



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft  
Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum

(11) CH 710 613 A2

(51) Int. Cl.: H02P 7/293 (2016.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 02060/14

(71) Anmelder:  
Pál Kanyó, Hof 4  
3127 Mühlethurnen (CH)

(22) Anmeldedatum: 31.12.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.07.2016

(72) Erfinder:  
Pál Kanyó, 3127 Mühlethurnen (CH)

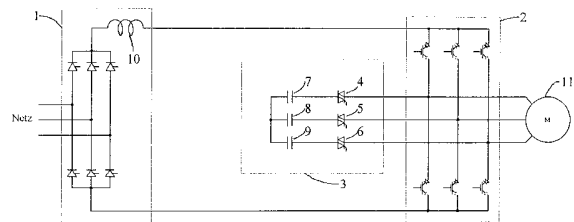
(54) Schaltungsanordnung zum Kommutierungskreis und Verfahren zur sinusförmigen Motorstromerzeugung bei Drehstrommotor-Antrieben mit Stromzwischenkreis-Umrichter.

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Kommutierungskreis und ein Verfahren zur sinusförmigen Motorstrom-Erzeugung bei Drehstrommotor-Antrieben mit Stromzwischenkreis-Umrichter.

Bei der vorgeschlagenen Schaltungsanordnung sind die Kommutierungs-Kondensatoren (7, 8, 9) mit drei Triac (4, 5, 6) Bauteilen von den Motorklemmen abgetrennt.

Mit geeigneter Ansteuerung der Triac (4, 5, 6) -Bauteile wird jede störende Resonanz zwischen den Kommutierungs-Kondensatoren (7, 8, 9) und den Motor-Induktivitäten verhindert.

Die Anwendung von dem Verfahren führt zum zweckmässig pulsierenden Zwischenkreisstrom und ergibt damit sinusförmige, dreiphasige Motorströme, ohne Ströme zu haben, welche den Motor umgehen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Kommutierungskreis und ein Verfahren zum sinusförmigen Motorstromerzeugung bei Drehstrommotor-Antrieben mit Stromzwischenkreis-Umrichter.

**[0002]** Für Stromzwischenkreis-Umrichter Antriebe mit abschaltbaren Halbleitern (GTO, IGBT) verwendet man überwiegend sogenannte PWM Stromzwischenkreis Inverter (PWM CSI) Topologie. (Fig. 1)

Am Fig. 1 ist der Wechselrichter 2 mit Verwendung von sechs rückwärtssperrendes IGBT-s, sogenannte RIGBT-s aufgebaut.

(Jose R. Espinoza, Geza Joos, «A Current-Source-Inverter-Fed Induction Motor Drive System with Reduced Losses», IEEE Trans. Ind. Appl., Vol. 34, No. 4, July/August 1998; Marcin Morawiec, «Sensorless Control of Induction Motor Supplied by Current Source Inverter», Book: «Induction Motors - Modelling and Control», ISBN 978-953-51-0843-6, InTech, Nov. 14, 2012, Chapter 18.)

**[0003]** Bei einem PWM CSI Topologie sind die drei Kommutierungs-Kondensatoren direkt mit den Motorklemmen verbunden. Die Kommutierungs-Kondensatoren und die Motor-Induktivitäten (vor allem die drei Streuinduktivitäten) bilden mehrere Schwingkreise mit verschiedenen Resonanzfrequenzen mit geringerer Dämpfung. Das, in der ganzen Motor-Frequenzbereich verwendete PWM Verfahren, sorgt für ein breites Spektrum von Frequenzen welche diese Schwingkreise erregen. Es ist schwierig, einen resonanzfreien Betrieb in jedem Arbeitspunkt mit optimalen Antriebsparametern zu gewährleisten. Ausserdem bei konstanten Zwischenkreisstrom und sinusförmigen Motorströmen fliesst ein Teil von dem Zwischenkreisstrom nur durch die Halbleiter ausserhalb des Motors. Diese Ströme verursachen nur Verluste, ohne Drehmoment zu erzeugen.

**[0004]** Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, diese Nachteile mit einer kostengünstigen Lösung zu vermeiden. Dies wird mit der Schaltungsanordnung gemäss Ansprüchen 1 bis 3 bzw. dem Verfahren gemäss Anspruch 4 erreicht.

**[0005]** Der Erfindung beruht auf die folgenden Erkenntnisse:

- es werden keine Resonanzen möglich sein, falls wir die Kommutierungs-Kondensatoren mit Hilfe von zielgemäss angesteuerte steuerbare Halbleitern (z.B. Triac) von den Motorklemmen abtrennen.
- mit Hilfe von zweckmässig pulsierendem Zwischenkreis ström ist es möglich sinusförmige Dreiphasige Motorströme zu erzeugen, ohne Ströme zu haben, welche den Motor umgehen.

**[0006]** Anhand eines Ausführungsbeispiels wird die Erfindung mit Hilfe von Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Der klassische PWM Stromzwischenkreis Inverter (PWM CSI).

Fig. 2 Schaltungsanordnung zur Realisierung der Erfindung.

Fig. 3 Erklärungszeichnungen zum Schaltungsanordnung gemäss Fig. 2.

Fig. 4 Erklärungszeichnungen zum Kommutierung bei der Schaltungsanordnung gemäss Fig. 2.

Fig. 5 Erklärungszeichnungen zum Schaltungsanordnung gemäss Fig. 2. mit Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 4.

**[0007]** Fig. 2 zeigt eine typische Schaltungsanordnung gemäss Patentanspruch 1. Die abgebildete Triac, 4, 5 und 6 Bauteile symbolisieren einen symmetrischen und kontrolliert einschaltbaren Halbleiterschalter, welcher in beide Richtungen sperrt oder in beide Richtungen Strom führen kann.

**[0008]** Nach Stand der Technik ist eine solche Halbleiterschalter entweder

- ein Triac, ein Alternistor oder
- Antiparallel Thyristorpaar oder
- Zwei, in umgekehrte Richtung in Serie geschaltete MOSFET oder IGBT mit Rückwärts-Dioden.

**[0009]** Aufbau der Schaltung gemäss Fig. 2:

**[0010]** Die Stromquelle 1 und der Wechselrichter 2:

Ein am AC Netz geschalteter, netzgeführter Stromrichter bildet mit der Zwischenkreisdrossel 10 die Stromquelle 1.

Die DC Ausgänge von der Stromquelle 1 sind mit den DC Eingängen von der Wechselrichter 2 verbunden und der Drehstrommotor 11 ist an die motorseitigen Ausgänge des Wechselrichters 2 angeschlossen.

Die Kommutierungs-Einheit 3:

Die drei motorseitigen Ausgänge des Wechselrichters 2 sind in der Reihe nach durch je einen Halbleiterschalter, Triac 4, 5, 6 mit den, in Stern oder Dreieck geschalteten, Kommutierungs-Kondensatoren 7, 8, 9 verbunden.

**[0011]** Funktion der Schaltung gemäss Fig. 2:

**[0012]** Bei einem Stromzwischenkreis Inverter liefert der Stromquelle 1 herkömmlich gleichmässigen Zwischenkreisstrom, Idc. (Fig. 3a)

Kommutation zwischen Motorphase b und c:

Die Fig. 4a bis 4e zeigen die verschiedenen Phasen von einer vollständigen Wechselrichter-Kommutierung.

Fig. 4a zeigt die Verhältnisse vor der Kommutation. Der Strom fliesst durch die Motorphasen a und b. Der Motorstrom-Raumvektor steht jetzt in der Sechskant Spitze P1. (Fig. 3b)

Die Wechselrichter-Kommutierung wird eingeleitet mit gleichzeitigem Einschalten von RIGBT 26, Ausschalten von RIGBT 25, Zündung von Triac 5 und Triac 6.

Nach Fig. 4b fliesst der Strom jetzt durch die Kommutierungs-Kondensatoren 8 und 9.

Die Kommutierungs-Kondensatoren 8 und 9 werden umgeladen, der Strom in der Motorphase b nimmt ab und der Strom in der Motorphase c steigt. (Fig. 4c)

Der Motorstrom-Raumvektor bewegt sich von der Sechskant Spitze P1 entlang der Sechskant Seite Richtung Sechskant Spitze P2. (Fig. 3b)

**[0013]** Die Bewegung von dem Motorstrom-Raumvektor wird durch Umschalten von RIGBT 26 am RIGBT 25 gebremst. Triac 5 und Triac 6 leiten weiterhin. (Fig. 4d) Der Strom wird periodisch zwischen RIGBT 25 und RIGBT 26 umgeschaltet (PWM).

Mit einer geeigneten PWM Verfahren wird erreicht, dass sich der Motorstrom-Raumvektor entlang dem Sechskant Seite mit gleichmässiger Geschwindigkeit bewegt. (Fig. 3b) Der Vorgang wird durch Triac 5 und Triac 6 beendet, sobald der Strom in der Motorphase b Null erreicht. Jetzt steht der Motorstrom-Raumvektor in der Sechskant Spitze P2. (Fig. 3b) Motorphase c und RIGBT 26 leiten den vollständigen Zwischenkreisstrom. (Fig. 4e) Der Kommutierungs-Vorgang zwischen den Motorphasen b und c ist beendet. Die Schaltung ist bereit für die darauf folgende Kommutation.

**[0014]** Während der Kommutationen bewegt sich der Spitze von dem Motorstrom-Raumvektor mit gleichmässiger Geschwindigkeit entlang einem Sechskant. (Fig. 3b) Die Motor Phasenströme sind Trapezförmig. (Fig. 3c)

**[0015]** Verfahren gemäss Anspruch 4:

**[0016]** Fig. 5 zeigt die Verhältnisse bei Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 4.

Mit zweckmässiger Ansteuerung von der Schaltung gemäss Fig. 2 wird erreicht, dass der Motorstrom-Raumvektor in Durchschnitt mit gleichmässiger Winkelgeschwindigkeit rotiert.

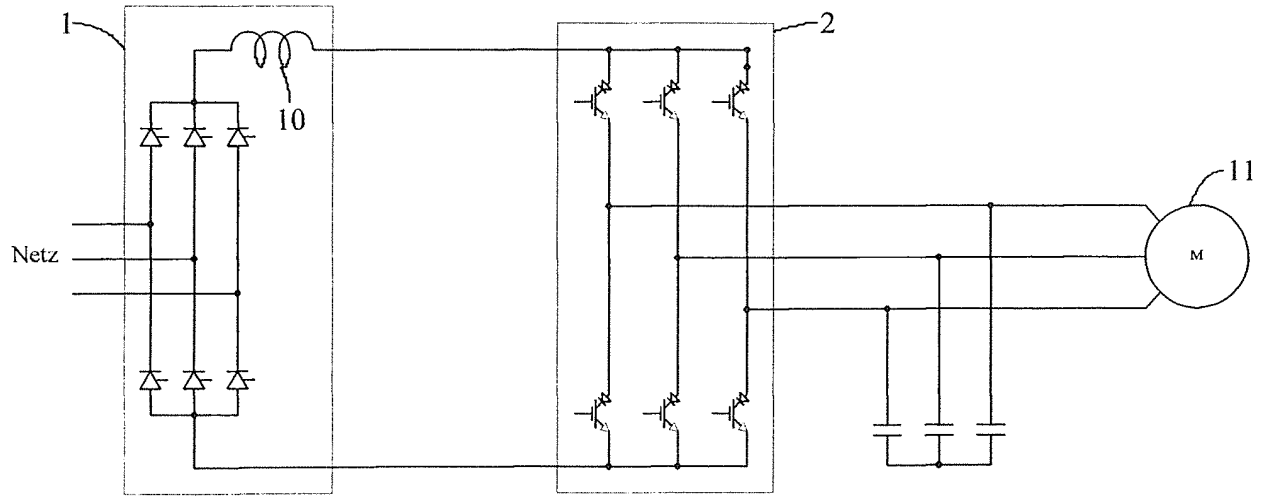
Bei jeder neuen Motorstrom-Raumvektor Winkelposition wird der Zwischenkreisstrom mit Hilfe der Stromquelle 1 auf einen durch die momentane Lage von dem Motorstrom-Raumvektor bestimmten, Wert eingestellt so dass sich die Spitze von dem Motorstrom-Raumvektor immer entlang eines Kreises bewegt. (Fig. 5b)

Das führt zu einer mit der Motorfrequenz synchronisierten Pulsation von dem Zwischenkreisstrom. (Fig. 5a)

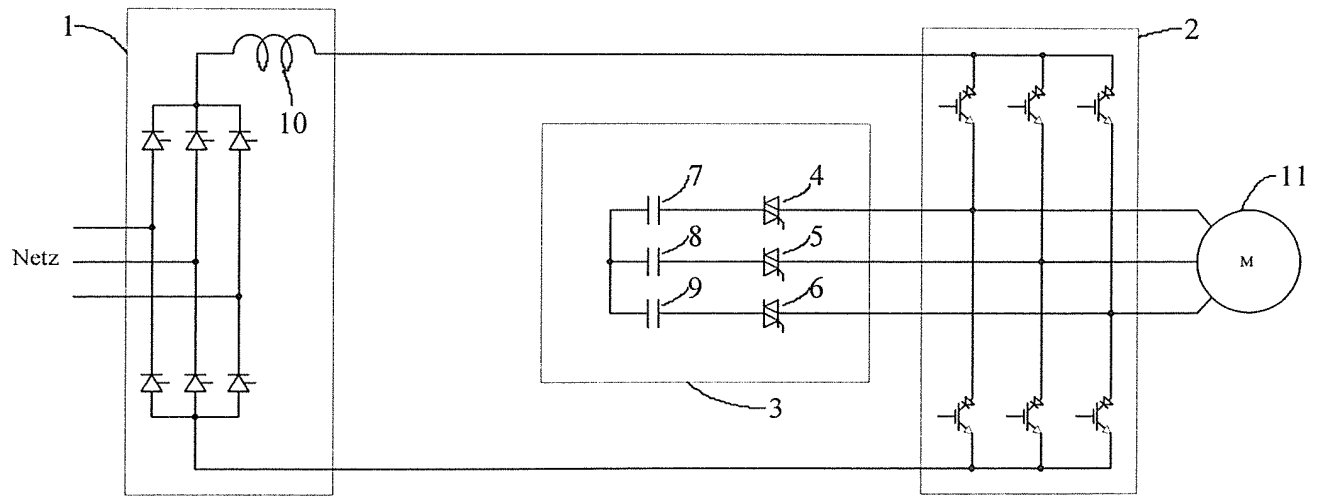
Der Spitze von der Motorstrom-Raumvektor bewegt sich mit gleichmässiger Geschwindigkeit an einen Kreis, (Fig. 5b) und die Motor Phasenströme sind Sinusförmig. (Fig. 5c)

### Patentansprüche

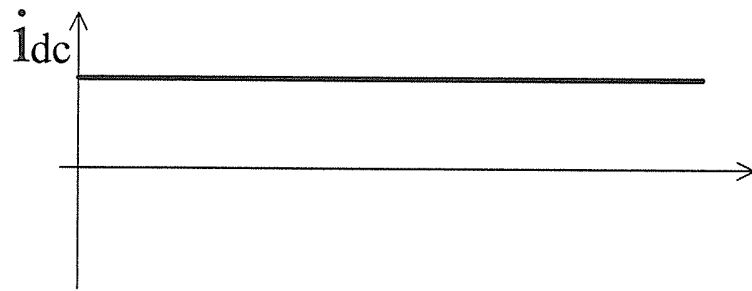
1. Schaltungsanordnung zum Kommutierungskreis bei Drehstrommotor-Antrieben mit Stromzwischenkreis-Umrichter, welcher Umrichter eine Stromquelle (1), einen Wechselrichter (2) und einen Kommutierungs-Einheit (3) beinhaltet, dadurch gekennzeichnet, dass die Kommutierungs-Einheit (3) weiter umfasst drei Kommutierungs-Kondensatoren (7, 8, 9) in Stern oder Dreieck Schaltung und drei Halbleiterschalter (4, 5, 6).
2. Schaltungsanordnung gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige Halbleiterschalter (4, 5, 6) ein Triac, ein Alternistor, ein Antiparallel Thyristorpaar oder zwei, in umgekehrte Richtung in Serie geschaltete MOSFET respektive IGBT mit Rückwärts-Diode ist.
3. Schaltungsanordnung gemäss Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die drei motorseitigen Ausgänge des Wechselrichters 2 in der Reihe nach durch je einen Halbleiterschalter (4, 5, 6) mit den, in Stern oder Dreieck geschalteten, Kommutierungs-Kondensatoren (7, 8, 9) verbunden sind.
4. Verfahren zur Steuerung eine Schaltungsanordnung gemäss Anspruch 1 bis 3, gekennzeichnet durch die beiden folgenden Schritte,
  - in einem ersten Schritt wird der, in Durchschnitt mit gleichmässiger Winkelgeschwindigkeit rotierender, Motorstrom-Raumvektor mit einem bestimmten Winkel vorwärts bewegt, zweckmässig durch Schaltvorgänge in der Wechselrichter (2), und
  - in einem zweiten Schritt wird mit Hilfe der Stromquelle (1) der Zwischenkreisstrom auf einen durch die momentane Lage von dem Motorstrom-Raumvektor bestimmten Wert eingestellt, so dass sich die Spitze von dem Motorstrom-Raumvektor immer entlang eines Kreises bewegt.



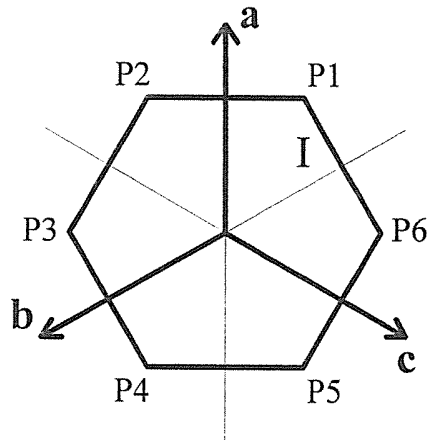
Figur 1



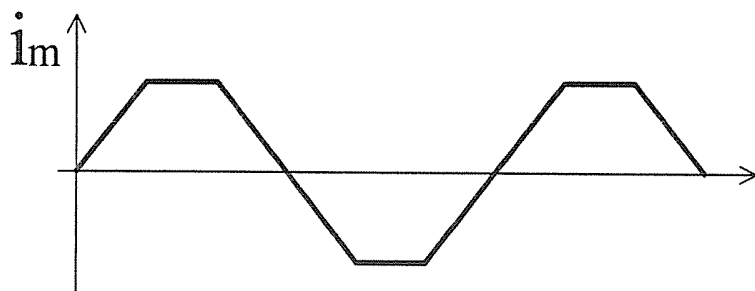
Figur 2



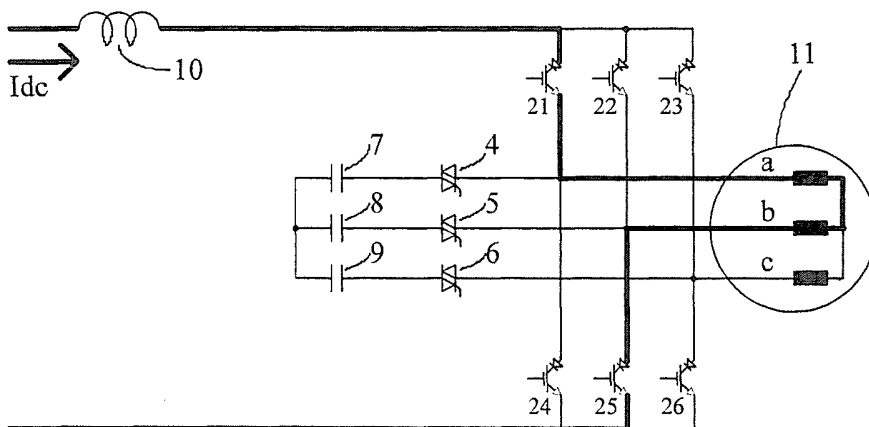
Figur 3a



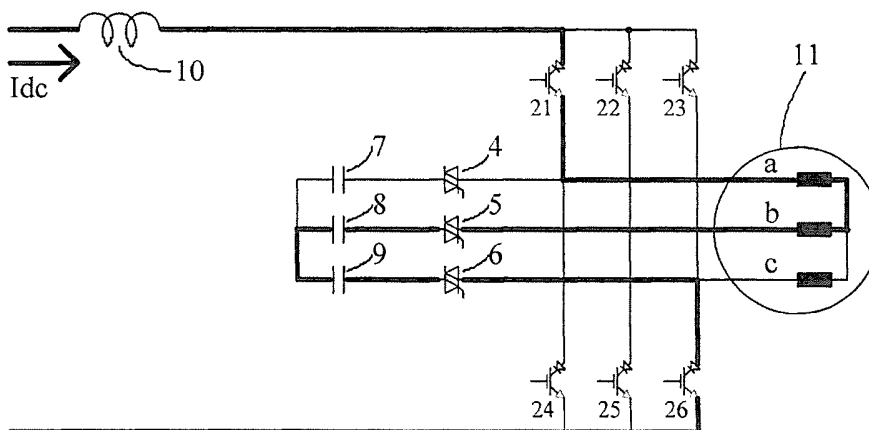
Figur 3b



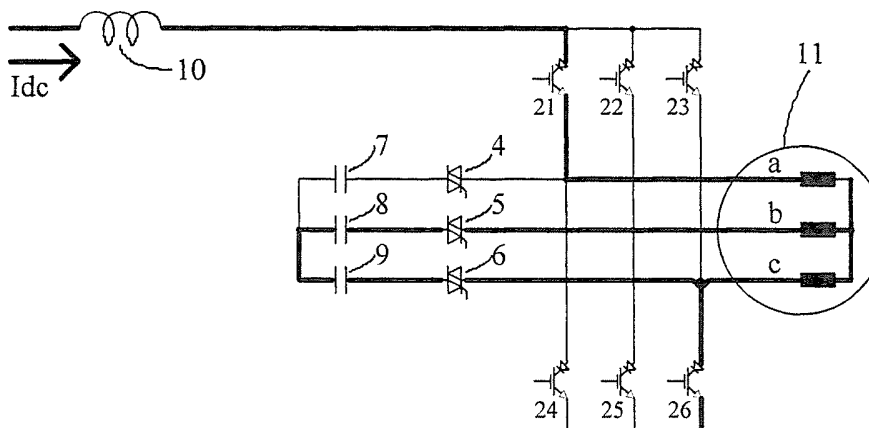
Figur 3c



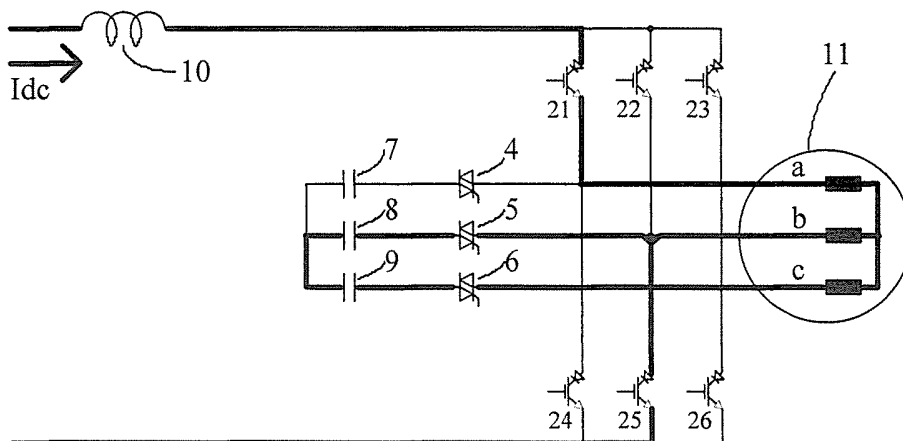
Figur 4a



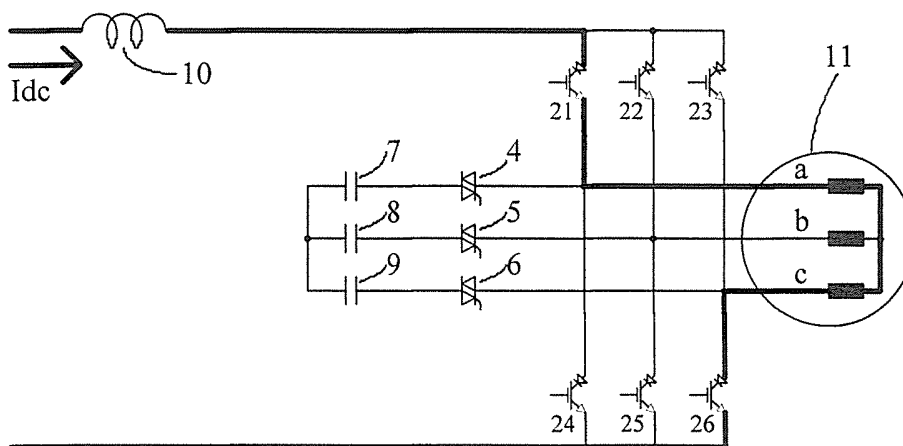
Figur 4b



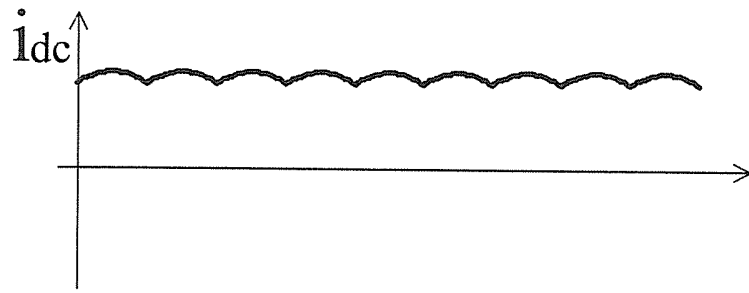
Figur 4c



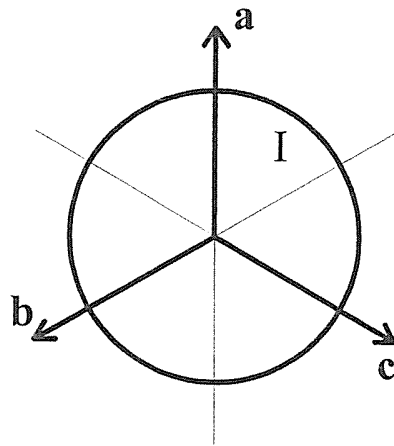
Figur 4d



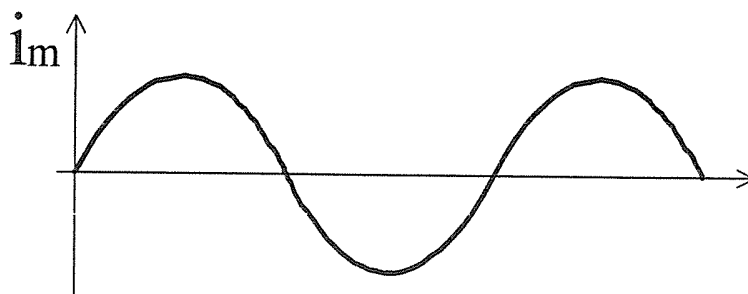
Figur 4e



Figur 5a



Figur 5b



Figur 5c