

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGESESSKRIFT

(11) 157147 B

(21) Patentansøgning nr.: 4139/83

(22) Indleveringsdag: 13 sep 1983

(41) Alm. tilgængelig: 15 mar 1984

(44) Fremlagt: 13 nov 1989

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 14 sep 1982 EP 82108470

(51) Int.Cl.⁴

F 04 D 27/00

F 04 D 29/32

(71) Ansøger: *Siemens Aktiengesellschaft; Berlin und Muenchen; Wittelsbacherplatz 2; 8000 Muenchen 2, DE

(72) Opfinder: Gert Richard Karl *Hecht; DE, Manfred *Sellmann; DE

(74) Fuldmægtig: Patentbureauet Giersing & Stellingner ApS

(54) Ventilator med vinger, der er svingelige om deres længdeakser til undgåelse af uønskede omdrejningstal

(56) Fremdragne publikationer

DE pat. nr. 862280
FR pat. nr. 1553046

(57) Sammendrag:

4 139-83

Ventilator med til undgåelse af uønskede omdrejningstal automatisk om en længdeakse svingelige vinger.

Til forhindring af en skadelig omdrejningstalsforøgelse ved forstyrrelsestilfælde ved en trykbølge, som med store strømningskræfter rammer vingerne (2, 3 eller 4) i ventilatoren, ("ydre eksplosion") foreslås det, at vinger (3 eller 4) fra en driftstilling (fig. 1 eller fig. 5), som er defineret ved anlæg mod et første anslag (6 eller 8), i forstyrrelsestilfælde automatisk kan drejes til en forstyrrelsestilfældestilling (fig. 3 eller 6) ved hjælp af den nu med modsat fortegn på vingerne angribende resulterende luftkraft (F_1 eller F_2), hvor det fra samtlige vinger resulterende drivmoment mindst begrænses til en sådan værdi, som forhindrer en uønsket forøgelse af omdrejningstallet. Centrifugalkræfter, som forsøger at dreje de svingelige vinger til lukkestilling, kompenseres ved hjælp af på vingerne fast anbragte modvægte, som med deres specielle anbringelse også samtidig ved start af møllehjulet sikrer driftstillingen for vingen.

En anvendelse egner sig især til en i forhold til en "ydre eksplosion" trykbølgefast, på indgangssiden af et kraftværks-køletårn anbragt ventilator.

4 139-83

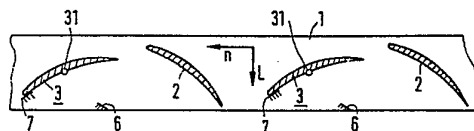


FIG 4

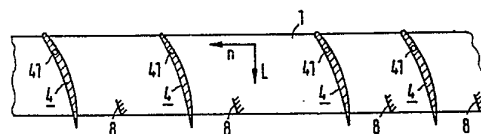


FIG 8

DK 157147 B

- 1 -

Opfindelsen angår en ventilator med vinger, der er svingelige om deres længdeakser, under påvirkning af centrifugallodder, til undgåelse af uønskede omdrejningstal. En sådan ventilator kendes fra DE-patentskrift 862 280 og FR-patentskrift 1 553 046.

5 Ved den fra DE-patentskrift 862 280 kendte ventilator indstilles vingerne til særlig enkel opnåelse af en startindstilling omdrejningstalafhængigt ved hjælp af centrifugalregulatorer således, at de ved stilstand og meget små omdrejningstal bringes til en stejlere stilling og således til en mindre vinkel i forhold til vindretningen. Centrifugalkræfterne arbejder herunder via overføringsorganer på den enkelte vingeakse. Ifølge en udformning af opfindelsen skal centrifugalkraftindretningen både anvendes til indstillingen i startområdet og i arbejdsområdet. Den kendte indretning anses for særlig fordelagtig til anvendelse ved vindkraftmotorer til små anlæg, da propellen dels kan
10 starte med store momenter, og dels kan indstilles automatisk i afhængighed af omdrejningstallet som hurtigløber i det egentlige arbejdsområde for ventilatorvingen således, at der fremkommer en regulering til tilnærmelsesvis konstant omdrejningstal eller konstant effekt.

I tilfældet med FR-patentskrift 1 553 046 skal det opnås, at der
20 over en bestemt vindhastighed ikke tilføres yderligere energi til en generator, som er forbundet med en vindmølle. Til effektbegrænsning af vindmøller, som varigt arbejder i turbinedrift, trækkes disse i begyndelsen ved hjælp af en fjeder mod et anslag. Afhængigt af vindhastigheden og især af indstillingen eller fjederkraften løftes vingen under drift fri fra anslaget, således at den aerodynamiske stigvinkel forøges. En på læsiden af vingen anbragt vægt anvendes til at mindske stigvinklen ved hjælp af særlige inertieffekter.

Til grund for den foreliggende opfindelse ligger den opgave med enkle midler at beskytte ventilatoren mod en skadelig omdrejningstalsforøgelse i forstyrrelsestilfælde ved en ekstern trykbølge, som driver ventilatoren under bibeholdelse af dens omdrejningsretning efter princippet for en vindturbine, ved hjælp af de i trykbølgen forekommende strømningskræfter. Et sådant forstyrrelsestilfælde er især muligt, hvis den sikrede sidekølekreds i en kraftværksblok, bestående af cellekølere
35 med ventilator, også skal dimensioneres mod belastningstilfælde "ydre

- 2 -

eksplosion". Ifølge forskrifterne fra godkendelsesmyndighederne idealiseres eksplosionstrykbølgen ved hjælp af en tryk-tid-funktion, som bl. a. er kendetegnet ved en kortvarig, men meget høj trykstigning eller hastighedsstigning ved begyndelsen af den indkommende trykbølge. Hvis
5 en sikkerhedskonstruktion af ventilatoren ifølge opfindelsen ikke fandtes, ville den indkommende trykbølge evt. lade driftsomedrejningstallet for ventilatoren stige til et sådant spidsomedrejningstal, at selv materialer med stor trækstyrke ikke ville kunne modstå denne belastning.

Gående ud fra den erkendelse, at en ekstern trykbølge, som driver
10 ventilatoren ifølge vindkraftmaskineprincippet, ved det antagede forstyrrelsestilfælde fremkalder et fortegnsskifte i den på hver ventilatorvinge indvirkende resulterende luftkraft, og således at denne luftkraft derpå påvirker ventilatorvingen i modsat retning, kan den stillede opgave ved en ventilator af den indledningsvis nævnte art løses ved
15 hjælp af de i den kendetegnende del af patentkrav 1 eller patentkrav 3 angivne ejendommeligheder. Hensigtsmæssige udformninger af opfindelsen er genstand for underkravene 2 og 4. Ved hjælp af modvægtene opnås der i samarbejde med de om deres specielle længdeakser drejelige vinger og de resulterende luft- og centrifugalkræfter, at de indstillelige vinger
20 dels ikke af centrifugalkraften drejes i slutstillingen med omtrent vinkelret på ventilatoraksen forløbende vingekorder under normaldrift ved konstruktionen ifølge ejendommelighederne i krav 1, men trykkes mod det første anslag eller ved konstruktionen ifølge ejendommelighederne i krav 3 trykkes med en moderat og i forstyrrelsestilfælde overvindelig
25 kraft mod det første anslag, og dels i forstyrrelsestilfælde tipper fra sin første driftstilling til den anden forstyrrelsestilfældestilling ved hjælp af det udløsende kriterium for den resulterende luftkrafts karakteristiske vending ved overgangen fra en pumpe- til en turbine-drift og holdes i denne stilling, som forhindrer en uønsket forøgelse
30 af omdrejningstallet, enten ved hjælp af det andet anslag eller i stillandsdrift-ligevægtstillingen uden særskilte anslag.

Ved konstruktionen ifølge ejendommelighederne i krav 1 skal kun omkring halvdelen af det samlede antal vinger, som er anbragt ved ventilatornavets omkreds, udformes automatisk indstillelige, da det andet
35 anslag på hensigtsmæssig måde bevirker en sådan vingestilling, at driv-

- 3 -

momentet af den indstillede vinge svarer til drivmomentet for den ikke indstillede vinge i dens absolutte størrelse, men i sin vektorielle virkeretning imidlertid er modsat rettet således, at omkredskomponenten af luftkræfterne netop ophæves eller mindst tillader et sådant resulterende drivmoment, at det ikke bevirker utilladelige forøgelse af om-
5 drejningstallet for ventilatorhjulet.

Opfindelsen forklares i det følgende nærmere ved hjælp af to, skematisk gengivne udførelseseksempler på tegningen. Tegningen viser på:

- 10 fig. 1 en radial gengivelse af en del af ventilatorhjulnavet med en i snit gengivet svingelig vinge og derpå virkende luftkræfter ved normal driftsstilling,
- fig. 2 en gengivelse ifølge fig. 1 dog med de resulterende luftkræfter umiddelbart efter forekomsten af forstyrrelsesstrykbølgen,
- 15 fig. 3 gengivelsen ifølge fig. 1 dog med vinger, som er drejet ud i forstyrrelsesstilling, og derpå virkende luftkræfter,
- fig. 4 i formindsket gengivelse en del af det afviklede vinge-hjulnav med fire viste vinger, at hvilke hveranden er
20 drejet til forstyrrelsesmodstilling i forhold til de øvrige vinger,
- fig. 5 en radial gengivelse af en del af det afviklede ventilatorhjulnav med en i snit gengivet vinge, som kan dreje omkring en længdeakse, som befinder sig i den første
25 fjerdedel af vingedybden, og derpå virkende luftkræfter i normal driftsstilling,
- fig. 6 gengivelsen ifølge fig. 5 dog med vinger drejet ud til forstyrrelsesstilling og derpå virkende luftkræfter,
- fig. 7 i formindsket gengivelse en del af det afviklede ventilatorhjulnav med fire i driftsstilling viste vinger, som
30 hver er drejelig omkring en længdeakse i den første fjerdedel af vingedybden,
- fig. 8 samme del af ventilatorhjulnavet som i fig. 7 dog med vinger, som er drejet ud i forstyrrelsesstilling.

- 4 -

Ved det på fig. 1 - 4 gengivne udførelseseksempel er skiftevis hveranden vinge 2 udformet som automatisk svingelig vinge 3, medens de øvrige vinger 2 er fast anbragt ved omkredsen af ventilatorhjulnavet 1. Fig. 4 viser i et detailudsnit af et afviklet ventilatorhjulnav 1 to ved omkredsen af dette ventilatorhjulnav fast anbragte vinger 2 og to om deres længdeakse 31 svingelige vinger 30. De svingelige vinger 3 er på fig. 4 indtegnet i forstyrrelsestilfældestillingen, i hvilken de med deres modstrømsender ligger an mod anslag 7. I start- og i normaldriftsstilling er de svingelige vinger 3 drejet således om deres længdeakse 31, at de med deres fra strømmingen vendende ender ligger an mod anslaget 6 og indtager en med de fast anbragte vinger 2 ækvivalent vinge-
 5 stilling. De på de svingelige vinger 3 ifølge opfindelsen fast anbragte centrifugallodder er ikke tegnet ind på fig. 4.

Ved hjælp af figurerne 1 - 3 skal den svingning, som automatisk indstiller sig på grund af de under normal drift eller i forstyrrelsestilfælde virkende luft- og centrifugalkræfter, af de vinger 3, som er lejret svingeligt i deres tyngdepunktakse 31, forklares nærmere:

Til dette formål viser fig. 1 i snit en enkelt vinge 3, som i normal driftsstilling trykkes mod det første anslag 6 med sin bort fra strømmen vendende ende på grund af den antagede omdrejningsretning: n eller indstrømningsretning: L for luften, lejringen i tyngdepunktaksen 31 og den viste modvægt 5.

Med modvægtene 5 kompenseres dels indflydelse fra centrifugalkræfterne, som ellers ville forsøge at dreje den svingelige vinge i lukkestillingen (vingekorden vinkelret på ventilatorhjulaksen), og dels opnås det, at den drejelige vinge også ved start af ventilatorhjulet trykkes med et veldifineret tryk mod anslaget 6. I overensstemmelse med den foreliggende opfindelse er modvægtene derfor anbragt i kvadranten i et koordinatsystem hvis origo i fig. 1 ligger i tyngdepunktet for længdeaksen 31, og hvis abscisse x er rettet i omdrejningsretningen n for ventilatorhjulet eller hvis ordinat y er rettet i retningen L for luftstrømmingen.

På fig. 1 er der yderligere indtegnet den ved normal ventilatordrift på vingen 3 angribende, resulterende luftkraft F_1 , som fremkommer af den indtegnede hastighedstrekant med de antagede hastigheder: gen-
 35

- 5 -

nemgangshastighed c_m , omkredshastighed u samt relativ- eller indstrømningshastigheden w (ved udeladelse af den bag ventilatorhjulet tilstedeværende hvirvelkomponent) i det vingefaste koordinatsystem.

Ved forekomsten eller gennemgangen af en antaget defineret trykbølge (belastningstilfælde: "ydre eksplosion") forøges gennemgangs- eller meridianhastigheden c_m pludseligt - som antydnet på fig. 2 - fx. med det tidobbelte til en værdi c_m' . Som følge deraf forøges også relativ- eller indstrømningshastigheden w_4 til w' , medens hastighedskomponenten u for omkredshastigheden kun ændrer sig lidt. Denne overgang fra pumpe-
 10 drift til en turbinedrift under bibeholdelse af omdrejningsretningen er kendetegnet ved et skift i fortegnet for den resulterende luftkraft på vingen, således at luftkraften F_1' i forstyrrelsestilfælde angriber i modsat retning i forhold til luftkraften F_1 under normal driftstilfælde på vingen 3. Fortegnsskiftet for den resulterende luftkraft og den der-
 15 af fremkomne modsat rettede påvirkning for den resulterende luftkraft benyttes nu til at dreje den svingelige vinge 3 fra den normale driftstilling med anlæg ved det første anslag 6 til den på fig. 3 viste forstyrrelsesstilling med anlæg mod det andet anslag 7.

Ved den skiftevis anbringelse af en fast anbragt og en svingeligt
 20 anbragt vinge langs omkredsen af ventilatorhjulnavet 1 fremkommer der derpå den på fig. 4 i afviklingen af en del af ventilatorhjulnavet 1 viste sammenhæng mellem de forskellige vinger 2 eller 3. Ved valget af positionen for anslaget 7 kan der drages omsorg for, at summen af de på vingerne 2, 3 virkende omkredskomponenter af luftkræfterne netop ophæ-
 25 ves eller mindst kun tillader et sådant resulterende drivmoment, at det ikke fører til en skadelig omdrejningstalsforøgelse for ventilatorhjul-
 let.

Fig. 5 - 8 viser en videre udformning af en trykfast aksialventilator, som er udformet ifølge opfindelsen, atter med en antaget omdrejningsretning: n samt indstrømningsretning: L for luften. Yderligere er
 30 samtlige langs omkredsen af ventilatorhjulnavet 1 anbragte vinger 4 lejret svingeligt. Drejningen sker omkring en længdeakse 41 i den første fjerdedel af vingetværsnittet. Hver vinge er atter fast forbundet med en modvægt 5, som er anbragt ifølge fig. 5 eller 6 i det modstrøms-
 35 liggende område for ventilatorhjulnavet 1. Modvægtene 5 er ikke indteg-

- 6 -

nede på den skematiske afvikling af ventilatorhjulnavet 1 ifølge fig. 7 eller fig. 8.

Ligesom ved udførelseseksemplet ifølge fig. 1 - 4 er hver vinge 4 også i det foreliggende udførelseseksempel ifølge fig. 3 - 8 i den normale ventilatordrift med sin bortvendende ende i start- eller driftsstillingen trykket mod et første anslag 8 på grund af samvirkningen mellem luft- og centrifugalkræfter. Hver enkelt vinge vil med den tilstedeværende lejring indstille sig i nulopdriftsretningen, såfremt luftkraften F_2 efter indfaldet af trykbølgen ændrer sit fortegn og angriber vingen ifølge fig. 6. I normaldrift, dvs. før forekomsten af en trykbølge, bevirker luftkraften et anlæg af hver vinge mod dens anslag 8. Det under driften som følge af centrifugalkræfter på vingen virkende uønskede indstillingsmoment kompenseres atter ved hjælp af modvægte 5. Herved er modvægten ifølge opfindelsen atter anbragt i kvadrant III i et koordinatsystem, hvis origo ligger i længdeaksepunktet 41 og hvis abscisse x forløber i omdrejningsretningen n samt hvis ordinat forløber i retningen af luftstrømningen. Modvægten 5 er ifølge opfindelsen dimensioneret således, at dels et vingeanlæg er sikret med et defineret tryk mod anslaget 8 i normaldrift, især i startdrift, og at den relativt lille luftkraft formår at tippe vingen til nulopdriftsstilling i forstyrrelsestilfælde.

Ved fremkomsten af en trykbølge (belastningstilfælde: "ydre eksplosion") mod vingen 4 ændres retningen af relativ- eller indstrømningshastigheden W_0 ifølge fig. 5 til en negativ indstillingsvinkel som w'_∞ ifølge fig. 6. Med fortegnsskiftet for den resulterende luftkraft F_2 ifølge fig. 5 til F_2'' ifølge fig. 6 løftes vingen 4 fra det første anslag 8 og drejes til nulopdriftsretning og således til forstyrrelsestilfældestillingen ifølge fig. 6. Så snart nulopdriftsretningen overskrides, påvirkes vingen af indstillingskræfter, med hvilke den atter drejes tilbage i retning mod en stabil ligevægtsstilling i nærheden af nulopdriftsretningen. I denne ligevægtsstilling forbliver de på vingen virkende kræfter relativt små, således at en skadelig omdrejningstalforøgelse for ventilatorhjulet med sikkerhed kan undgås.

Fig. 7 viser i en delafvikling af ventilatorhjulnavet 1 driftsstillingen for vingen 4 ved den indtegnede antagede omdrejningsretning

- 7 -

n for ventilatorhjulet og indstrømningsretningen L for trykbølgen. Fig. 8 viser den samme afvikling af vingehjulnavet dog med vinger 4, som er drejet om deres respektive omdrejningsakser 41 til nulopdriftsretningen, og ved ubetydelig lejefriktion.

- 8 -

P A T E N T K R A V

1. Ventilator med vinger, der er svingelige om deres længdeakser, under påvirkning af centrifugallodder, til undgåelse af uønskede omdrejningstal, k e n d e t e g n e t ved følgende ejendommeligheder:
- 5 a) en del af vingerne (2), fortrinsvis halvdelen, er fast anbragt på ventilatorhjulet, og de øvrige vinger (3) er lejret frit svingeligt om deres tyngdepunktakse (31),
- b) de svingelige vinger (3) samvirker med et første anslag (6), der
10 svarer til normal driftsstilling, og et andet anslag (7), mod hvilket vingerne (3) i tilfælde af påvirkning af luftkræfter forfra ligger an i modstilling til de første vinger (2),
- c) hver af de svingelige vinger (3) er ved opstrømssiden fast forbundet med en kontravægt (5),
- 15 d) de svingelige vinger (3) holdes ved lave startomdrejningstal udelukkende ved kontravægten (5) og ved normalt driftsomedrejningstal også ved hjælp af luftkræfterne i en til stillingen af de faste vinger (2) ækvivalent driftsstilling (fig. 1 - 4).
- 20 2. Ventilator ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at skiftevis hver anden vinge er udformet som automatisk svingelig vinge (3).
3. Ventilator med vinger, der er svingelige om deres længdeakser, under påvirkning af centrifugallodder, til undgåelse af uønskede omdrejningstal, samt mindst ét anslag, som begrænser startstillingen for vingerne, k e n d e t e g n e t ved følgende ejendommeligheder:
- 25 a) længdeaksen (41) på den svingelige vinge ligger i den første fjerdedel af dens vingedybde,
- b) de svingelige vinger (4) er ved opstrømssiden fast forbundet med
30 en modvægt (5),
- c) De svingelige vinger (4) trykkes under normal ventilatordrift mod anslaget (8) og svinges i forstyrrelsestilfælde til deres nulopdriftsretning (fig. 5 - 8).

- 9 -

4. Ventilator ifølge ethvert af kravene 1 - 3, k e n d e t e g n e t ved, at samtlige, ved omkredsen af ventilatorhjulnavet (1) anbragte vinger i deres aerodynamiske del har den samme konstruktionsform.

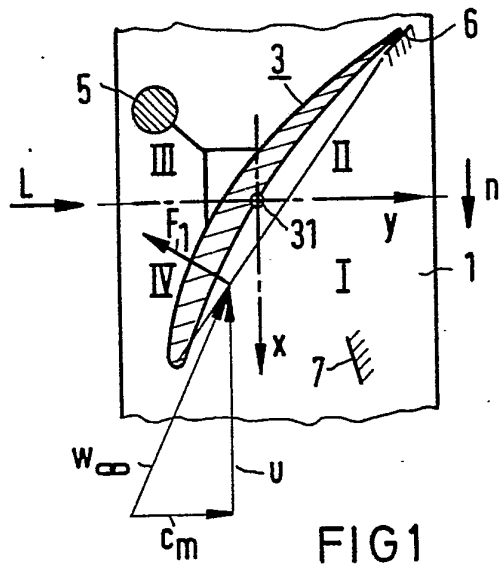


FIG 1

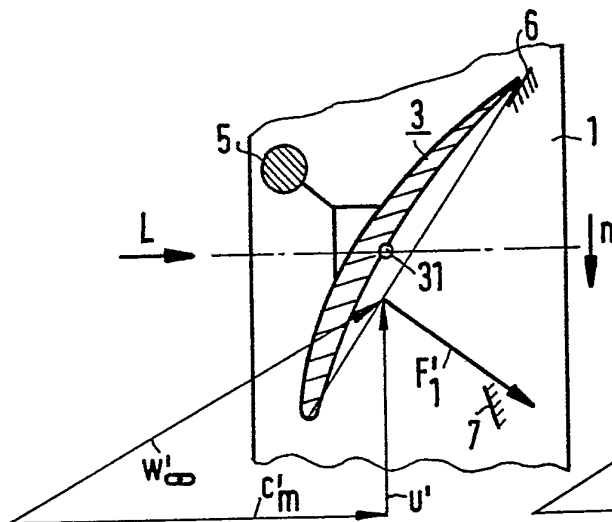


FIG2

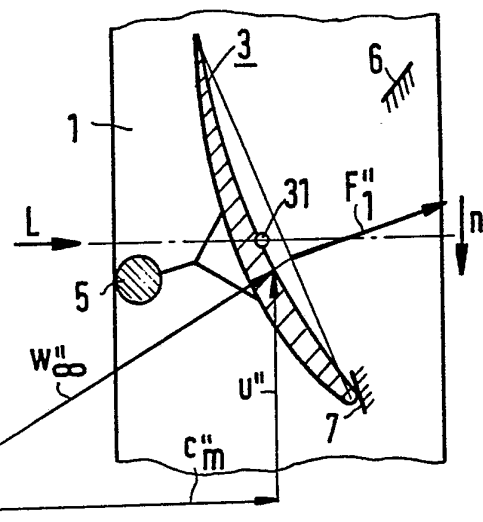


FIG 3

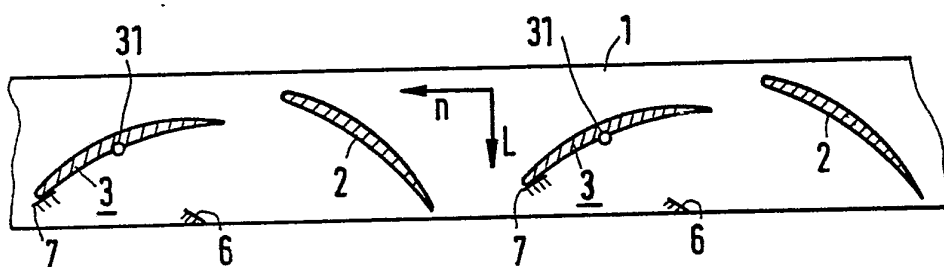


FIG 4

