

(19) **DANMARK**

(10) **DK/EP 1222389 T4**



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(12) **Oversættelse af ændret
europæisk patentskrift**

-
- (51) Int.Cl.: **F 02 N 11/08 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2016-05-17**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om opretholdelse af patentet i ændret form: **2016-03-02**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **00954452.9**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2000-07-08**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2002-07-17**
- (86) International ansøgning nr.: **EP2000006493**
- (87) Internationalt publikationsnr.: **WO2001025630**
- (30) Prioritet: **1999-10-06 DE 19948196**
- (84) Designerede stater: **AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE**
- (73) Patenthaver: **Wobben, Aloys, Argestrasse 19, 26607 Aurich, Tyskland**
- (72) Opfinder: **Wobben, Aloys, Argestrasse 19, 26607 Aurich, Tyskland**
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Zacco Denmark A/S, Arne Jacobsens Allé 15, 2300 København S, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Fremgangsmåde til drift af en vindmøllepark**
- (56) Fremdragne publikationer:
EP-A- 0 072 598
WO-A-90/07823
DE-A- 2 751 228
DE-A- 19 620 906

Opfindelsen angår en fremgangsmåde til drift af en vindmøllepark såvel som en vindmøllepark som sådan.

I begyndelsen opstilledes vindenergianlæg altid enkeltvis, og først i de senere år har man ofte - også på grund af administrative og konstruktionsmæssige forskrifter - installeret vindenergianlæggene i vindmølleparker. En vindmøllepark er i denne forbindelse i sin mindste enhed en konstellation af mindst to vindenergianlæg, ofte dog betydeligt flere. Som eksempel skal nævnes vindmølleparken Holtriem (i Ostfriesland), hvor mere end 50 vindenergianlæg er opstillet i indbyrdes sammenkobling. Det må forventes, at antallet af vindenergianlæg såvel som vindenergianlæggenes installerede effekt fortsat vil stige kraftigt i de kommende år. I de fleste tilfælde er vindpotentialet størst i forsyningsnetområder med lille kortslutningseffekt og lav befolkningstæthed. Netop her støder vindenergianlæggene hurtigt imod de tekniske grænser for tilslutning med den følge, at der ikke kan opstilles yderligere vindenergianlæg de pågældende steder. En vindmøllepark og en fremgangsmåde til drift af en vindmøllepark kendes også fra DE 196 20 906.

En konventionel vindmøllepark, som fx tilsluttes til en transformerstation med 50 MW, kan således kun have en samlet effekt på maksimalt 50 MW, dvs. fx 50 vindenergianlæg med hver 1 MW i nominel effekt.

Når man betænker, at vindenergianlæg ikke konstant drives ved den nominelle belastning, og vindmølleparken som helhed derfor heller ikke konstant er oppe på sin maksimale effekt (nominelle effekt), kan det konstateres, at vindmølleparken ikke udnyttes optimalt, når dens nominelle effekt svarer til den maksimalt mulige samlede tilledningseffekt.

Opfindelsen foreslår i overensstemmelse hermed en løsning, hvor vindmølleparken udstyres med en samlet effekt, der er større end den maksimalt mulige nettilledningseffekt. Når dette overføres på det ovennævnte eksempel, kan effekten øges til en værdi på over 50 MW, fx 53 MW. Så snart vindhastigheden er høj nok til at producere grænseeffekten på 50 MW, griber vindmølleparkstyringen ifølge opfindelsen ind og nedregulerer i tilfælde af overskridelse af den samlede maksimumseffekt enkelte af eller alle anlæggene på en sådan måde, at den samlede maksimumseffekt til stadighed overholdes. Dette betyder, at ved vindhastigheder

over den nominelle vind (den vindhastighed, ved hvilken et vindenergianlæg når op på sin nominelle effekt) drives mindst ét eller alle anlæggene med en (let) ned-droslet effekt (fx en effekt på 940 kW i stedet for 1 MW).

- 5 Fordelene ved opfindelsen giver sig selv. Alt i alt kan tilførselsnettets netkomponenter (ved netkomponenter forstås fx transformatoren og ledningerne) udnyttes hhv. belastes optimalt (giver også mulighed for udnyttelse op til den termiske grænse). Eksisterende vindmølleparkarealer kan således udnyttes bedre ved at op-
- 10 stille et maksimalt muligt antal vindenergianlæg. Antallet er i så fald ikke mere (i så høj grad) begrænset af den forhåndenværende netværkskapacitet.

For at kunne styre/regulere et vindenergianlæg er det formålstjenligt, at dette er udstyret med en dataindgang, via hvilken den elektrisk effekt kan indstilles inden for området fra 0 til 100 % (i forhold til mærkeeffekten). Hvis der for denne data-

15 indgang fx fastlægges en ønsket værdi på 350 kW, vil det pågældende vindenergianlægs maksimale effekt ikke komme til at overstige den ønskede værdi på 350 kW. En hvilken som helst værdi fra 0 og op til den nominelle effekt (fx fra 0 til 1 MW) er mulig som ønsket værdi.

- 20 Denne dataindgang kan direkte anvendes til effektbegrænsning.

Generatoreffekten kan imidlertid også reguleres afhængig af netspændingen (i vindmølleparknettet eller i tilførselsnettet) ved hjælp af en regulator.

- 25 En yderligere vigtig funktion beskrives nærmere ved hjælp af en vindmølleparkstyring. Det antages eksempelvis, at en vindmøllepark består af 10 vindenergianlæg, som hver især har en nominel effekt på 600 kW. På grund af netkomponenternes kapacitet (ledningskapaciteter) eller transformerstationens begrænsede kapacitet antages det endvidere, at den maksimale udgangseffekt (grænseeffekten) er be-
- 30 grænset til 5200 kW.

Det er nu muligt ved hjælp af den ønskede effekt (dataindgangen) at begrænse alle vindenergianlæggene til en maksimal effekt på 520 kW. På denne måde er kravet om at begrænse udgangseffekten til stadighed opfyldt.

En anden mulighed består i ikke at lade den maksimale effekt udtrykt som summen af alle anlæggene blive overskredet, men samtidig genereres et maksimum af energi (kW-timer (arbejde)).

- 5 I denne forbindelse skal det bemærkes, at det ved lave til moderate vindhastigheder i vindmølleparken ofte sker, at vindenergianlæggene på de gunstige (gode) positioner (dvs. de positioner, som vinden først rammer i vindmølleparken) får megen vind. Hvis nu alle vindenergianlæg samtidig nedreguleres til den neddroslede værdi (fx alle til 520 kW), opnås denne genererede effekt ganske vist af nogle få
- 10 vindenergianlæg i gode positioner, hvorimod andre vindenergianlæg, der i modsætning hertil står i læ af de godt positionerede vindenergianlæg (i anden og tredje række), har mindre vind og derfor fx kun arbejder med en effekt på 460 kW uden at komme op på den maksimale neddroslede effekt på 520 kW. Vindmølleparkens samlede genererede effekt ligger således væsentligt under den tilladte grænseeffekt på 5200 kW.
- 15

Vindmølleparkeffektstyringen ifølge opfindelsen regulerer i dette tilfælde de enkelte anlæg således, at energiuudbyttet bliver det maksimalt mulige. Det betyder konkret, at fx anlæggene i første række (dvs. med gode placeringer) indstilles til en højere

20 effekt, fx til den nominelle effekt (dvs. uden neddrosling). På den måde øges vindmølleparkens samlede elektriske ydelse. Parkstyringen regulerer imidlertid hvert enkelt anlæg på en sådan måde, at den maksimalt tilladte elektriske tilslutningseffekt ikke overskrides, samtidig med at det genererede arbejde (kWh) når op på et maksimum.

25

Vindmølleparkadministrationen ifølge opfindelsen kan let tilpasses til de forskellige situationer, der måtte opstå. Således kan der fx meget nemt foretages en anden neddrosling af effekten for enkelte anlægs vedkommende, hvis et enkelt eller flere anlæg i en vindmøllepark (må) tages ud af nettet, det være sig fordi et enkelt eller

30 flere anlæg på grund af vedligeholdelse eller af andre grunde midlertidigt må tages ud af drift.

Til styring/regulering af vindmølleparken hhv. af de enkelte anlæg kan der anvendes en data-/styringsbehandlingsindretning, som er forbundet med anlæggenes

35 dataindgange, og som ud fra de vindhastighedsdata, der bestemmes (af hvert an-

læg), beregner den i hvert enkelt tilfælde mest gunstige effektneddrøslingsværdi for et enkelt anlæg hhv. for hele vindmølleparken.

Figur 1 viser i et blokdiagram styringen af et vindenergianlæg ved hjælp af en mikroprocessor μP , som er forbundet med en vekselretterindretning (PWR), ved hjælp af hvilken flerfaset vekselstrøm kan ledes ud i et forsyningsnet. Mikroprocessoren er forsynet med en effektindlæsningsindgang P, en indgang til indlæsning af en effektfaktor ($\cos\phi$) samt en indgang til indlæsning af effektgradienten (dP/dt).

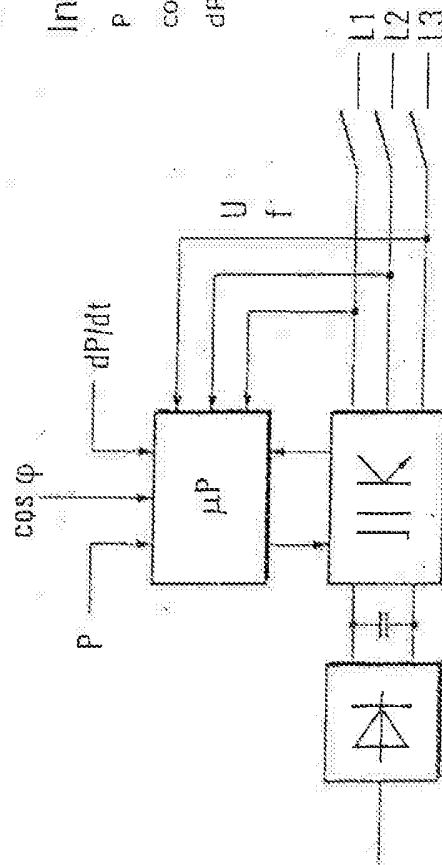
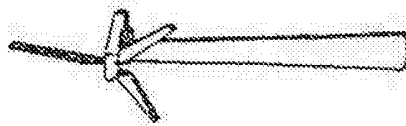
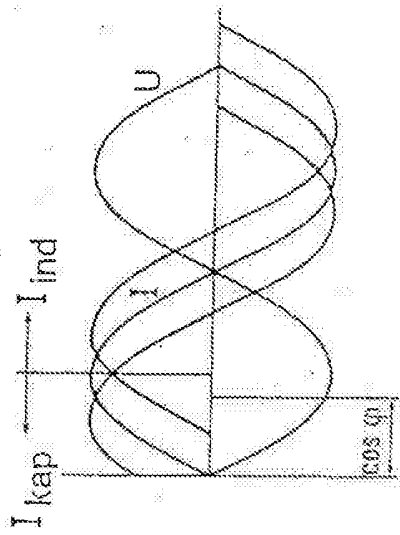
- 10 Vekselretterindretningen, der består af en ensretter, en jævnstrømsmellemkreds og en vekselretter, er forbundet med et vindenergianlægs generator og modtager fra dette den af generatoren genererede energi på omdrejningstalsvariabel vis, dvs. afhængig af omdrejningstallet for vindenergianlæggets rotor.
- 15 Det i figuren afbildede koncept tjener til forklaring af, hvordan størrelsen af den af vindenergianlægget afgivne effekt kan begrænses til en maksimalt mulig nettilførselsværdi.

Figur 2 viser en principiel gengivelse af en vindmøllepark bestående af fx tre vindenergianlæg 1, 2 og 3, hvoraf de to - set fra vindretningen - står ved siden af hinanden, og det tredje er placeret bag de to første. Da hvert af vindenergianlægene har en ydelsesindgang til indstilling af det enkelte anlægs effekt (fig. 1), kan effekten fra et enkelt vindenergianlæg indstilles til en ønsket værdi ved hjælp af en databehandlingsindretning, med hvilken hele vindmølleparken styres. I figur 2 er de gunstige placeringer for vindenergianlæggene de placeringer, som vinden først støder på, dvs. anlæg 1 og 2.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til drift af en vindmøllepark, bestående af mindst to vindenergi-
anlæg, hvor størrelsen af den af vindenergianlæggene afgivne effekt begrænses til
5 en maksimalt mulig energiudledningseffekt, der er mindre end den maksimalt muli-
ge værdi for udgangseffekten (nominel effekt), og at den maksimalt mulige energi-
udledningseffekt er bestemt af optagelseskapaciteten (effektkapaciteten) for det
energiforsyningsnet, som energien ledes ud i, og/eller af effektkapaciteten for den
energioverførselsenhed hhv. transformator, ved hjælp af hvilken den af vindenergi-
10 anlægget genererede energi ledes ud i energiforsyningsnettet, og de vindenergian-
læg, som først er udsat for vinden i vindmølleparken, begrænses mindre i deres
effekt end vindenergianlæg, som står i vindretningen bag ved de ovenfor nævnte
vindenergianlæg.
- 15 2. Vindmøllepark bestående af mindst to vindenergianlæg og med en maksimalt
mulig værdi for den effekt, der skal trækkes ud (nominel effekt), der er større end
den effekt, som maksimalt kan ledes ud i det energiforsyningsnet, som vindmølle-
parken er tilsluttet, **kendetegnet ved, at** denne maksimalt mulige energiudled-
ningseffekt er bestemt af optagelseskapaciteten (effektkapaciteten) for det ener-
20 giforsyningsnet, som vindmølleparken er tilsluttet, og/eller af effektkapaciteten for
den energioverførselsenhed hhv. transformator, ved hjælp af hvilken den af
vindenergianlæggene genererede energi ledes ud i energiforsyningsnettet, og de
vindenergianlæg, som først er udsat for vinden i vindmølleparken, begrænses
mindre i deres effekt end vindenergianlæg, som står i vindretningen bag ved de
25 ovenfor nævnte vindenergianlæg.
3. Vindmøllepark ifølge krav 2, **kendetegnet ved, at** effekten fra i det mindste ét
eller fra flere vindenergianlæg eller fra alle vindenergianlæggene i vindmølleparken
neddrøses, når den maksimalt mulige energiudledningseffekt er nået.
- 30 4. Vindmøllepark ifølge ét af kravene 2 til 3, **kendetegnet ved, at** mindst ét af
vindmølleparkens vindenergianlæg har en dataindgang, via hvilken vindenergi-
anlæggets elektriske effekt kan indstilles inden for området fra 0 til 100 % af den
aktuelle nominelle effekt, og at der er tilvejebragt en databehandlingsindretning,
35 som er forbundet med dataindgangen, og ved hjælp af hvilken indstillingsværdien

indstilles inden for området 0 til 100 %, alt efter hvor stor en effekt hele vindmølleparken stiller til rådighed ved sin udgang til udledning i et energinet.



Input:

P = effekt

\cos = torngangseffekt

dP/dt = effektgradient

50 (60) Hz
400 V

Fig. 1

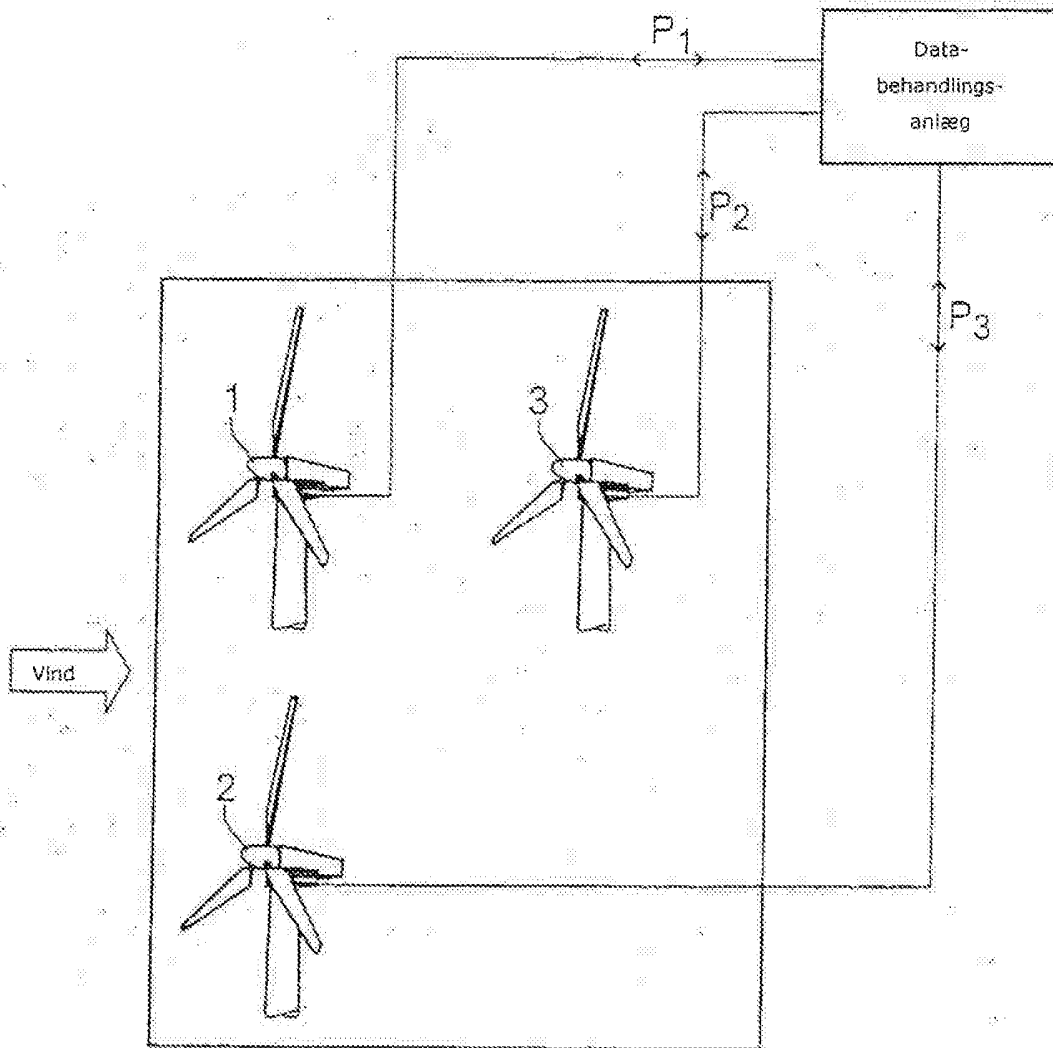


Fig. 2