

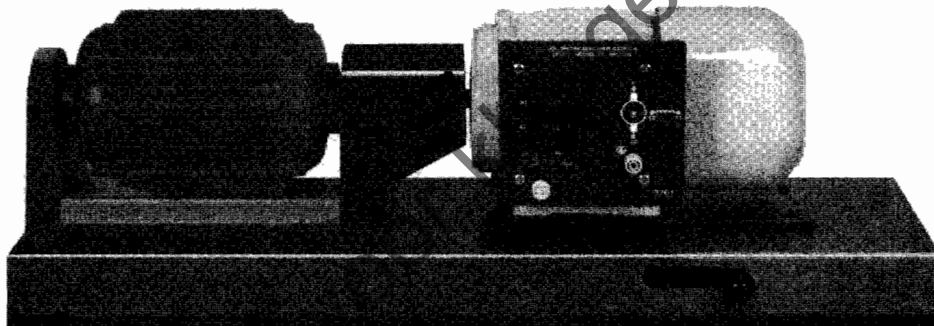
Aanvullingen

Wegwijzer

Zoals uit de titel van deze leereenheid blijkt, betreft het hier een aantal items die volledigheidshalve aan dit boek worden toegevoegd omdat die items als leerstofelementen in bepaalde leerprogramma's voorkomen. Deze leerstof is echter niet van fundamenteel belang. Om die reden werden deze aanvullingen niet ondergebracht bij de onderscheiden leereenheden die vooral de basismachines behandelden.

Door het feit dat de behandelde leerstof in de praktijk nog toepassing vindt – hoewel ze meer en meer aan belang inboet omwille van elektronische schakelingen – is de principiestudie van aggregaten en magnetische versterkers nuttig.

De onderstaande foto toont een driefasige inductiemotor gekoppeld aan een gelijkstroom-shuntmachine.



6.1 Aggregaten of machineomzetters

6.1.1 Situering

Doelstelling

- De praktische betekenis van de aggregaten in het geheel van de omzetters toelichten.

De term *omzetter* is de zeer algemene naam die men geeft aan elk toestel dat elektrische energie van een bepaalde soort, spanning, stroomsterkte, frequentie en fasetal omzet in elektrische energie van eenzelfde of een andere soort.

Voor de studie van de statische omzetters, die gebruikmaken van halfgeleider-elementen om energie van de ene vorm naar energie van de andere vorm om te zetten, verwijzen we naar deel 3B, leereenheid 6. Het betreft daar de omzetting van wisselstroomenergie naar gelijkstroomenergie, met de uiteindelijke bedoeling een soepele rotatiefrequentieregeling (vierkwadrantenbedrijf) in de aandrijftechniek te krijgen.

Na de studie van de elektromechanische basismachines is het duidelijk geworden dat we bij middelmatige (industriële toepassingen) en grote (overdracht van energie) vermogens elke omzetting door middel van twee mechanisch gekoppelde machines kunnen doorvoeren. De eerste machine werkt als motor met de om te zetten energiesoort en de andere machine als generator die de gewenste energiesoort opwekt. Zo'n motor-generator-combinatie noemt men een *motorgeneratoraggregaat*.

In het algemeen kunnen we stellen dat een aggregaat bestaat uit twee of meer elektromechanische machines die rechtstreeks aan elkaar gekoppeld zijn. Bij de studie van de aandrijftechniek (deel 3B) kwamen het Ward-Leonardaggregaat en het Ilgneraggregaat al uitvoerig aan bod. Volledigheidshalve worden hier enkele voorbeelden van aggregaten toegevoegd die in de praktijk mogelijk zijn.

6.1.2 Motorgeneratoraggregaten

Doelstelling

- De voor- en nadelen van een motorgeneratoraggregaat omschrijven.

De motorgeneratoraggregaten hebben de volgende voordelen:

- Men kan een aggregaat met driefasige aandrijfmotor rechtstreeks op het net met hoge spanning aansluiten (maximaal 10 000 V). Zijn de spanningen hoger, dan moet een spanningsverlagende transformator ingeschakeld worden.
- Beide machines zijn elektronisch volledig gescheiden; dit waarborgt een stevige uitvoering.
- De spanningsregeling van de generator kan op een willekeurige en continue manier gebeuren.

Daartegenover staan evenwel enkele nadelen:

- de hoge kostprijs;
- (meestal) een klein rendement. Als η_M , η_G en η_T respectievelijk de rendementen van de motor, generator en transmissie voorstellen, dan is het totale rendement

$$\eta = \eta_M \cdot \eta_G \cdot \eta_T.$$

Zelfs bij hoge individuele rendementen zal het totale rendement nog relatief klein zijn.

6.1.3 Voorbeelden van aggregaten

Doelstelling

- Enkele voorbeelden van aggregaten toelichten.

a Wisselstroom-wisselstroomomzetting

Omdat de distributienetten meestal driefasig zijn, beschouwen we hier steeds driefasige aandrijfmotoren. Niets belet echter vanuit een eenfasig net met een eenfasige motor soortgelijke energieomvormingen te verwezenlijken.

- *Een driefasige motor drijft een eenfasige generator aan*

De eenfasige generator kan een willekeurige spanning genereren met dezelfde of een andere frequentie. De frequentie zal enkel afhangen van het aantal polen van de generator. We kunnen dit aggregaat zowel een roterende fasetal- als een roterende frequentieomvormer noemen.

- *Een driefasige motor drijft een driefasige generator aan*

De bedoeling kan hier zijn een spanning met andere waarde en andere frequentie te genereren (frequentieomvormer). Een dergelijk aggregaat wordt gebruikt bij interconnecties van voedingsnetten met ongelijke frequentie, maar ook bij het voeden van motoren met grote rotatiefrequentie, bv. hoogfrequentiegereedschap (200 à 300 Hz). Bij elektrische tractie is deze opstelling ook gebruikelijk voor het verkrijgen van een voeding met frequentie 50/3 Hz.

b Wisselstroom-gelijkstroomomzetting

Het omzetten van wisselstroom in gelijkstroom betekent ook het omzetten van gelijkstroom in wisselstroom. Deze roterende omzetters zijn praktisch volledig verdrongen door statische omzetters (gelijkrichters en wisselrichters).

c Gelijkstroom-gelijkstroomomzetting

De aggregaten voor gelijkstroom-gelijkstroomomzetting hebben tot doel de ter beschikking zijnde gelijkspanning van waarde te veranderen, bv. een lasgroep bij tractie.

6.1.4 Bijzondere constructie

Doelstelling

- De principewerking van de *eenankeromzetter* toelichten.

De eenankeromzetter is een wisselstroom-gelijkstroomomzetter of omgekeerd. De eenankeromzetter versmelt een aggregaat tot één enkele machine. Een gelijkstroomanker is enerzijds voorzien van een collector K en anderzijds van sleepringen S die aan welbepaalde punten van de gelijkstroomwikkeling verbonden zijn (*fig. 275*).

Aangezien een gelijkstroom- en een synchrone motor respectievelijk het omgekeerde zijn van een gelijkstroomgenerator en een wisselstroomgenerator met dezelfde constructie, kunnen we deze machine doen draaien als motor van de ene stroomsoort en generator van de andere.

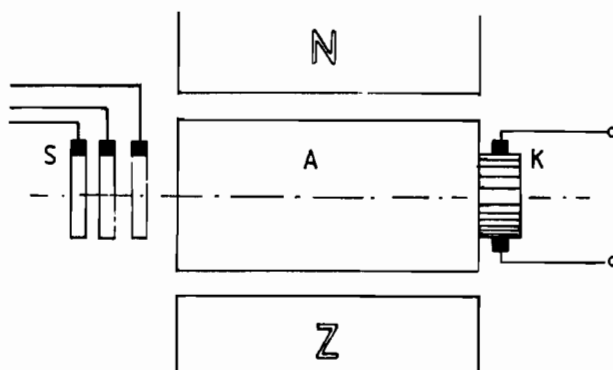


fig. 275

Het nadeel van deze eenankeromvormer is dat de gelijk- en wisselspanning in vaste verhouding staan en dat de aanloop als synchrone motor bijkomende problemen oplevert. Het rendement is daarentegen hoog. Drijven we de rotor mechanisch aan, dan is het mogelijk om de eenankeromzetter als gelijk- of wisselstroomgenerator te gebruiken. Omdat deze omvormers praktisch totaal vervangen zijn door statische omvormers, wordt niet verder ingegaan op de werking ervan.

6.2 De magnetische versterker

6.2.1 Bepaling

Doelstelling

- De bepaling van een magnetische versterker geven.

De magnetische versterker is een versterker waarbij transductoren gebruikt worden voor de versterking. Een *transductor* bestaat uit een bewikkelde ferromagnetische kern met regelbare voormagnetisatie.

6.2.2 Samenstelling

Doelstelling

- De functie van de samenstellende onderdelen omschrijven.

Een transductorelement bestaat uit een gesloten ferromagnetische kern (ferrietten) waarop een stuurwikkeling en een vermogenwikkeling zijn aangebracht (fig. 276).

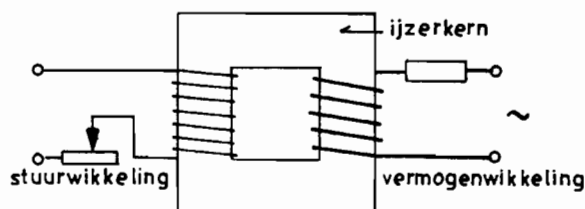


fig. 276

Door de stuurwikkeling vloeit een regelbare gelijkstroom, ook stuurstroom genoemd. Deze stuurstroom brengt de kern in een bepaalde toestand van magnetisatie (voormagnetisatie). De vermogenwikkeling wordt in serie met de belasting op het voedende wisselstroomnet aangesloten. De veranderlijke coëfficiënt van zelfinductie zal de stroom in de belasting sterk beïnvloeden.

6.2.3 Principewerking

Doelstellingen

- De principewerking van een magnetische versterker toelichten.
- De vermogenversterkingsfactor toelichten.

Bij het sturen van een gelijkstroom door de stuurwikkeling wordt de toestand van de magnetisatie in de kern (factor μ), en dus ook de coëfficiënt van zelfinductie van de ver-

mogenwikkeling $\left(L = \frac{N^2}{R_m} = \frac{N^2 \cdot \mu \cdot A}{l} \right)$ gewijzigd onder voorwaarde dat we niet in

het lineaire gebied van de magnetisatiekromme werken; μ is daar immers constant.

Door de wijziging van L zal ook de impedantie van de vermogenkring wijzigen waardoor de stroomsterkte in de belasting verandert.

In fig. 277 is het verloop van de flux in de magnetische keten weergegeven overeenkomstig de magnetomotorische kracht van de stuurwikkeling. Het betreft hier een normale ijzeren kern.

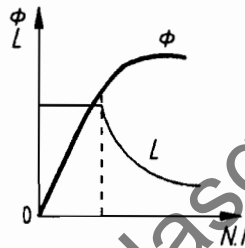


fig. 277

In dezelfde figuur tekenen we het verloop van de coëfficiënt van zelfinductie $L = \frac{\Delta \phi}{\Delta I}$

overeenkomstig dezelfde magnetomotorische kracht. We merken op dat in het lineaire

gebied $L = \frac{\Delta \phi}{\Delta I}$ constant is en dat men een relatief grote magnetisatiestroom nodig

heeft voor de stroomsterkte in de vermogenketen wordt beïnvloed.

Om nu vlugger, d.i. bij kleinere stroomsterkte door de stuurwikkeling, de invloed van L in de vermogenkring te kunnen uitspelen, gaan we het kernmateriaal aanpassen. Dit materiaal (ferrietten) heeft de eigenschap zeer vlug verzadigd te raken. Hierdoor zal al bij kleinere waarden van de stuurstroom de stroomsterkte door de belasting worden beïnvloed.

Door wijziging van de stuurstroom verandert L van de vermogenwikkeling zeer gevoelig. Door het inductieve karakter van de vermogenwikkeling is de vermogenregeling weinig energieopslopend. Omdat het aantal wikkelingen van de stuurwikkeling zeer groot is, stuurt men een groot vermogen via kleine stuurstroomvariaties. Dit effect geeft ons de eigenlijke versterkende werking.

Het geheel komt in wezen neer op de regeling van de impedantie Z van de vermogenwikkeling die in serie met de belasting en het net geschakeld is. Men kan hier spreken van een vermogenversterkingsfactor met als uitdrukking

$$\frac{\Delta P_u}{\Delta P_i} = \frac{\Delta P_u}{\Delta I_s^2 \cdot R_s}$$

met

ΔP_u : verandering van het uitgangsvermogen

ΔP_i : verandering van het stuurvermogen ($P_i = R_s \cdot I_s^2$)

R_s : gelijkstroomweerstand van de stuurwikkeling

I_s : stroom door de stuurwikkeling

Voor de eenvoudige transducer bedraagt de versterkingsfactor ± 25 . Door het toepassen van bijzondere schakelingen – waarvan de studie buiten het bestek van dit boek valt – kan de versterkingsfactor opgedreven worden tot 10^5 .

6.2.4 Praktische constructievormen

Doelstellingen

- De noodzaak van bijzondere constructievormen aantonen.
- De constructie van de driepootskern omschrijven.
- De schakeling van twee afzonderlijke transductorelementen als magnetische versterker toelichten.

De aandachtige lezer heeft al vastgesteld dat de uitvoering zoals weergegeven in fig. 276 bezwaarlijk gebruikt kan worden, omdat er in de stuurwikkeling storende wisselspanningen geïnduceerd worden. De volgende constructievormen geven aan dit obstakel een passende oplossing.

a De driepootskern

De buitenste kernen dragen elk de helft van de vermogenwikkeling (fig. 278).

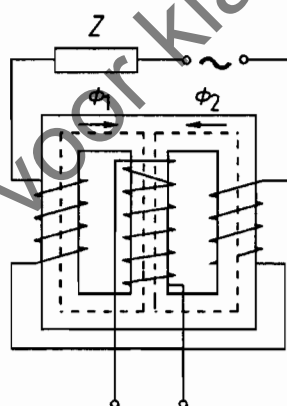


fig. 278

De middelste kern draagt de stuurwikkeling. De wikkelzin van de beide vermogenwikkelingen is zodanig dat de fluxen van beide spoelhelften van de buitenste kernen elkaar opheffen in de middelste kern. Op deze manier kunnen in de stuurwikkeling geen storende inductiespanningen geïnduceerd worden.

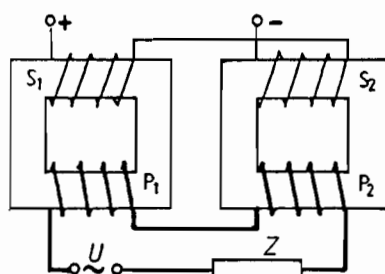


fig. 279

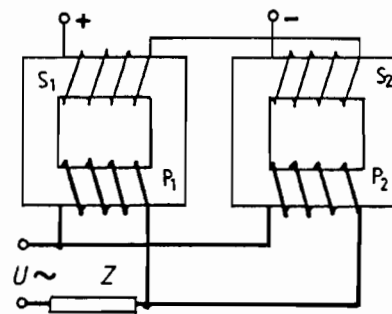


fig. 280

b Gebruik van twee afzonderlijke transductorelementen

Voorbeelden van schakelingen:

– In serie geschakelde vermogenwikkelingen P_1 en P_2 (fig. 279)

De stuurwikkelingen S_1 en S_2 zijn in oppositie geschakeld. Deze schikking heeft tot gevolg dat de geïnduceerde wisselspanningen in de stuurwikkelingen S_1 en S_2 elkaar opheffen.

– In parallel geschakelde vermogenwikkelingen P_1 en P_2 (fig. 280)

De stuurwikkelingen S_1 en S_2 staan in oppositie en de geïnduceerde wisselstromen in de stuurwikkelingen S_1 en S_2 heffen elkaar op.

6.2.5 Enkele praktische schakelingen met transductoren

Doelstellingen

- Aan de hand van enkele praktische schema's de functie van de magnetische versterker toelichten.
- Het toepassingsgebied van de magnetische versterker omschrijven.

Zonder verder op de theorie van de transductorelementen in te gaan, geven we ter illustratie enkele praktische schakelingen weer. Hierdoor zal het praktische toepassingsgebied beter tot uiting komen.

a Fundamentele vorm van de magnetische versterker

Hier wordt de zelfinductie van de wikkeling L_1 geregeld met een potentiometer (fig. 281).

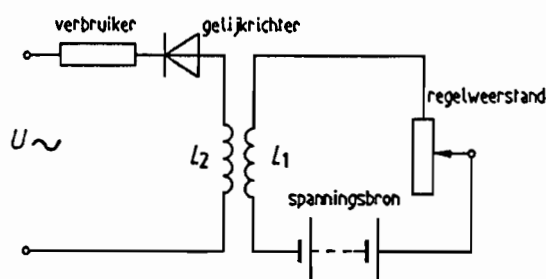


fig. 281

De pulserende gelijkstroom die door de wikkeling L_2 vloeit, helpt nu de kern van de primaire wikkeling L_1 in verzadiging te sturen.

Deze schakeling vereist minder stuuenergie, zodat we hier echt van een magnetische versterker kunnen spreken.

b Praktische schakeling

Hier is de transductor voorzien van twee vermogenwikkelingen die elkaar tegenwerken (fig. 282).

De gelijkrichters zorgen ervoor dat gedurende de positieve alternantie de stroom door de ene wikkeling vloeit en gedurende de negatieve alternantie door de andere vermogenwikkeling.

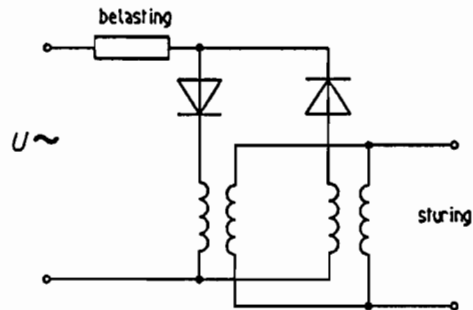


fig. 282

c Sturing van gelijkstroom

Hierbij wordt de vorige schakeling uitgebreid met een bruggelijkrichter (fig. 283).

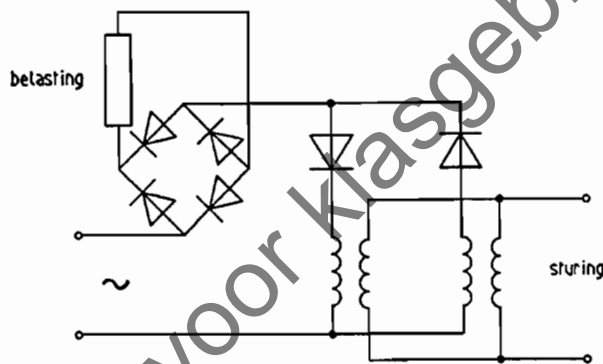


fig. 283

d Teruggekoppelde versterker met hoge versterkingsfactor

Er kan zowel meewerkende als tegenwerkende koppeling toegepast worden. Dit wordt gedaan om de versterking nog op te voeren. Fig. 284 geeft een voorbeeld met meewerkende terugkoppeling.

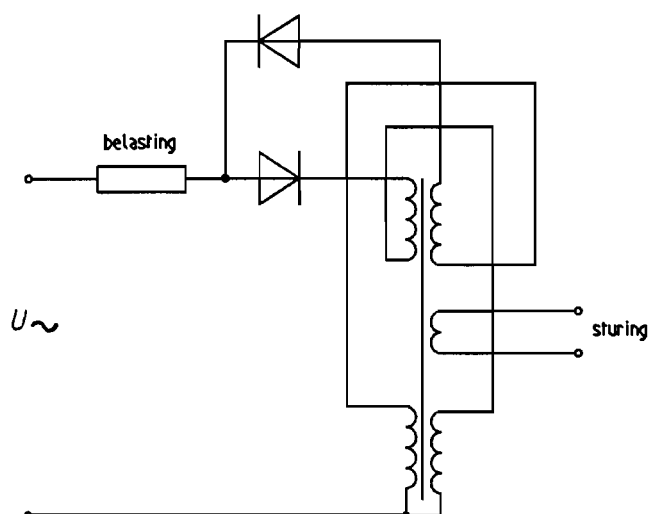


fig. 284

Toepassingsgebied van magnetische versterkers

De transducer wordt toegepast als versterkend element in regelketens in de elektrische energietechniek. Voor kleinere vermogens is hij verdrongen door elektronische versterkers.

T.o.v. de elektronische versterker heeft de transducer het voordeel dat hij weinig kwetsbaar is en beter overbelasting kan verdragen. Verder is het mogelijk de uitsturing afhankelijk te stellen van het verschil tussen een ingesteld ingangssignaal en een van de geleverde stroom afgeleid signaal, waardoor de magnetische versterker in regeltechnische toepassingen bruikbaar wordt. Zo vinden we de magnetische versterker terug als

- automatische spanningsregeling bij synchrone en gelijkstroomgeneratoren;
- spanningsregeling bij gelijkrichters;
- rotatiefrequentieregeling van motoren;
- gelijkstroomtransformator voor het meten van grote gelijkstromen;
- stuurmiddel voor motoren en relais met fotocellen, thermokoppels e.d.;
- vervangmiddel voor mechanische relais (toepassing van de flipflopeigenschappen van de versterker).

6.3 De stuurbare transformator

Doelstelling

- De principewerking van spanningsregeling bij transformatoren door middel van voormagnetisatie toelichten.

Een veel toegepast werkingsprincipe van regelbare spanning bij een transformator is inwerking op de transformatieverhouding van de transformator d.m.v. een stuurwinding gevoed door gelijkstroom (fig. 285). In vergelijking met een gewone transformator zijn twee magnetische kringen toegevoegd. Deze twee kringen sluiten normaal de magnetische flux van de secundaire spoel kort, zodat er tussen primaire (ingang) en secundaire (uitgang) geen magnetische koppeling bestaat. De secundaire omvat de primaire flux niet.

Een stuurstroom (gelijkstroom) door de stuurwinding kan nu die kortsluitwegen voormagnetiseren en zo volledig of gedeeltelijk doorlaatbaar voor de flux maken door de grootte van de voormagnetisatie te veranderen. Het gevolg ervan is dat de magnetische flux van de primaire winding volledig of gedeeltelijk onderdrukt wordt in de secundaire

re wikkeling. De koppelingsfactor verandert bijgevolg tussen 0 en 1. Deze wijze van sturing kan worden vergeleken met sturing d.m.v. stuurbare gelijkrichters. (Zie deel 3B, leereenheid 7.)

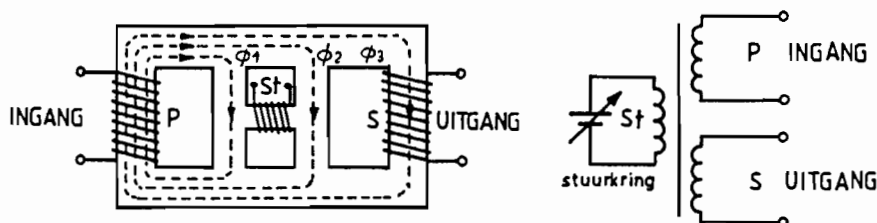


fig. 285

De storende steile spanningsveranderingen ontbreken, terwijl de verandering van de spanningsamplitudewaarden duidelijk beter verloopt.

6.4 Toepassingen

- 1 Een motorgeneratoraggregaat bestaat uit een vierpolige driefasige inductiemotor met rendement 0,9 en $\cos \varphi = 0,82$. De motor is rechtstreeks gekoppeld aan de as van de gelijkstroomgenerator met rendement 0,85 die onder een klemspanning van 600 V een stroom van 200 A levert. Bereken de opgenomen motorstroom als hij aangesloten is op een net van 3×380 V (50 Hz). Bereken ook de rotatiefrequentie van de groep als de slip van de inductiemotor 0,03 bedraagt.
- 2 Het rendement van een motor-generatoraggregaat is 0,5. Bereken het rendement van de transmissie als het rendement van de motor en de generator bij de betreffende belasting respectievelijk 0,8 en 0,7 is.
- 3 Welk nuttig vermogen moet een vierfasige inductiemotor leveren als hij rechtstreeks een driefasige generator met $\eta = 0,92$ aandrijft die onder een spanning van 6 kV aan een verbruiker een stroom moet leveren van 30 A? De faseverschuivingshoek tussen stroom en spanning is 20° . Het rendement van de driefasige inductiemotor is 0,85.
- 4 Een tweepolige synchrone motor drijft rechtstreeks een synchrone generator aan en is aangesloten op een net van 3×380 V – 50 Hz. Hoe groot moet het aantal polen van de synchrone generator zijn als men een frequentie van 400 Hz wil krijgen?

6.5 Diagnostische toets

Zie Toetsenboekje.

6.6 Herhalingstaken – Basis

- 1 Van een motorgeneratoraggregaat is de driefasige inductiemotor van 10 kW aangesloten op een net van 3×220 V. De arbeidsfactor van de motor is 0,86 en zijn rendement is 0,8. De gelijkstroomgenerator met rendement 0,84 die direct gekoppeld is aan de motor moet een klemspanning van 300 V leveren. Bereken de afgegeven generatorstroom en de opgenomen motorstroom.
- 2 De rotor van een achtpolige asynchrone motor waarvan de stator is aangesloten op een net van 3×380 V – 50 Hz wordt tegen zijn normale draaizijn in aangedreven met een rotatiefrequentie die varieert van 500 tot 750 min^{-1} . Tussen welke grenzen varieert de rotorfrequentie?

6.7 Verrijkingsoopdrachten

- 1 Een motorgeneratoraggregaat bestaat uit een driefasige inductiemotor werkend op een spanning van $3 \times 660 \text{ V}$ met rendement 0,82. De opgenomen stroom ijlt 30° na op de spanning. Een driefasige wisselstroomgenerator met rendement 0,9 is direct gekoppeld met de motoras en levert een stroom van 120 A onder een spanning van $3 \times 1000 \text{ V}$. De arbeidsfactor van de aangesloten gebruiker is 0,8. Bereken de opgenomen motorstroom.
- 2 Geef de betrekking tussen de motorfrequentie van een direct gekoppelde synchrone motor met een synchrone generator. Het aantal poolparen bedraagt respectievelijk P_M en P_G .

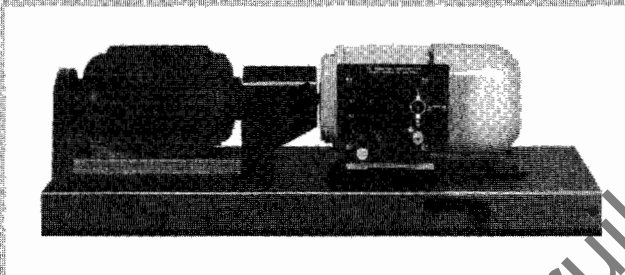
Enkel voor klasgebruik.

SYNTHESE

Aanvullingen

Aggregaten of machineomzetters

Binnen de leerstof van elektrische machines verstaan we onder een aggregaat de samenvoeging van verschillende machines tot een samenwerkend geheel met het doel elektrische energie van een bepaalde soort, spanning, stroomsterkte, frequentie en fasetal om te zetten in elektrische energie van eenzelfde of andere soort.

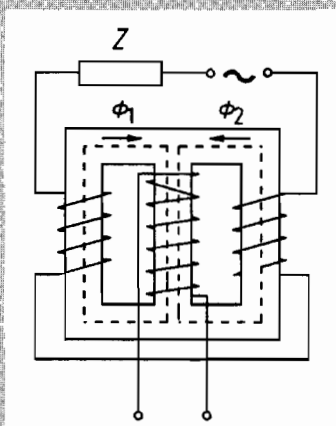


We onderscheiden:

- motor-generatoraggregaten waarin voorkomen:
 - wisselstroom-wisselstroomomzetting;
 - wisselstroom-gelijkstroomomzetting;
 - gelijkstroom-gelijkstroomomzetting
- de eenankeromzetter: dit is een wisselstroom-gelijkstroomomzetter of omgekeerd. De eenankeromzetter versmelt een aggregaat tot een enkele machine.

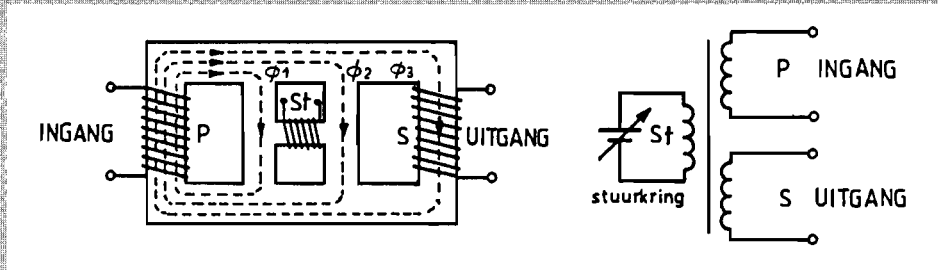
De magnetische versterker

De magnetische versterker is een versterker waarbij transductoren gebruikt worden voor de versterking. Een transductor bestaat uit een bewikkelde ferromagnetische kern met regelbare voormagnetisatie.



Voor praktische toepassingen is het nodig de constructievormen aan te passen.

De stuurbare transformator



Spanningsregeling wordt hier mogelijk door voormagnetiseren van de magnetische kortsluitwegen. De magnetische koppelingsfactor verandert daardoor van 0 tot 1.

Enkel voor klasgebruik.

911

Enkel voor klasgebruik.