

Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte og en anordning for drift av en asynkron motor.

Nyere studier i Japan, USA og Europa har vist at motorkonstruksjoner med regulerbar omdreiningshastighet oppviser til dels betydelige fordeler i forhold til anlegg med fast omdreiningshastighet. Dette gjelder spesielt for motorkonstruksjoner i vannkraftanlegg med varierende fallhøyde, ved hvilke virkningsgraden kan optimeres ved hjelp av innstilling av omdreiningshastighet såvel i generator som i pumpeverk.

I vannkraftanlegg med motorkonstruksjoner med regulerbar omdreiningshastighet blir motorene forbundet med nettet via statiske frekvenstilpassere. Derigjennom skilles nettfrekvens og motorfrekvens fra hverandre.

Fra artikkelen "Static Frequency Converters for Adjustable Speed Sets" av O. Warneke, International Water Power & Dam Construction, juni 1995, sidene 36-38 er det kjent at en av de vanligste tilpasser-motor-varianter i området midlere og større belastning, dvs. fra ca. 6 MW til flere hundre MW, er en dobbeltmatet asynkronmotor med variabel omdreiningshastighet og direkte tilpasserenhet. Dette anlegget kan drives både i motor- og i generatordrift, begge deler med innstillbar omdreiningshastighet. Derved må den også kunne startes fra stillstand til motordrift. Dessuten kan det bremses ned såvel fra motor- som fra generatordrift til stillstand.

I utførelsen "Die Induktionsmaschinen" av R. Richter, Verlag Birkhäuser, Basel/Stuttgart (1954), bind IV, er det blant annet vist fremgangsmåter for drift av motorer ved hvilke motorene optimeres for dobbel synkron varig drift.

Ved en første fremgangsmåte blir stator- og rotorviklingene til asynkronmotoren med variabel omdreiningshastighet koblet i serie og forsynt fra direktefrekvensomformerenheten. Her må ytterligere effektkoblinger innsettes med betydelig kostnadsforbruk.

I en andre fremgangsmåte blir stator- og rotorviklingene til asynkronmotoren med variabel omdreiningshastighet parallellkoblet. Da forholdet mellom stator- og rotorstrøm avgjøres av deres impedans og asynkronmotoren er optimert for nettdrift, dvs. at det ikke er utført noen optimering med hensyn til oppstart og nedbremsing, resulterer dette i et tilstrekkelig dreiemoment.

Lignende fremgangsmåter er kjent fra EP 0 200 082 og artikkelen "A High Performance Parameter-Insentive Drive Using a Series-Connected Wound Rotor Induction Motor" av Edward Ho og Paresh Sen, IEEE Transaction on Industry Applications, 1989, hefte 6, sidene 1132-1138.

- 5 Videre er også asynkron-sleperingmotorer med i hvert tilfelle én direkte frekvensomformer i stator- og rotorkretsen for oppstart og nedbremsing kjent fra det tyske utlegningsskrift 2 150 531, US patentet 4 132 931 og artikkelen "The Double-Fed Induction Motor", av D. Lecocq, D. Lataire og W. Wymeersch, EPE Journal, vol.1, hefte 2, 1991, sidene 103-112.
- 10 De kjente fremgangsmåter ved optimering av motoren for langtidsdrift med direkte frekvensomformerer viser seg å være forbundet med problemer når det skal igangsettes og nedbremses etter dobbeltsynkron metode.

- Vanligvis vil det for oppstart av asynkronmotorer med variabel omdreiningshastighet innsettes startmotorer eller -turbiner, koblinger for delspenningsstart eller spesielle startfrekvensomformere med mellomkrets-
- 15 frekvensomformere. Dette medfører en stor apparatoppbygning og store kostnader.

- Oppfinnelsen har som oppgave å angi en fremgangsmåte for drift av en asynkronmotor som angitt i det selvstendige krav 1, og ved hvilken det for
- 20 optimering av oppstart kun kreves begrenset med tilleggsapparater og kostnader. I tillegg skal det beskrives en innretning for gjennomføring av fremgangsmåten som angitt i det selvstendige krav 3.

- Den førstnevnte oppgave løses ifølge oppfinnelsen ved en fremgangsmåte for drift av en asynkronmotor, hvis rotor og stator ved oppstart styres av en
- 25 første henholdsvis en andre direktefrekvensomformerer, hvorved den andre direktefrekvensomformerer etter oppstart skilles fra statoren og kobles parallelt med første direktefrekvensomformerer ved rotoren.

- Den andre oppgave løses ifølge oppfinnelsen ved hjelp av en innretning for drift av en asynkronmotor ved hvilken det for oppstart er anordnet til rotoren
- 30 og til statoren en første henholdsvis en andre direktefrekvensomformerer.

Dermed virkeliggjøres en styring av rotor og stator som er tilpasset de forskjellige behov ved oppstart og ved nettdrift. For oppstartingsprosessen for asynkronmotoren med variabel omdreiningshastighet kan det benyttes en

direktefrekvensomformererenhet som allerede er for hånden for dimensjonering for nettdrift. For dette formål drives den simpelthen på modifisert måte, dvs. den deles opp i to direktefrekvensomformerenheter. Det innsettes ingen spesielle startmotorer eller -turbiner, koblinger for delspenningsstart eller

5 spesielle startfrekvensomformere med mellomkretsfrekvensomformere.

Dette gir en innsparingseffekt på apparatoppbyggingen og på kostnadene. Dessuten fører det ikke til ytterligere plassbehov. Med enkle apparater, og uten kostbare brytere, kan nettdriften igangsettes etter avslutning av oppstarten av asynkronmotoren ved hjelp av omkobling.

- 10 Antallet av transformatorer og direktefrekvensomformere, som sammensettes av den første og den andre direktefrekvensomformererenhet, er avhengig av utvekslingsforholdet, dvs. forholdet mellom viklingstallene w_s og w_L for stator henholdsvis rotor, på asynkronmotoren med variabel omdreinings-hastighet.
- 15 Fortrinnsvis styres statorstrømmen I_s henholdsvis rotorstrømmen I_L med den første og den andre direktefrekvensomformererenheten etter forholdet

$$I_s w_s / I_L w_L = 1,$$

- 20 med forhåndsgitte viklingstall w_s og w_L for stator henholdsvis rotor. Optimeres statorstrømmen I_s og rotorstrømmen I_L i dette forholdet oppnår man et tilstrekkelig dreiemoment og en myk oppstart fra stillstand i løpet av den tid som kreves av brukeren. Nedbremsing følger med samme kobling med tilsvarende styring av begge direktefrekvensomformerenheter slik at
- 25 bremsemomentet kan innstilles fritt tilsvarende de driftsmessige krav. Den første og andre direktefrekvensomformererenhet er derfor individuelt tilpasset utvekslingsforholdet til asynkronmotoren med variabel omdreiningshastighet.

Spesielt er en første bryter for å koble fra den andre direktefrekvensomformererenhet koblet foran statoren.

- 30 I en ytterligere fordelaktig utforming er en andre bryter for parallellkobling av første og andre direktefrekvensomformerenheter anordnet ved rotoren.

For ytterligere forklaring av oppfinnelsen vil det vises til utførelseseksemplet på tegningen, hvor den eneste figur skjematisk viser en innretning for drift av en asynkron motor.

5 Ifølge figuren er en direktefrekvensomformerenhets 8 oppdelt i en første og en andre direkteomformerenhets 14 henholdsvis 16.

Direktefrekvensomformerenhets 8 omfatter omformertrafo 10 og direktefrekvensomformer 12 koblet i serie.

10 For oppstart og/eller nedbremsing av en asynkronmotor 2 benyttes direktefrekvensomformerenhets 8, som allerede er for hånden for dimensjonering til nettdrift. Den drives ganske enkelt på modifisert måte, dvs. den oppdeles her i to direktefrekvensomformerenheter 14 og 16. Det innsettes ingen spesielle oppstartingsmotorer eller -turbiner, koblinger for delspenningsoppstart eller spesielle oppstartsfrekvensomformere med mellomkretsfrekvensomformer. Dette har en innsparingseffekt på
15 apparatoppbygningen og på kostnadene.

Over en nettilkoblingsledning 28 med en første nettbryter 30 forsynes dreiestrømmen direkte fra nettet til første og andre direktefrekvensomformerenheter 14 henholdsvis 16. Alternativt kan dreiestrømmen også forsynes via en nettransformator.

20 Den første direktefrekvensomformerenhets 14 forsyner asynkronmotoren 2 over en ledning 26 i rotoren 6. Den andre direktefrekvensomformerenhets 16 forsyner over en ledning 20 en ledning 32, idet denne er forbundet med statoren 4 på asynkronmotoren 2.

25 På ledningen 20 er det anordnet en første bryter 18. Mellom den andre direktefrekvensomformerenhets 16 og den første bryter 18 er det koblet en ledning 24 som er forbundet til ledningen 26 mellom første direktefrekvensomformerenhets 14 og rotoren 6.

30 På ledningen 24 er det anordnet en bryter 22. Med de to bryterne 18 og 22 kan det gjennomføres en enkel omkobling mellom oppstarting henholdsvis bremsing og nettdrift. Ved nettdrift er første og andre direktefrekvensomformerenhets 14 henholdsvis 16 parallellkoblet med dreiestrømviklingen til rotoren 6 over den andre bryter 22. For oppstart henholdsvis nedbremsing skilles den andre direktefrekvensomformerenhets 16 fra rotoren 6 ved hjelp av

den andre bryter 22 og forbindes med statoren 4 ved hjelp av den første bryter 18. Herved er dreiefeltfrekvensen til statoren 4 og rotoren 6 identisk, hvorved dreiefeltretningene er motsatt rettet.

5 Trefasestrømmen på nettet blir ved nettdrift tilført over en nettransformator 36 og ledningen 32 til statoren 4. Mellom nettransformatoren 36 og statoren 4 er den andre nettbryter 38 anordnet. Ledningen 20 er tilkoblet mellom den andre nettbryter 38 og statoren 4 til ledningen 32.

10 Ved oppstart av asynkronmotoren 2 fra stillstand er den første nettbryter 30 lukket slik at begge direktefrekvensomformerene 14 og 16 kan forsynes med trefasestrøm. Den andre nettbryter 38 er åpnet, dvs. under oppstarten blir asynkronmotoren 2 kun forsynt fra direktefrekvensomformerene 14 og 16. Den første bryter 18 er lukket og den andre bryter 22 er åpen. Som følge av dette blir statoren 4 og rotoren 6 forsynt fra begge henholdsvis første direkte frekvensomformerene 16 henholdsvis 14.

15 Statorstrømmen I_s og rotorstrømmen I_L styres av forholdet

$$I_s w_s / I_L w_L = 1,$$

20 med forhåndsgitte viklingstall w_s og w_L for statoren 4 henholdsvis rotoren 6. Dersom statorstrømmen I_s og rotorstrømmen I_L ut fra dette forholdet optimeres så oppnår man et større dreiemoment og en mykere oppstart fra stillstand.

25 Etter oppstart av asynkronmotoren 2, dvs. for nettdrift, blir den andre direktefrekvensomformerene 16 skilt fra statoren 4 ved hjelp av bryteren 18 og koblet parallelt med den første direktefrekvensomformer 14 ved statoren 6 ved hjelp av den andre bryter 22.

30 For bremsing av asynkronmotoren 2 åpnes nettbryteren 38. Koblingen av første og andre direktefrekvensomformerene 14 henholdsvis 16 tilsvarer den ved oppstart. Styringen av første og andre direktefrekvensomformerene 14 henholdsvis 16 er slik utført at en tilbakemating av den kinetiske energi for asynkronmotoren 2 over nettbryteren 30 til nettet kan gjennomføres.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for drift av en asynkronmotor (2) hvis rotor (6) og stator (4) ved oppstart styres ved hjelp av en første henholdsvis en andre direktefrekvensomformererenhet (14, henholdsvis 16),
5 k a r a k t e r i s e r t v e d at etter oppstart den andre direktefrekvensomformererenhet (16) frakobles fra statoren (4) og kobles parallelt med den første direktefrekvensomformererenhet (14) ved rotoren (6).
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at statorstrømmen I_s henholdsvis rotorstrømmen
10 I_L styres ved hjelp av den første og den andre direktefrekvensomformerenheter (14 og 16) ut fra forholdet
$$I_s w_s / I_L w_L = 1,$$

15 med forhåndsgitt viklingstall w_s og w_L for statoren (4) og henholdsvis rotoren (6).
3. Innretning for drift av en asynkronmotor (2), hvor for oppstart av motorens rotor (6) og stator (4) er anordnet en første henholdsvis en andre direktefrekvensomformererenhet (14, henholdsvis 16),
20 k a r a k t e r i s e r t v e d at en første bryter (18) for frakobling av den andre direktefrekvensomformererenhet (16), er koblet foran statoren (4), og en andre bryter (22) for parallellkobling av den første og den andre direktefrekvensomformerenheter (14, 16) er anordnet ved rotoren (6).

