

KONINKRIJK BELGIE

FOD ECONOMIE, K.M.O.,
MIDDENSTAND & ENERGIE

Dienst voor de intellectuele Eigendom

PUBLICATIENUMMER : 1017382A3

INDIENINGSNUMMER : 2006/0646

Internat. klassif. : H02M

Datum van verlening : 01 Juli 2008

De Minister van Economie,

Gelet op de wet van 28 Maart 1984 op de uitvindingsoctrooien
inzonderheid artikel 22;
Gelet op het Koninklijk Besluit van 2 December 1986, betreffende het aanvragen,
verlenen en in stand houden van uitvindingsoctrooien, inzonderheid artikel 28;

Gelet op het proces-verbaal opgesteld door de Dienst voor Intellectuele Eigendom op
27 December 2006 te 11u05

BESLUIT :

ARTIKEL 1.- Er wordt toegekend aan : ATLAS COPCO AIRPOWER, naamloze vennootschap
Boomsesteenweg 957, B-2610 WILRIJK(BELGIË)

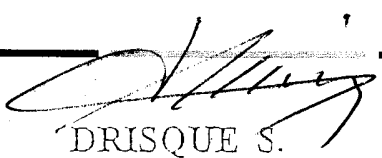
vertegenwoordigd door : DONNE Eddy, BUREAU BOCKSTAEL, Arenbergstraat, 13 - B 2000
ANTWERPEN.

een uitvindingsoctrooi voor de duur van 20 jaar, onder voorbehoud van de betaling van
de jaartaksen voor : WERKWIJZE VOOR HET STUREN VAN EEN BELASTING MET EEN VOORNAMELIJK
INDUCTIEF KARAKTER EN EEN INRICHTING DIE ZULKE WERKWIJZE TOEPAST.

UITVINDER(S) : Terörde Gerd, Lärchenweg 2, D-46499 Hamminkeln (DE)

ARTIKEL 2.- Dit octrooi is toegekend zonder voorafgaand onderzoek van zijn
octrooieerbaarheid, zonder waarborg voor zijn waarde of van de juistheid van
de beschrijving der uitvinding en op eigen risico van de aanvrager(s).

Voor eensluidend verklaard afschrift

Brussel, 01 Juli 2008
BIJ SPECIALE MACHTIGING :
DRISQUE S.
Adviseur
S. DRISQUE
Adviseur**.be**

Werkwijze voor het sturen van een belasting met een voornamelijk inductief karakter en een inrichting die zulke werkwijze toepast.

5

De huidige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het sturen van een belasting met een voornamelijk inductief karakter, bijvoorbeeld een elektrische motor, een generator of dergelijke, waarbij voor het voeden van een fase van de voornoemde belasting wordt gebruikgemaakt van minstens twee geschakelde uitgangsspanningen, afkomstig van één of meer vermogenelektronische omvormers met een gegeven periode voor het schakelen, moduleren of bemonsteren, zoals een omvormer met gelijkstroomtussenkring, een buck- of boost-omvormer of dergelijke.

15

Over het algemeen kent men twee basistypes van omvormers met gelijkstroomtussenkring, met name een spanningsgevoede omvormer ("Voltage Source Inverter" of VSI) waarbij een DC-link capaciteit wordt gebruikt en die een geschakelde uitgangsspanning levert, en een stroomgevoede omvormer ("Current Source Inverter" of CSI), die gebruik maakt van een DC-link inductantie en die aan zijn uitgangen een geschakelde stroomgolfvorm oplevert. Verder in de beschrijving worden enkel spanningsgevoede omvormers beschouwd.

25

In een typische spanningsgevoede omvormer, kan elk omvormerbeen vereenvoudigd worden voorgesteld door een 2-

standenschakelaar die een geschakelde spanningsgolfvorm levert aan een belasting, doordat, ofwel de positieve, ofwel de negatieve DC busspanning voor een korte tijd wordt aangelegd aan één van de fasen van deze belasting.

5

In het geval de negatieve busspanning wordt aangelegd aan een bepaalde fase, neemt de stroom van deze fase af, en omgekeerd, neemt de fasestroom doorgaans toe wanneer een positieve spanning wordt toegepast.

10

Door gebruik te maken van modulatietechnieken zoals pulsbreedtemodulatie ("pulse width modulation" of PWM) of van technieken zoals hysteresiscontrole, is het mogelijk om een gemiddelde spanning te leveren die, binnen elke PWM-
15 periode, gelijk is aan een referentiespanning. Aangezien PWM frequenties veel hoger zijn dan de frequentie van deze referentiespanning, wordt de referentiespanning weergegeven door de grondgolf van het geschakeld pulspatroon. Naast deze grondgolf bevat het spanningsspectrum aan bijvoorbeeld de
20 aansluitklemmen van een motor, veel hogere harmonischen. In elektrische stuurtechniek genereert deze variërende output extra stroomharmonischen die de snelheidsvariaties die leiden tot koppelrimpel, evenals de verliezen, doen toenemen, wat resulteert in opwarming van de motor.

25

Een bekende werkwijze voor het reduceren van de stroomrimpel ten gevolge van de geschakelde spanningsgolfvorm bestaat erin om de schakelfrequentie van de omvormer op te drijven. De schakelfrequentie is echter beperkt tot een maximum

waarde die zowel afhankelijk is van de vermogenelektronica als van de stureenheid. Bovendien nemen als gevolg van een toenemende schakelfrequentie ook de verliezen van de omvormer toe.

5

Een andere welbekende maatregel voor het reduceren van de stroomrimpel is om aan de omvormeruitgang een smoorspoel ("choke") te voorzien, of een sinusfilter die bestaat uit een combinatie van een smoorspoel en een condensator.

10

Nadelen van het toepassen van een smoorspoel aan de omvormeruitgang zijn de hoge kostprijs, de bijkomende verliezen, en de spanningsval. Vooral bij hoogfrequente toepassingen zoals hogesnelheidsaandrijvingen wordt het laatstgenoemde nadeel belangrijk, aangezien de spanningsval afhankelijk is van de frequentie van de grondgolf.

Men kent tevens reeds een parallelgeschakelde omvormersturing die wordt toegepast voor het beperken van het vermogen van elke parallel geschakelde omvormer en waarbij de benen van de respectievelijke omvormers rechtstreeks parallel met elkaar worden verbonden.

Een nadeel van zulk systeem is dat de uitgangsspanningen van de parallel geschakelde benen van de omvormers identiek dienen te zijn, aangezien elk verschil van de uitgangsspanning, zoals een verschuiving van de PWM-pulsen, een gevaarlijk hoge circulatiestroom of kortsluiting binnen de parallelverbinding kan veroorzaken.

In andere bekende systemen wordt elk parallel geschakeld been van de omvormer voorzien van een afzonderlijke smoorspoel, zodat de spanningpulsen van elk van deze
5 respectievelijke parallel geschakelde uitgangsbenen van de omvormers kunnen worden verschoven.

Een bekende PWM-strategie voor het parallel geschakelde uitgangsheen van de omvormer, is om dezelfde
10 spanninggolfvorm aan te leggen, doch, waarbij de spanningpulsen verschoven zijn over een halve PWM periode.

De belangrijkste nadelen van zulke strategie bestaan erin dat elke smoorspoel belast wordt met een magnetisch veld dat
15 wordt opgewekt door de volledige uitgangsstroom van de omvormer en dat er geen vermindering van de schakelfrequentie kan worden verwezenlijkt.

Andere nadelen van zulke bekende werkwijzen bestaan erin dat
20 er slechts een beperkte vermindering van de harmonische inhoud wordt verkregen en dat er zich een hoge spanningsval voordoet bij hoge grondfrequenties.

Nog een nadeel van zulke bekende werkwijzen bestaat erin dat
25 de voornoemde smoorspoelen, bij hoge vermogens, erg omvangrijk en duur zijn.

In een vorige octrooiaanvraag van dezelfde aanvrager is reeds een inrichting beschreven die een oplossing biedt aan

bepaalde van deze nadelen, welke inrichting is uitgevoerd in de vorm van een "differential-mode" inrichting (of ontkoppelingsinrichting) die ervoor zorgt dat het grootste gedeelte van de flux die door de stroom in één van de 5 omvormerbenen wordt opgewekt, wordt tegengewerkt door een flux die wordt opgewekt door de stroom in één of meer andere omvormerbenen.

In vergelijking met een standaard smoorspoel met éézelfde 10 toegelaten vermogen, is de resulterende magnetische flux erg laag, wat resulteert in kleine afmetingen en een lage kost van de ontkoppelingsinrichtingen.

De huidige uitvinding heeft als doel een werkwijze te 15 leveren voor het sturen van een belasting met een voornamelijk inductief karakter, waarbij de schakelfrequentie van de omvormer wordt gereduceerd, de stroomharmonischen worden beperkt en/of andere voordelen worden verkregen ten opzichte van de klassiek toegepaste 20 werkwijze voor het sturen van een belasting.

Hiertoe betreft de huidige uitvinding een werkwijze voor het sturen van een belasting met een voornamelijk inductief karakter, waarbij voor het voeden van een fase van de 25 voornoemde belasting wordt gebruikgemaakt van minstens twee geschakelde uitgangsspanningen, afkomstig van één of meer vermogenelektronische omvormers met een gegeven periode voor het schakelen, moduleren of bemonsteren, waarbij de golfvormen van de betreffende uitgangsspanningen

verschillend of verschoven zijn in de tijd en waarbij zij aan de belasting worden aangelegd via een inrichting die is uitgevoerd in de vorm van een "differential-mode" inrichting, waarbij gedurende elke volledige voornoemde 5 periode, minstens één van de voornoemde uitgangsspanningen constant wordt gehouden en dus niet wordt geschakeld.

Een belangrijk voordeel van een werkwijze volgens de uitvinding bestaat erin dat de schakelfrequentie van de 10 omvormers aanzienlijk kan worden gereduceerd, waardoor de verliezen in deze omvormer afnemen.

Nog een voordeel van een werkwijze volgens de uitvinding voor het sturen van een belasting met een voornamelijk 15 inductief karakter, is dat de stroomharmonischen worden gereduceerd, waardoor het rendement van de belasting toeneemt en er minder opwarming van deze belasting plaatsvindt.

20 Een bijkomend voordeel van een werkwijze volgens de uitvinding bestaat erin dat de "common-mode" spanning aanzienlijk lager zal liggen, waardoor bijvoorbeeld problemen met betrekking tot elektromagnetische compatibiliteit (EMC) worden gereduceerd.

25

De huidige uitvinding heeft eveneens betrekking op een inrichting die geschikt is voor het toepassen van een werkwijze zoals hiervoor beschreven, voor het sturen van een belasting met een voornamelijk inductief karakter, waarbij

- deze inrichting één of meer vermogenelektronische omvormers met een gegeven periode voor het schakelen, moduleren of bemonsteren omvat, voor het leveren van minstens twee geschakelde uitgangsspanningen, waarbij deze inrichting
- 5 minstens één "differential-mode" inrichting omvat waarop de voornoemde omvormer of omvormers is of zijn aangesloten voor het voeden van een fase van de voornoemde belasting en dat de voornoemde omvormer of omvormers is of zijn voorzien van een sturing die ervoor zorgt dat de golfvormen van de
- 10 betreffende uitgangsspanningen verschillend of verschoven zijn in de tijd en dat gedurende elke volledige voornoemde periode, minstens één van de voornoemde uitgangsspanningen constant wordt gehouden en dus niet wordt geschakeld.
- 15 De voornoemde "differential-mode" inrichting is bij voorkeur voorzien van één of meer inductorcomponenten zoals smoorspoelen, transformatoren, toroïden, ferrietringen, ijzerkernen, "common-mode" smoorspoelen, stroomgecompenseerde smoorspoelen of dergelijke, die twee of
- 20 meer parallelle windingen bezitten, zodat demping van de "differential-mode" van spanning, respectievelijk stroom, van twee of meer op deze inrichting aangesloten omvormerbenen mogelijk wordt gemaakt.
- 25 Met het inzicht de kenmerken van de huidige uitvinding beter aan te tonen, zijn hierna, als voorbeeld zonder enig beperkend karakter, enkele voorkeurdragende werkwijzen volgens de uitvinding beschreven, met verwijzing naar de bijgaande tekeningen, waarin:

figuur 1 een bekende opstelling van twee parallel geschakelde omvormerbenen weergeeft;

figuur 2 een wikkelschema weergeeft van een
5 "differential-mode" inrichting;

figuur 3 een equivalent schema van het wikkelschema volgens figuur 2 weergeeft;

figuur 4 een voorbeeldopstelling van een "differential-mode" inrichting volgens figuur 3 weergeeft;

10 de figuren 5 en 6 varianten weergeven volgens figuur 4;

figuur 7 een variant wikkelschema weergeeft volgens figuur 2;

de figuren 8 en 9 varianten weergeven volgens figuur 7;

figuur 10 een voorbeeldopstelling weergeeft van een
15 "differential-mode" inrichting voor een 3-fasentoepassing;

figuur 11 schakellogica weergeeft die wordt toegepast in een werkwijze volgens de uitvinding;

figuur 12 de "common-mode" spanning weergeeft in een 3-
20 fasentoepassing;

figuur 13 een schakelstrategie weergeeft in het lage modulatiegebied;

figuur 14 een spanningsgolfvorm weergeeft in het lage modulatiegebied;

25 figuur 15 voor verschillende systemen een referentiespanning weergeeft en de resulterende motor ingangsspanning in de eerste fase van een 3-fasige elektrische machine;

figuur 16 voor verschillende systemen een

uitgangsstroom van een omvormer weergeeft voor een 3-fasige toepassing;

figuur 17 voor verschillende systemen een voorbeeld van de ingangsstroom van een 3-fasige elektrische machine weergeeft.

5

In figuur 1 is een bekende opstelling weergegeven waarbij de uitgangsbenen 1 en 2 van twee niet in de figuren weergegeven omvormers parallel geschakeld zijn en verbonden zijn met een
10 belasting 3 met een voornamelijk inductief karakter, waarbij deze belasting 3 in dit geval bestaat uit een motor 4, en in het bijzonder, uit één fase van deze motor 4.

In elk van de uitgangsbenen 1 en 2 van de respectievelijke
15 omvormers is, zoals bekend, telkens een smoorspoel 5 aangebracht.

Zoals reeds beschreven in de inleiding, vertoont zulke bekende opstelling tal van nadelen, zoals een hoge
20 schakelfrequentie, een beperkte reductie van de harmonische inhoud, een grote spanningsval bij hoge fundamentele frequenties, een sterk magnetisch veld in elke smoorspoel 5 doordat dit veld wordt opgewekt door de volledige uitgangsstroom van de omvormers en een hoge kost en grote
25 afmetingen van de smoorspoelen 5, in het bijzonder bij grote vermogens.

In figuur 2 is een basisopstelling van een "differential-mode" inrichting 6 weergegeven, zoals beschreven in een

vorige octrooiaanvraag van dezelfde aanvrager, waarbij twee anti-parallelle windingen 7 op een gezamenlijke magnetische kern 8, zoals een ijzerkern, zijn aangebracht.

- 5 De voornoemde twee windingen 7 worden gebruikt om de twee omvormerbenen 1 en 2, die respectievelijke spanningen U_1 en U_2 leveren, met elkaar te verbinden.

De einden van de windingen 7 zijn via een gemeenschappelijke geleider 9 verbonden met één fase van een belasting die kan
10 bestaan uit een actieve of passieve grid met inductief karakter, bijvoorbeeld een motorfase. Volgens de wet van Kirchoff is de belastingsstroom i die in de geleider 9 stroomt, gelijk aan de som van de omvormerstromen i_1 en i_2
15 die worden geleverd via de respectievelijke omvormerbenen 1 en 2.

In figuur 3 wordt dezelfde opstelling als in figuur 2 weergegeven, aan de hand van een vereenvoudigd equivalent
20 circuit.

Voor parallelle vermogensturing, dienen de stromen van de twee omvormerbenen 1 en 2, die een veld opwekken in de magnetische kern 8, gelijk te zijn. Afhankelijk van de
25 stroomzin, is de flux die wordt opgewekt door de windingen 7 gelijk of tegengesteld aan elkaar.

Met éénzelfde uitgangsstroom van de twee omvormers en bij een wikkerverhouding van 1:1 met 100% magnetische koppeling,

heffen beide fluxen elkaar volledig op en is het resulterend magnetisch veld in de "differential-mode" inrichting 6 gelijk aan nul.

- 5 In de aanwezigheid van een "differential-mode" stroom, waarbij i_1 verschilt van i_2 , stroomt er daarentegen wél een magnetische flux in de magnetische kern 8, waardoor de smoorspoel functioneert als inductiespoel tegen deze ongewenste stroom.

10

Terwijl bij een klassieke enkelfasige smoorspoel een magnetisch veld wordt opgewekt door de gehele fasestroom, wordt het magnetisch veld van de "differential-mode" inrichtingen 6 in hoofdzaak opgewekt door het verschil van
15 de uitgangsströmen i_1 en i_2 van de respectievelijke parallel geschakelde omvormers.

Deze "differential-mode" stroom (d.w.z. stroomverschil) kan slechts een fractie bedragen van de totale fasestroom.

- 20 Aangezien de ijzerkern de fundamentele componenten van de omvormerstroom en -spanning niet ziet, kunnen de afmetingen van de ijzerkern aanzienlijk kleiner worden uitgevoerd dan bij standaard smoorspoelen of transformatoren die worden gebruikt voor een identiek toelaatbaar vermogen.

25

In een testopstelling werden bijvoorbeeld ijzerkernen van 2kVA smoorspoelen gebruikt voor het voeden van een 300 kW motor met parallelle vermogensturing, waarbij dus de uitgangsbenen 1 en 2 van verschillende omvormers parallel

werden verbonden.

Zulke opstelling is echter niet voor de hand liggend, aangezien de "differential-mode" inrichting 6 verzadigd
5 geraakt en dus de correcte werking verliest, bij een relatief laag niveau van "differential-mode" stroom.

Zoals is geïllustreerd aan de hand van de figuren 4 tot 10 zijn er veel verschillende opstellingen mogelijk. Echter,
10 het basisprincipe blijft steeds hetzelfde, waarbij:

- bij identieke uitgangsströmen van de omvormerbussen 1 en 2 die éénzelfde fase van de belasting 3 voeden en bij verwaarlozing van lekverliezen, is het magnetisch veld
15 in de "differential-mode" inrichting 6 nul;
- de uitgangsspanning van de "differential-mode" inrichting 6 is de som van de respectievelijke ingangsspanningen U_1 en U_2 van deze "differential-mode"
20 inrichting 6, gedeeld door het aantal ingangen.

De "differential-mode" inrichtingen 6 die worden gebruikt voor parallele vermogensturing kunnen worden verwezenlijkt door het gebruik van één of meer inductiecomponenten zoals
25 smoorspoelen, transformatoren, toroïden, ferrietringen, ijzerkernen, "common-mode" smoorspoelen, stroomgecompenseerde smoorspoelen of dergelijke. Zulke inductiecomponenten hebben twee of meer parallele windingen (afhankelijk van het aantal parallel geschakelde

omvormerbenen) voor het dempen van de "differential-mode" van spanning, respectievelijk stroom.

In figuur 4 is een voorbeeldopstelling van een "differential-mode" inrichting 6 volgens figuur 3 weergegeven, die is aangesloten op een belasting 3 in de vorm van een motorfase, en die wordt gevoed door twee omvormerbenen 1 en 2 die, respectievelijk, de uitgangsspanningen U_1 en U_2 leveren.

10

In dit voorbeeld is de "differential-mode" inrichting 6 zoals weergegeven in figuur 2 verwezenlijkt door twee anti-parallel gewikkelde windingen 7 rond een magnetische kern 8, waarin het magnetisch veld dat wordt gegenereerd door de windingen 7, gelijk is aan nul, wanneer de twee uitgangsströmen i_1 en i_2 van de respectievelijke omvormers gelijk zijn.

Aangezien de anti-parallel gewikkelde windingen 7 gekoppeld zijn aan dezelfde flux, is de spanningsval over de windingen 7 tegengesteld aan elkaar. Wanneer de resistieve spanningsval, de lekflux, de capacitieve koppeling en andere parasitaire effecten worden verwaarloosd, kan worden gesteld dat de uitgangsspanningen U_1 en U_2 van de respectievelijke omvormerbenen 1 en 2 gelijk is aan:

$$U_1 = U_{\text{load}} + U_L \quad (1)$$

$$U_2 = U_{\text{load}} - U_L \quad (2)$$

Hierbij stelt U_L de spanningsval voor die zich voordoet over de winding 7 van het eerste omvormerbeen 1, terwijl U_{load} de spanning voorstelt die wordt aangelegd aan de motorfase.

- 5 Volgens (1) - (2), is de som van de uitgangsspanningen van de respectievelijke omvormers gelijk aan:

$$U_1 + U_2 = 2 \cdot U_{load} \quad (3)$$

- 10 Hieruit volgt dat de spanningsval over de belasting gelijk is aan:

$$U_{load} = \frac{1}{2} [U_1 + U_2] \quad (4)$$

- 15 Deze formule kan ook worden afgeleid uit het volgende stelsel van vergelijkingen, waarbij U_L de zelfinductiespanning van de smoorspoel voorstelt en L_d de zelfinductiecoëfficiënt van de smoorspoel voorstelt:

$$20 \left. \begin{array}{l} U_1 = U_{load} + U_L \\ U_2 = U_{load} - U_L \\ U_L = L_d \frac{d}{dt} [i_1 - i_2] \end{array} \right\} \Rightarrow U_{load} = \frac{1}{2} [U_1 + U_2]$$

Uit het voorgaande volgt tevens dat de zelfinductiespanning over de smoorspoel gelijk is aan:

$$U_L = \frac{1}{2}[U_1 - U_2] \quad (5)$$

In figuur 5 is een voorbeeld van een inrichting volgens de uitvinding weergegeven met drie "differential-mode" inrichtingen 6 voor een 3-fasige toepassing. In dit voorbeeld wordt een meerfasige belasting die is uitgevoerd in de vorm van een elektrische machine en die in dit geval bestaat uit een 3-fasige motor 10, gevoed door twee 3-fasenomvormers 11 en 12 die eveneens deel uitmaken van de inrichting volgens de uitvinding.

Hiertoe zijn telkens twee uitgangsbenen 13 en 14 van de respectievelijke omvormers 11 en 12 parallel verbonden door middel van een afzonderlijke "differential-mode" inrichting 6, en voedt elk van de drie afzonderlijke "differential-mode" inrichtingen 6 een respectievelijke motorfase 15, 16 of 17.

De voornoemde vermogenelektronische omvormers kunnen hierbij al dan niet zijn aangesloten op een gemeenschappelijke DC busspanning.

Het werkingsprincipe van de "differential-mode" inrichtingen 6 en de resulterende vergelijkingen zijn gelijkaardig aan die uit het voorgaande voorbeeld van figuur 4.

Inderdaad, voor dit voorbeeld geldt:

$$U_{Motor} \approx \frac{1}{2} \begin{bmatrix} U_{u1} + U_{u2} \\ U_{v1} + U_{v2} \\ U_{w1} + U_{w2} \end{bmatrix}$$

Volgens de uitvinding omvatten de voornoemde omvormers 11 en/of 12 een sturing die ervoor zorgt dat de golfvormen van de betreffende uitgangsspanningen van de respectievelijke omvormerbene 13 en 14 die op éézelfde "differential-mode" inrichting zijn aangesloten, verschillend zijn in de tijd of verschoven zijn in de tijd en dat gedurende elke volledige voornoemde periode, minstens één van deze voornoemde uitgangsspanningen constant wordt gehouden en dus niet wordt geschakeld.

Volgens hetzelfde principe is het tevens mogelijk om meer dan twee omvormerbene parallel te verbinden, zoals bijvoorbeeld weergegeven in figuur 6, die een voorbeeldopstelling weergeeft van twee "differential-mode" inrichtingen 6 die zijn aangesloten op drie omvormerbene 18, 19 en 20 en die één fase van een motor 21 voeden.

In dit voorbeeld geldt het volgende stelsel van vergelijkingen:

$$\left. \begin{aligned} U_{L1} &= L_{d1} \frac{d}{dt} \left[i_1 - \frac{i_2}{2} - \frac{i_3}{2} \right] \\ U_{L2} &= L_{d2} \frac{d}{dt} \left[i_2 - \frac{i_1}{2} - \frac{i_3}{2} \right] \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_{Load} = \frac{1}{3} [U_1 + U_2 + U_3] \quad (6)$$

Tevens gelden voor dit voorbeeld de volgende vergelijkingen:

$$U_{L1} = \frac{2}{3}[U_1 - U_3] \quad \text{en} \quad U_{L2} = \frac{2}{3}[U_2 - U_3]$$

5

In deze vergelijkingen stellen U_{L1} en U_{L2} de zelfinductiespanningen voor van de respectievelijke smoorspoelen van elk van de "differential-mode" inrichtingen 6, terwijl de spanningen U_1 , U_2 en U_3 de uitgangsspanningen van de respectievelijke omvormers voorstellen.

10

Varianten van de opstelling uit figuur 6 kunnen bijvoorbeeld worden voorzien van meer dan twee "differential-mode" inrichtingen 6 of van andere wikkelverdelingen van de "differential-mode" inrichtingen 6.

15

Het is tevens mogelijk om "differential-mode" inrichtingen 6 te voorzien van slechts één ijzerkern voor het ontkoppelen van de omvormers, waardoor parallelle vermogensturing wordt mogelijk gemaakt.

20

Volgens een bijzonder kenmerk van de uitvinding bevat de "differential-mode" inrichting windingen rond een ijzerkern met meer dan één magnetisch fluxpad.

25

De figuren 7 tot 9 geven drie verschillende wikkelschema's die telkens resulteren in dezelfde spanningsvergelijking voor de belasting, als de hiervoor vermelde vergelijking (6)

uit het voorbeeld van figuur 6, op voorwaarde dat wordt uitgegaan van een wikkelverhouding van 1:1:1 en dat lekverliezen worden verwaarloosd.

- 5 In elk van de figuren omvat de "differential-mode" inrichting 6 een 3-fasentransformator 22 die wordt gevoed door drie uitgangsbenen 23-25 van drie afzonderlijke, niet in de figuren weergegeven omvormers.
- 10 In het voorbeeld van figuur 7 zijn de uiteinden van de windingen 26 rond de respectievelijke transformatorbenen 27 parallel verbonden en sluiten zij via de gemeenschappelijke geleider 28 aan op een belasting 3 met een voornamelijk inductief karakter, zoals een motorfase.

15

- Bij de opstelling uit figuur 8 zijn rond elk transformatorbeen 27 twee afzonderlijke windingen 29 en 30 voorzien, respectievelijk een eerste winding 29, waarop een uitgangsbeen 23-25 van een respectievelijke omvormer aansluit, en een tweede winding 30, die met één uiteinde verbonden is met een vrij uiteinde van een voornoemde eerste winding 29 en waarbij de andere uiteinden van de tweede windingen 30 parallel verbonden zijn voor het voeden van een belasting.

25

De verbindingen tussen de respectievelijke eerste en tweede windingen 29 en 30 op de transformatorbenen 27 is in dit geval zo uitgevoerd dat elke eerste winding 29 op een respectievelijk transformatorbeen 27 is verbonden met een

tweede winding 30 rond een ander transformatorbeen 27.

Bij de opstelling die is weergegeven in figuur 9 zijn rond elk van de transformatorbenen drie afzonderlijke windingen
5 31-33 aangebracht, waarbij deze windingen 31-33 op zulke wijze met elkaar verbonden zijn dat elke uitgangsstroom die wordt geleverd door de respectievelijke omvormers, doorheen drie windingen stroomt, waarbij deze drie windingen ieder zijn aangebracht rond een ander transformatorbeen 27.

10

Een voorbeeld van een toepassing van een "differential-mode" inrichting 6 volgens figuur 8 is weergegeven in figuur 10 die een inrichting volgens de uitvinding weergeeft die een belasting voedt.

15

In dit voorbeeld wordt een 3-fasige belasting 3, in de vorm van een motor 10, gevoed door drie 3-fasige omvormers 34-36, en dit via drie "differential-mode" inrichtingen 6 die zijn uitgevoerd zoals het voorbeeld uit figuur 8 met twee
20 windingen 29 en 30 rond elk transformatorbeen 27.

Hiertoe wordt hier elke 3-fasige omvormer 34-36 aangewend voor het voeden van een andere motorfase 15-17, doch, het is duidelijk dat de uitgangsbene 23-25 van de omvormers 34-36
25 ook op andere wijzen kunnen worden gecombineerd, bijvoorbeeld door een eerste fase 23 van elke omvormer 34-36 te gebruiken voor het voeden van één motorfase 15, de tweede omvormerfasen 24 te gebruiken voor het voeden van de tweede fase 16 van de belasting 3 en de derde belastingsfase 17 te

voeden door de derde fasen van de respectievelijke omvormers 34-36.

In alle toepassingen van "differential-mode" inrichting 6 is
5 de spanning die aan elke fase van de belasting wordt
aangelegd, gelijk aan de som van de uitgangsspanningen van
de respectievelijke omvormers die de betreffende
"differential-mode" inrichting 6 voeden, gedeeld door het
aantal omvormeruitgangen die op deze "differential-mode"
10 inrichting 6 zijn aangesloten.

De meest voor de hand liggende wijze voor het benaderen van
een gewenste referentiespanning van de belasting, bestaat
uit het aanleggen van dezelfde spanning aan alle parallel
15 geschakelde omvormerbenen, zodat een conventionele
vermogenvoeding wordt verkregen zonder bijkomende voordelen.

De werkwijze volgens de uitvinding voor het sturen van een
belasting met een voornamelijk inductief karakter bestaat
20 erin dat de golfvormen van de uitgangsspanningen van de
respectievelijke omvormerbenen die zijn aangesloten op een
gezamenlijke "differential-mode" inrichting voor het voeden
van een fase van de belasting, verschillend of verschoven
zijn in de tijd en dat, gedurende elke volledige schakel-,
25 modulatie-, of sampleperiode, minstens één van de voornoemde
uitgangsspanningen constant wordt gehouden en dus niet wordt
geschakeld, door middel van een voornoemde sturing.

Volgens een voorkeurdragend kenmerk van de uitvinding wordt

gedurende elke volledige schakel-, modulatie-, of sampleperiode, maximum één van de uitgangsspanningen die zijn aangesloten op eenzelfde fase van de belasting, geschakeld.

5

Gedurende dezelfde periode leveren alle andere omvormerbenen die op dezelfde "differential-mode" inrichting zijn aangesloten, een constante uitgangsspanning.

10 Figuur 11 geeft een voorbeeld weer voor één fase van de belasting die wordt gevoed door drie omvormerbenen.

De bovenste grafiek geeft in streeplijn de referentiespanning U_{ref} weer en toont in volle lijn de
15 resulterende fasespanning die wordt aangelegd aan de belasting.

Op de onderste drie grafieken is opnieuw de referentiespanning aangekruist weergegeven, en wordt tevens
20 telkens de schakellogica S_1 , S_2 en S_3 van een respectievelijk omvormerbeen getoond.

Dit voorbeeld geeft een symmetrische PWM die elke schakelcyclus begint met een "hoge" toestand (d.w.z. met een
25 positieve uitgangsspanning van het respectievelijk omvormerbeen).

Op de horizontale as is de tijd t gedeeld door de PWM-periode T_{PWM} weergegeven.

Gedurende de eerste sample- of PWM-periode zijn de uitgangsspanningen van de bovenste twee omvormerbenen "hoog", terwijl het derde omvormerbeen gedurende deze
5 sample- of PWM-periode kortstondig "laag" wordt geschakeld.

Gedurende deze sample- of PWM-periode zal de spanning die door de "differential-mode" inrichting wordt aangelegd aan de fase van de belasting "hoog" zijn, en tijdelijk naar een
10 lager gelegen spanningsniveau worden geschakeld.

In de volgende vijf sample- of PWM-perioden wordt telkens maximum één van de aan de betreffende "differential-mode" inrichting aangesloten uitgangsbenen van de omvormer(s)
15 geschakeld, terwijl alle andere uitgangsbenen een continu "hoge" spanning leveren.

Gedurende de volgende drie sample- of PWM-perioden is telkens één van de uitgangsspanningen continu "laag",
20 terwijl een andere uitgangsspanning continu "hoog" is en een derde uitgangsspanning vanuit een "hoge" toestand tijdelijk van "hoog" naar "laag" wordt geschakeld.

Tijdens de volgende acht sample- of PWM-perioden worden
25 steeds twee uitgangsspanningen continu "laag gehouden", terwijl een derde uitgangsspanning in deze sample- of PWM-periode tijdelijk van "hoog" naar "laag" wordt geschakeld.

Daarna volgen opnieuw een aantal sample- of PWM-perioden

waarin één van de uitgangsspanningen continu "laag" is, terwijl een tweede uitgangsspanning continu "hoog" is, en een derde uitgangsspanning vanuit een "hoge" toestand tijdelijk "laag" wordt geschakeld.

5

Op deze wijze wordt een referentiesignaal verkregen, zoals weergegeven in streeplijn in de bovenste grafiek van figuur 11, waarbij de spanning wordt geschakeld tussen een discreet aantal spanningsniveaus, in dit geval vier spanningsniveaus.

10

Volgens de uitvinding kunnen in plaats van symmetrische PWM die elke periode "hoog" start, ook andere PWM strategieën worden toegepast, zoals symmetrische PWM die elke periode "laag" start, "edge aligned PWM", asynchrone en synchrone PWM of dergelijke.

15

Het voorkeurdragend kenmerk van de uitvinding, met name dat gedurende elke sampling periode maximum één omvormerbeen wordt geschakeld, kan worden geïmplementeerd in elk van deze schakelstrategieën.

20

Bij real-time-toepassingen worden bijkomende kenmerken toegevoegd zoals een dode-tijd-vertraging, minimum pulsdetectie en dergelijke.

25

In al de volgende voorbeelden, is de uitgangsspanning van een omvormerbeen proportioneel met een referentiesignaal x_{ref} , waarbij x_{ref} gelegen is in het gebied $-1 \leq x_{ref} \leq 1$.

Hierbij stemt een referentiesignaal "+1" overeen met een omvormerbeen dat continu een positieve DC busspanning levert, terwijl een referentiesignaal "-1" overeenstemt met een uitgangsspanning van een omvormerbeen gelijk aan een
5 negatieve DC busspanning.

In meerfasige toepassingen, zonder neutrale verbinding, kan de interactie van de verschillende fasen worden gebruikt.

10 In plaats van een afzonderlijke omvormer te gebruiken voor elke fase, kan een complex referentiesignaal in haar geheel worden verwerkt.

Afhankelijk van de toepassing, kan zulke techniek bijkomende
15 voordelen bieden. Een typisch voorbeeld dat in de literatuur wordt beschreven is "Space Vector Modulation" (SVM) voor elektrische aandrijvingen.

Een verdere reductie van de schakelfrequentie kan volgens de
20 uitvinding worden verkregen door een "common-mode" spanning op te tellen bij al de fasen, op zodanige wijze dat minstens één van de fasen continu hoog of laag is gedurende een hele schakel-, modulatie- of sampleperiode (d.w.z. dat er in minstens één fase geen schakelactie wordt uitgevoerd).

25

Zulke "common-mode" spanningsvariatie wordt niet opgemerkt door de belasting, aangezien zij de lijnspanningen niet beïnvloedt.

Figuur 12 geeft een voorbeeld van de spanningsverschuiving voor een 3-fasentoepassing.

In de bovenste grafiek van deze figuur worden drie
5 sinusoïdale referentiesignalen U, V en W getoond, die over 120 graden verschoven zijn.

Het toevoegen van de bij wijze van voorbeeld in streeplijn weergegeven "common-mode" spanning, resulteert in
10 referentiesignalen U_{ref} , V_{ref} en W_{ref} , zoals weergegeven in de onderste drie subplots.

In dit voorbeeld leidt een referentie die gelijk is aan +1 of -1 niet tot een schakelactie.

15

Bijgevolg wordt de effectieve schakelfrequentie aanzienlijk gereduceerd, aangezien gedurende elke schakel-, modulatie- of sampleperiode, schakelacties aanwezig zijn in maximum twee omvormerbenen.

20

In dit voorbeeld zullen bijvoorbeeld elk van de omvormeruitgangen die worden gebruikt voor het voeden van fase U, gedurende de derde, vierde, vijfde, negende, tiende, elfde, vijftiende, zestiende, zeventiende, eenentwintigste,
25 tweeëntwintigste en drieëntwintigste sample- of PWM-periode, constant worden gehouden.

Analoog wordt er, door het optellen van de "common-mode" spanning bij de sinusoïdale referentiesignalen voor de

respectievelijke fasen V en W, voor gezorgd dat ook deze fasen zich gedurende bepaalde sample- of PWM-perioden op een toestand +1 of -1 bevinden, wat betekent dat geen van de uitgangsspanningen van de respectievelijke omvormerbenen die
5 zijn aangesloten op de "differential-mode" inrichting die de betreffende fase V of W voedt, worden geschakeld.

Een verdere reductie van de algehele schakelfrequentie kan worden verkregen door het toepassen van bekende technieken
10 zoals minimum pulsdetectie en dergelijke.

De huidige uitvinding biedt tevens een bijzondere schakelstrategie die bijkomende voordelen biedt voor toepassingen waarbij de voornoemde uitgangsspanningen
15 gelegen zijn in het lage modulatiebereik, waarbij de spanningsreferentie klein is in vergelijking met de DC busspanning.

De belangrijkste voordelen zijn het tegenwerken van de niet-
20 lineaire karakteristieken van de omvormer, zoals het dode-tijd-effect, en een vermindering van de schakelfrequentie.

Op analoge wijze als in het vorige voorbeeld uit figuur 12, bestaat het hoofdidee van deze schakelstrategie uit het
25 optellen van een "common-mode" spanning bij alle fasen, op zodanige wijze dat, gedurende elke schakel-, modulatie- of sampleperiode, er schakelacties zijn in maximum één van de parallel geschakelde omvormerbenen.

In dezelfde PWM-periode bevinden alle overige omvormerbenen zich op dezelfde uitgangsspanning, wat betekent dat al deze overige omvormerbenen continu "hoog" of continu "laag" zijn en dat er geen menging van constant hoge en constant lage spanningen optreedt.

Een voorbeeld van zulke 3-fasige toepassing is weergegeven in figuur 13, die een analoge opbouw toont als figuur 12, en waarin de weergegeven referentiespanningen worden gebruikt in het lage modulatiebereik.

In figuur 14 is bijvoorbeeld de schakellogica van drie omvormerbenen weergegeven die worden gebruikt voor het voeden van één fase van de belasting, in dit geval fase U.

15

In de figuren 15 tot 17 zijn voorbeelden van spanningsgolven van een 3-fasige toepassing weergegeven. In dit voorbeeld, wordt een 3-fasige elektrische machine achtereenvolgens gevoed door één, twee, respectievelijk drie omvormers die parallel geschakeld zijn door middel van "differential-mode" inrichtingen als ontkoppelingsinrichtingen en waarbij niet-lineaire karakteristieken worden verwaarloosd.

Figuur 15 toont de referentiespanning en ingangsspanning u_{12} van de motor tussen de eerste en de tweede fase, en dit in functie van de tijd t .

25

Typisch bestaat de lijnspanning van een 3-fasenmotor die wordt gevoed door één enkele 3-fasige omvormer uit drie

verschillende toestanden, met name nul, een positieve en een negatieve DC busspanning.

Met de huidige uitvinding is het dus mogelijk om een
5 lijnspanning toe te passen die bestaat uit meer dan twee
verschillende toestanden.

Bijgevolg wordt de spanning meer sinusoidaal, wat impliceert
dat de spanning meer gelijkaardig wordt aan de
10 referentiespanning.

In het weergegeven voorbeeld is het aantal toestanden n
gelijk aan:

$$15 \quad n = 2 \cdot k + 1 \quad (6)$$

Hierbij stelt k het aantal parallelle omvormerbenen voor.

De figuren 16 en 17 tonen, respectievelijk, de
20 uitgangsstroom i_{inv} van de omvormer en de ingangsstroom i_{mot}
van de motor, in functie van de tijd t .

Vanzelfsprekend is bij een motor die wordt gevoed door één
enkele omvormer de uitgangsstroom van de omvormer identiek
25 aan de ingangsstroom van de door deze omvormer gevoede
motor.

In een voedingsmode met meerdere omvormers wordt de
uitgangsstroom van de omvormer opgeteld bij de motorstroom.

Zoals kan worden opgemaakt uit de figuren, wordt de motorstroom i_{mot} in multi-omvormer-mode meer gelijkmatig, aangezien de voedingsspanning meer sinusoidaal is.

5

Zonder enige beperking is de huidige uitvinding tevens van toepassing bij elektrische aandrijvingen met windingen die zijn voorzien van meerdere lagen. In dit geval is het niet vereist, doch wel mogelijk, om de parallelle windingen te
10 verbinden, aangezien de parallelle windingen aan dezelfde motorflux gekoppeld zijn. Bijgevolg is ook de spanningsval van de parallelle windingen gelijk.

Volgens de uitvinding kan de voornoemde belasting die met de
15 "differential-mode" inrichtingen is verbonden, bestaan uit elke soort van passieve of actieve belasting, zoals een motor, een generator, een voedingsnet of dergelijke.

De werkwijze volgens de uitvinding is bijgevolg niet beperkt
20 tot toepassing voor elektrische aandrijvingen, doch, zulke werkwijze blijkt bijzonder geschikt voor aandrijftoepassingen van compressoren.

Volgens een bijzonder kenmerk wordt de werkwijze volgens de
25 huidige uitvinding toegepast voor hogesnelheidstoepassingen en/of voor actieve fronteinde- en/of actieve filtertoepassingen.

De voornoemde "differential-mode" inrichting kan volgens de

uitvinding minstens gedeeltelijk worden aangebracht in de behuizing van een vermogenelektronische omvormer.

5 Tevens kan zulke "differential-mode" inrichting volgens de uitvinding gedeeltelijk worden gevormd door windingen van een elektrische machine en/of kan zij gedeeltelijk bestaan uit de gelamelleerde kern van een elektrische machine.

10 Het is volgens de uitvinding tevens niet uitgesloten dat de "differential-mode" inrichting is uitgevoerd in de vorm van één of meer windingen die zijn aangebracht rond een ijzerkern waarrond tevens windingen van een andere "differential-mode" inrichting zijn aangebracht die een andere fase voedt.

15

De huidige uitvinding is geenszins beperkt tot de als voorbeeld beschreven en in de figuren weergegeven werkwijze en inrichting volgens de uitvinding, doch, zulke werkwijze en inrichting volgens de uitvinding kunnen op velerlei 20 wijzen worden uitgevoerd, zonder buiten het kader van de uitvinding te treden.

Conclusies.

1.- Werkwijze voor het sturen van een belasting met een
5 voornamelijk inductief karakter, waarbij voor het voeden van
een fase van de voornoemde belasting (3) wordt
gebruikgemaakt van minstens twee geschakelde
uitgangsspanningen, afkomstig van één of meer
vermogenelektronische omvormers (11,12;34,35,36), met een
10 gegeven periode voor het schakelen, moduleren of
bemonsteren, daardoor gekenmerkt dat de golfvormen van de
betreffende uitgangsspanningen verschillend of verschoven
zijn in de tijd en dat zij aan de belasting (3) worden
aangelegd via een "differential-mode" inrichting (6),
15 waarbij gedurende elke volledige voornoemde periode,
minstens één van de voornoemde uitgangsspanningen constant
wordt gehouden en dus niet wordt geschakeld.

2.- Werkwijze volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat
20 gedurende elke volledige voornoemde periode, maximum één van
de voornoemde uitgangsspanningen wordt geschakeld.

3.- Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, daardoor gekenmerkt
dat de voornoemde belasting (3) is uitgevoerd in de vorm van
25 een meerfasige belasting en dat meerdere fasen van deze
belasting elk worden gevoed via een voornoemde
"differential-mode" inrichting (6).

4.- Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies,

daardoor gekenmerkt dat de voornoemde uitgangsspanningen gelegen zijn in het lage modulatiegebied en dat bij elke fase een "common-mode" spanning wordt opgeteld zodat gedurende elke periode, in elke fase, maximum één
5 omvormerbeen (13,14;18-20;23-25) zijn uitgangsspanning wijzigt, terwijl alle andere omvormerbenen (13,14;18-20;23-25) in diezelfde fase continu "hoog" geschakeld blijven.

5.- Werkwijze volgens één van de conclusies 1 tot 3,
10 daardoor gekenmerkt dat de voornoemde uitgangsspanningen gelegen zijn in het lage modulatiegebied en dat bij elke fase een "common-mode" spanning wordt opgeteld, zodanig dat gedurende elke periode, in elke fase maximum één
15 omvormerbeen (13,14;18-20;23-25) zijn uitgangsspanning wijzigt, terwijl alle andere omvormerbenen (13,14;18-20;23-25) in diezelfde fase continu "laag" geschakeld blijven.

6.- Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, daardoor gekenmerkt dat meerdere vermogenelektronische
20 omvormers (11,12;34,35,36) worden gebruikt en dat deze vermogenelektronische omvormers (11,12;34,35,36) worden gevoed door een gemeenschappelijk DC busspanning.

7.- Werkwijze volgens één van de conclusies 1 tot 5,
25 daardoor gekenmerkt dat meerdere vermogenelektronische omvormers (11,12;34,35,36) worden gebruikt en dat niet al deze vermogenelektronische omvormers (11,12;34,35,36) zijn aangesloten op dezelfde DC busspanning.

8.- Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, daardoor gekenmerkt dat zij wordt toegepast voor elektrische aandrijftoepassingen.

5 9.- Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, daardoor gekenmerkt dat zij wordt toegepast voor hoge snelheidstoepassingen.

10 10.- Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, daardoor gekenmerkt dat zij wordt toegepast in aandrijftoepassingen voor compressoren.

15 11.- Werkwijze volgens één van de voorgaande conclusies, daardoor gekenmerkt dat zij wordt toegepast voor actieve fronteinde- en/of actieve filtertoepassingen.

20 12.- Inrichting die geschikt is voor het toepassen van een werkwijze volgens één van de conclusies 1 tot 11 voor het sturen van een belasting met een voornamelijk inductief karakter, waarbij deze inrichting één of meer vermogenelektronische omvormers (11,12;34,35,36) bevat met een gegeven periode voor het schakelen, moduleren of bemonsteren, voor het leveren van minstens twee geschakelde uitgangsspanningen, daardoor gekenmerkt dat zij minstens één
25 "differential-mode" inrichting (6) omvat waarop de voornoemde omvormer of omvormers (11,12;34,35,36) is of zijn aangesloten voor het voeden van een fase van de voornoemde belasting (3) en dat de voornoemde omvormer of omvormers (11,12;34,35,36) is of zijn voorzien van een sturing die

ervoor zorgt dat de golfvormen van de betreffende uitgangsspanningen verschillend of verschoven zijn in de tijd en dat gedurende elke volledige voornoemde periode, minstens één van de voornoemde uitgangsspanningen constant
5 wordt gehouden en dus niet wordt geschakeld.

13.- Inrichting volgens conclusie 12, daardoor gekenmerkt dat de voornoemde "differential-mode" inrichting (6) is voorzien van één of meer inductorcomponenten zoals
10 smoorspoelen, transformatoren, toroïden, ferrietringen, ijzerkernen, "common-mode" smoorspoelen, stroom gecompenseerde smoorspoelen of dergelijke, die twee of meer
parallele windingen bezitten, zodat demping van de "differential-mode" van spanning, respectievelijk stroom,
15 van twee of meer op de "differential-mode" inrichting (6) aangesloten omvormerbenen (13,14;18-20;23-25) mogelijk wordt gemaakt.

14.- Inrichting volgens conclusie 12 of 13, daardoor
20 gekenmerkt dat de voornoemde "differential-mode" inrichting (6) gedeeltelijk wordt gevormd door windingen van een elektrische machine.

15.- Inrichting volgens één van de conclusies 12 tot 14,
25 daardoor gekenmerkt dat de voornoemde "differential-mode" inrichting (6) gedeeltelijk bestaat uit de gelamelleerde kern van een elektrische machine.

16.- Inrichting volgens één van de conclusies 12 tot 15,

daardoor gekenmerkt dat de voornoemde "differential-mode" inrichting (6) windingen rond een ijzerkern omvat met meer dan één magnetisch fluxpad.

5 17.- Inrichting volgens één van de conclusies 12 tot 16, daardoor gekenmerkt dat de voornoemde "differential-mode" inrichting is voorzien van één of meer windingen die zijn
aangebracht rond een ijzerkern waarrond tevens windingen
zijn aangebracht van een andere "differential-mode"
10 inrichting (6) die een andere fase voedt.

18.- Inrichting volgens één van de conclusies 12 tot 17, daardoor gekenmerkt dat de voornoemde "differential-mode" inrichting (6) minstens gedeeltelijk is aangebracht in de
15 behuizing van een voornoemde omvormer (11,12;34,35,36).

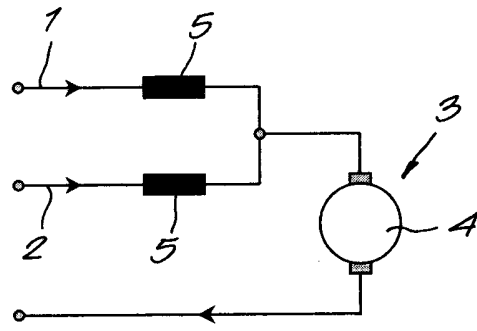


Fig. 1
(PRIOR ART)

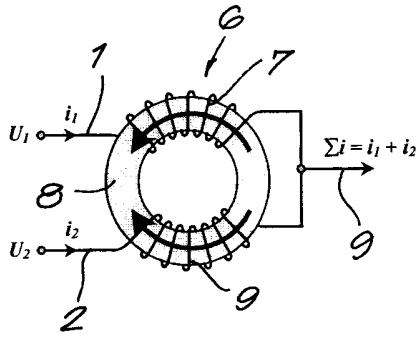


Fig. 2

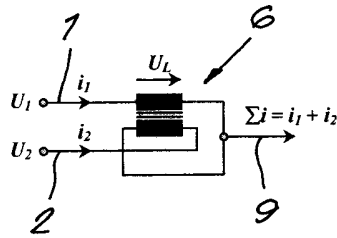


Fig. 3

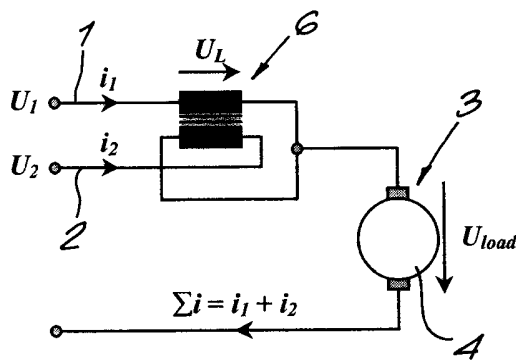
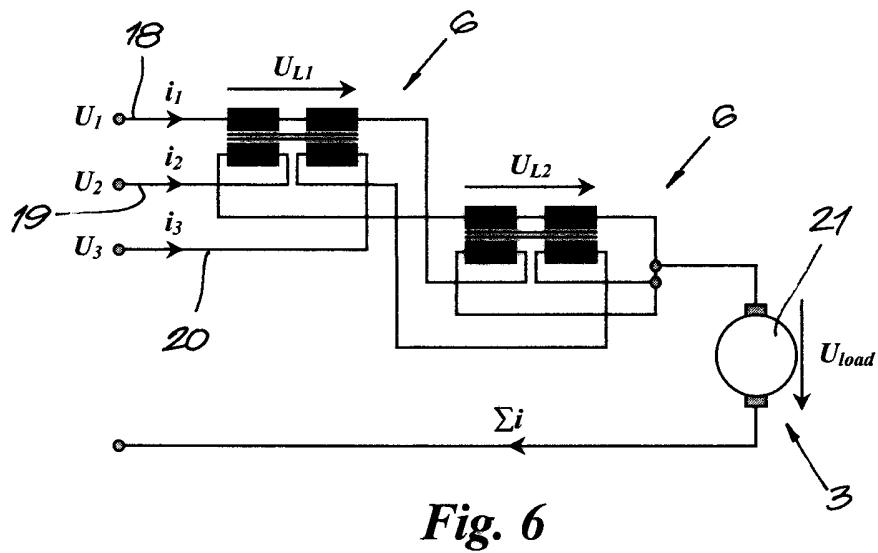
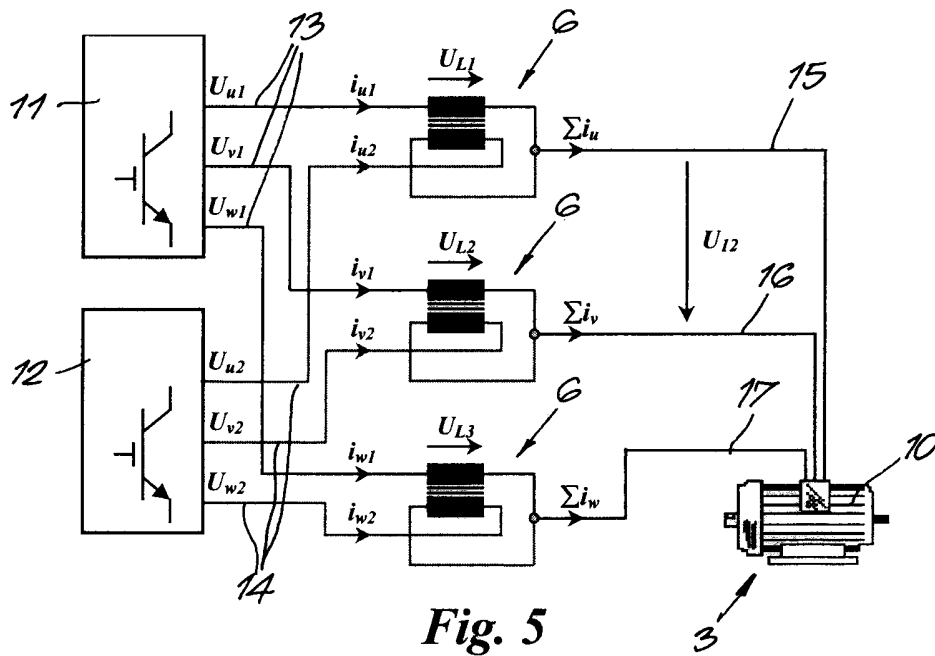
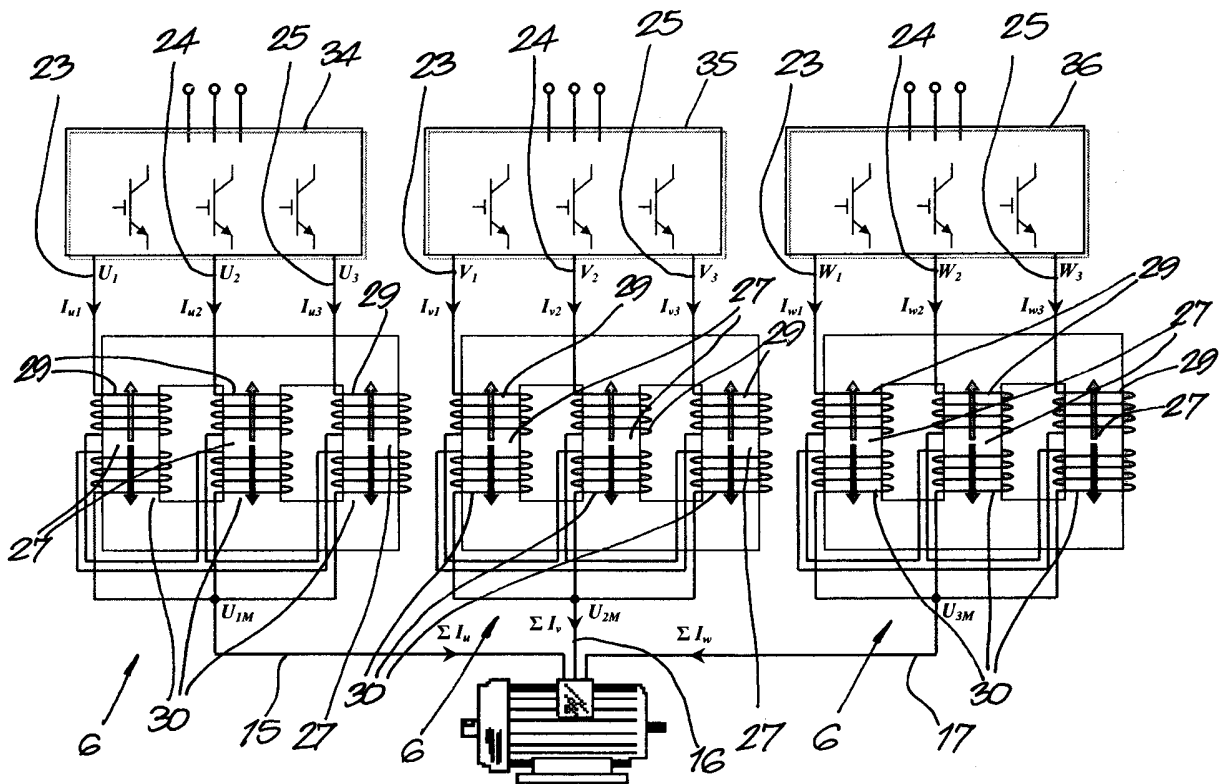
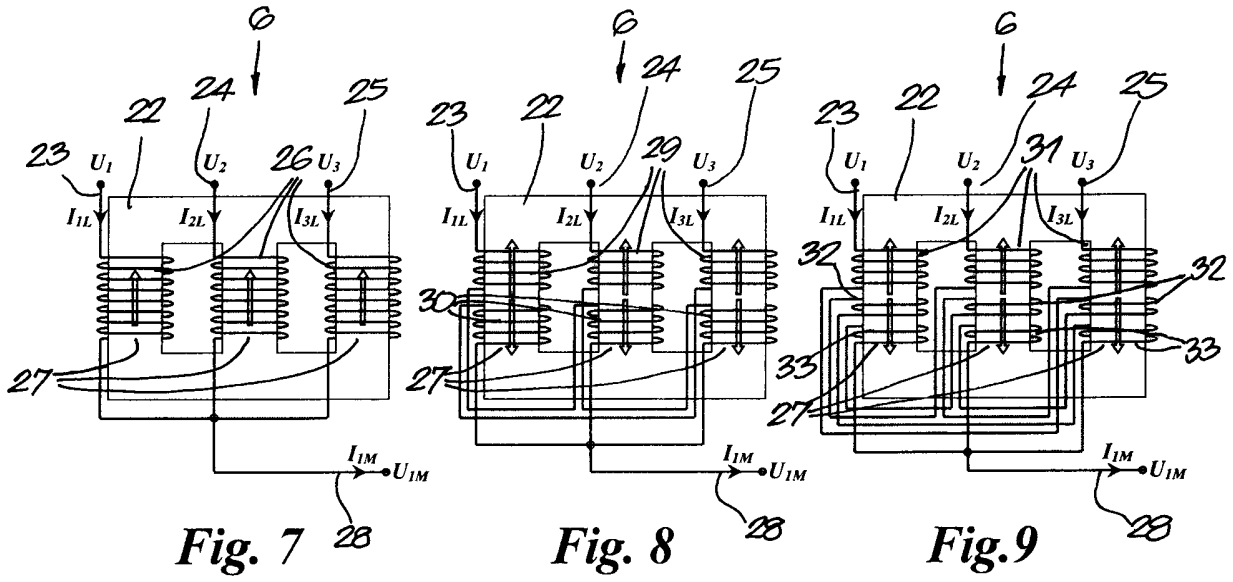


Fig. 4





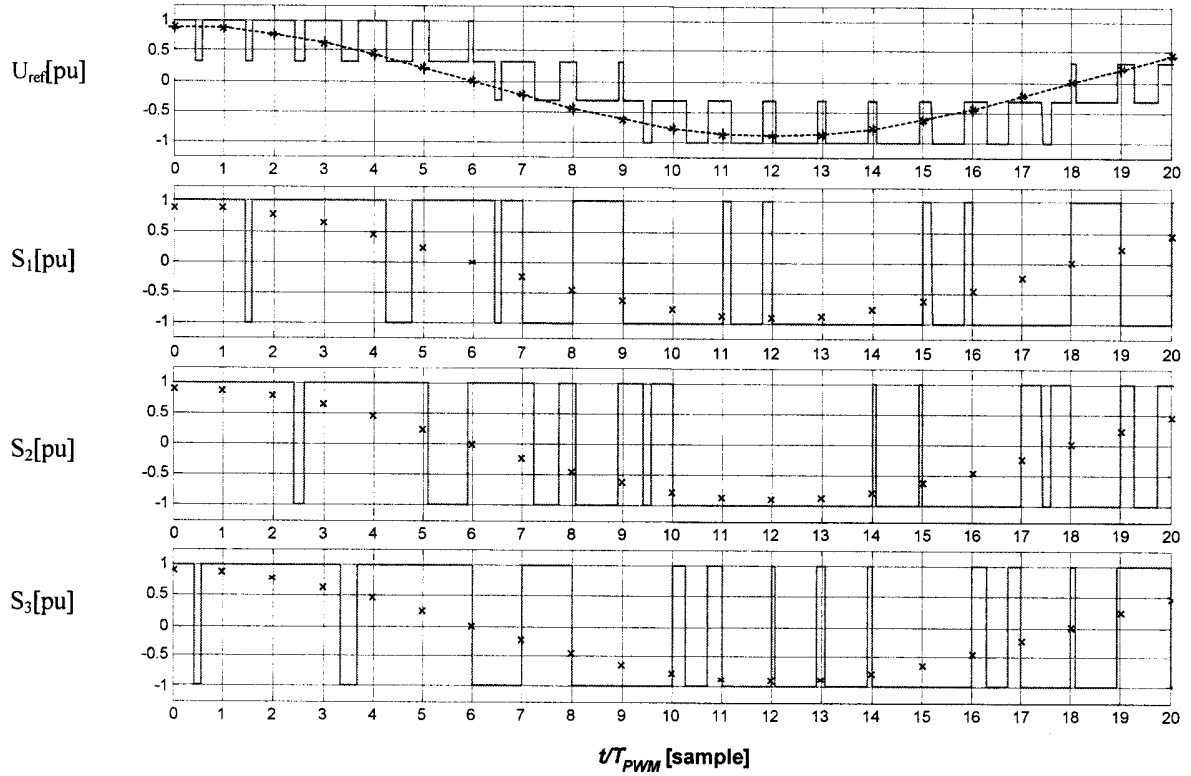


Fig. 11

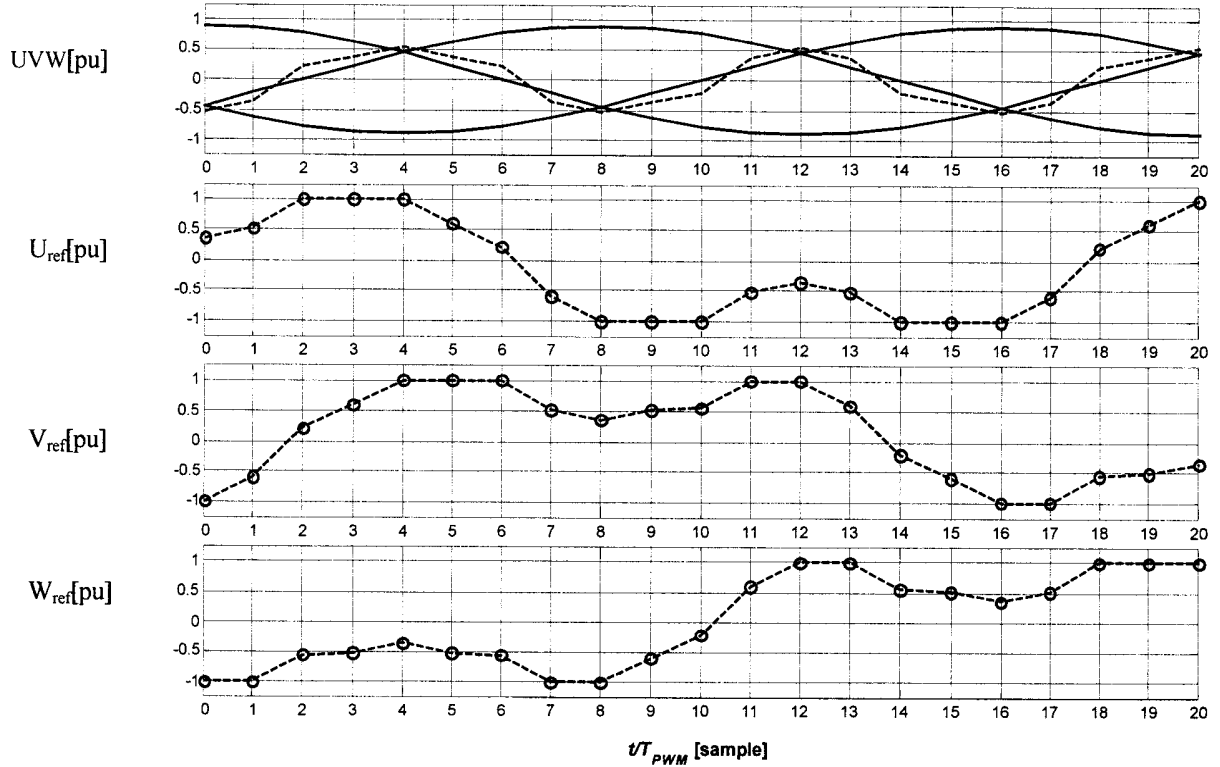


Fig. 12

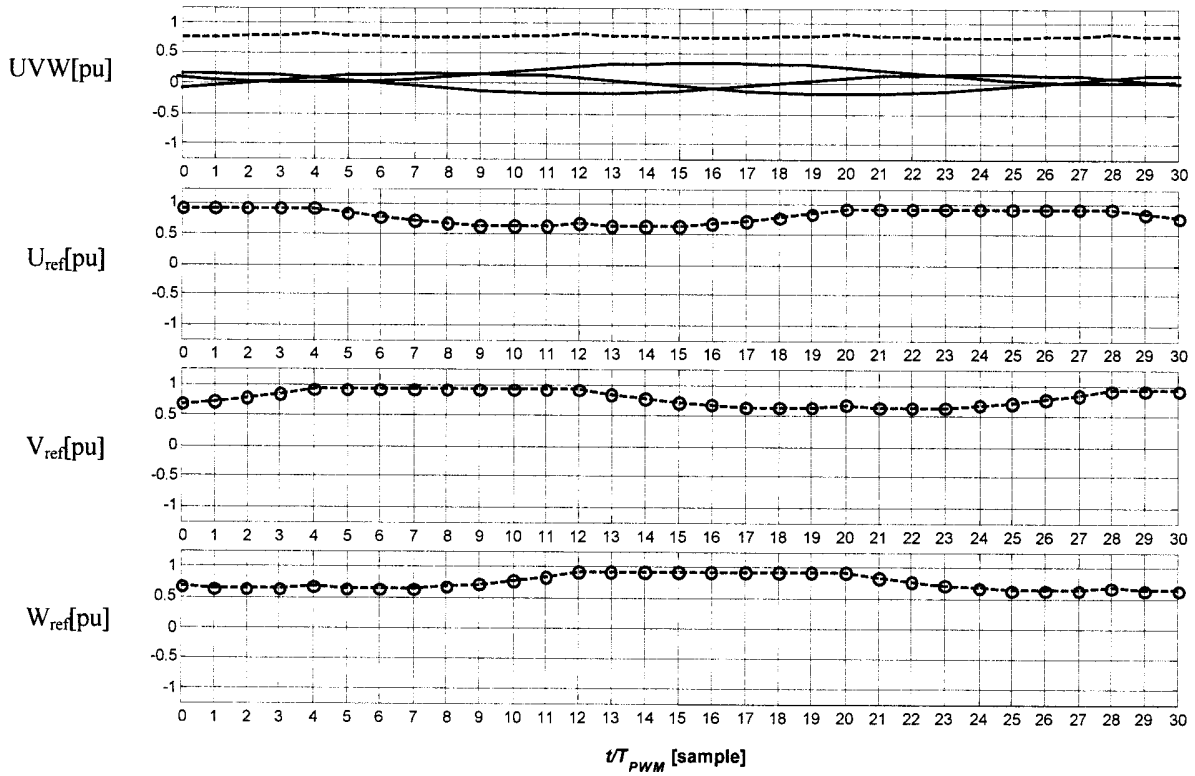


Fig. 13

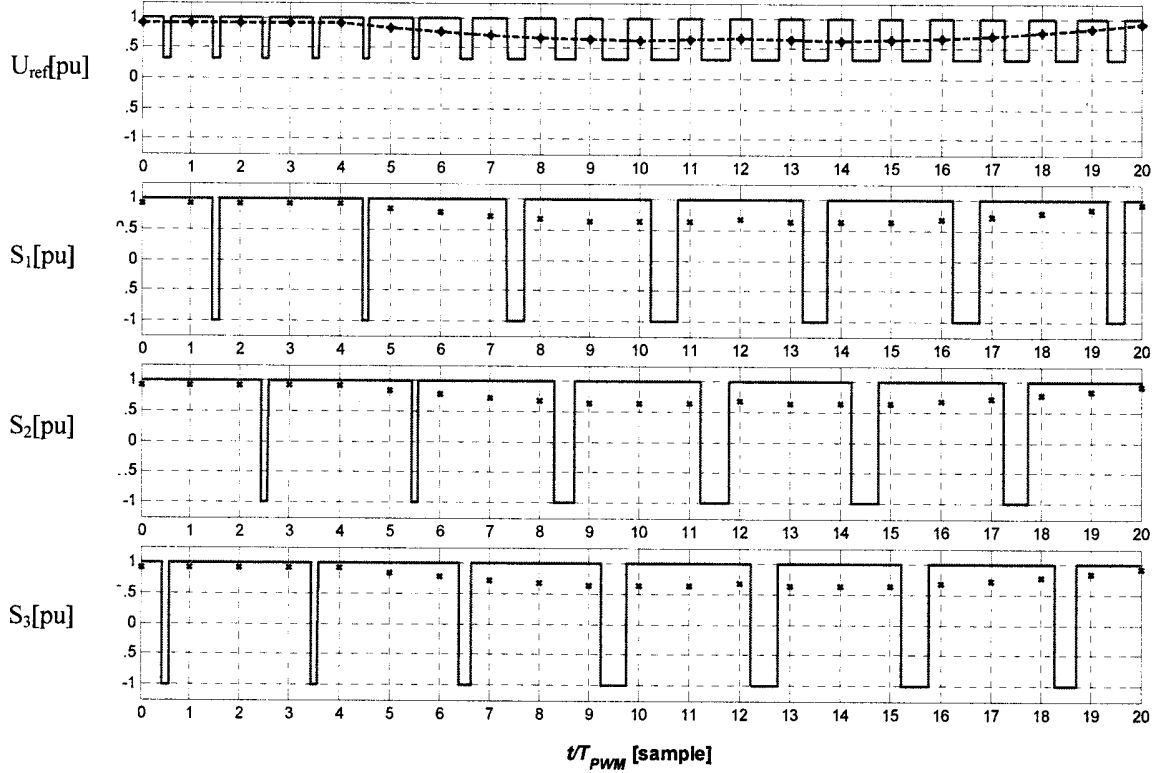
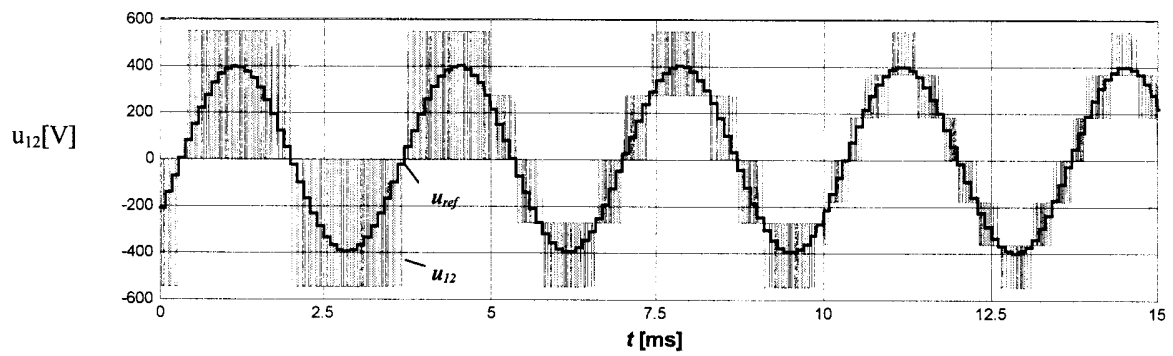
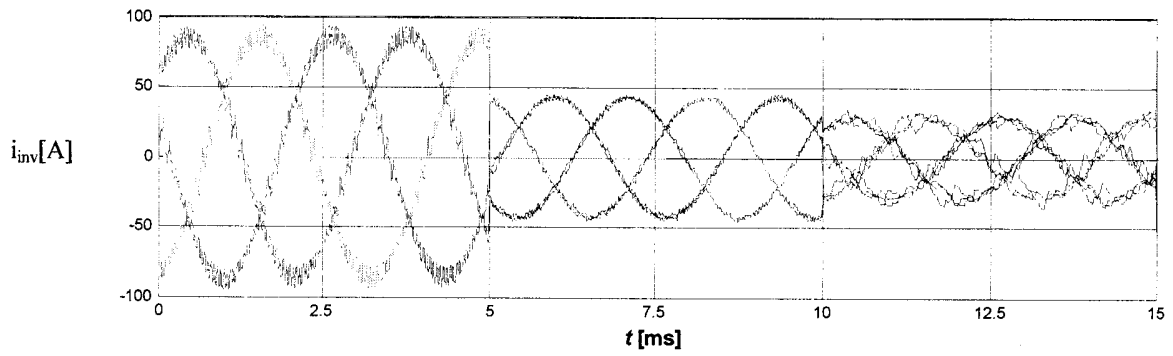
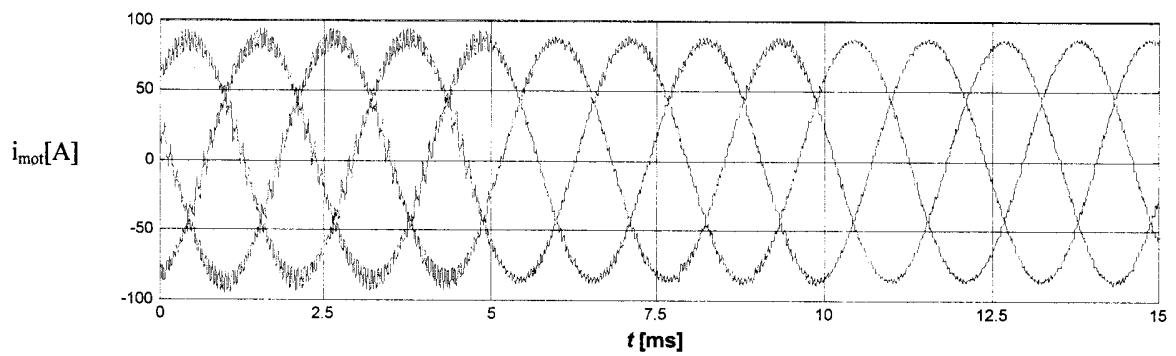


Fig. 14

**Fig. 15****Fig. 16****Fig. 17**

Werkwijze voor het sturen van een belasting met een voornamelijk inductief karakter en een inrichting die zulke werkwijze toepast.

5

Werkwijze voor het sturen van een belasting met een voornamelijk inductief karakter, waarbij voor het voeden van een fase van de voornoemde belasting (3) wordt gebruikgemaakt van minstens twee geschakelde
10 uitgangsspanningen, afkomstig van één of meer vermogenelektronische omvormers (11,12;34,35,36) met een gegeven periode voor het schakelen, moduleren of bemonsteren, daardoor gekenmerkt dat de golfvormen van de betreffende uitgangsspanningen verschillend of verschoven
15 zijn in de tijd en dat zij aan de belasting (3) worden aangelegd via een inrichting die is uitgevoerd in de vorm van een "differential-mode" inrichting (6), waarbij gedurende elke volledige voornoemde periode, minstens één van de voornoemde uitgangsspanningen constant wordt gehouden
20 en dus niet wordt geschakeld.

Figuur 11.

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek
BE 200600646

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
INV. H02M7/49 H02M7/5387

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
H02M

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het onderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)
EPO-Internal, WPI Data

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	US 6 232 731 B1 (CHAPMAN JOHN H [US]) 15 mei 2001 (2001-05-15) kolom 9, regel 32 - kolom 12, regel 15; figuren 4,7-9	1-18
X	GB 1 483 201 A (SIEMENS AG) 17 augustus 1977 (1977-08-17) het gehele document	1-18
A	FR 2 641 912 A1 (FRANCE ETAT ARMEMENT [FR]) 20 juli 1990 (1990-07-20)	
A	US 4 032 832 A (MILLER FRANK DONALD) 28 juni 1977 (1977-06-28)	

Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

Leden van dezelfde octroofamilie zijn vermeld in een bijlage

° Speciale categorieën van aangehaalde documenten

A niet tot de categorie X of Y behorende literatuur die de stand van de techniek beschrijft

D in de octrooiaanvraag vermeld

E eerdere octrooi(aanvraag), gepubliceerd op of na de indieningsdatum, waarin dezelfde uitvinding wordt beschreven

L om andere redenen vermelde literatuur

O niet-schriftelijke stand van de techniek

P tussen de voorrangdatum en de indieningsdatum gepubliceerde literatuur

T na de indieningsdatum of de voorrangdatum gepubliceerde literatuur die niet bezwarend is voor de octrooiaanvraag, maar wordt vermeld ter verheldering van de theorie of het principe dat ten grondslag ligt aan de uitvinding

X de conclusie wordt als niet nieuw of niet inventief beschouwd ten opzichte van deze literatuur

Y de conclusie wordt als niet inventief beschouwd ten opzichte van de combinatie van deze literatuur met andere geciteerde literatuur van dezelfde categorie, waarbij de combinatie voor de vakman voor de hand liggend wordt geacht

Z lid van dezelfde octroofamilie of overeenkomstige octrooipublicatie

Datum waarop het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type werd voltooid

11 September 2007

Verzenddatum van het rapport van het onderzoek naar de stand van de techniek van internationaal type

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Segaert, Pascal

**ONDERZOEKSRAPPORT BETREFFENDE HET
RESULTAAT VAN HET ONDERZOEK NAAR DE STAND
VAN DE TECHNIEK VAN HET INTERNATIONALE TYPE**

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een onderzoek naar
de stand van de techniek

BE 200600646

In het rapport genoemd octrooigescrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
US 6232731	B1	15-05-2001	EP 0887915 A2 30-12-1998
			JP 11127593 A 11-05-1999
GB 1483201	A	17-08-1977	CH 570735 A5 15-12-1975
			DE 2347646 A1 17-04-1975
			FR 2245124 A1 18-04-1975
			IT 1021489 B 30-01-1978
			JP 50058531 A 21-05-1975
			SE 394778 B 04-07-1977
			SE 7411870 A 24-03-1975
FR 2641912	A1	20-07-1990	GEEN
US 4032832	A	28-06-1977	GEEN