



NORGE

(12) UTLEGNINGSSKRIFT

(19) NO

(11) 179600

(13) B

(51) Int Cl⁶ H 02 M 1/084, 1/088, H 02 P 5/40

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	921106	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	20.03.92	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	20.03.92	(30) Prioritet	08.04.91, DE, 4111226
(41) Alm. tilgj.	09.10.92		
(44) Utlegningsdato	29.07.96		

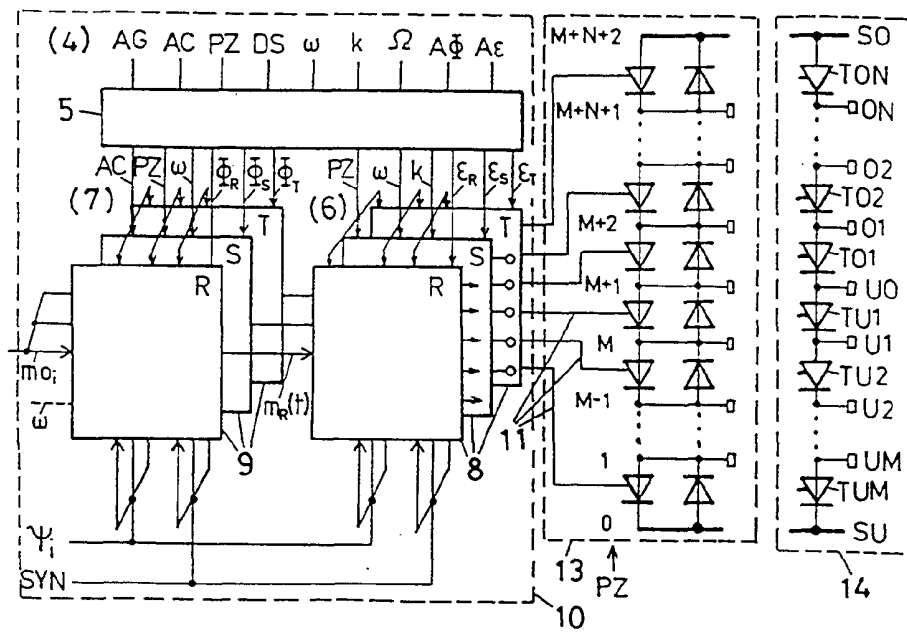
(71) Søker	Asea Brown Boveri AG, CH-5401 Baden, CH
(72) Oppfinner	Grzegorz Skarpetowski, Turgi, CH
(74) Fullmektig	Oslo Patentkontor AS, 0306 OSLO

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte ved styring av elektriske ventiler for en strømretter**

(56) Anførte publikasjoner Ingen

(57) Sammendrag

I forbindelse med en fremgangsmåte ved styring av elektriske ventiler for en strømretter blir det foreslått en universell algoritme for fremskaffelse av styresignaler (11) for flertrinnede og flerfasede nett- og tvangskommuterte strømrettere (13, 14), ved hjelp av hvilken det muliggjøres styring av forskjellige typer strømrettere. Styrealgoritmen kan realiseres som maskin- eller mykvara. Oppfinnelsen finner anvendelse spesielt for flersystemlokomotiver. Ved hjelp av en enkel omprogrammering av en modulator (9) for en styresignalgenerator (10) kan man foreta en omstilling til et annet matningssystem for lokomotivet. Modulatoren (9) og en pulsgenerator (8) omfatter modulatorstyresignaler (7) respektive pulsgeneratorstyresignaler (6) fra en innstiller (5), sammen med hvilke de danner styresignalgeneratoren (10).



TEKNISK OMRÅDE

5 Ved den foreliggende oppfinnelse tas det utgangspunkt i en fremgangsmåte ved styring av elektriske ventiler for en strømretter ifølge den innledende del av det vedføyde patentkrav 1.

TEKNIKKENS STILLING

10

Med nevnte innledende del tar den foreliggende oppfinnelse utgangspunkt i en teknikkens stilling, slik denne er kjent gjennom F. Bauer og H.-D Heining, QUICK RESPONSE SPACE VECTOR CONTROL FOR A HIGH POWER THREE-LEVEL-INVERTER DRIVE SYSTEM, 3rd European Conference on Power Electronics and Applications, EPE Aachen, 9. - 12. Oktober 1989, Vol. 1, s. 417 - 420. Ifølge denne teknikk blir det installert en fluksregner for feltorientert regulering av en strømrettermatet induksjonsmaskin. GTO-tyristorer for en 3-nivå-vekselretter blir styrt ved hjelp av pulsbreddemodulasjon. Såvel den feltorienterte regulering som fremskaffelsen av pulsmønsteret, implementeres i en digital signalprosessor. I den forbindelse er det for hver strømrettertype nødvendig med et spesielt styreprogram eller en spesiell styrekobling.

25

OMTALE AV OPPFINNELSEN

30 Den foreliggende oppfinnelse, slik den er definert i det vedføyde patentkrav 1, løser den oppgave å videreutvikle en fremgangsmåte av den innledningsvis angitte art ved styring av elektriske ventiler for en strømretter, slik at forskjellige strømrettere kan styres i henhold til en generell algoritme.

35

En fordel ved oppfinnelsen går ut på at det står til disposisjon en universell algoritme til fremskaffelse av

5 ventil- eller tyristorkommandoene for flertrinnede og flerfasede nett- og tvangskommuterte strømrettere. Styringen trenger ikke å programmeres på nytt for hver strømrettertype. Styrealgoritmen kan realiseres som maskin- eller mykvare.

10 Variasjonen av strømretter-pulsmodulatorer innen området kraftelektronikk kan begrenses til 1 - 3 typer. Derved kan man spare inn på utviklingskostnader ved mindre stykkantall og kompliserte enkelte løsninger.

KORT OMTALE AV TEGNINGSFIGURENE

15 Oppfinnelsen vil i det følgende bli nærmere beskrevet under henvisning til utførelseseksempler.

20 Figur 1 er et blokkskjema over en fra en strømretter matet forbruker eller prosess, omfattende en styresignalgenerator ifølge oppfinnelsen til fremskaffelse av styresignaler for strømretteren.

Figur 2 er et blokkskjema over en styresignalgenerator for en 3-fase-strømretter med 3 ventilkjeder,

25 figurene 3 a) - f) viser strømretterkoblinger med bare én tyristorkjede,

30 figur 4 a) - e) viser strømretterkoblinger med 2 tyristorkjeder,

figurene 5 a) - c) viser strømretterkoblinger med 3 tyristorkjeder,

35 figur 6 viser en ventilkjedematrix for en flerfaset flerpunkt-strømretter,

figur 7 viser et blokkskjema over en styresignalgenerator

for en 3-krets-4-kvadrant regulator, og

figur 8 viser et hjelpespenningsnett for taktalgoritmen.

5 UTFØRELSESFORMER FOR OPPFINNELSEN

På figur 1 betegner henvisningstall 1 en energikilde eller en vekselspennings- eller likespenningsskilde, som, via styrbare elektriske ventiler eller en vekselretter eller strømretter 2, forsyner en elektrisk forbruker eller en last eller en elektrisk maskin eller en prosess 3 med elektrisk energi. Fra prosessen 3 blir det detektert et vekselstrømsignal I , et vekselspenningsignal U , et dreiemomentsignal M_0 samt et frekvenssignal f som tilføres en regulator 12. Denne regulator 12 leverer på sin utgangsside reguleringssignaler S_{12} til en pulser eller pulsgenerator 8 samt en modulator 9 for en styresignalgenerator 10. Reguleringssignalene S_{12} kan omfatte modulasjonsgradparametersignaler m_{0i} og et kretsfrekvenssignal for vekselspenningen U , idet i betegner en driftsvariabel for vekselstrømfasen R , S , T . På inngangssiden mottar modulatorene 9 dessuten modulatorstyresignaler 7 fra et programmeringsledd eller innstiller 5 hos styresignalgeneratoren 10. Innstilleren 5 får på sin inngangsside mottatt forhåndsinnstilte innstillingssignaler 4. I pulsgeneratoren 8 mottar fra innstilleren 5 pulsgeneratorstyresignaler 6, og fra modulatorene 9 mottar den et signal svarende til en modulasjonsfunksjon $m_i(t)$, mens den på utgangssiden avleverer et tennsignal respektive styresignal 11 til strømretteren 2. Styresignalet 11 kan være ved hjelp av glassfiber overførte optiske signaler, eller elektriske signaler som er forsterket ved hjelp av en ikke vist forsterker.

Styresignalgeneratoren 10 ifølge oppfinnelsen representerer det ledd i det kraftelektroniske system, som er koblet foran strømretteren 2 til grensesnittet mellom en styreelektronikk og sterkstrømkretsen. Styresignalgeneratoren 10

får tilført inngangsstørrelser fra regulatoren, respektive fra den del av elektronikken som inneholder styrefremgangsmåten hos strømretteren.

5 På figur 2 er det vist en styresignalgenerator 10 for en
strømretter 2 med 3 faser R, S, T, som styrer 3 bidirek-
sjonale, halvlederstyrte ventilkjeder 13 med styresignaler
11, idet det av oversiktsmessige grunner bare er vist en av
10 de tre ventilkjeder for fasen T. Antiparallelt i forhold
M betegner antallet av de nedre ventilklemmer U1 ... UM
mellom en nedre strømskinne SU og en nullklemme respektive
utgangsklemme UO. N betegner antallet av øvre ventilklemmer
01 ... ON mellom en øvre strømskinne SO og nullklemmen UO.
15 Betegnelsene PZ = 0, ... M - 1, M, M + 1, M + 2, ... M + N
+ 1, M + N + 2 representerer punkttallet for strømretteren
13.

Istedetfor den bidireksjonale, halvlederstyrte ventilkjede
20 13 kan f.eks. en ensrettet, fullstyrt ventilkjede 14 med
seriekobling av tyristorer TUM, ... TU2, TU1, TO1, TO2, ...
TON benyttes. Lignende betegnelser gjelder for de ikke
viste ventilkjeder 13.

25 Styresignalgeneratoren 10 oppviser bare en innstilller 5,
men for hver fase R, S, T en respektiv modulator 9 og en
respektiv pulsgenerator 8.

Innstilleren 5 som inneholder programmeringsparametrene for
30 styresignalgeneratoren 10, har som oppgave å stille de fra
de hierakiske overordnede plan engangs-innstilte data etter
motsvarende bearbeiding, som også må ta hensyn til fastlag-
te koblingsdata etter en egentest, til disposisjon for en
modulator 9 eller en gruppe av modulatorer 9 og pulsgenera-
35 torene 8 på en periodisk måte. Innstilleren 5 mottar som
innstillingssignaler 4 følgende signaler:

- AG = antall ventilkjeder 13, 14 med samme grunnsvingningsfase,
 - AC = driftsstrømparameter, betegnelse for veksel- eller likestrømsdrift,
 - 5 - AC = 1 betyr vekselstrøm/vekselspenningsdrift,
 - AC = 0 betyr likestrøm/likespenningsdrift, f.eks. en 1-kvadrant-innstiller ifølge 3 d) og 3 e),
 - PZ = ventillengdeparameter, antall seriekoblede tyristorer for hver ventilkjede,
 - 10 PZ = 2 = topunktskobling,
PZ = 3 = trepunktskobling,
PZ = 4 = firepunktskobling,
 - DS = parameter for dobbeltsidig lastmatning,
 - 15 DS = 0 = ensidig matning f.eks. av en vekselretter på stjernekoblet asynkronmaskin ifølge figur 5 c),
DS = 1 = dobbeltsidig matning f.eks. av en transformatorvikling ved en 4-kvadrant-innstiller i henhold til figur 4 d),
 - 20 - ω = vekselfrekvens for vekselspanning $U = 2 \cdot \pi \cdot f$,
 f = frekvens for vekselspanning U ,
 - k = parameter for synkron takt, multiplum av takt,
 - Ω = vekselfrekvens for takten = $k \cdot \omega = 2 \cdot \pi \cdot f_t$ for
25 AC = 1, f_t = taktfrekvens,
 - $A\Phi$ = antall ventilkjeder med grunnsvingningsforskyvning og
 - $A\varepsilon$ = antall uavhengige, pulsforskjøvne ventilkjeder.
- 30 Modulatoren 9 mottar fra innstilleren 5 følgende signaler som modulatorstyresignaler 7:
AC, PZ, ω og
- Φ_R, Φ_S, Φ_T = initialvinkelstilling for grunnsvingningen for ventilkjedene R, S, T. Generelt blir initialvinkelstillingen betegnet med Φ_i , idet $i = 1, 2 \dots A\Phi \cdot AG$ for en luftvariabel for vekselstrømfasen.
- 35

Pulsgeneratoren 8 mottar fra innstilleren 5 følgende signaler som pulsgeneratorstyresignaler 6: PZ, ω , k og

- $\epsilon_R, \epsilon_S, \epsilon_T$ = initialverdi for pulsmønsterwinkelstillingen vedrørende kjedens pulsmønsterforskyvning.

5 Generelt blir initialverdiene for pulsmønsterwinkelstillingen betegnet ϵ_j , idet $j = 1, 2, \dots, A\epsilon$. $A\epsilon$ betegner en driftsvariabel for pulsmønsteret.

10 Kretsfrekvenssignalet ω for pulsgeneratoren 8 og modulatorens 9 kan i forbindelse med en vekselretter også komme fra regulatoren 12. Pulsgeneratoren 8 og modulatorens 9 får fra regulatoren 12, som fremskaffer regulatorsignalene S12, hvert sitt synkroniseringssignal SYN og et reguleringskorrekturvinkelsignal Ψ_i , svarende til en regulator-grunnsvingningsvinkelstilling. Ved vektorielle regulatorer 12

15 kan også bare en modulasjonsgradsparameter m_{0i} og et regulator-konjunkturvinkelsignal Ψ_i avleveres. Modulatorens 9 får tilført fra regulatoren 12 modulasjonsgradsparametre m_{0i} og eventuelt frekvenssignalet ω .

20 Modulatorens 9 har den oppgave å fremskaffe modulasjonsfunksjonen $m_i(t)$ utifra et minimalt antall av data. I mange, men i ikke alle tilfeller, kan man arbeide med en generell analytisk fremstilling. For enkelte nettstrømrettere eller

25 slike spesielle modulasjonsfunksjoner $m_i(t)$ som f.eks. forekommer ved direkte selvregulering, må det innsettes spesielt tilpassede ligninger. Modulasjonsfunksjonen $m_i(t)$ bestemmer over utseende av den pulsrekke som fremskaffes ved hjelp av pulsgeneratoren 8.

30 En hel generell form for modulatorens 9 beregner den tidsavhengige modulasjonsfunksjon:

$$m_i(t) = (PZ - 1) \cdot \{AC + m_{0i} \cdot \cos(AC \cdot (\omega \cdot t - (\phi_i + \Psi_i)))\} / (AC + 1),$$

35 idet t angir tiden, indeks i en driftsvariabel for betegnelsen av vekselstrømfasen R, S, T, m_{0i} en parameter for

modulasjonsgraden, ϕ_i initialvinkelstillingen og Ψ_i en regulator-korrekturvinkel for en i . vinkelkjedekobling, $i = 1, 2 \dots A\Phi$.

- 5 Modulasjonsfunksjonen $m_i(t)$ angir amplitude, frekvens og fase for den størrelse (strøm/spenning) som skal frem-skaffes ved hjelp av strømretteren 2.

10 Pulsgeneratoren 8 fremskaffer utifra sine inngangsdataer en tidsavhengig flernivåfunksjon, respektive fordeling eller kommuteringsfunksjon $KF_{ij}(t)$ i henhold til følgende ligning:

$$KF_{ij}(t) = m_i(t) + (2/\pi) \cdot \sum_{n=1}^{n1} \{ \sin(n \cdot \pi \cdot m_i(t)) \cdot \cos(n \cdot k \cdot (\omega \cdot t - (\epsilon_j + \phi_i + \Psi_i))) \} / n,$$

15

idet $t =$ tid, $m_i(t) =$ modulasjonsfunksjon, $n =$ styrevariabel med $1 \leq n \leq n1$, $n1 =$ nøyaktighetskjennetegn, $i =$ styrevariabel for kjennetegnelse av AC fasen (R, S, T; a, b, c ...) med $1 \leq i \leq A\Phi \cdot AG$, $A\Phi =$ antall ventilkjeder med grunnbølgeforskyvning, $AG =$ antall av ventilkjeder (13, 14) med samme grunnbølgefase, $j =$ styrevariabel for angivelse av et pulsmønster med $1 \leq j \leq A_\epsilon \cdot A_\Phi$, $A_\epsilon =$ antall av uavhengige ventilkjeder med forskøvne pulsmønstre, $k =$ multiplikasjon av takten, $\omega =$ vinkelfrekvens for AC spenningen, $\phi_i =$ forhåndsbestemt fasevinkel, $\Psi_i =$ styringskorreksjonsvinkel og $\epsilon_j =$ initialverdi for vinkelstilling av pulsmønsterposisjon j for ventilkjedekretser (13, 14) med samme indeks i . Initialvinkelsignalet ϕ_i kan tilføres pulsgeneratoren 8 via modulatoren 9 eller direkte fra innstilleren 5 (ikke vist).

20

25

30

Nøyaktigheten av beregningen tiltar med antall av ledd i summen. Fortrinnsvis blir $n1$ valgt i området mellom 20 og 100.

35

Utgangssignalene 11 fra pulsgeneratoren 8 svarer til styrekommandoen for tyristorene TUM ... TON, idet de

fremskaffes fra PZ komparatorer for realisering av den i det følgende angitte Heaviside-funksjon $H(x)$ fra kommuteringsfunksjonen $KF_{ij}(t)$. I pulsgeneratoren 8 eller i en ytterligere ikke vist innretning kan det være anordnet
5 forholdsregler for feilovervåkning og til forhindring av kortslutninger.

Styresignalgeneratoren 10 kan realiseres ved maskin- eller mykvare. Ved hjelp av nevnte kan man styre strømretter 2
10 med ventilkjeder 13, 14 av vilkårlig lengde. Som kjedelengdeparameter foreligger antall av trinn respektive punkttall PZ.

Figurene 3 - 5 viser anvendelseseksempler på den foreliggende logaritme ifølge oppfinnelsen, idet betegnelsene her svarer overens med dem for ventilkjeden 14. I den forbindelse viser figur 3 en strømretter 2, som bare består av en ventilkjede eller av en del av en ventilkjede.
15

Figurene 3 a) - 3 c) viser 1-fasede strømrettere, mens figur 3 d) viser en 1-kvadrant-strøm-innstiller, figur 3 e) viser en 1-kvadrant-spennings-innstiller, og figur 3 f) viser en 2-kvadrant-innstiller.
20

Strømretteren 2 for denne gruppe kan altså styres ut med bare en byggesten respektive modulator 9 og pulsgenerator 8.
25

Ved strømretteren 2 med 2 tyritsorkjeder må det tilveiebringes 2 slike mykvare- eller maskinvare-byggestener. Til denne hører følgende strømrettere 2:
30

Figur 4 a): 1-faset middelpunktskobling,

Figur 4 b): 1-faset brokobling med

styringsarter, f.eks. tilsnitt, tilsnitt og avsnitt (sektorstyring) og i mange utførelsesformer, f.eks. som likestrømssidige
35 følgekobling, som fremstiller en type elek-

- tronisk trinnkobler,
- Figur 4 c): 1-faset kobling i henhold til fasefølge-
slukningsprinsipp,
- 5 Figur 4 d): 4-kvadrant-innstilller (en krets for
en 4-kvadrant-innstilller eller en krets av
en spennings-vekselretter for tilkobling til
en asynkronmaskin),
- Figur 4 e): 2-kvadrant-innstilller for matning av en
strømvekselretter med spenningsveksling
10 ved likespenningsnettet.

3 tyristor kjeder som benytter 3 tilstyringsmoduler, oppvis-
er f.eks. følgende strømrettere 2:

- 15 Figur 5 a): en vekselstrømsbro, 1-faset vekselstrøms-
sidig følgekobling,
- Figur 5 b): kvasi 4-trinns kobling,
- Figur 5 c): spenningsvekselretter for an asynkronmaskin
i stjerne kobling, og
- ikke vist: en 3-faset strøm innpregende strømretter med
20 fasefølgeslukking.

Fra figurene 3 - 5 er det anskueliggjort en logikk som kan
anvendes på eventuelle flere ventilkjeder.

- 25 Figur 6 viser en strømretter 2 i matriseform for $A\phi$ faser
med $M + N$ i serie koblede ventiler, respektive tyristorer
TUM ... TON, som for hver fase benytter 2 modulatorer 9 og
2 pulsgeneratorer 8. For en slik strømretter har man en
ventilkjedelengdeparameter $PZ = M + N$, mens antallet av
30 ventilkjeder $AN = 1 + DS \cdot A\phi \cdot AG \cdot A\epsilon$.

- Til utelukkelse av bånd av taktfrekvensharmoniske blir det
innsatt en pulsmønsterforskyvning. Denne forskyvning øker
i betydelig grad den resulterende taktfrekvens f_t for
35 strømretteren 2.

Det blir alene en sak for parameterprogrammeringen om

5 hvorvidt f.eks. 6 kjeder i en strømretter skal drives som 3-takt-forskutte, men likefasige inngangskretser for en 4-kvadrant-innstiller, eller som 3 ikke-takt-forskjøvne, men respektive 120° forskjøvne 3-faser hos en vekselretter, eller som 6 2-kvadrant-innstillere. I den forbindelse blir enten faseforskyvningen eller taktforskyvningen program-

10 Den frie programmering og de i flertall parallelle utførelsesformer for mange strømrettere 2, slik dette f.eks. er praktisert på nettsiden, tillater at man bare ved innstilling av en tilsvarende parameter også ved et delutfall av anlegget automatisk kan gå over til slike pulsmønsterforskyvninger, ved hvilke strømmettet blir belastet med et

15 minimum av harmoniske.

Ved den på figur 2 viste 3-fase-strømretter 13, 14 må såvel grunnsvingningsfasestillingen som pulsmønsterfasestillingen programmeres adskilt.

20 Figur 7 viser en styresignalgenerator 10 for en 3-krets-4-kvadrantinnstiller. Til hver krets er det anordnet 2 modulatorer 9 og 2 pulsgeneratorer 8, som er betegnet med henholdsvis A, B, A1, B1 og A2, B2. Faselikheten for grunnsvingningen hos modulatorene 9 kan på enkel måte programmeres ved hjelp av initialvinkelstillingssignaler Φ_A , Φ'_A ; Φ_B , Φ'_B , Φ_C , Φ'_C . Det samme gjelder for den motsvarende pulsmønsterforskyvning i pulsgeneratorene 8 mellom de dobbeltmatede kretser ved hjelp av enkeltprogrammerbare

30 initialverdier for pulsmønstervinkelstillingen ϵ_a , ϵ'_a , ϵ_b , ϵ'_b ; ϵ_c , ϵ'_c . To og to modulatorer 9 mottar fra regulatorer 12 modulasjonsgradsparametre m_{0a} respektive m_{0b} respektive m_{0c} . Regulatorene 12 leverer til modulatorene 9 og pulsgeneratorene 8 for hver krets også et regulator-korrekturvinkelsignal Ψ_a respektive Ψ_b respektive Ψ_c . Felles synkronisering kan kobles inn eller ut på et referansepunkt.

35 Kretsfrekvensen ω kan også innstilles av innstilleren 5.

Reguleringsutgangs størrelsene kan også sammenfattes til en vektoriell størrelse.

I innstilleren 5 blir initialvinkelinnstillingssignalene Φ_A , Φ'_A ; Φ_B , Φ'_B ; Φ_C , Φ'_C beregnet ifølge følgende ligninger, idet man legger til grunn en initialvinkel på f.eks. $\Phi_0 = 0$ og en vinkeldreining på $\Delta\Phi = 2 \cdot \pi/A\Phi$:

$$\begin{aligned} 10 \quad \Phi_i &= \Phi_0 + \Delta\Phi \cdot (i - 1) & \Phi'_i \cdot DS &= \Phi_i + \pi \\ & 1 \leq i \leq A\Phi. \end{aligned}$$

Herifra får man modulasjonsfunksjonene $m_a(t)$, $m_b(t)$, $m_c(t)$ ved utgangen fra modulatorene 9, idet man i ligningen for $m_i(t)$ erstatter i med a respektive b , respektive c . For oversiktens skyld er bare modulasjonsfunksjonen $m_a(t)$ tegnet inn. De på samme måte ikke inntegnede modulasjonsfunksjoner $m'_a(t)$, $m'_b(t)$, $m'_c(t)$ for tvillingskjeder blir fremskaffet fra modulasjonsfunksjonene $m_a(t)$, $m_b(t)$, $m_c(t)$, idet man i deres ligninger erstatter Φ_i med Φ'_i .

Initialverdi for pulsmønsterforskyvninger er:

$$\Delta\varepsilon = 2 \cdot \pi / ((DS + 1) \cdot k \cdot A\varepsilon) \text{ og}$$

$$\varepsilon_0 = \pi / (k \cdot (DS + 1)) \text{ for}$$

25 $(k + PZ - 1) / (4 - 2 \cdot DS) - \text{ent}\{(k + PZ - 1) / (4 - 2 \cdot DS)\} = 0$, mens ved andre tilfeller er $\varepsilon_0 = 0$. I den forbindelse betyr $\text{ent}(x)$ det største hele tall $\leq x$. ε_0 angir synkroniseringsverdien for pulsmønsterwinkelstillingen.

30 Med disse verdier får man fra innstilleren 5 de initialverdier som gjelder for pulsmønsterwinkelstillingene ε_a , ε'_a ; ε_b , ε'_b ; ε_c , ε'_c ifølge følgende ligninger:

$$\varepsilon_j = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon \cdot (j - 1),$$

$$35 \quad \varepsilon'_j \cdot DS = \varepsilon_j + (PZ - 2) \cdot \pi/k + (1 - AC) \cdot \pi/k,$$

$$1 \leq i \leq A\Phi.$$

De signaler som er betegnet med apostrof ('), gjelder for ventilkjeder som i likhet med dobbelmatekjeder ($DS = 1$) har en fast definerbar fase og pulsmønsterstilling relatert til en tvillingkjede uten apostrof.

5

Således beregner man i pulsgeneratoren 8 flernivåfunksjonene KF_{aj} , KF_{bj} , KF_{cj} , idet man i ligningen for KF_{ij} erstatter i med a respektive b respektive c. Flernivåfunksjonene KF'_{aj} , KF'_{bj} , KF'_{cj} for tvillingskjedene fremstår av flernivåfunksjonene KF_{aj} , KF_{bj} , KF_{cj} , idet man i deres ligninger $m_a(t)$, $m_b(t)$, $m_c(t)$ erstatter $m_a'(t)$ respektive $m_b'(t)$ respektive $m_c'(t)$ og ε_j med ε'_j .

10

Dersom man betegner referansepotensialet for nullklemmen UO med LUO, så gjelder: $LUO = 0,5 + \text{ent}((PZ - 2)/2)$.

15

Antallet N av tyristorer via nullklemmen UO er $N = PZ/2$ for $PZ/2 - \text{ent}(PZ/2) = 0$, mens i andre tilfeller er $N = PZ/2 + 0,5$. Antallet M av tyristorer under nullklemmen UO er $M = PZ - N$.

20

I den forbindelse beregner man styresignalet 11 respektive $LTON_i - LTUM_i$ for tyristorene $TON - TUM$ i relasjon til fasen i med et pulsmønster j ifølge følgende ligninger:

25

$$LTON_{ij} = H(KF_{ij}(t) - LUO - N + 1),$$

.
.
.

$$LTO2_{ij} = H(KF_{ij}(t) - LUO - 1),$$

30

$$LTO1_{ij} = H(KF_{ij}(t) - LUO),$$

$$LTU1_{ij} = H(-KF_{ij}(t) + LUO),$$

$$LTU2_{ij} = (-KF_{ij}(t) + LUO - 1)$$

.
.
.

35

$$LTMU_{ij} = H(-KF_{ij}(t) + LUO - 1),$$

idet $H(x)$ representerer den såkalte Heaviside-funksjon, for hvilken gjelder:

$$H(x) = 1 \text{ for } x \geq 0 \text{ og } H(x) = 0 \text{ for } x < 0.$$

5 For de øvre tyristorer $TO1 - TON$ for i . fase respektive ventilkjede gjelder således for styresignalet 11 respektive $LTON_{ij}$, idet man starter nullklemmen UO :

$$LTON_{ij} = H(KF_{ij}(t) - LUO - n + 1), \quad 1 \leq n \leq N.$$

10 Tilsvarende gjelder for styresignalet 11 respektive $LTUN_{ij}$ for de nedre transistorer $TU1 - TUM$, idet man begynner fra nullklemmen:

$$LTUN_{ij} = H(-KF_{ij}(t) + LUO - n + 1), \quad 1 \leq n \leq M.$$

15 Figur 8 viser et hjelpespenningsnett for taktalgoritmen respektive kommuteringsfunksjon $KJ_{ij}(t)$. Ved hvert snittpunkt for modulasjonsfunksjonen $m_i(t)$ med spenningsnivålinjer $LO - L5$, som svarer til spenningene på ventilklemmene $UM - ON$, blir kommuteringsfunksjonen $KF_{ij}(t)$, som beskriver en entydig koblingstilstand for en ventilkjede, 20 tillagt eller fratrukket verdien 1. Endringen tilsvarende avledningen av modulasjonsfunksjonen $m_i(t)$. Hjelpespenningsnettet forklarer fremskaffelsen av flernivå-kommuteringsfunksjonen KF_{ij} fra snittpunktene av nettet med modulasjonsfunksjonen $m_i(t)$.

25

I det følgende vil det bli omtalt et utførelseseksempel, idet man benytter betegnelsene ifølge figur 2 med tilhørende beskrivelse. Referansene for fasene R, S, T blir generelt angitt ved driftsvariable, idet $i = 1$ tilsvarende en 30 eneste fase eller fasen R , osv.

En strømrettermatrise bestående av 6 4-trinns 2-kvadrant-innstillere med strømveksling kan drives som følger:

35

- 6 2-kvadrant-innstillere (strøminnstiller, spennings innstillere),
- 3 4-kvadrant-innstillere med $PZ = 2$ eller 3 eller 4,
- 2 1-pulset 3-fase-vekselretter med $PZ = 2$ eller 3 eller

- 4,
 - 1 2-pulset 3-fase-vekselrettere med PZ = 2 eller 3 eller 4, eller
 - en blanding av nevnte koblinger.

5

Eksempel 1:

Taktalgoritme for en matrisestrømretter med 6 2-kvadrant-innstillere, Pz = 2 (strøm- eller spenningsinnstillere):

10

Innstillerinnehold: AG = 3, AC = 0, PZ = 2, DS = 1,
 $\epsilon = 2 \cdot \pi \cdot 1 \cdot f$, $f = 16 \frac{2}{3}$ Hz, $k = 12$, $\Omega = k \cdot \epsilon$, $A\Phi = 1$,
 $A\epsilon = 3$.

15

Individuelle inngangssignaler til modulatorene 9;

$MO_i = 0,75$, $\Psi_i = \pi/4$, $\Phi_0 = 0$, Φ_A , Φ'_A ; Φ_B , Φ'_B ; Φ_C , Φ'_C .

Individuelle inngangssignaler til pulsgeneratoren 8:

20

ϵ_a , ϵ'_a ; ϵ_b , ϵ'_b ; ϵ_c , ϵ'_c ; $n_1 = 20$; $m_a(t)$, $m'_a(t)$; $m_b(t)$,
 $m'_b(t)$; $m_c(t)$, $m'_c(t)$.

Styresignal 11: $LT01_{ij}$, $LTU1_{ij}$.

Eksempel 2:

25

Taktalgoritme for en matrisestrømretter med 3 4.kvadrant-innstillere, PZ = 2:

30

Styreinnhold: AG = 3, AC = 1, PZ = 2, DS = 1,
 $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, $f = 16 \frac{2}{3}$ Hz, $k = 11$, $\Omega = k \cdot \omega$, $A\Phi = 1$,
 $A\epsilon = 3$.

Individuelle inngangssignaler til modulatorene 9 til pulsgeneratoren 8 samt styresignaler 11 svarende til eksempel 1, det samme gjelder også for det neste eksempel.

35

Eksempel 3:

Taktalgoritme for en matrisestrømretter med 2 1-pulset 3-fase-vekselrettere, PZ = 2:

5

Innstillerinnhold: AG = 2, AC = 1, PZ = 2, DS = 0,
 $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, $f = 16 \frac{2}{3}$ Hz, $k = 11$, $\Omega = k \cdot \omega$, $A\Phi = 3$,
 $A\omega = 1$.

10

Oppfinnelsen egner seg spesielt godt for flersystemlokomotiver. Den med et minimalt antall av koblere utførte sterkstrømkobling for et lokomotiv blir omstilt ved hjelp av en enkel omprogrammering av modulatorene 9 til det andre matningssystem. Flersystemmuligheten for lokomotivet sikres ved hjelp av bare en styreelektronikk. Det generelle aspekt med den anvendte algoritme muliggjør en utstyrs- og kostnadsreduksjon ved avvikling av standardprosjekter.

15

20

Utgangssignalet $m_i(t)$ fra modulatorene 9 representerer en tidsavhengig størrelse som kan fortolkes i likhet med styrespenningen ved vanlig forekommende styreteknikk. Denne funksjon $m_i(t)$ kan også, som her, realiseres som en del av regulatoren 12, som skal levere tidsavhengige størrelser. Grensesnittet mellom regulatoren 12 og modulatorene 9 blir da mindre oversiktlig.

25

Den viktigste nyhet befinner seg i pulsgeneratoren 8 som får tilført modulasjonsfunksjonen $m_i(t)$.

30

Til forskjell fra den foreliggende oppfinnelse blir det ved hittil kjente pulsgeneratorer kappet opp en sagtannformet hjelpespenning med en sinusformet styrespenning, idet snittstedene fremskaffer styresignalene for tyristorer. Ved den omtalte pulsgenerator 8 må man derimot på analog måte tale om snittpunkter for styrespenningen med hjelpenettet (figur 8).

35

For spesielle utstyringer kan man anvende spesielle modulasjonsfunksjoner $m_i(t)$.

5 For en firkantformet utstyring med vilkårlig pulsbredde gjelder:

$$m_i(t) = m_{0i} + (2/\pi) \cdot \sum_{n=1}^{n_2} [\sin(n \cdot m_{0i} \cdot \pi) \cdot \cos(n \cdot (\omega \cdot t - \phi_i - \psi_i))] / n,$$

10

idet n betyr en driftsvariabel og n_2 betyr et nøyaktighetstall.

15 For spesialtilfellet av en rektangelformet utstyring med 180° pulsbredde gjelder:

$$m_i(t) = m_{0i} \text{ for } \cos(\omega \cdot t - \phi_i) \geq 0, \\ \text{mens for andre tilfeller er } m_i(t) = 0.$$

20

For en trekantformet utstyring gjelder:

$$m_i(t) = m_{0i} \cdot \{0,5 + (4/\pi^2) \cdot \sum_{n=1}^{n_2} [\cos((2 \cdot n - 1) \cdot (\omega \cdot t - \phi_i - \psi_i))] / (2 \cdot n - 1)^2\}.$$

25

For en trapesformet utstyring gjelder:

$$m_i(t) = 0,5 + (4 \cdot m_{0i} / (\pi \cdot \alpha)) \cdot \sum_{n=1}^{n_2} [\sin(2 \cdot n - 1) \cdot \alpha / (2 \cdot n - 1)^2] \cdot \sin((2 \cdot n - 1) \cdot (\omega \cdot t - \phi_i - \psi_i)),$$

30

idet α betyr halve forskjellen mellom lengdene av den store og lille parallellside av trapeset. Nøyaktighetstallet n_2 ligger fortrinnsvis i tallområdet mellom 20 og 100.

35

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte ved styring av elektriske ventiler for en strømretter (2),

5 a) som for hver vekselstrømfase (R, S, T; a, b, c, ...) i det minste oppviser en ventil (TON - TUM) eller en ventilkjede (13, 14),

b) idet ventilene eller ventilkjedene for hver vekselstrømfase blir styrt med en motsatt faseforskyvning (Φ_i),

10 k a r a k t e r i s e r t v e d a t

c) styringen av ventilen finner sted i avhengighet av en kommuteringsfunksjon $KF_{ij}(t)$ med:

$$15 \quad KF_{ij}(t) = m_i(t) + (2/\pi) \cdot \sum_{n=1}^{n_1} \{ \sin(n \cdot \pi \cdot m_i(t)) \cdot \cos(n \cdot k \cdot (\omega \cdot t - (\epsilon_j + \Phi_i + \Psi_i))) \} / n,$$

20 $t =$ tid, $m_i(t) =$ modulasjonsfunksjon, $n =$ styrevariabel med $1 \leq n \leq n_1$, $n_1 =$ nøyaktighetskjennetegnetegn, $i =$ styrevariabel for kjennetegnelse av AC fasen (R, S, T; a, b, c ...) med $1 \leq i \leq A_\Phi \cdot AG$, $A_\Phi =$ antall ventilkjeder med grunnbølgeforskyvning, $AG =$ antall av ventilkjeder (13, 14) med samme grunnbølgefase, $j =$

25 styrevariabel for angivelse av et pulsmønster med $1 \leq j \leq A_\epsilon \cdot A_\Phi$, $A_\epsilon =$ antall av uavhengige ventilkjeder med forskøvne pulsmønstre, $k =$ multiplikasjon av takten, $\omega =$ vinkelfrekvens for AC spenningen, $\Phi_i =$ forhåndsbestemt fasevinkel, $\Psi_i =$ styringskorreksjonsvinkel og $\epsilon_j =$

30 = initialverdi for vinkelstilling av pulsmønsterposisjon j for ventilkjedekretser (13, 14) med samme indeks i .

2. Fremgangsmåte som angitt i krav 1,

35 k a r a k t e r i s e r t v e d a t modulasjonsfunksjonen $m_i(t)$ er dannet i henhold til:

$$m_i(t) = (PZ - 1) \cdot \{ AC + mO_i \cdot \cos(AC \cdot (\omega \cdot t -$$

$$(\Phi_i + \Psi_i)))]/(AC + 1)$$

idet t betegner tid, indeks i betegner en driftsvariabel for tilkjennegivelse av vekselstrømfase, (R, S, T; a, b, c ...), PZ angir antallet styrbare ventiler for en ventilkjede, AC angir driftsstrømparameter med betydning:

AC = 1 for vekselstrøm/vekselspenningsdrift, AC = 0 for likestrøm/likespenningsdrift, m_{0i} angir en forhåndsbestemt parameter for modulasjonsgraden, ω betegner kretsfrekvensen for vekselspanning, Ψ_i en forhåndsbestemt fasevinkel respektive regulator-korrekturvinkel, og Φ_i angir initialvinkelstilling for en i. vekselstrømfase.

3. Fremgangsmåte som angitt i krav 1,

karakterisert ved at modulasjonsfunksjonen ($m_i(t)$) er dannet i henhold til:

a)

$$m_i(t) = m_{0i} + (2/\pi) \cdot \sum_{n=1}^{n2} [\sin(n \cdot m_{0i} \cdot \pi) \cdot \cos(n \cdot (\omega \cdot t - \Phi_i - \Psi_i))]/n$$

eller b)

$$m_i(t) = m_{0i} \text{ for } \cos(\omega \cdot t - \Psi_i) \geq 0, \text{ eller } m_i(t) = 0$$

eller c)

$$m_i(t) = m_{0i} \cdot \{0,5 + (4/\pi^2) \cdot \sum_{n=1}^{n2} [\cos((2 \cdot n - 1) \cdot (\omega \cdot t - \Phi_i - \Psi_i))]/(2 \cdot n - 1)^2\}$$

eller d)

$$m_i(t) = 0,5 + (4 \cdot m_{0i}/(\pi \cdot a)) \cdot \sum_{n=1}^{n2} [\sin(2 \cdot n - 1) \cdot a/(2 \cdot n - 1)^2] \cdot \sin((2 \cdot n - 1) \cdot (\omega \cdot t - \Phi_i - \Psi_i))$$

idet t angir tid, indeks i angir en driftsvariabel for identifisering av vekselstrømfase (R, S, T; a, b, c ...), m_{0i} en parameter for modulasjonsgraden, $n2$ et nøyaktighets-

tall, ω kretsfrekvensen for vekselspanning, Φ_i en forhåndsbestemt fasevinkel, Ψ_i en regulator-korrekturvinkel og α angir halve forskjellen mellom den store og lille parallellside for et trapes.

5

4. Fremgangsmåte som angitt i et av kravene 1 - 3, karakterisert ved,

- 10 a) at kommuteringsfunksjonen $KF_{ij}(t)$ for hver ventilkjede (13, 14) for en strømretter (2) med flere ventilkjeder er dannet separat i en likt utført pulsgenerator (8), og
- b) at parametrene for kommuteringsfunksjonen $KF_{ij}(t)$ blir initialisert fra en overordnet innstiller (5).

15

5. Fremgangsmåte som angitt i et av kravene 1 - 4, karakterisert ved

- a) at modulasjonsfunksjonen ($m_i(t)$) for hver vinkelkjede for en strømretter (2) med flere ventilkjeder er dannet separat i en likt utført modulator (9), og
- 20 b) at parameteren for modulasjonsfunksjonen ($m_i(t)$) er initialisert av en overordnet innstiller (5).

6. Fremgangsmåte som angitt i et av kravene 1 - 5, karakterisert ved at i avhengighet av kommuteringsfunksjonen $KF_{ij}(t)$ blir styresignaler (11, $LTOn_i$, $LTUn_i$) for styrbare ventiler (TON - TUM) dannet i henhold til:

30 $LTOn_{ij} = H(KF_{ij}(t) - LUO - n + 1)$, $1 \leq n \leq N$
for styrbare ventiler (TO1 - TUM) mellom en nullklemme (UO) og en positiv strømskinne (SO), idet man begynner fra nullklemmen og i henhold til:

35 $LTUn_{ij} = H(-KF_{ij}(t) + LUO - n + 1)$, $1 \leq n \leq M$
for styrbare ventiler (TU1 - TUM) mellom nullklemmen (UO) og en negativ strømskinne (SU), idet man begynner fra nullklemmen, idet i betegner en driftsvariabel for definisjon av vekselstrømfasen (R, S, T; a, b, c ...), j betegner en driftsvariabel til definisjon av pulsmønsteret, $H(x)$

betegner Heaviside-funksjonen og $LUO = 0,5 + \text{ent} (PZ - 2)/2$

betegner referansepotensialet for nullklemmen (UO), $PZ = n + M = \text{antall styrbare ventiler for en ventilkjede (13, 14)}$.

5

7. Fremgangsmåte som angitt i et av kravene 1 - 6, karakterisert ved

a) at minst en modulator (9)

b) og/eller minst en pulsgenerator (8) styres i avhengighet av minst et utgangssignal

10

(S_{12} ; SYN, Ψ_i ; $SYN, \Psi_a, \Psi_b, \Psi_c$) fra en forkoblet regulator (12).

8. Fremgangsmåte som angitt i et av kravene 4 - 7,

15

karakterisert ved at i innstilleren (5) lagrede og/eller tildannede data og/eller parametre

($AC, PZ, W, k, \Phi_R, \Phi_S, \Phi_T; \Phi_A - \Phi'_C; \epsilon_R, \epsilon_S, \epsilon_T; \epsilon_a - \epsilon'_c$) leveres periodisk til den minst ene modulator (9) og den minst ene pulsgenerator (8).

20

9. Fremgangsmåte som angitt i et av kravene 1 - 8,

karakterisert ved

at den motsatte faseforskyvning av vekselstrømfasene (R, S, T; a, b, c, ...) respektive initialvinkelstillingssignalene ($\Phi_i; \Phi_R, \Phi_S, \Phi_T; \Phi_A, \Phi'_A; \Phi_B, \Phi'_B; \Phi_C, \Phi'_C$) blir beregnet i henhold til følgende ligninger, idet man til grunn legger en initialvinkel Φ_0 og en vinkelforskjell $\Delta\Phi = 2 \cdot \pi/A\Phi$:

25

$$\Phi_i = \Phi_0 + \Delta\Phi \cdot (i - 1), \quad \Phi'_i \cdot DS = \Phi_i + \pi,$$

$1 \leq i \leq A\Phi$, $A\Phi = \text{antall ventilkjeder med grunnsvingningsforskyvning,}$

30

og/eller

at initialverdien for pulsmønstervinkelstillingen ($\epsilon_j; \epsilon_R, \epsilon_S, \epsilon_T; \epsilon_a, \epsilon'_a; \epsilon_b, \epsilon'_b; \epsilon_c, \epsilon'_c$) blir dannet i henhold til følgende ligning:

35

$$\epsilon_j = \epsilon_0 + \Delta\epsilon \cdot (j - 1),$$

$$\epsilon'_j \cdot DS = \epsilon_j + (PZ - 2) \cdot \pi/k + (1 - AC) \cdot \pi/k, \text{ med:}$$

$1 \leq j \leq A\epsilon$, $A\epsilon = \text{antall uavhengige impulsmønsterforskjøvnene}$

ventilkjeder,

$$\Delta \varepsilon = 2 \cdot \pi / ((DS + 1) \cdot A\varepsilon) \text{ og}$$

$$\varepsilon_0 = \pi / (k \cdot (DS + 1)) \text{ for}$$

$$(k + PZ - 1) / (4 - 2 \cdot DS) -$$

5 ent $\{(k + PZ - 1) / (4 - 2 \cdot DS)\} = 0$ eller man har

$\varepsilon_0 = 0$, ent $(x) =$ største hele tall mindre tall $\leq x$, DS = 1 for dobbeltsidig matning, ellers er DS = 0, PZ = antall styrbare ventiler (TON - TUM) for hver ventilkjede (13, 14) .

10

10. Fremgangsmåte som angitt i et av kravene 1 - 9, karakterisert ved

a) at initialverdien for pulsmønstervinkelstillingen

$$(\varepsilon_i; \varepsilon_R, \varepsilon_S, \varepsilon_T; \varepsilon_a, \varepsilon_a; \varepsilon_b, \varepsilon'_b; \varepsilon_c, \varepsilon'_c) = 0,$$

15 b) og/eller at antallet (PZ) elektriske ventiler for strømretteren (2) = 1.

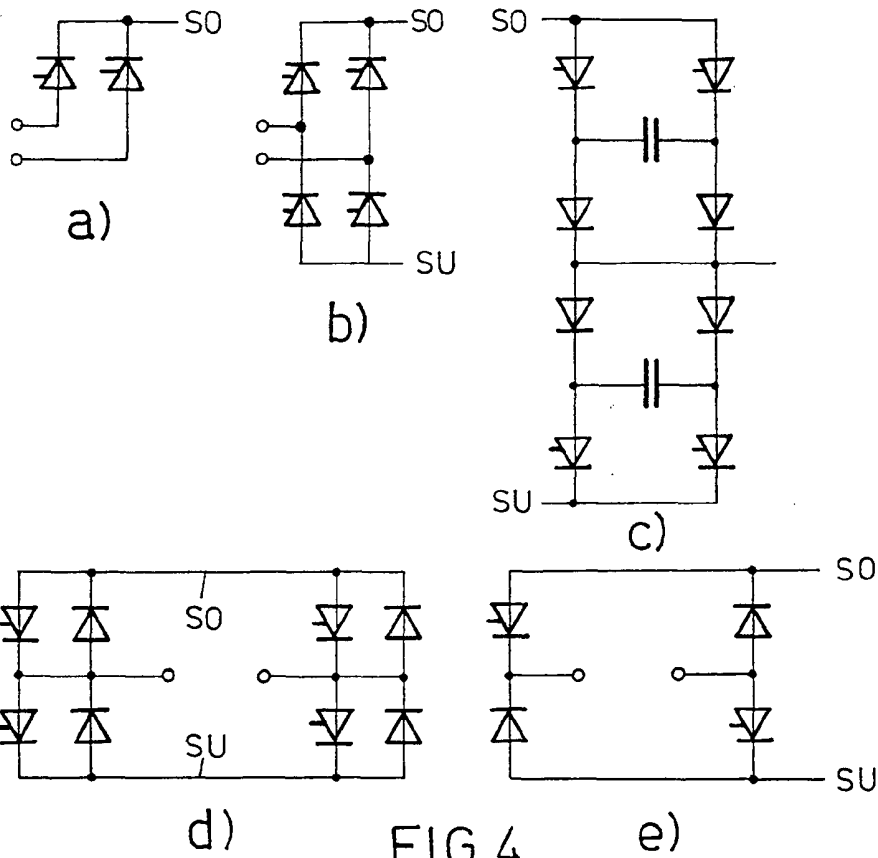


FIG. 4

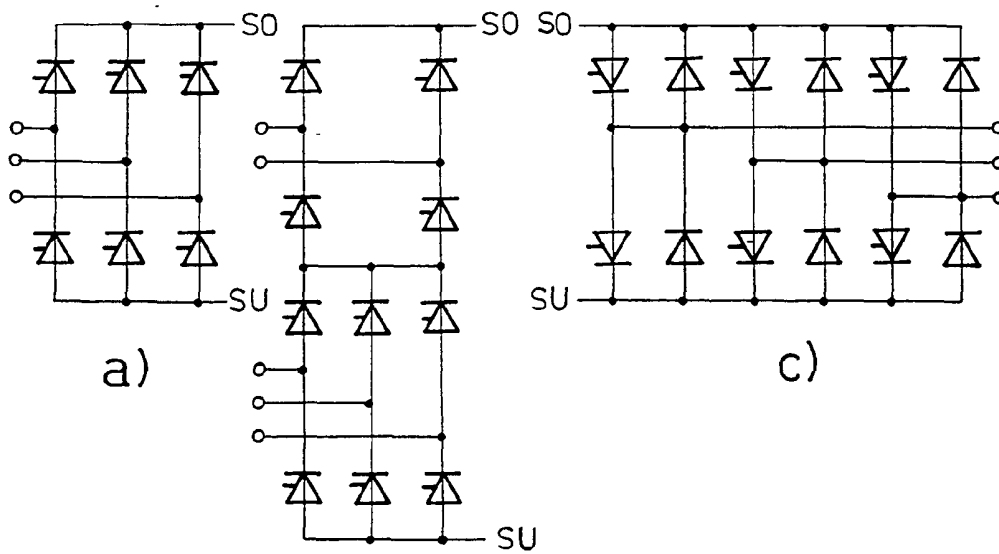


FIG. 5

