

19



Octrooiraad  
Nederland

11 Publikatienummer: **9101065**

12 **A TERINZAGELEGGING**

21 Aanvraagnummer: **9101065**

51 Int.Cl.<sup>5</sup>:  
**H02J 3/46**

22 Indieningsdatum: **20.06.91**

43 Ter inzage gelegd:  
**18.01.93 I.E. 93/02**

71 Aanvrager(s):  
**Holec Systemen en Componenten B.V. te Hengelo (O.)**

72 Uitvinder(s):  
**Koos Bouwknecht te Hengelo**

74 Gemachtigde:  
**Ir. L.C. de Bruijn c.s.  
Nederlandsch Octroobureau  
Scheveningseweg 82  
2517 KZ 's-Gravenhage**

54 **Inrichting voor het lastdelend parallel schakelen van wisselspanningsbronnen**

57 Een inrichting voor het lastdelend parallel schakelen van wisselspanningsbronnen op een parallelrail. Elke wisselspanningsbron is voorzien van een amplitude- en frequentieregelinrichting en een stuurschakeling voor het opwekken van regelgrootheden en het toevoeren daarvan aan de amplitude- en frequentieregelinrichting. De stuurschakeling is voorzien van middelen voor het bepalen van het actieve en reactieve verschilvermogen dat de betreffende wisselspanningsbron meer of minder levert dan een daaraan toegevoegd deel van het totaal aan de parallelrail te leveren actieve respectievelijk reactieve vermogen. Deze middelen leiden uit het actieve verschilvermogen een frequentie-afhankelijke frequentieregelgrootte, alsmede uit het reactieve verschilvermogen een frequentie-afhankelijke amplituderegelgrootte af. De frequentieregelgrootte wordt toegevoerd aan het frequentieregelgedeelte en de amplituderegelgrootte aan het amplituderegelgedeelte van de amplitude- en frequentieregelinrichting. Door deze regelwijze worden zowel het actieve als reactieve vermogen naar rato verdeeld over de wisselspanningsbronnen, ook al zouden deze verschillende regelstrategieën hebben (sommige synchroniseren, andere niet), zonder dat de bronnen elkaars regelstrategie kennen.

NL A 9101065

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Inrichting voor het lastdelend parallel schakelen van wisselspanningsbronnen.

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het lastdelend parallel schakelen van wisselspanningsbronnen op een parallelrail, waarbij elke wisselspanningsbron is voorzien van een amplitude- en frequentieregelinrichting en een stuurschakeling voor het opwekken van regelgrootheden en het toevoeren daarvan aan de amplitude- en frequentieregelinrichting. Een dergelijke inrichting is bekend uit de Europese octrooiaanvraag 0014415.

In toenemende mate wordt parallelbedrijf van wisselspanningsbronnen toegepast om het geïnstalleerde vermogen van een stelsel achteraf uit te breiden, of om de betrouwbaarheid van een stelsel te verhogen. De wisselspanningsbronnen kunnen bestaan uit UPS systemen, windmolens, wisselrichters, diesel-generatorsets enz. De bronnen kunnen enkel- of meerfasig zijn.

Het verdient dikwijls de voorkeur het aantal wisselspanningsbronnen parallel te laten werken op een parallelrail. Bij uitval van een van de wisselspanningsbronnen ondervinden de overige bronnen slechts een kleine laststap. De bronnen werken in het normale geval niet volbelast en de totale last is bij voorkeur niet hoger dan door  $N-1$  bronnen kan worden geleverd. Slechts in dit geval is de betrouwbaarheid van het stelsel hoger dan die der samenstellende bronnen.

Bij lastdelend parallelbedrijf moeten bij  $N$  wisselspanningsbronnen de uitgangsfrequentie, fase en amplitude van elke bron zodanig worden geregeld, dat elk het  $1/N$  deel van de totale uitgangsstroom levert, of meer algemeen een deel in evenredigheid met zijn type vermogen.

Op basis van de totaal aan de parallelrail te leveren stroom, de door een wisselspanningsbron geleverde stroom en de daardoor geleverde spanning wordt bij de bekende inrichting in elke wisselspanningsbron een vervangingsregelgrootheid opgewekt, die gelijk is aan de spanning van de betreffende wisselspanningsbron vermeerderd met de inwendige impedantie van de wisselspanningsbron maal een verschilstroom die gelijk is aan het verschil van een aan de betreffende wisselspanningsbron toegevoegd deel van de totaal aan de

parallelrail te leveren stroom en die door de wisselspanningsbron geleverde actuele stroom. Het toegevoegde deel kan bij N gelijke wisselspanningsbronnen gelijk zijn aan  $1/N$  x de totale uitgangsstroom of een deel van deze uitgangsstroom in evenredigheid met het type vermogen van de wisselspanningsbron.

De vervangingsregelgrootheid wordt toegevoerd aan zowel de frequentieregeltak als de amplituderegeltak van de amplitude- en frequentieregelinrichting van de wisselspanningsbron.

De parallel geschakelde wisselspanningsbronnen werken als een meester/slaaf systeem. Het nadeel hiervan is dat onderlinge verbindingen nodig zijn om te bepalen en om aan de andere wisselspanningsbronnen mede te delen wie de meester is.

Bij een correct werkend net synchroniseren alle wisselspanningsbronnen op het net. Valt dit net echter uit of is de netfrequentie niet acceptabel, dan moet er één (die met de hoogste prioriteit) op een vaste frequentie regelen, terwijl de resterende wisselspanningsbronnen zich synchroniseren op de parallelrail. Als nadeel wordt ondervonden, dat bij het bekende systeem hetzij een netuitvalsdetectie in de meester vereist is (centrale detectie) met distributie van deze beslissing, hetzij decentrale netuitvalsdetectie nodig is met het risico dat de een het net nog juist wel en een andere dit juist niet meer accepteert als frequentiebron.

Zeker als betrouwbaarheid de doelstelling is streeft men naar zo min mogelijk verbindingen, zo min mogelijk gemeenschappelijke componenten in het systeem en liefst identieke bronnen.

Indien het openbaar net als reserve dient voor het stelsel, dan dient het stelsel zolang mogelijk aan dat net gesynchroniseerd te blijven, zodat de belasting in deel of geheel onderbrekingsvrij naar dat net kan worden teruggeschakeld.

De uitvinding heeft ten doel te voorzien in een inrichting van de in de aanhef genoemde soort, waarbij de hierboven genoemde bezwaren worden vermeden en tegemoet wordt gekomen aan het genoemde streven.

Dit doel wordt volgens de uitvinding bereikt, doordat de stuurschakeling is voorzien van middelen voor het bepalen van het actieve en reactieve verschilvermogen dat de betreffende wisselspanningsbron meer of minder levert dan een daaraan toegevoegd deel van het totaal aan de parallelrail te leveren actieve respectievelijk reactieve vermogen en het uit het actieve verschilvermogen afleiden

9101065

van een voor de frequentieregeling te gebruiken frequentie-afhankelijke frequentieregelgrootte, alsmede het uit het reactieve verschilvermogen afleiden van een voor de amplituderegeling te gebruiken amplituderegelgrootte.

5 De wisselspanningsbronnen kunnen hierbij elk al dan niet aan het net synchroniseren, zonder dat van elkaar te weten, terwijl toch de totale belasting redelijk wordt verdeeld over de wisselspanningsbronnen bij voorkeur naar elks nominale vermogen. Er is dan ook geen meester-slaaf relatie en geen onderlinge doorverbindingen zijn meer  
10 nodig.

Door toepassing van de actieve en reactieve verschilvermogens als basis voor de regeling wordt bereikt, dat een gemeenschappelijke uitgangsamplitude ontstaat die gelijk is aan het gemiddelde van de vaste amplitude-wenswaarden en dat een eventueel toelaatbare  
15 netspanning synchroon wordt gevolgd, indien deze door tenminste één bron acceptabel wordt geacht. Indien de netfrequentie door geen enkele bron binnen tevoren gegeven grenzen wordt bevonden, dan wordt de gemeenschappelijke uitgangsfrequentie van de parallelschakeling van de wisselspanningsbronnen gelijk aan het gemiddelde van de  
20 frequentiewenswaarden, waarbij elke bron zelfstanding kan bepalen de netfrequentie al dan niet synchroon te volgen, en waarbij de individuele keuze daarvan niet aan de andere bronnen bekend hoeft te zijn.

Er is slechts één hulpdoorverbinding nodig, namelijk voor het  
25 bepalen van de totale stroom.

Bij voorkeur is de frequentie-afhankelijkheid van de frequentieregelgrootte in het regelgebied van de eerste orde. Dit wordt op eenvoudige wijze verkregen door toepassing van een  
integrator.

30 De regelgrootheden kunnen als enige stuursignalen aan de amplitude- en frequentieregelinrichting worden toegevoerd of worden afgetrokken van de amplitude- respectievelijk frequentiewenswaarden die in de amplitude- en frequentieregelinrichting worden gebruikt.

Bij een uitvoeringsvorm van de uitvinding heeft de integrator  
35 waaraan het actieve verschilvermogen worden toegevoerd, één eindige laagfrequente versterking, ook wel lek genoemd. Hierdoor wordt bereikt, dat bij kleine meetwaardebepalingsfouten van het actieve verschilvermogen, een totaal weglopen van de frequentie wordt vermeden wanneer de wisselspanningsbronnen niet meer op het net

synchroniseren.

Bij een andere uitvoeringsvorm wordt bij synchronisatie op het net in de frequentieregelketen een veranderingssnelheidsbegrenzer, bij voorkeur met voorinstelling toegepast, waardoor wordt bereikt dat na netuitval er voor wordt gezorgd dat de frequentie van de wisselspanningsbron met een constante snelheid naar de nominale frequentie van bijvoorbeeld 50 Hz toeloopt.

Verdere uitvoeringsvormen zijn beschreven in bijgaande volgconclusies.

De uitvinding zal hierna nader worden toegelicht aan de hand van de tekeningen. In de tekeningen tonen:

Fig. 1 een principe schema van een inrichting volgens de uitvinding; Fig. 2 een schema van een bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm van de inrichting volgens de uitvinding.

In figuur 1 is als voorbeeld een principe schema van een parallel schakeling van wisselspanningsbronnen W1, W2 en W3 met de daarbij behorende en daarmee in serie geschakelde smoorspoelen L1, L2 en L3 op een parallelrail weergegeven. Onder wisselspanningsbron wordt o.a. verstaan UPS systemen, windmolens, wisselrichters en diesel-generatorstellen. De serie smoorspoelen vertegenwoordigen deels of in geheel de hoofdzakelijk inductieve bronimpedantie van de wisselspanningsbronnen.

Bij de geïllustreerde parallel schakeling wordt het principe van individuele sturing van de wisselspanningsbronnen toegepast, waarbij het totaal te leveren vermogen wordt verdeeld over het aantal wisselspanningsbronnen. Het eenvoudigste geval doet zich voor wanneer de wisselspanningsbronnen een gelijk nominaal vermogen hebben, zodat elke wisselspanningsbron een vermogen levert dat gelijk is aan het totaal te leveren vermogen gedeeld door het aantal bronnen. Uiteraard hoeven de nominale vermogens niet onderling gelijk te zijn, waarbij dan de lastdeling plaats kan vinden naar evenredigheid van de nominale vermogens.

De totaal aan de last B toegevoerde stroom wordt gemeten door middel van een stroomtransformator Tt, waarbij aan de aftrek-inrichtingen A1, A2 en A3 een signaal wordt afgegeven, dat bij toepassing van N wisselspanningsbronnen met gelijk nominaal vermogen gelijk is aan de totaal geleverde stroom gedeeld door N. Aan de andere ingang van de aftrekinrichtingen A1, A2 en A3 wordt de door de betreffende wisselspanningsbron geleverde stroom toegevoerd,

9101065

welke door middel van de respectieve stroomtransformatoren T1, T2 of T3 wordt gemeten. De stroommetingen kunnen 1- of 3-fasig worden uitgevoerd. Wanneer de wisselspanningsbronnen niet hetzelfde nominaal vermogen hebben, dan worden de van de totaal geleverde stroom afgeleide signalen zodanig bewerkt, dat deze zich onderling 5 verhouden als de type vermogens van de wisselspanningsbronnen.

Door de aftrekbewerking in de inrichtingen A1, A2 en A3 ontstaat het signaal  $\Delta I$ , dat bij een ideale stroomverdeling 0 is.

De individuele sturing van de wisselspanningsbronnen is volgens de uitvinding zodanig uitgevoerd, dat de bronnen elk al dan 10 niet op het net kunnen synchroniseren, zonder dat van elkaar te weten, terwijl toch de totale belasting redelijk over de bronnen wordt verdeeld naar het nominale vermogen van elke bron. Er is dan ook geen meester-slaaf relatie en er zijn geen onderlinge doorver- 15 bindingen meer nodig.

De lastdeling is gebaseerd op de bepaling per wisselspanningsbron van het actieve en het reactieve vermogen  $\Delta P$  respectievelijk  $\Delta Q$ , dat die bron meer of minder levert dan een evenredig deel van het totaal te leveren actieve respectievelijk reactieve 20 vermogen. Deze bepaling vindt plaats in de schakelingen C1, C2 en C3, door bijvoorbeeld de momentane waarden van  $\Delta I$  met de gemeenschappelijke, en lokaal meetbare uitgangsspanning, respectievelijk over  $90^\circ$  gedraaide uitgangsspanning, te vermenigvuldigen en vervolgens te filteren. In de ideale situatie zijn  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  gelijk aan 25 0. In de genoemde schakelingen C1, C2 en C3 wordt tevens een frequentie-afhankelijke bewerking op de signalen  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  uitgevoerd alvorens deze worden gebruikt voor de besturing van de frequentie respectievelijk amplitude van de betreffende wisselspanningsbron. De regelgrootheden  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  kunnen als enige stuursig- 30 nalen worden gebruikt of bij een alternatieve uitvoeringsvorm worden afgetrokken van de respectieve wenswaarden van de amplitude- en frequentieregeling. Door de hierboven beschreven regelingen ontstaat een gemeenschappelijke uitgangsamplitude die gelijk is aan het gemiddelde der vaste amplitude-wenswaarden, waarbij een eventueel 35 aanwezige netspanning synchroon wordt gevolgd indien deze door tenminste één bron acceptabel wordt geacht. Indien de netspanning niet acceptabel is wordt de gemeenschappelijke uitgangsfrequentie gelijk aan het gemiddelde van de frequentiewenswaarden. De toestand "al dan niet gesynchroniseerd" behoeven de bronnen niet van elkaar

te weten, terwijl toch in beide gevallen de totale last zo goed mogelijk evenredig aan de nominale vermogens van de bronnen wordt verdeeld. Er zijn geen andere hulpdoorverbindingen nodig dan voor een somstroombetaling.

5 De bepaling van de frequentie-afhankelijke regelgrootheden  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  worden door middel van de schakelingen C1, C2 en C3 afgeleid van de daaraan toegevoerde uitgangsspanning V van de wisselspanningsbron en het stuursignaal  $\Delta I$ . Uiteraard kunnen de frequentie-afhankelijke regelgrootheden  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  op een afwijkende wijze worden opgewekt.

10 De frequentie-afhankelijkheid van de frequentieregelgrootheid is bij voorkeur van de eerste orde in het regelgebied. De genoemde frequentie-afhankelijkheid kan op zeer eenvoudige wijze worden verkregen door toepassing van een integrator.

15 In figuur 2 is een schakelschema van een bij voorkeur toe te passen uitvoeringsvorm van de uitvinding voor een van de parallel-geschakelde wisselspanningsbronnen getoond.

De volgende signalen worden 1- of 3-fasig gemeten en aan de inrichting toegevoerd:

20 Un: de netspanning  
Us: de spanning op de parallelrail (somspanning)  
Is/N: de totale laststroom gedeeld door het aantal meewerkende bronnen (de factor 1/N kan in evenredigheid aan de nominale vermogens van de parallel geschakelde wisselspanningsbronnen worden gekozen)

25 Iw: de uitgangsstroom van de wisselspanningsbron  
Uw: de uitgangsspanning van de wisselspanningsbron. Zodra een bron aan de rail is gekoppeld (als hij meedoet) dan is  $U_w = U_s$ .

30 De schakelaars S1 .... S6 in figuur 2 zijn benoemd met een L en een H stand. In de normale bedrijfsstand staan alle schakelaars in de stand L. Van geen der schakelaars hoeft de gekozen stand bij de andere bronnen bekend te zijn.

De functies zijn:

35 S1 L = synchroniseren op het net  
H = synchroniseren op de parallel rail (kortstondige toestand alvorens de bron parallel aan de rail wordt geschakeld)  
S3 L = lastdelend bedrijf (bron probeert als stroom een evenredig deel van de totale stroom te leveren)

9 1 0 1 0 6 5

H = onbelast bedrijf (bron probeert nul stroom te maken in een overigens geheel aangesloten en in bedrijf zijnd systeem, bijvoorbeeld als het openbaar net een der bronnen is).

5 S4 L = Amplitude wordt zodanig geregeld, dat  $|U_w|$  gelijk aan een referentie wordt gemaakt, met een kleine correctie op basis van  $dQ$ .

H = Amplitude wordt zodanig geregeld, dat  $dQ$  nul gemaakt wordt, bijvoorbeeld als het openbaar net een van de bronnen is.

10 S5 L = De bronfrequentie volgt een andere frequentie synchroon  
H = De bronfrequentie is vast, en volgt geen andere frequentie. Dit gebeurt bijvoorbeeld tijdens een netuitval.

15 S6 L = De amplitude van de bron wordt naar een wenswaarde geregeld.

H = De amplitude van de bronspanning wordt naar nul geregeld. Dit is een buiten bedrijf of opstart situatie.

20 De schakelaarstanden S1, S5 en S6 worden per bron individueel bepaald. De schakelaarstanden S3 en S4 zijn gewoonlijk gelijk, en worden H gestuurd indien een zeer harde, niet volgens dit systeem bestuurbare bron deel uitmaakt van het stelsel, zoals het openbaar net. Deze aanwezigheid moet aan alle bronnen bekend zijn, en vereist daarmee een extra onderlinge doorverbinding.

25 Eenvoudigheidshalve zijn gelijke nominale vermogens verondersteld. Het uit de totale laststroom of somstroom afgeleide signaal  $I_s/N$  wordt aan de schakelaar S3 toegevoerd, die in de stand L dit signaal toevoert aan een ingang van de aftrekinrichting A. Aan de andere ingang van deze aftrekinrichting A wordt het signaal  $I_w$  toegevoerd. Op de uitgang van de aftrekinrichting A verschijnt een  
30 signaal  $\Delta I$  evenredig met de stroom die de betreffende wisselspanningsbron meer of minder levert dan een daaraan toegevoegd deel van de totaal op dat moment aan een parallelrail geleverde stroom, op welke rail de wisselspanningsbronnen parallel zijn geschakeld. Dit  
35 signaal  $\Delta I$  wordt toegevoerd aan een eerste ingang van de vermenigvuldigers 6 en 9. Aan de tweede ingang van de vermenigvuldiger 6 wordt het signaal  $U_w$  toegevoerd, terwijl aan de corresponderende ingang van de vermenigvuldiger 9 het genoemde signaal na een fasedraaiing van  $90^\circ$  wordt toegevoerd. Hierbij wordt het signaal  $\Delta I$



met de uitgangsspanning van de wisselspanningsbron vermenigvuldigd  
 waardoor een signaal  $\Delta P$  ontstaat, dat evenredig is met het actieve  
 verschilvermogen dat de betreffende wisselspanningsbron meer of  
 minder levert dan een daaraan toegevoegd deel van het totaal aan de  
 5 parallelrail geleverde actieve vermogen. Door vermenigvuldiging van  
 het genoemde signaal  $\Delta I$  met de over  $90^\circ$  gedraaide uitgangsspanning  
 ontstaat het signaal  $\Delta Q$ , dat evenredig is aan het reactieve  
 verschilvermogen dat de betreffende wisselspanningsbron meer of  
 minder levert dan een daaraan toegevoegd deel van het totaal aan de  
 10 parallelrail te leveren reactieve vermogen. De vermenigvuldiger kan  
 zowel een geïntegreerde schakeling zijn als een versterker van  $\Delta I$   
 met versterking +1 indien de betreffende fase-nulspanning positief  
 is of -1 indien deze negatief is. De bepaling van het signaal  $\Delta I$  en  
 de daarop gebaseerde bepaling van de signalen  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  worden in  
 15 elke wisselspanningsbron uitgevoerd, waarbij de benodigde spanning  
 van de wisselspanningsbron in elke bron beschikbaar is. Het is  
 duidelijk dat voor de genoemde bepalingen geen extra doorverbindingen  
 nodig zijn. Bij voorkeur worden de signalen  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  door  
 laagdoorlaatfilters 14 en 15 geleid om de rimpel die bij de  
 20 vermenigvuldiging ontstaat weg te filteren.

Bovendien wordt het signaal  $U_w$  toegevoerd aan een omvormer  
 01, die de sinusvorm omzet in een blok of andere golfvorm, waarmee  
 een vast punt in de sinusgolf gemarkeerd wordt ten behoeve van  
 synchronisatie. Afhankelijk van de stand van de schakelaar  $S_1$  wordt  
 25 hetzij de netspanning  $U_n$  of de somspanning  $U_s$  aan een dergelijke  
 omvormer 02 toegevoerd. De uitgangssignalen van de omvormers 01 en  
 02 worden toegevoerd aan de ingangen van een fasevergelijker 1,  
 waarvan de uitgang is aangesloten op de ingang van een faseregelaar  
 2. De uitgang van de faseregelaar 2 die bijvoorbeeld een constante  
 30 versterking kan hebben is aangesloten op de ingang van een begrenzer  
 3. Het uitgangssignaal van de begrenzer 3 wordt toegevoerd aan de  
 optelinrichting 16. Het signaal  $\Delta P$  wordt via de faseregelaar 7 voor  
 een kleine correctie voor lastverdeling toegevoerd aan de andere  
 ingang van de optelinrichting 16. De uitgang van de optelinrichting  
 35 16 wordt in de getekende stand van de schakelaar  $S_5$  doorgeschakeld  
 naar een ingang van de optelinrichting 17. In de andere stand H van  
 de schakelaar  $S_5$  wordt het signaal  $\Delta P$  echter via de integrator 8  
 toegevoerd aan de genoemde ingang van de optelinrichting 17. In de  
 stand L van de schakelaar  $S_5$  wordt het uitgangssignaal van de

omvormer 02 via een veranderingssnelheidbegrenzer 5 aan de andere  
ingang van de optelinrichting 17 toegevoerd. In de stand H wordt de  
ingang van blok 5 verbonden met de referentiegever 4, die bijvoor-  
beeld vast op 50 (Hz) ingesteld is. Het uitgangssignaal van de  
5 optelinrichting 17 wordt voor de frequentiesturing van de wissel-  
spanningsbron gebruikt.

Het signaal voor de amplitudesturing wordt als volgt  
opgewekt. De spanning  $U_w$  van de wisselspanningsbron wordt toegevoerd  
aan de gelijkrichtschakeling G, op de uitgang waarvan een laagdoor-  
10 laatfilter 10 als afvlakschakeling is aangesloten. Het uitgangssig-  
naal  $|U_w|$  van de schakeling 10 dat evenredig is aan de amplitude van  
de spanning van de wisselspanningsbron wordt toegevoerd aan de  
plusingang van de aftrekschakeling 19, terwijl aan de miningang  
daarvan afhankelijk van de schakelaar  $S_6$  en na het doorlopen van de  
15 veranderingssnelheidbegrenzer 11 de wenswaarde uit de referentie-  
gever 12 wordt toegevoerd. Het uitgangssignaal van de aftrekinrich-  
ting 19 wordt via de schakelaar  $S_4$  aan de ene ingang van de  
optelinrichting 18 toegevoerd, terwijl aan de andere ingang het  
signaal  $\Delta Q$  wordt toegevoerd. Het uitgangssignaal van de optelin-  
20 richting 18 wordt toegevoerd aan de integrator 13, waarvan het  
uitgangssignaal voor de amplitudesturing wordt gebruikt.

Elke bron beschikt over een amplituderegelaar en een  
frequentieregelaar. De amplitude wordt gewoonlijk op een vaste  
waarde geregeld, terwijl de frequentie hetzij op een vaste waarde  
25 wordt geregeld, of zodanig dat de bronspanning en bijvoorbeeld het  
openbare net synchroon zijn.

Kenmerkend voor de uitvinding is om een frequentie-afhanke-  
lijke maat van  $\Delta P$  af te trekken van de wenswaarde van de frequen-  
tieregelaar en een mogelijk frequentie-afhankelijke maat van  $\Delta Q$  af  
30 te trekken van de wenswaarde van de amplituderegelaar, dan wel deze  
signalen als enige stuurgroothed voor deze regelaars toe te passen.

De amplitude correctie is in principe frequentie-onafhanke-  
lijk en wel ca. 10% afname als  $\Delta Q$  ongeveer het nominale reactieve  
vermogen van de wisselspanningsbron is.

35 De frequentiecorrectie kan frequentie-onafhankelijk zijn,  
bekend is echter dat deze dan klein moet zijn, bijvoorbeeld 1 Hz als  
 $\Delta P$  ongeveer het nominale actieve vermogen  $P$  van de bron is. Wanneer  
de frequentiecorrectie groter is ontstaan er schommelingen in de  
respectieve  $\Delta P$ 's.

9101065

Bij de inrichting volgens de uitvinding hebben de wisselspanningsbronnen een individuele keuze om op het net te synchroniseren. Indien een wisselspanningsbron synchroniseert op een net dat een frequentie van 49 Hz heeft, terwijl de andere bron niet daarop synchroniseert en dus een wisselspanning met een frequentie van 50 Hz probeert op te wekken, dan zal het uitgewisselde vermogen van deze bron  $P_n$  bedragen. Hierbij levert de ene wisselspanningsbron niets, terwijl de andere het volle vermogen levert. Bij synchronisatie van de eerste wisselspanningsbron op een nog lagere netfrequentie zal de andere wisselspanningsbron zelfs terugvoeden op de eerstgenoemde wisselspanningsbron. Door nu het verschilvermogen  $\Delta P$  te integreren alvorens deze grootte als frequentiecorrectie te gebruiken, zullen beide bronnen toch weer hetzelfde actieve vermogen gaan leveren. Immers zal elke  $\Delta P$ , hoe klein ook, de frequentie van de wisselspanningsbron die niet synchroniseert, steeds blijven verhogen of verlagen totdat  $\Delta P$  nul wordt.

Gevonden is dat kleine meetwaardebepalingsfouten van  $\Delta P$  een totaal weglopen van de frequentie kunnen veroorzaken, indien beide wisselspanningsbronnen (zonder dat van elkaar te weten) niet meer op het net synchroniseren. Indien bijvoorbeeld beide wisselspanningsbronnen de daarbij behorende signalen  $\Delta P$  1 Kw te hoog meten, zullen beide bronnen steeds hun frequentie verlagen. Om dit te ondervangen wordt de laagfrequente versterking van de integrators voor  $\Delta P$  beperkt, bijvoorbeeld op 20 Hz correctie als  $\Delta P$  het nominale vermogen is. Hierdoor ontstaat er weliswaar een klein verschilvermogen of uitgewisseld vermogen, echter wordt daarbij het weglopen in frequentie beperkt, in dit geval tot 1 Hz indien er een meetfout in  $\Delta P$  van 5% van het nominale vermogen wordt gemaakt.

Voorts moet er voor worden gezorgd dat de frequentie van de wisselspanningsbron van nature niet sneller kan veranderen dan wat de integrator voor  $\Delta P$  met een hoogst toelaatbare  $\Delta P$  nog kan volgen.

Bij synchronisatie op het net is in de frequentieregelketen een veranderingssnelheidsbegrenzer met bij voorkeur een voorinstelling opgenomen. Deze begrenzer 5 is toegevoegd om na netuitval bij de wisselspanningsbron er voor te zorgen dat de frequentie daarvan met een constant tempo naar 50 Hz toeloopt. Deze veranderingssnelheidsbegrenzer 5 is het voornaamste frequentiegeheugen van de

wisselspanningsbron en kan worden weggelaten indien de wisselspanningsbron op zichzelf al traag is wat de frequentieveranderingen betreft, zoals bij roterende bronnen. De voorinstelling werkt als volgt:

5 Bij omschakelen van S5 van L naar H (netuitval) wordt integrator 8 op nul gezet;

Bij omschakeling van S5 van H naar L (netterugkeer) wordt de waarde van integrator 8 opgeteld bij de momentane stand van de veranderingssnelheidsbegrenzer. In beide gevallen is het effect dat de frequentiestuurwaarde niet verandert bij omschakelen van S5, en  
10 slechts geleidelijk daarna.

Hierna volgt een beschrijving van de schakelaars S1-S6 waarvan de functies reeds eerder zijn vermeld.

15 De schakelaars bevinden zich bij normaal bedrijf in de getekende stand L. De stuursignalen worden hierna eveneens S1-S6 genoemd.

Met de schakelaar S1 wordt gekozen voor synchronisatie van de wisselspanningsbron op het net of op de parallelrail. Deze keuze is alleen relevant indien de schakelaar S5 in de stand L staat, daar er  
20 anders helemaal niet wordt gesynchroniseerd. Slechts tijdens de voorbereiding tot het parallelschakelen van de wisselspanningsbron op de parallelrail staat de schakelaar S1 in de stand H en verder altijd in de stand L. De keuze wordt tijdens de opschakelprocedure binnen de wisselspanningsbron gemaakt.

25 Hierbij levert de fasevergelijker 1 een spanning die evenredig is met het faseverschil tussen de ingangsignalen Un of Us en Uw, welk faseverschil wordt aangeboden aan een faseregelaar 2, waarvan de uitgang op de ingang van de begrenzer 3 is aangesloten.

30 De keuze van de stand van de schakelaar S5 wordt binnen elke wisselspanningsbron gemaakt op basis van acceptatiedrempels voor de netspanning en -frequentie. Bij acceptatie staat de schakelaar S5 in de stand L en is de frequentie van de wisselspanningsbron gelijk aan de netfrequentie na doorlopen van de veranderingssnelheidsbegrenzer 5 plus een correctie voor synchronisatie afkomstig van de begrenzer  
35 3 plus een kleinere correctie voor lastverdeling vanuit de regelaar 7.

Indien het net niet acceptabel is, staat de schakelaar S5 in de stand H en is de frequentie van de wisselspanningsbron gelijk aan de vaste waarde gegeven door de frequentiewenswaardegever 4 plus de

**9 1 0 1 0 6 5**

integraal van het actieve verschilvermogen  $\Delta P$  voortgebracht door de integrator 8.

Indien de schakelaar  $S_3$  in de stand L staat, wordt een signaal  $\Delta I$  bepaald die het verschil is tussen de uitgangsstroom  $I_w$  van de wisselspanningsbron en een evenredig deel van de totale stroom van alle parallel geschakelde bronnen van bijvoorbeeld  $I_s/N$ . Uit dit signaal  $\Delta I$  en de wisselspanning  $U_w$  van de wisselspanningsbron of de parallelrailspanning  $U_s$  worden dan de signalen  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  afgeleid. Wanneer de schakelaar  $S_3$  zich echter in de stand H bevindt, wordt de totale stroom van alle bronnen niet bij de bepaling van de signalen  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  betrokken en zijn de signalen  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  gelijk aan het actieve respectievelijk reactieve vermogen van deze wisselspanningsbron.

Signaal  $\Delta P$  corrigeert de frequentie en het signaal  $\Delta Q$  de amplitude van de wisselspanningsbron. Beide correcties hebben een integrerend karakter. Het actieve verschilvermogen of uitgewisseld vermogen  $\Delta P$  is evenredig met het faseverschil tussen de interne spanning van de wisselspanningsbron en de railspanning. Op basis van het signaal  $\Delta P$  wordt de frequentie van de wisselspanningsbron gestuurd, zodat om de regellus te sluiten de overdracht van bronfrequentie naar bronfase moet voorkomen, hetgeen een integrator is. De amplituderegelaar bevat de integrator 13. Door de genoemde integrerende acties zullen  $\Delta P$  en  $\Delta Q$  in stationaire toestand naar nul worden geregeld.

Wanneer de schakelaar  $S_3$  zich in de stand L bevindt, wordt de uitgewisselde stroom  $\Delta I$  naar nul geregeld, terwijl in de stand H daarvan de absolute uitgangsstroom naar nul wordt geregeld, bijvoorbeeld indien het net een der wisselspanningsbronnen van het stelsel vormt. In het algemeen kan met de schakelaar  $S_3$  worden gekozen tussen parallelbedrijf met of zonder last.

In de normale werktoestand van de inrichting staat de schakelaar  $S_4$  in de stand L, waarbij de amplituderegelaar het verschil tussen de door middel van de inrichtingen G en 10 gelijkgerichte meetwaarde en de wenswaarde uit de amplitudewenswaardeschakeling 12 door middel van de integrator 13 naar nul regelt. De wenswaarde wordt gecorrigeerd op basis van het uitgewisselde reactieve vermogen  $\Delta Q$ , waardoor de wisselspanningsbron die het meeste (inductieve) reactieve vermogen levert in spanning wordt verlaagd. Tijdens bedrijf parallel aan een hard net is meting van  $U_w$

9101065

zinloos, omdat dit dan de voornoemde harde netspanning is. In dit geval wordt de schakelaar S<sup>4</sup> in de toestand H gebracht en de amplituderegelaar wordt uitsluitend nog door het signaal  $\Delta Q$  gestuurd. Bij gesloten regeling wordt de ingang van een integrator nul, zodat  $\Delta Q$  nul wordt en de bron dus de parallelrailspanning volgt zonder daaraan stroom te leveren. In het normale geval werken de schakelaars S<sup>3</sup> en S<sup>4</sup> tegelijk en worden via een doorverbinding over alle bronnen naar stand H gestuurd, indien het net een der wisselspanningsbronnen vormt van het parallel werkende stelsel.

De schakelaar S<sup>6</sup> brengt de spanningswenswaarde op nul zolang de wisselspanningsbron is uitgeschakeld. Bij opstarten wordt de schakelaar S<sup>6</sup> in de stand L gebracht, waardoor de wenswaarde aangroeit middels de veranderingssnelheidsbegrenzer 11.

In het linker deel van de inrichting volgens de uitvinding worden analoge spanningen gemeten en ondervinden een voorbewerking. De blokken in het rechter deel kunnen binnen een microprocessor-systeem in software worden gerealiseerd.

De toepassing van de vinding is bijzonder gunstig in stelsels van bronnen, waar het openbaar net als reserve optreedt. Hiertoe wordt getracht het stelsel tenminste gesynchroniseerd (maar niet aangesloten) aan het openbare net te houden, zodat deellasten of de totale last onderbrekingsvrij hiernaar omgeschakeld kunnen worden, of opdat het openbaar net (soms) functioneert als één der bronnen.

Dit geldt in het bijzonder voor UPS systemen. Deze dienen als tijdelijke vervanging, en als kwaliteitsverbetering van het openbaar net. Zolang de netfrequentie tussen bijvoorbeeld 49 en 51 Hz zit, zal een UPS deze volgen. Wijkt de netfrequentie nog meer af (of is het net afwezig), dan maakt de UPS de nominale frequentie, 50 Hz, en is niet meer netsynchroon. Elke UPS maakt dus een keuze, welke frequentie regelstrategie te volgen.

In een lastdelend parallel werkend systeem van wisselstroombronnen, die enerzijds alle hetzelfde openbare net, en anderzijds dezelfde uitgangsrail zien, dienen in het algemeen ook alle bronnen volgens dezelfde strategie te regelen.

Volgens de uitvinding is dat niet nodig.

Zelfs bij ongelijke wisselspanningsbronnen is slechts één hulpverbinding tussen de bronnen nodig, zowel om de totale laststroom, als om de schaling daarvan aan de bronnen mede te delen. Indien het openbare net een der bronnen kan zijn, is er een tweede

9101065

hulpverbinding nodig om de bronnen te informeren, dat het net deel uitmaakt van het stelsel.

9101065

## CONCLUSIES

1. Inrichting voor het lastdelend parallel schakelen van wisselspanningsbronnen op een parallelrail, waarbij elke wisselspanningsbron is voorzien van een amplitude - en frequentieregelinrichting en een stuurschakeling voor het opwekken van regelgrootheden en het toevoeren daarvan aan de amplitude - en frequentieregelinrichting, met het kenmerk, dat de stuurschakeling is voorzien van middelen voor het bepalen van het actieve en reactieve verschilvermogen dat de betreffende wisselspanningsbron meer of minder levert dan een daaraan toegevoegd deel van het totaal aan de parallelrail te leveren actieve respectievelijk reactieve vermogen en het uit het actieve verschilvermogen afleiden van een voor de frequentieregeling te gebruiken frequentie-afhankelijke frequentieregelgrootheid, alsmede het uit het reactieve verschilvermogen afleiden van een voor de amplituderegeling te gebruiken amplituderegelinggrootheid.

2. Inrichting volgens conclusie-1 , met het kenmerk, dat de frequentie-afhankelijkheid van de frequentieregelgrootheid in het regelgebied van de eerste orde is.

3. Inrichting volgens conclusie 2 , gekenmerkt door een integrator voor het verkrijgen van de frequentie-afhankelijkheid van de frequentieregelgrootheid.

4. Inrichting volgens conclusie 1, 2, of 3, met het kenmerk, dat de regelgrootheden als enige stuursignalen aan de amplitude- en frequentieregelinrichting worden toegevoerd.

5. Inrichting volgens conclusie 1, 2, of 3, met het kenmerk, dat de amplitude- en frequentieregelgrootheden worden afgetrokken van de respectieve wenswaarden van de amplitude- en frequentieregelinrichting.

6. Inrichting volgens een van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de integrator waaraan het actieve verschilvermogen wordt toegevoerd, een beperkte laagfrequente versterking heeft.

7. Inrichting volgens een van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat met name bij omschakeling wel/geen synchronisatie v.v., in de frequentieregelketen een veranderingssnelheidsbegrenzer is opgenomen.

9 1 0 1 0 6 5



8. Inrichting volgens een van de voorafgaande conclusies, waarbij een verschilstroom-opwekkingsinrichting aanwezig is voor het opwekken van een verschilstroom die de betreffende wisselspanningsbron meer of minder levert dan een daaraan toegevoegd deel van de totaal aan de parallelrail te leveren stroom, met het kenmerk, dat de middelen voor het bepalen van het actieve verschilvermogen zijn voorzien van een vermenigvuldiger, aan de ingang waarvan de verschilstroom wordt toegevoerd.

9. Inrichting volgens een van de voorafgaande conclusies, waarbij een verschilstroom-opwekkingsinrichting aanwezig is voor het opwekken van een verschilstroom die de betreffende wisselspanningsbron meer of minder levert dan een daaraan toegevoegd deel van de totaal aan de parallelrail te leveren stroom, met het kenmerk, dat de middelen voor het bepalen van het reactieve verschilvermogen zijn voorzien van een serieschakeling van een 90° fasedraaier en een vermenigvuldiger, waarbij aan de ingang van de serieschakeling de verschilstroom wordt toegevoerd.

10. Inrichting volgens één van de voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat tenminste een gedeelte daarvan is uitgevoerd als een programma-bestuurde computer.

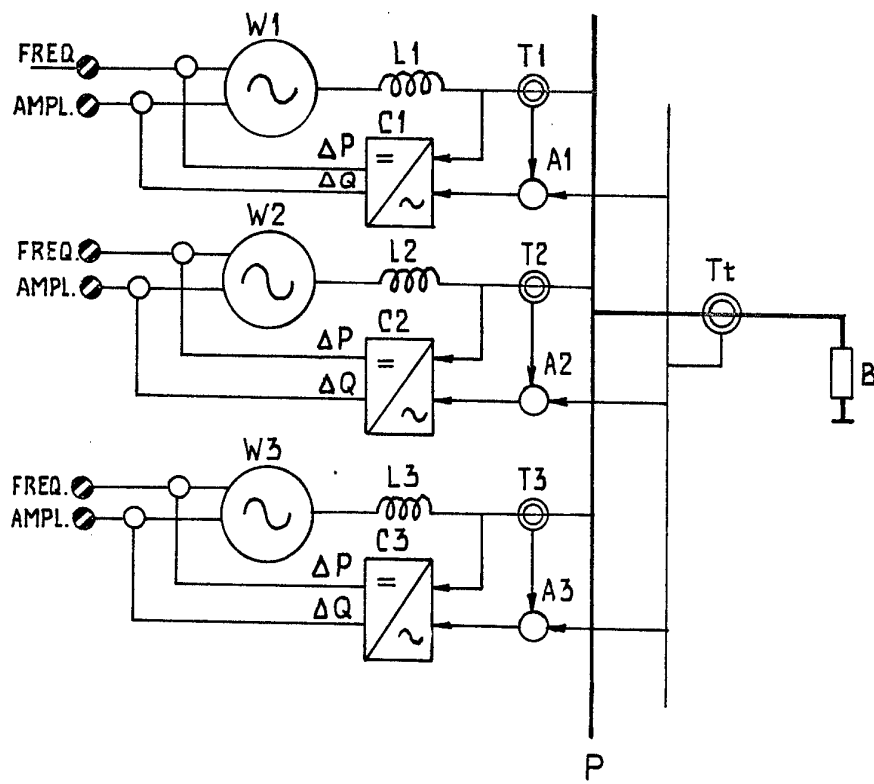
11. Inrichting volgens één van de voorafgaande conclusies, voorzien van een informatie-overdrachtsysteem, met het kenmerk, dat het systeem slechts uit één hulpverbinding bestaat voor het informeren van de wisselspanningsbronnen.

12. Inrichting volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat indien het openbaar net deel uitmaakt van het stelsel wisselspanningsbronnen, het informatie-overdrachtsysteem een tweede hulpverbinding omvat om de wisselspanningsbronnen daarover te informeren.

\*\*\*\*\*

9101065

fig - 1



9101065

fig-2

