemet 240 om et resonansflagg er satt.

5 Hvis et resonansflagg ikke er satt, så bestemmer, i trinn 316, koordineringssystemet 240 hvorvidt inngangssignalet 232 indikerer at det foreligger en tilstand med harmonisk resonans. Dersom en tilstand med harmonisk resonans foreligger, så setter koordineringssystemet 240, i trinn 318, et resonansflagg og justerer styringsparametrene 222. Koordineringssystemet 240 kan justere styringsparametrene 222 ved en hvilken som helst fremgangsmåte, slik som f.eks. å redusere målverdien for reaktiv effekt med verdien av reaktiv effekt som tilveiebringes av et kondensatorlager.

 Hvis et resonansflagg er satt, så justerer, i trinn 320, koordineringssystemet 240 styringsparametrene 222. Justeringen som foretas i trinn 320, vil være likeverdig med justeringen som foretas i trinn 318 for å unngå å utføre flerfoldige svitsjeoperasjoner før nullstilling av et resonansflagg. I trinn 322 bestemmer koordineringssystemet 240 om nullstillingsbetingelser for resonansflagg er oppfylt. En nullstillingsbetingelse for resonansflagg kan trigges ved utløp av en forhåndsinnstilt tidsforsinkelse, eller av en tilstandsforandring i systemet som overskrider en forhåndsinnstilt terskelverdi. En forandring i systemets tilstand kan innbefatte hendelser slik som f.eks. en endring av last, en forandring av systemets kildeimpedans, eller en endring av nettverkstopologi. Slike hendelser kan skjevstemme kretsen bort fra en resonanstilstand. Hvis en nullstillingsbetingelse for resonansflagg er oppfylt, så vil koordineringssystemet 240, i trinn 324 tilbakestille resonansflagget.

25 I trinn 326 avgjør koordineringssystemet 240 om det er nødvendig med en svitsjeoperasjon 244 for et kondensatorlager. For å bestemme om det er nødvendig med en kondensatorsvitsjeoperasjon, sammenligner koordineringssystemet 240 faktiske styringsparametere med målstyringsparametere, og avgjør om det er nødvendig med en svitsjeoperasjon for å få verdien av de faktiske parametrene nærmere verdien av målparametrene. Koordineringssystemet 240 bestemmer videre om det er nødvendig med en svitsjeoperasjon basert på andre faktorer, slik som f.eks. hvert kondensatorlagers driftsstatus 242, og størrelsen av hver kondensator. Bestemmelse av hver kondensators driftsstatus 242 omfatter å avgjøre om kondensatoren er innkoplet eller utkoplet. Hvis det er nødvendig med en

kondensatorlager-svitsjeoperasjon 244, så utfører koordineringssystemet 240, i trinn 328, kondensatorlager-svitsjeoperasjoner 244. Fremgangsmåten går så tilbake til trinn 312.

Selv om oppfinnelsen er beskrevet og illustrert med henvisning til spesielle utførelsesformer, vil fagfolk innen teknikken være klar over at modifisering og variasjoner kan foretas uten at man avviker fra oppfinnelsens prinsipper, slik den er beskrevet ovenfor og uttrykt i de etterfølgende patentkravene. For eksempel, selv om oppfinnelsen er beskrevet til å justere styringsparametrene ved å redusere målverdien for reaktiv effekt med den verdi som tilveiebringes av ett kondensatorlager, kan oppfinnelsen også justere styringsparametrene ved å redusere målverdien for reaktiv effekt med den verdi som tilveiebringes av flere kondensatorlagre. Videre kan resonans-beskyttelsessystemet benytte en hvilken som helst fremgangsmåte for å detektere en tilstand med harmonisk resonans, og begrenses ikke til den fremgangsmåte som beskrives i US-patent nr. 6 181 113. Følgelig skal det bare vises til de vedføyde patentkravene når det angår oppfinnelsens omfang.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte ved koordinert svitsjing av en svitsjet effektkondensator med en integrert resonansbeskyttelsesfunksjon, og som omfatter trinn hvor:
 - 5 A. det mottas styringsparametere (312) og en indikasjon på om en harmonisk resonanstilstand er til stede (314), idet styringsparametrene omfatter den svitsjede effektkondensators målverdi for reaktiv effekt,
 - B. hvis en harmonisk resonanstilstand er til stede justeres styringsparametrene (320) ved at nevnte målverdi for reaktiv effekt reduseres med i det minste
10 ett kondensatorlagers reaktive effekt, idet nevnte trinn hvor styringsparametrene justeres, videre omfatter at det avgjøres om et resonansflagg er satt, og hvis et resonansflagg ikke er satt, da:
 - a. avgjøres det om en resonanstilstand er til stede (316), og
 - b. hvis en resonanstilstand er til stede, justeres da styringsparametrene og et
15 resonansflagg settes (318),hvis et resonansflagg er satt, da:
 - a. justeres styringsparametrene (320),
 - b. det avgjøres om en tilbakestillingstilstand for resonansflagget er til stede ved at det avgjøres om i det minste enten en forutbestemt tidsforsinkelse
20 har utløpt eller en systemtilstandsending som overskrider en forutbestemt terskelverdi har inntruffet (322), og
 - c. hvis en tilbakestillingstilstand for resonansflagget er til stede, da tilbake-
stilles resonansflagget (324), og
 - C. kondensatorsvitsjeoperasjoner utføres på grunnlag av styringsparametrene og
25 det returneres til trinn A.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, og hvor trinnet hvor styringsparametere mottas, omfatter at målstyringsparametere og aktuelle styringsparametere mottas.
- 30 3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, og hvor trinnet hvor styringsparametere mottas, omfatter at enten en effektfaktor eller en knutepunktspenning mottas.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, og hvor trinnet hvor det avgjøres om en systemtilstandsending som overskrider en forutbestemt terskelverdi har inntruffet,

omfatter at det avgjøres om i det minste enten en endring i last, en endring i systemkildeimpedans eller en endring i nettopologi som overskrider en forutbestemt terskelverdi har inntruffet.

5 5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, og hvor trinnet hvor styringsparametere justeres, omfatter at den reaktive effekt reduseres ved hjelp av den reaktive effekt som leveres av en kondensatorbank.

6. Fremgangsmåte ifølge krav 1, og hvor trinnet hvor kondensatorsvitsjeoperasjoner utføres, omfatter trinn hvor det avgjøres om kondensatorsvitsjeoperasjoner er nødvendige (326), og hvis kondensatorsvitsjeoperasjoner er nødvendige, utføres da kondensatorsvitsjeoperasjoner (328).

7. Fremgangsmåte ifølge krav 8, hvor trinnet hvor det avgjøres om kondensatorsvitsjeoperasjoner er nødvendige, omfatter trinn hvor aktuelle styringsparametere sammenlignes med målstyringsparametere, og det avgjøres om en kondensatorsvitsjeoperasjon vil bringe de aktuelle styringsparametere nærmere målstyringsparametrene.

20 8. Fremgangsmåte ifølge krav 9, og som videre omfatter at enten avgjøres det om hver kondensatorbank er tilkoplest eller frakoplest, eller hvilken størrelse hver kondensator har.

9. System for koordinert styring av en svitsjet effektkondensator med et integrert resonansbeskyttelsessystem, og som omfatter en styringsprosessor programmert til å utføre følgende prosess:

- A. motta styringsparametere (312) og en indikasjon på om en harmonisk resonanstilstand er til stede (314), idet styringsparametrene omfatter den svitsjede effektkondensators målverdi for reaktiv effekt,
- 30 B. hvis en harmonisk resonanstilstand er til stede, justere styringsparametrene (320) ved å redusere nevnte målverdi for reaktiv effekt med i det minste ett kondensatorlagers reaktive effekt, idet nevnte prosess hvor styringsparametrene justeres, videre omfatter det å avgjøre om et resonansflagg er satt, og hvis et resonansflagg ikke er satt:

- a. avgjøre om en resonanstilstand er til stede (316), og
 - b. hvis en resonanstilstand er til stede, justere styringsparametrene og sette et resonansflagg(318),
- hvis et resonansflagg er satt:
- 5 a. justere styringsparametrene (320),
 - b. avgjøre om en tilbakestillingstilstand for resonansflagget er til stede ved å avgjøre om i det minste enten en forutbestemt tidsforsinkelse har utløpt eller en systemtilstandsending som overskrider en forutbestemt terskelverdi har inntruffet (322), og
 - 10 c. hvis en tilbakestillingstilstand for resonansflagget er til stede, tilbakestille resonansflagget (324), og
- C. utføre kondensatorsvitsjeoperasjoner på grunnlag av styringsparametrene og returnere til trinn A.
- 15 10. System ifølge krav 9, og hvor styringsparametrene omfatter målstyringsparametere og aktuelle styringsparametere.
11. System ifølge krav 10, og hvor styringsparametrene omfatter enten en effektfaktor eller en knutepunktspenning.
- 20 12. System ifølge krav 9, og hvor nevnte systemtilstandsending i det minste omfatter enten en endring i last, en endring i systemkildeimpedans eller en endring i nettopologi.
- 25 13. System ifølge krav 9, og hvor det å justere styringsparametrene omfatter å redusere den reaktive effekt ved hjelp av den reaktive effekt levert av en kondensatorbank.
- 30 14. System ifølge krav 9, og hvor det å utføre kondensatorsvitsjeoperasjoner omfatter å avgjøre om kondensatorsvitsjeoperasjoner er nødvendige (326), og hvis kondensatorsvitsjeoperasjoner er nødvendige, utføre kondensatorsvitsjeoperasjoner (328).

15. System ifølge krav 14, hvor det å avgjøre om kondensatorsvitsjeoperasjoner er nødvendige omfatter å sammenligne aktuelle styringsparametere med målstyringsparametere, og avgjøre om en kondensatorsvitsjeoperasjon vil bringe de aktuelle styringsparametere nærmere målstyringsparametrene.

5

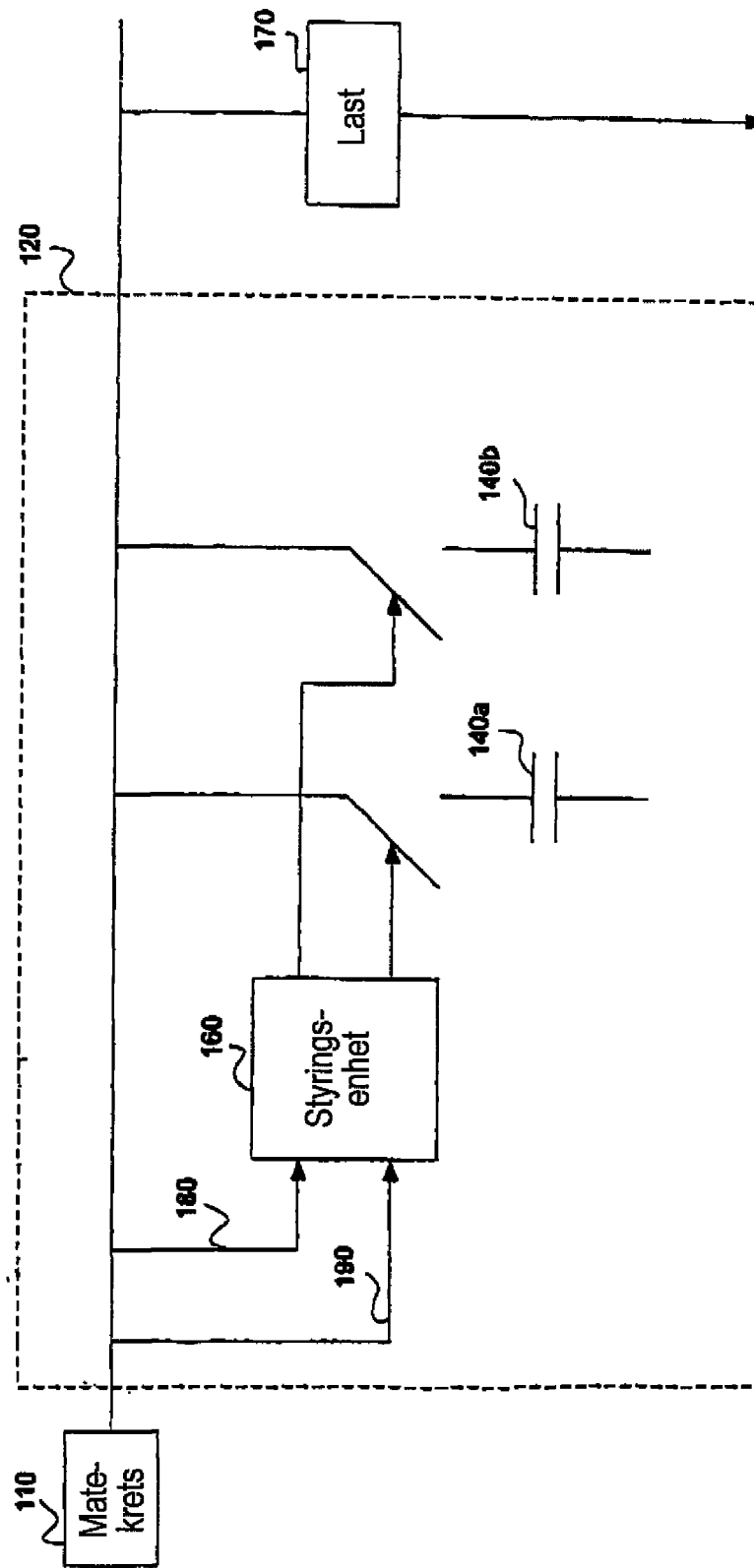
16. System ifølge krav 15, og hvor nevnte prosess videre omfatter enten å avgjøre om hver kondensatorbank er tilkoplest eller frakoplest, eller avgjøre størrelsen av hver kondensator.

* * * * *

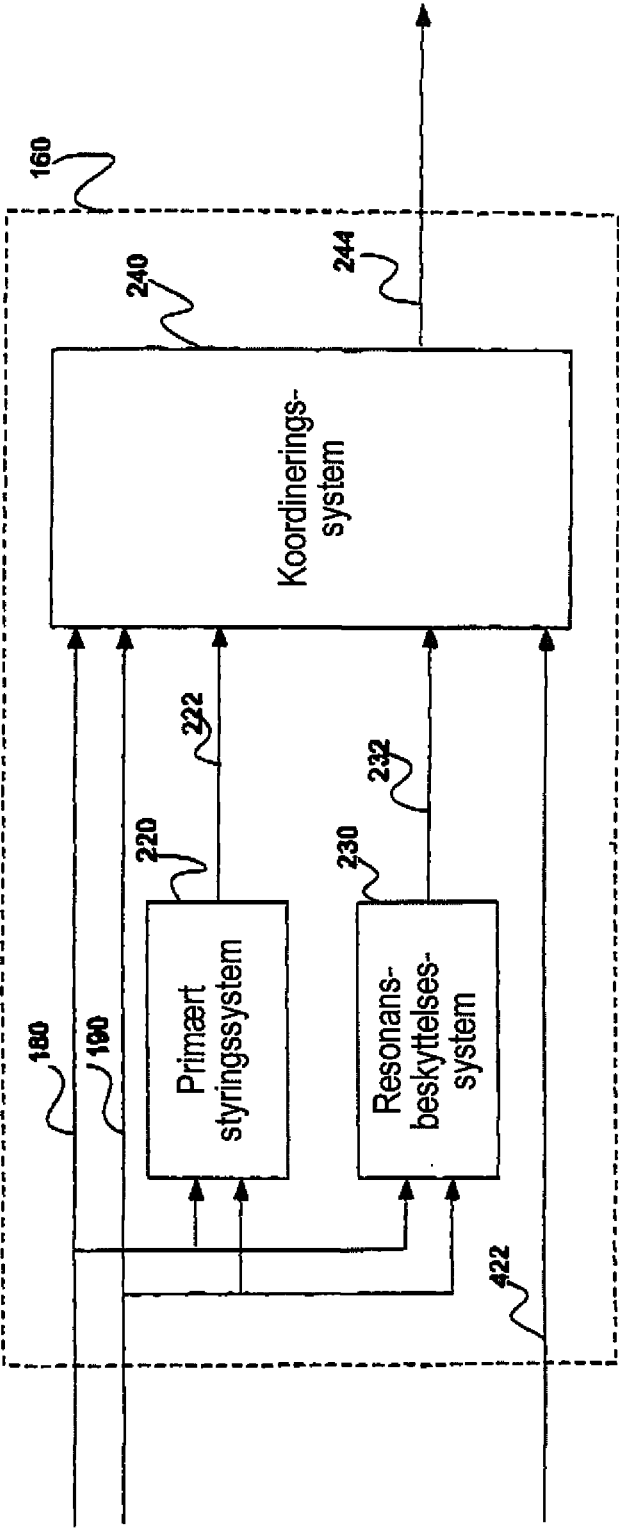
10

1/3

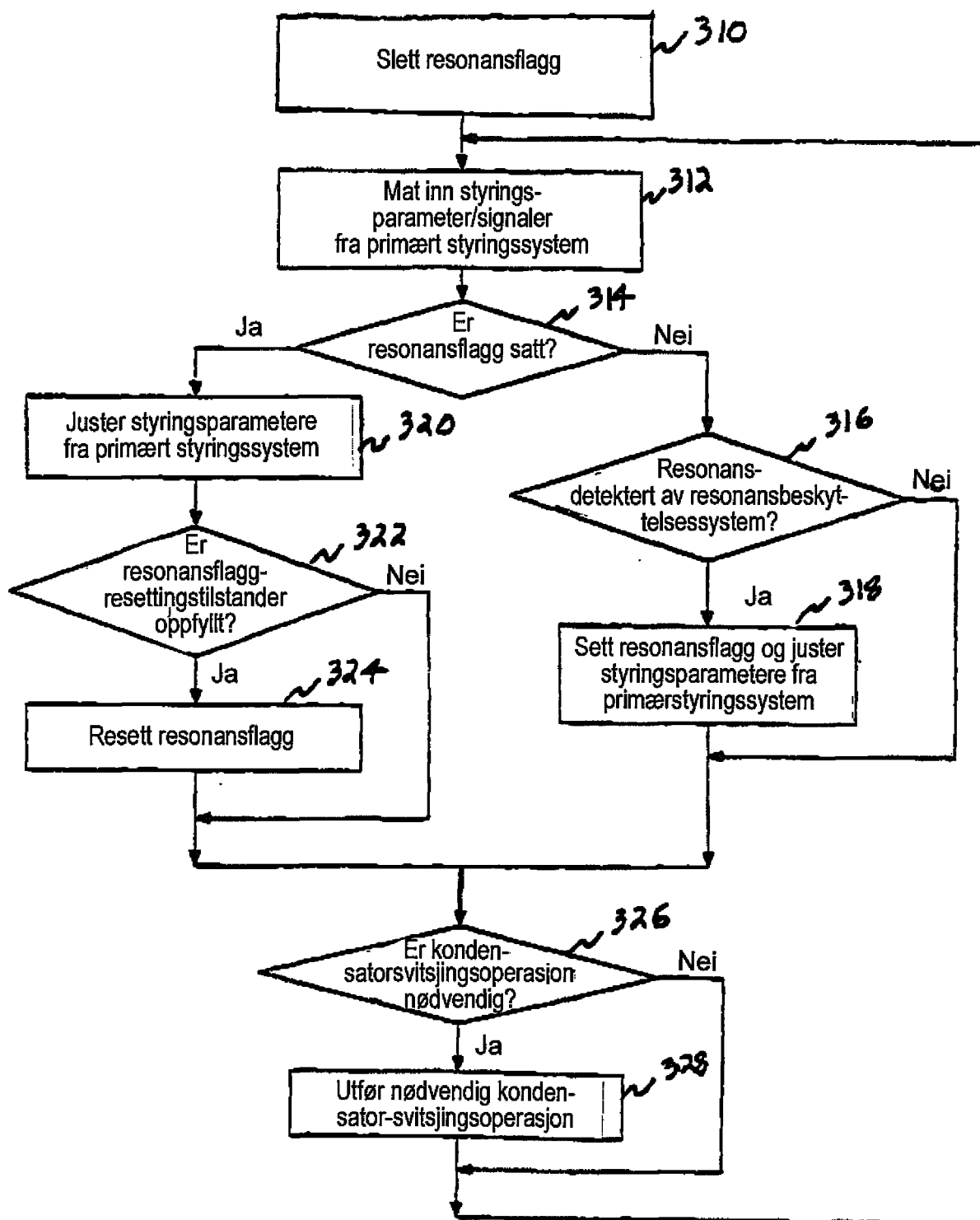
Figur 1



Figur 2



3/3



Figur 3