

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 2470782 T3**



(12)

Oversættelse af
europæisk patentskrift

Patent- og
Varemærkestyrelsen

-
- (51) Int.Cl.: **F 03 D 7/04 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2016-03-14**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2015-12-16**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **10745551.1**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2010-08-14**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2012-07-04**
- (86) International ansøgning nr.: **EP2010005003**
- (87) Internationalt publikationsnr.: **WO2011023308**
- (30) Prioritet: **2009-08-29 DE 102009039340**
- (84) Designerede stater: **AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR**
- (73) Patenthaver: **ZF Friedrichshafen AG, Graf-von-Soden-Platz 1, 88046 Friedrichshafen, Tyskland**
- (72) Opfinder: **SCHINDELE, Lothar, Welfenstrasse 1, 71272 Renningen, Tyskland**
BUCHTALA, Boris, Lindachstrasse 38, 75417 Muehlacker, Tyskland
SCHNURR, Bernd, Zur Kehlspitze 4, 97816 Lohr-Sendelbach, Tyskland
VATH, Andreas, Kirchweg 18, 63849 Leidersbach, Tyskland
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Budde Schou A/S, Hausergade 3, 1128 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Driftstyringssystem til et vindenergianlæg og fremgangsmåde ved anvendelse af driftstyringssystemet**
- (56) Fremdragne publikationer:
EP-A1- 1 719 910
EP-A2- 2 108 827
WO-A1-2008/000265

Beskrivelse

Nærværende opfindelse angår et driftstyringssystem til et vindenergianlæg med i det mindste et styreapparat og en fremgangsmåde ved anvendelse af driftstyrings-
5 systemet. Driftstyringssystemet tjener til koordination af komponentmoduler i vindenergianlægget, som er i stand til, at reducere belastninger hhv. dæmpe svingninger, idet et sensorsystem leverer data om driftstilstande for komponentmodulerne til driftstyringssystemet.

10 Et vindenergianlæg råder over adskillige sensorer, som delvis detekterer vindfeltet prædiktivt, analyserer vingebelastninger, kontrollerer lasten for en hovedaksel, måler reaktioner på en drejningsmomentspids, overvåger geartilstanden og måler elektriske størrelser for generatoren, frekvensomformerer og nettet. Samtidigt tilbyder et moderne vindenergianlæg adskillige indgrebsmuligheder i svingnings- og dæmpningsforholdet
15 for anlægget via eksempelvis et pitchdrivsystem, et azimuthdrivsystem, et bremsesystem og aktive drejningsmomentstabiliseringer, samt ved styring af frekvensomformerer. Disse aktører kan indvirke på komponentmodulerne såsom rotor, gear, drivstreng og/eller generator, hvorved det samlede forhold for vindenergianlægget koordineres via driftstyringssystemet. Et driftstyringssystem til et vindenergianlæg beskrives i patent-
20 skriftet WO-2008/000265.

Et problem ved sædvanlige driftstyringssystemer består i, at egensvingninger for de forskellige komponenter i vindenergianlægget kan ophobes og hele systemet kommer ud af kontrol, således at der kan optræde en forøget fare for beskadigelse af
25 vindenergianlægget.

Det er hensigten med opfindelsen, at angive et driftstyringssystem, som muliggør en forbedret koordination imellem sensorsystem, aktuatorsystem, svingningsdæmpende moduler og komponentmoduler. Desuden er det hensigten med opfindelsen, at
30 tilvejebringe en fremgangsmåde ved anvendelse af driftstyringssystemet, som reducerer belastninger, reducerer svingninger samt rettidigt modvirker fare for en ophobning af svingninger.

Dette opnås ved hjælp af genstanden for de uafhængige krav. Fordelagtige
35 videreudviklinger af opfindelsen fremgår af de afhængige krav.

Ifølge opfindelsen tilvejebringes et driftstyringssystem til et vindenergianlæg med i det mindste ét styreapparat og en fremgangsmåde ved anvendelse af driftstyringssystemet. Driftstyringssystemet tjener til koordinationen af komponentmoduler i vindenergianlægget, som er i stand til, at reducere belastninger og dæmpe svingninger, idet et sensorsystem leverer data for drifttilstande for komponentmodulerne til driftstyringssystemet og muliggør en systemanalyse. Hertil bliver reaktive svingninger hhv. belastninger og/eller prædiktive forudsigelser af svingninger hhv. belastninger i vindenergianlægget samt prædiktive forstyrrelsesstørrelser detekteret og moduler i styreapparatet aktiveret, idet et aktuator-system udfører dæmpningsforanstaltninger hhv. belastningsreduktionsforanstaltninger på komponentmodulerne bestemt af svingningsdæmpningsmodulet i styreapparatet.

Dette driftstyringssystem har den fordel, at reaktive svingninger hhv. belastninger og/eller prædiktive forudsigelser af svingninger hhv. belastninger i vindenergianlægget samt prædiktive forstyrrelsesstørrelser detekteres tidligt, og ved hjælp af aktuator-systemet indledes foranstaltninger, som beskytter vindenergianlægget mod skader og overbelastning, og samtidigt opnås en forbedret energigenerering. Hertil omfatter vindenergianlægget en central styring, i hvilken de for svingningsdæmpningen hhv. belastningsreduktionen relevante signaler sammenføres.

Den centrale styring omfatter styremoduler for adskillige aktuatorer, hvormed svingningsforholdene hhv. belastningsforholdene for drivstrengen kan påvirkes. Til disse aktuatorer hører muligheden for pitchjustering, den individuelle vingepitchjustering, indgribning af bremseindretninger i drivstrengen, en aktiv drejningsmomentstabilisering, som virker på gearet og åbner dæmpningsmuligheder, samt en elektronisk styring af generatoren og frekvensomformeren. Hertil omfatter den centrale styring en logik, i overensstemmelse med hvilken en bestemt af de til rådighed stående aktuatorer enten udvælges til svingningsdæmpning eller en gruppe af aktuatorer aktiveres til svingningsdæmpning.

Hertil samvirker sensorerne med en systemanalyse, svingningsmønstrene og deres tilknytning til egnede aktuatorer hvormed dæmpning muliggøres, samt en sammenknytning af tilstandsovervågninger ved udvælgelse af en aktuator alt efter slid på aktuatorerne hhv. drivstrengselementerne. Informationerne bliver samlet i driftstyringssystemet og individuelle foranstaltninger til svingningsdæmpning afledes ved en systemanalyse.

Dertil leverer sensorsystemet i vindenergianlægget flerdimensionale vinkel- og/eller accelerationssignaler hhv. moment- og/eller kraftsignaler til styreapparatet. Dette styrer dæmpningen af svingninger hhv. reduktionen af belastninger, forårsaget af vind, turbulens, net og/eller generator, ved hjælp af de i systemet foreliggende aggregater, såsom pitchsystem, drejningsmomentstabiliseringer, generatorbelastninger, frekvensomformerstyringer, azimutjustering, torsionsdæmpende elementer i drivstrengen. I den forbindelse overvåges også af driftstyringssystemet en ændring i løbet af tiden af de typiske former for egensvingninger for vindenergianlægget, og derudfra slutes tilbage til slid og beskadigelse af individuelle komponenter eller komponentmoduler og/eller delsystemer. Ved hjælp af statiske metoder kan der desuden, på basis af måleresultater fra sensorsystemet med hensyn til hidtidige belastninger, slutes til restlevetiden for vindenergianlægget.

Sensorerne kan detektere og også skelne imellem svingninger af kropsskallen i vindenergianlægget og mekaniske bøjningssvingninger eller torsionssvingninger i de forskellige komponentmoduler. I den forbindelse reagerer det centrale styreapparat prædiktivt og også reaktivt, idet såvel reaktive svingninger hhv. belastninger som også prædiktive forudsigelser af svingninger hhv. belastninger detekteres for vindenergianlægget og foreliggende tilstandsstørrelser for vindenergianlægget benyttes og anvendes.

Ved en yderligere udførelsesform ifølge opfindelsen har driftstyringssystemet adskillige styreapparaturer til koordination af komponentmoduler i vindenergianlægget med svingningsdæmpningsmoduler hhv. moduler, som er i stand til, at reducere belastninger hhv. at dæmpe svingninger. Disse styreapparaturer kan samvirke indbyrdes eller styres af en central styreenhed.

Følersystemet har fortrinsvis vindfeltssensorer, vingebelastningssensorer, hovedakselbelastningssensorer, drejningsmomentsensorer, hjælpestofsensorer, accelerations-sensorer samt sensorer for elektriske størrelser for generatorren, frekvensomformeren og nettet.

Yderligere er det foreskrevet, at følersystemet for driftstyringssystemet omfatter flerdimensionale accelerationssensorer, positionssensorer og/eller vinkelsensorer til detektion af drifttilstandene for komponentmodulerne, til detektion af reaktive

svingninger og/eller prædiktiv forudsigelse af svingninger for komponentmodulerne i vindenergianlægget samt til detektion af prædiktive forstyrrelsesstørrelser.

Hertil kan vindenergianlægget have forskellige delsystemer for adskillige komponentmoduler, såsom delsystemet for en drivstreng, hvortil komponentmodulerne hoved-
5 akslen, drejningsmomentstabiliseringen, gearet samt hjælpestofsystemet for gearet kan høre. Til sådanne delsystemer for flere komponentmoduler kan driftstyringssystemet ifølge opfindelsen fordele dæmningsforanstaltninger hhv. belastningsreduktionsforanstaltninger, idet der til komponentmodulerne hører rotoren med justerbare
10 rotorvinger og rotornav, drivstrengen med hovedaksel, gear og aktiv drejningsmomentstabilisering, generator med frekvensomformer og azimutdrev.

Driftstyringssystemet ifølge opfindelsen råder såvel over en indbyrdes kommunikation mellem adskillige styreapparater for delsystemer som også over en kommunikation med
15 et central styreapparat. I den forbindelse kan sensorerne i sensorsystemet være tilknyttet individuelle styreapparater for delsystemer og/eller et centralt styreapparat i driftstyringssystemet.

Endelig er det foreskrevet, at driftstyringssystemet omfatter delsystemer med selv-
20 stændig dæmningsfunktion, og at driftstyringssystemet omfatter en diagnoseindretning til diagnose og registrering af tilstandsdata for komponenter, komponentmoduler og/eller delsystemer i vindenergianlægget.

En fremgangsmåde ved anvendelse af driftstyringssystemet omfatter følgende
25 fremgangsmådetrin. Først bliver data detekteret for driftstilstandene for komponentmoduler med hensyn til reaktive svingninger hhv. belastninger og/eller prædiktive forudsigelser af svingninger hhv. belastninger, for vindenergianlægget samt med hensyn til prædiktive forstyrrelsesstørrelser. Derefter bliver aktuatorer aktiveret til dæmpning hhv. belastningsreduktion af akutte eller forudsagte svingningstilstande hhv.
30 belastningstilstande for komponentmoduler og/eller delsystemer i vindenergianlægget. Endelig bliver elektrisk energi genereret under tilpasning af frekvens-, strøm- og spændingsbehov for det tilkoblede net.

Ved udfald af en svingningsdæmningsfunktion i et delsystem bliver svingnings-
35 dæmningsfunktionerne fordelt til resterende delsystemer eller komponentmoduler ved hjælp af driftstyringssystemet. Ved hjælp af ændringer af svingningsforholdene i et

delsystem kan en beskadigelse af delsystemet diagnosticeres. Desuden bliver de ved hjælp af sensorsystemet detekterede tilstandsstørrelser for et delsystem underkastet en systemanalyse, med henblik på tidligt at erkende og undgå belastningsgrænser for komponentmodulerne. Desuden er det foreskrevet, at de af følersystemet detekterede tilstandsstørrelser og resultater af en systemanalyse tilføres et informationsmodul, hvilket har den fordel, at driftstilstanden for vindenergianlægget til stadighed kan føres til protokol og udlæses til diagnose- og evalueringsformål.

Opfindelsen forklares nu nærmere ved hjælp af de efterfølgende figurer.

10

Figur 1 viser et skematisk blokdiagram af et driftstyringssystem i overensstemmelse med en udførelsesform ifølge opfindelsen;

15

Figur 2 viser et skematisk billede af en åben nacelle i et vindenergianlæg med sensorpunkter, ved hvilke tilstandsstørrelser for komponentmoduler detekteres til driftstyringssystemet;

20

Figur 3 viser skematisk en fjeder-masse-model for hovedstrengen i et vindenergianlæg;

Figur 4 viser et skematisk blokdiagram af en del af driftstyringssystemet med et centralt styreapparat til svingningsdæmpning;

25

Figur 5 viser et skematisk billede af et vindenergianlæg med mulige sensorer til overvågning af forskellige komponentmoduler og tilstandsstørrelser i et vindenergianlæg.

Fig. 1 viser et skematisk blokdiagram af et driftstyringssystem 1 i overensstemmelse med en udførelsesform for opfindelsen. Driftstyringssystemet 1 muliggør en optimal koordination imellem komponentmoduler 4 og svingningsdæmpningsmoduler 5 i et vindenergianlæg. Dertil råder svingningsdæmpningsmodulerne 5 eksempelvis over en ABS-softbrake, over en elektronisk regulering for generatoren og frekvensomformereren, over en aktiv drejningsmomentstabilisering samt over et IPC-modul. Disse svingningsdæmpningsmoduler bliver ved hjælp af driftstyringssystemet 1 koordineret med komponentmodulerne 4 i vindenergianlægget således, at en ophobning af egen-svingninger i vindenergianlægget, også ved ekstreme vindbetingelser, dæmpes

således, at vindenergianlægget arbejder med højere effektivitet for energigenereringen og ikke kommer i en egensvingningstilstand.

Dertil råder vindenergianlægget over et omfangsrigt sensorsystem 6, hvormed såvel
5 vindfeltet måles prædiktivt, som også vingebelastninger detekteres samt belastninger på hovedakslen detekteres. Også reaktionerne fra en drejningsmomentstabilisering kan overvåges. Desuden kan hjælpestoffilstanden for gearet detekteres, samt elektriske størrelser for generatoren, frekvensomformeren og nettet detekteres ved passende spændings- og strømsensorer. Ved hjælp af koordinationen, ved hjælp af driftstyrings-
10 systemet, imellem svingningsdæmpningsmoduler 5 og et aktuatorssystem 8, kan komponentmoduler 4 såsom rotor med rotorvinger og rotornav, samt drivstreng med hovedaksel og gear, samt eventuelt en ABS-bremse påvirkes således i deres svingningsegenskaber, at på den ene side muliggøres et optimalt energiudbytte, og på den anden side kan en beskadigelse af vindenergianlægget ikke optræde, selv ved
15 ekstreme vindforhold.

Dertil kan aktuatorssystemet 8 omfatte en aktiv drejningsmomentstabilisering for gearet, et pitchdrev for rotorvingerne, en frekvensomformer for omsætningen af generatorfrekvensen til en egnet netfrekvens samt et azimuthdrev til at dreje rotoren ind i en optimal
20 vindstrømning og en ABS-softbrake, hvormed der med driftstyringssystemet ligeledes kan indgribes dæmpende på arbejdsmåden for vindenergianlægget. Udover blokkene for sensorsystemet 6, aktuatorssystemet 8 samt svingningsdæmpningsmodulen 5 og komponentmodulen 4 omfatter driftstyringssystemet 1 yderligere en blok til systemanalyse, hvormed svingningsmønstre kan detekteres og andre prædiktive og reaktive
25 foranstaltninger kan analyseres. Desuden har driftstyringssystemet yderligere et informationsmodul 21, i hvilket de forskelligste tilstandsstørrelser for komponentmodulerne og svingningsdæmpningsmodulerne 5 kan lagres og evalueres.

Fig. 2 viser et skematisk billede af en åben nacelle 22 for et vindenergianlæg med
30 indgrebsmulighederne for et styreapparat 3 via en individuel pitchstyring 19, en aktiv drejningsmomentstabilisering 15, en ABS-bremse 20 samt via generator/frekvensomformerkomponenter 16 og 17 til svingningsdæmpning i vindenergianlægget. Hertil er punktsensorer anbragt på de forskelligste overvågningssteder inden for nacellen, som via radio transmitterer de individuelle tilstandsstørrelser for komponentmodulerne til
35 styreapparatet.

Sensorer i rotorvingerne 10 kan tidligt detektere belastninger og belastningsændringer og via den individuelle pitchstyring 19 muliggøre en dæmpning af derved fremkaldte svingninger. Også drejebewægelserne i pileretningen A for hovedakslen 13 kan fremkalde svingninger, hvilket delvis kan kompenseres ved hjælp af en aktiv drejningsmomentstabilisering 15, som stabiliserer gearet 14. Fra gearet 14 er generatoren 16 via en ABS-bremse 20 koblet til gearet, hvorved der ved en elektronisk regulering af strømmene og spændingerne såvel i generatoren som også i frekvensomformereren under belastning eller aflastning af nettet muliggøres en yderligere svingningsdæmpning.

10

Azimuthdrevet 18 sørger for, at rotoren til stadighed rettes optimalt i forhold til vindfeltet, medens andre sensorer detekterer kropssvingninger for nacellen 22.

Fig. 3 viser skematisk en fjeder-masse-model for hovedstrengen 12 i et vindenergianlæg 2. Denne fjeder-masse-model viser på den ene side massen m_1 for hovedakslen 12, som med torsionsfjederen samvirker elastisk via f_1 med massen m_2 for gearet 14. En yderligere kobling via et fjederelastisk system såsom en vridbar aksel viser forbindelsen til generatoren 16, som ligeledes kan kobles fjederelastisk med en fjederkonstant f_2 til generatoren 16. Med en sådan fjeder-masse-model kan egensvingninger for hoveddrivstrengen beregnes og de kan dæmpes ved passende dæmpningsforanstaltninger eksempelvis ved hjælp af en aktiv drejningsmomentstabilisering 15, således som pileretningen B viser.

Fig. 4 viser et skematisk blokdiagram af en del af driftstyringssystemet med et centralt styreapparat 3 til svingningsdæmpning. Hertil er der på de individuelle komponentmoduler såsom hovedakslen 13, gearet 14, generatoren 16, frekvensomformereren 17 samt pitchdrivsystemet 19 og bremsesystemet 22 anbragt passende sensorer, som til styreapparatet signalerer forskellige tilstandsstørrelser, idet styreapparatet har adgang til tilsvarende aktuatorer A på de svingningsduelige komponentmoduler, med henblik på at indlede dæmpningsforanstaltninger.

Fig. 5 viser et skematisk billede af et vindenergianlæg 2 med mulige sensorer til overvågning af forskellig hovedkomponentmoduler og tilstandsstørrelser for vindenergianlægget 2. Således kan vindfeltet overvåges fra rotornavet 11 med en lidarsensor 23 eller en sensor 24 baseret på laserteknik og prædiktivt kan forstyrrelsesstørrelser via

35

vindfeltet detekteres. Vingebelastningerne kan detekteres ved hjælp af svingsnings-sensorer 25 på piezoelektronisk basis eller mikromekanisk basis eller ved hjælp af accelerationssensorer. Desuden kan kraftsensorer 26, strain-gauge-sensorer 27 eller tryksensorer 28 være tilvejebragt til detektion af vingebelastninger. Hovedakslen kan
5 kontrolleres ved hjælp af torsionssensorer 29 samt strain-gauge-bøjnings- eller forskydningssensorer 30 og tilsvarende omdrejningstalssensorer 31. En aktiv drejningsmomentstabilisering kan omfatte tryksensorer 32, kraftsensorer 33, bevægelses-sensorer 34 eller accelerationssensorer 35, med henblik på målrettet at indlede dæmpningsforanstaltninger. Gearet i sin tur kan være udstyret med kropslidssensorer
10 36 i gearet hhv. ved punkter, ved hvilke der for relevante frekvenser kan optræde en svingningsforøgelse, eksempelvis ved specielle punkter på nacellestrukturen.

Desuden kan der på gearet være anbragt kraftsensorer 37 eller strain-gauges, med henblik på at detektere tilstandsstørrelser for gearet. Endelig er det med en
15 forskydningssensor 38 yderligere muligt at detektere svingningsanomaliteter i gearet 14. Når der foreligger en ABS-softbrake, kan denne også være udstyret med en tilsvarende sensor 43. En positionssensor 44 kan være tilvejebragt til overvågning af azimutdrevet 18 for nacellen 22. Generatoren 16 kan ved hjælp af en strømsensor 39 eller en spændingssensor 40 samt via drejningsmomentsensorer 41 og omdrejnings-
20 talsmålesensorer 42 overvåges med hensyn til sine svingningsforhold. Yderligere strømsensorer 39 og spændingssensorer 40 på generator- og netsiden for overvågning af vindenergianlægget 2 er tilvejebragt. Disse sensorer 23 til 44 er via passende måleledninger ved denne udførelsesform for opfindelsen forbundet med et centralt styreapparat 3, som foranlediger tilsvarende aktuatorer, som eksempelvis pitchdriv-
25 systemet 19 for rotoren 9, bremsesystemet for ABS-softbrake 20 eller ved hjælp af aktiv drejningsmomentstabilisering 15 for gearet 14, til at forebygge en ophobning af svingninger.

Henvisningstalsliste

- 1 Driftstyringssystem
- 2 Vindenergianlæg
- 3 Styreapparatur
- 4 Komponentmodul
- 5 Svingningsdæmpningsmodul
- 6 Sensorsystem
- 7 Systemanalyse
- 8 Aktuatorssystem
- 9 Rotor
- 10 Rotorvinge
- 11 Rotornav
- 12 Drivstreng
- 13 Hovedaksel
- 14 Gear
- 15 Drejningsmomentstabilisering
- 16 Generator
- 17 Frekvensomformer
- 18 Azimutdrev
- 19 Pitchdrivsystem
- 20 ABS-softbrake
- 21 Informationsmodul
- 22 Nacelle
- 23 Lidarsensor
- 24 Sensor på lasertekniskbasis
- 25 Svingningssensor
- 26 Kraftsensor
- 27 Strain-Gauge-sensor
- 28 Tryksensor
- 29 Torsionssensor
- 30 Strain-Gauge-sensor
- 31 Omdrejningstalssensor
- 32 Tryksensor
- 33 Kraftsensor
- 34 Bevægelsessensor

- 35 Accelerationssensor
- 36 Krokslydssensor
- 37 Kraftsensor
- 38 Forskydningssensor
- 39 Strømsensor
- 40 Spændingssensor
- 41 Drejningsmomentsensor
- 42 Omdrejningstalssensor
- 43 Accelerations- hhv. bremsesensor
- 44 Azimutvinkelsensor

PATENTKRAV

1. Driftstyringssystem til et vindenergianlæg (2) med i det mindste et styreapparat (3), som muliggør en koordination af komponentmoduler (4) hhv. moduler til belastnings-
5 reduktion i vindenergianlægget (2) med svingningsdæmpningsmoduler (5), hvor et sensorsystem (6) leverer data for driftstilstandene for komponentmoduler (4) til en systemanalyse (7), detekterer reaktive svingninger hhv. belastninger og/eller prædiktive forudsigelser af svingninger hhv. belastninger af vindenergianlægget (2), samt prædiktive forstyrrelsesstørrelser og aktiverer svingningsdæmpningsmodulerne (5) i
10 styreapparatet (3), og hvor et aktuator-system (8) udfører dæmpningsforanstaltninger hhv. belastningsreduktionsforanstaltninger på komponentmodulerne (4) i overensstemmelse med forskrifter fra svingningsdæmpningsmodulerne (5) i styreapparatet (3),

kendetegnet ved, at driftstyringssystemet (1) tilvejebringer en indbyrdes
15 kommunikation mellem flere styreapparater for delsystemer samt også via et centralt styreapparat (3), sensorerne i sensorsystemet (6) er tilknyttet individuelle styreapparater i delsystemer og/eller det central styreapparat (3) i driftstyringssystemet (1) og driftstyringssystemet (1) omfatter delsystemer for flere komponentmoduler (4) med selvstændige dæmpningsfunktioner, hvortil driftstyringssystemet (1) fordeler
20 dæmpningsforanstaltninger hhv. belastningsreduktionsforanstaltninger, idet der til delsystemerne hører

- rotoren (9) med justerbare rotorvinger (10) og rotornav (11),
- drivstrengen (12) med hovedaksel (13), gear (14) og drejningsmomentstabilisering (15),
- 25 - generatoren (16) med frekvensomformer (17) og/eller
- azimutdrevet (18).

2. Driftstyringssystem ifølge krav 1,

kendetegnet ved,

30 **at** driftstyringssystemet (1) omfatte adskillige styreapparater til koordination af komponentmoduler (4) i vindenergianlægget (2) med svingningsdæmpningsmoduler (5) hhv. belastningsreduktionsmoduler.

3. Driftstyringssystem ifølge krav 1 eller krav 2,

35 **kendetegnet ved,**

at sensorsystemet (6) omfatter vindfeltssensorer, vingebelastningssensorer, hovedaksel belastningssensorer, drejningsmomentsensorer, hjælpestofsensorer, accelerations-sensorer samt sensorer for elektriske størrelser for generatoren, frekvensomformereren og nettet.

5

4. Driftstyringssystem ifølge ethvert af de foregående krav,

kendetegnet ved,

at sensorsystemet (6) for driftstyringssystemet (1) omfatter flerdimensionelle accelerationssensorer, positionssensorer og/eller vinkelsensorer til detektion af driftstilstandene for komponentmodulerne (4), reaktive svingninger hhv. belastninger og/eller prædiktive forudsigelser af svingninger hhv. belastninger af komponentmodulerne (4) i vindenergianlægget (2), samt til detektion af prædiktive forstyrrelsesstørrelser.

15

5. Driftstyringssystem ifølge ethvert af de foregående krav,

kendetegnet ved,

at driftstyringssystemet (1) omfatter en diagnoseindretning til diagnose og registrering af tilstandsdata for komponenter, komponentmoduler (4) og/eller delsystemer i vindenergianlægget (2).

20

6. Driftstyringssystem ifølge ethvert af de foregående krav,

kendetegnet ved,

at aktuatorssystemet (8) omfatter en aktiv drejningsmomentstabilisering (15), et pitchdrev (19), en frekvensomformer (17), et azimutdrev (18) og/eller en ABS-softbrake (20).

25

7. Fremgangsmåde ved anvendelse af driftstyringssystemet (1) ifølge ethvert af de foregående krav, hvor fremgangsmåden omfatter følgende fremgangsmåde trin:

- detektion af data for driftstilstandene for komponentmodulerne (4) med hensyn til reaktive svingninger hhv. belastninger og/eller prædiktive forudsigelser af svingninger hhv. belastninger af vindenergianlægget, samt med hensyn til prædiktive forstyrrelsesstørrelser;
- aktivering af aktuatorer (8) til dæmpning og/eller belastningsreduktion af akutte eller forudsagte svingningstilstande for komponentmoduler (4) og/eller for delsystemer i vindenergianlægget (2);
- generering af elektrisk energi under tilpasning til frekvens-, strøm- og spændingsbehov for det tilkoblede net;

30
35

kendetegnet ved,

at ved udfald af en svingningsdæmpningsfunktion for et delsystem fordeles svingningsdæmpningsfunktionerne til resterende delsystemer eller komponentmoduler (4), idet der til delsystemerne hører

- 5
- rotoren (9) med justerbare rotorvinger (10) og rotornav (11),
 - drivstrengen (12) med hovedaksel (13), gear (14) og drejmomentstabilisering (15),
 - generatoren (16) med frekvensomformer (17), og
 - azimutdrevet (18).

10

8. Fremgangsmåde ifølge krav 7,

kendetegnet ved,

at ved hjælp af ændringer af svingningsforholdene for et delsystem diagnosticeres beskadigelser af delsystemet, og ved hjælp af statistiske metoder baseret på måle-

15 resultater fra sensorsystemet sluttes der til en restlevetid for vindenergianlægget.

9. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 7 eller 8,

kendetegnet ved,

at de af sensorsystemet (6) detekterede tilstandsstørrelser underkastes en system-

20 analyse (7).

10. Fremgangsmåde ifølge ethvert af kravene 7 til 9,

kendetegnet ved,

at de af sensorsystemet (6) detekterede tilstandsstørrelser og resultater af en system-

25 analyse (7) tilføres et informationsmodul (21).

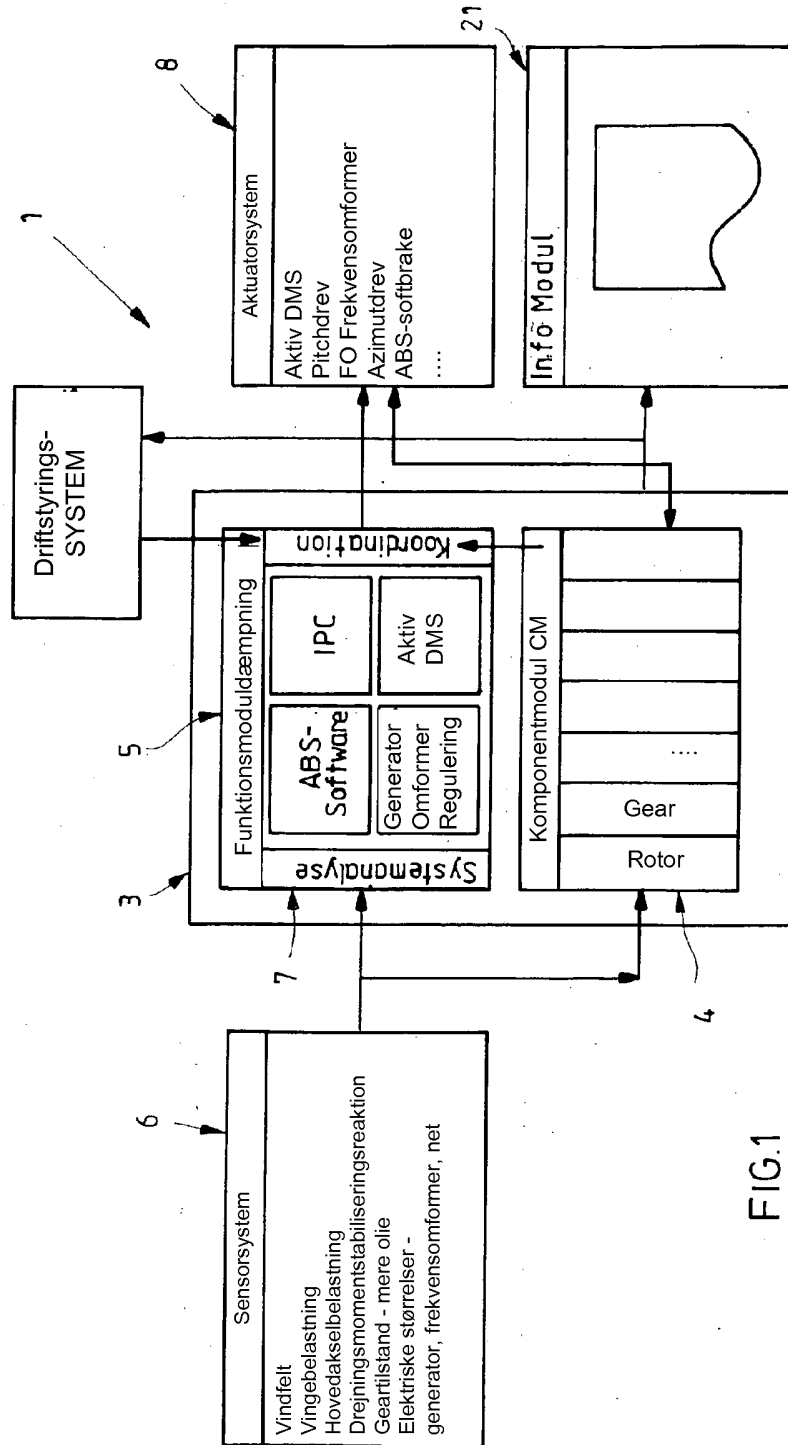
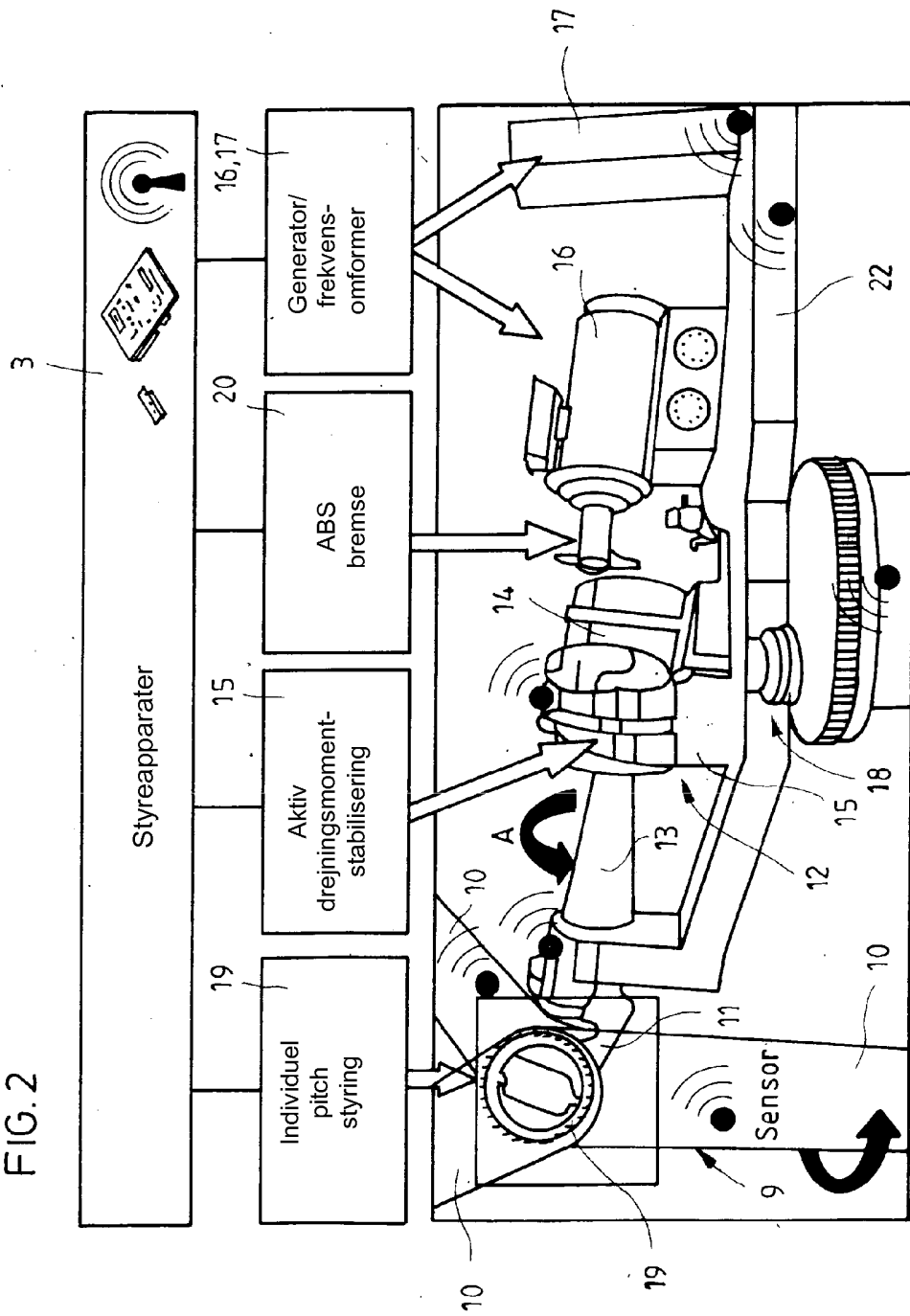


FIG.1

FIG. 2



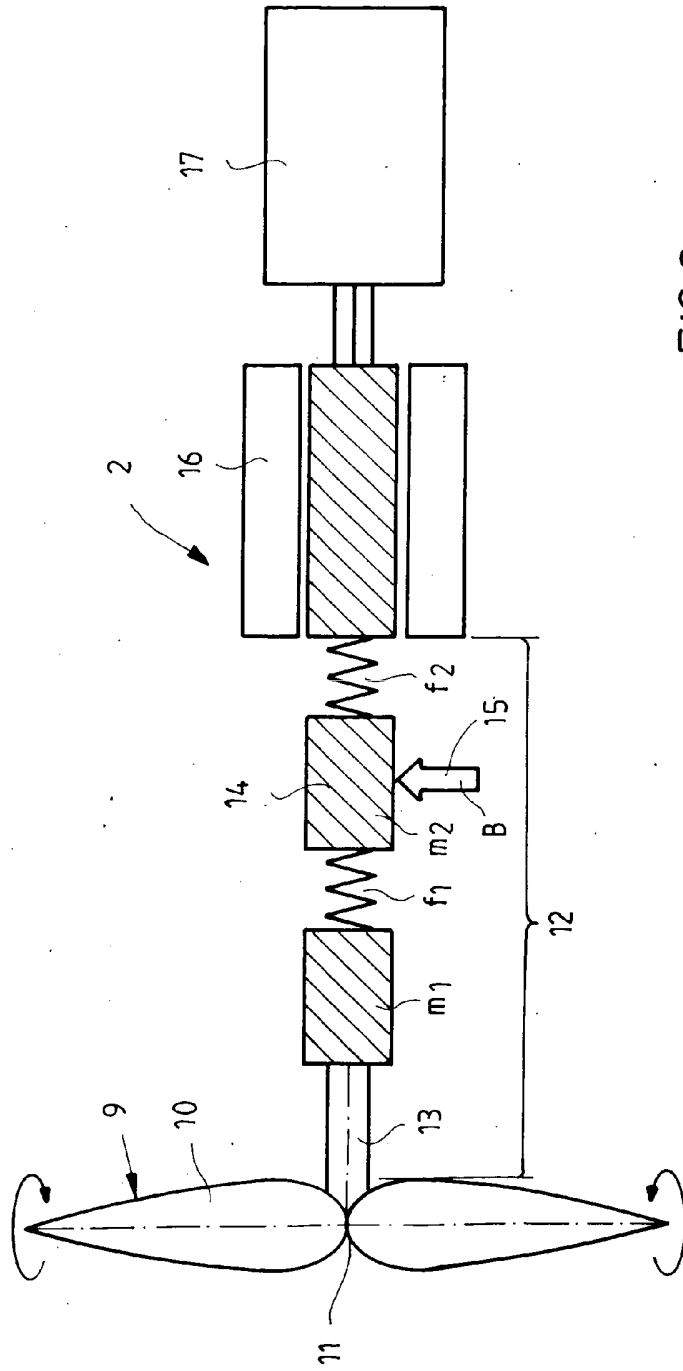


FIG.3

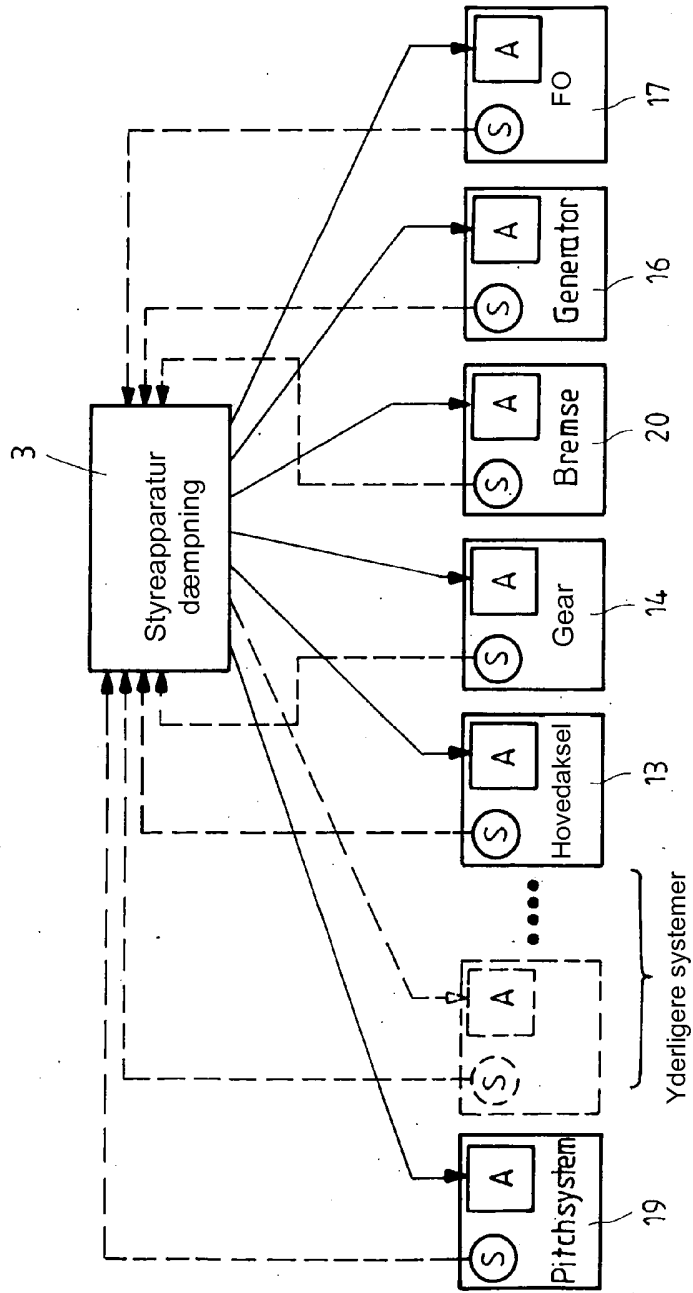


FIG. 4

