

公告本

申請日期: 89.4.20

案號: 89104393

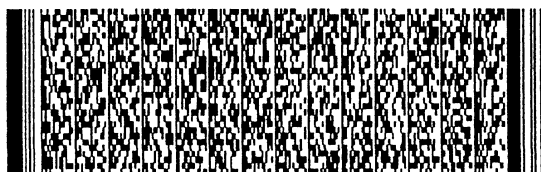
類別: H05P 7/74

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

477102

一、 發明名稱	中文	多相交流機控制器
	英文	POLYPHASE AC MACHINE CONTROLLER
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 索洛貝丹 (NMN) 加塔利克
	姓名 (英文)	1. SLOBODAN (NMN) GATARIC
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國紐約州艾迪柯特市布萊爾林街1005號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美商洛伊馬汀公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. LOCKHEED MARTIN CORPORATION
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國馬里蘭州貝詩達市洛克里路6801號
	代表人 姓名 (中文)	1. 傑佛瑞 H. 庫魯斯
	代表人 姓名 (英文)	1. GEOFFREY H. KRAUSS



本案已向

國(地區)申請專利

美國 US

申請日期

1999/03/11 09/266, 645

案號

主張優先權

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

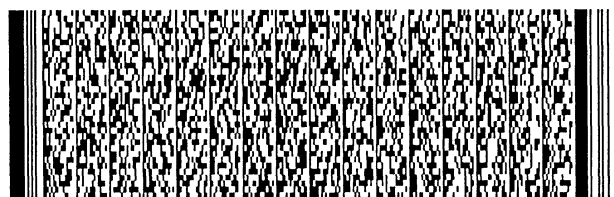
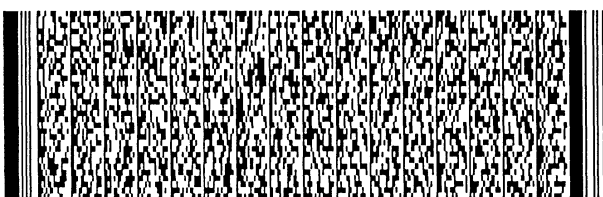


五、發明說明 (1)

本發明相關於多相位或多相交流機控制，特別是使用控制 $2N+1$ 個相位成份，來獨立操控 N 個交流機。

圖1是一慣用之振幅相對於時間的圖表，表示在相關暫時相位為時交流電流或電壓的三相位，這個圖表通常用以說明三相位系統。簡略交流即為"交流電流"，其在許多狀況下誤載；這可代表交流電壓或交流電流，或是兩者。假如瞬間值週期性地正值之後接著負值，則電壓或電流為交流。其中，"正值"或是"負值"代表電子觀點的方向，而非機械式觀點。圖1中，三個相位以 X_a 、 X_b ，與 X_c 標示；也可分別表示為 $X_a = X \cos \omega t$ 、 $X_b = X \cos (\omega t - 2\pi/3)$ ，與 $X_c = X \cos (\omega t - 4\pi/3)$ 。已知本技藝中所擅長者，圖2為在時間 $t=0$ 時，圖1中電流或電壓之二方向性的向量表示法。圖2中，兩正交成份 α 和 β 為基本軸，且 α 軸相對於"a"軸。另外兩軸，b和c，位於相距a軸 120° 處。電壓或電流 X_a 總位於延著a軸的方向，而且它的瞬間振幅隨著時間改變。相同地， X_b 和 X_c 總分別位於延著b軸和c軸的方向，並且它們的振幅也隨著時間改變。在圖2說明的時間點上，其相對應於圖1的時間 $t=0$ ，估量圖2中 X_a 、 X_b ，與 X_c 的振幅，將對應到一個向量。在圖1之 X_a 、 X_b ，與 X_c 的圖示內，當時間或是暫時相位增加，圖2的向量將逆時針(如箭號 ωt 方向)方向旋轉，描繪出圓環狀 $210 \cdot 2\pi$ 的相位改變構成延著圓環狀 210 的一次完全旋轉。為了簡化數學運算， X_a 、 X_b ，與 X_c 的值可以用相對應成份 α 和 β 來表示。

$$\dot{X} = \begin{bmatrix} X_a \\ X_b \\ X_c \end{bmatrix} = T_{abc2\alpha\beta} \begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \end{bmatrix} \quad (1)$$



五、發明說明 (2)

其中

$$[T_{abc\alpha\beta}] = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \quad (2)$$

綜合方程式(1)和(2)代表矩陣轉換，其將以a、b和c描述的向量轉換成以 α 和 β 成份描述的向量。上述的數學表示式沒有考慮一般模式(直流、非交流，或交流)的電壓或電流，其可能相關於交流能量。交流系統中，每個相位可能和一般模式成份相關，而一般模式對相位交流成份具影響力。圖2的曲線假想或是代表在沒有一般模式成份的情況。如果在一平衡三相位系統中有一般模式成份，它將可抵消，並且不出現在alpha和beta成份內。既然，一般模式成份可抵消，如圖2所示的曲線將不會將其顯示出來；甚至一般模式成份出現時，也是。但是，甚或不出現在圖2的二維圖示中，這樣的一般模式成份也可能存在。

為了代表直流成份，向量可透過前述已修改轉換表示，如下列方程式(3)和(4)

$$[X] = \begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \\ X_0 \end{bmatrix} = [T_{abc2\alpha\beta 0}] \begin{bmatrix} X_a \\ X_b \\ X_c \end{bmatrix} \quad (3)$$

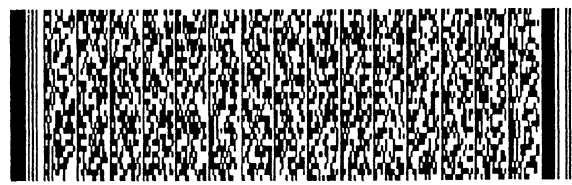
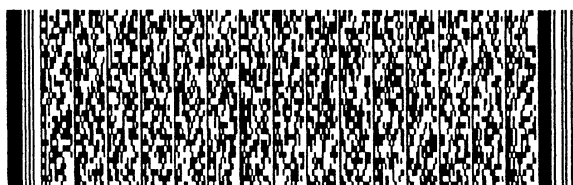
$$[T_{abc2\alpha\beta 0}] = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (4)$$



五、發明說明 (3)

其中矩陣最低列的成份，值為" $1/2$ "，代表一般模式成份。另外 X_0 成份已知為零序列成份。以零序列成份所代表的一般模式成份，通常以垂直於圖2的 $\alpha-\beta$ 平面的向量來表示。這樣一個垂直於圖2的 $\alpha-\beta$ 平面的向量之應用，將形成一相互垂直座標的三維系統。

一個根據本發明觀點的 $2N+1$ 相位的交流機器裝置，包括多(N)個交流機器，其中交流機器可為馬達或發電機。這個裝置包括 N 個交流機器。這 N 個交流機器中，每個均有 $2N+1$ 個交流電流流過的繞組；所以，有更多的繞組存在，惟具影響力的繞組數目應為 $2N+1$ 。這個裝置也包括一個可控制 $2N+1$ 相位的反相器，以使產生具 $2N+1$ 相位的電流給這 N 個機器。為了相互連接這 N 個交流機器的 N 個繞組，一個相互連接的裝置耦合於該反相器和 N 個交流機器；以使得流經各機器之各繞組的電流，可流過每一其餘 N 個交流機器的繞組。一個控制裝置耦合於該反相器，是為了控制在 N 個相互垂直之相位組合中的 $2N+1$ 個相位，並藉以控制這 N 個交流機器，使獨立於其餘每一個。一個根據本發明觀點的特殊裝置中，這 $2N+1$ 相位交流機器之 $2N+1$ 繞組的每一個，以一特定的空間相位漸進方式電性連接；並且這個相互連接裝置可相互連接這 N 個交流機器的繞組，以使得流經其中一個交流機器之一繞組的電流(其相對應於一特定空間相位)，可以流過另一交流機器的不同空間相位的繞組。本發明的具體實施例中，流經這些機器之一的一特定空間相位的繞組的電流，它可以流過另一交流機器的相同空

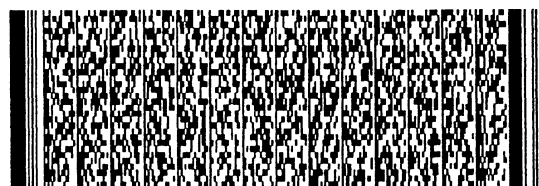
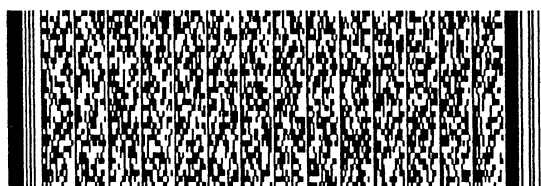


五、發明說明(4)

間相位的繞組。

根據本發明觀點的一特殊裝置中， N 代表2且 $2N+1$ 代表5，而這兩個交流機器的五個繞組各自相關於在一特定空間相位的各個機器。另外，相互連接的裝置將這兩個交流機器的第一個的所有五個相位跟反相器的對應相位相互連接起來。並且，連接交流機器之一的一繞組，以使電流流經另一交流機器的對應繞組。

一交流機器系統包括 N 個相互連接的具有 $2N+1$ 相位之交流機器，其中每個交流機器包括對應的空間相位繞組。控制一交流機器系統的方法包含產生 $2N+1$ 相位之電流的步驟；而 $2N+1$ 相位之電流代表 N 個相互垂直的二維電流子集合的組合。該電流應用在以特別相符於繞組之空間相位的電流相位時，流經該 N 個交流機器之第一個的空間相位繞組。並且，應用在以特別相符於繞組之空間相位(該空間相位不同於這個特別的相符值)的電流相位時，流經該 N 個交流機器之第二個的空間相位繞組。同時，每個二維電流子集合的電流分別獨立控制這 N 個交流機器之一。在實行這個方法的特殊模式中，產生 $2N+1$ 相位之電流的步驟包括控制反相器的步驟；該反相器耦合於直流電壓母線，且具有五相位。實行本發明的特殊模式包括將該 N 個交流機器之第一個與第二個耦合到一交通工具的第一與第二個車輪的額外步驟。另一模式中，控制具有五相位之反相器的步驟包括，控制具有五相位之反相器的交換的步驟，其中該反相器耦合於一牽引(或其他)電池。在根據本發明的觀點來



五、發明說明 (5)

實施該方法的另一特殊模式中，產生具 $2N+1$ 相位電流的步驟包括，控制具有五相位之反相器的步驟，其中該反相器耦合於一直流電壓電線。以及另一步驟為， N 個交流機器之第一個至少耦合於交通工具的第一個車輪，且 N 個交流機器之第二個耦合於自動驅動能力的來源，該來源可能是一內燃機。

圖1是一常用之電流或電壓三相位的振幅-時間圖示，其相對瞬間相位 ωt 為 120° ，該相位常用於描述三相位系統；

圖2為圖1之電流或電壓的二維向量表示；

圖3a，3b與3c分別代表圖1中沿著相互垂直的 X_a ， X_b 和 X_c 等三軸，或是沿著笛卡兒座標軸之電流或電壓成份；

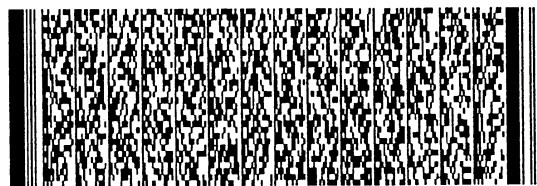
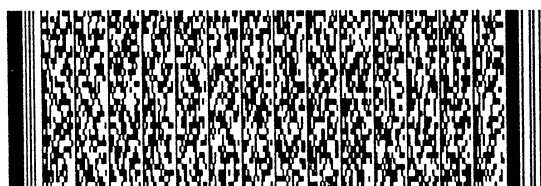
圖4為一裝置的簡化方塊圖，該裝置使用兩個交流機器與一個直流電壓或電流電線，而兩機器藉著反相器相互連接；

圖5a為根據本發明觀點的一具有五相位之交流機器裝置的簡化方塊圖或是圖解，圖5b和5c均為說明相關於圖5a中交流機器之繞組的圖示，而圖5d為圖5a裝置之替換或相位交換部份的簡化圖示；

圖6為以圖解和方塊型式的簡化圖示，其根據本發明觀點說明一具有五相位之反相器；

圖7為以方塊和圖解型式的簡化圖示，說明一先前技藝之交流機器控制裝置；

圖8為以方塊和圖解型式的簡化圖示，其根據本發明觀



五、發明說明 (6)

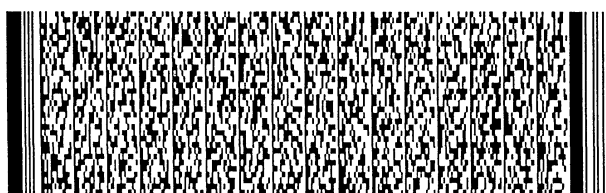
點說明一裝置，該裝置內有一具有五相位之控制器，可獨立控制兩交流機器；

圖9a、9b、9c、9d、9e、9f、9g、9h與9i為輪流交換電路的簡化表示，其和圖5d裝置可共同構成十個對於定義方程式的可能解釋；以及

圖10為N個機器的一般簡化表示，而且由一具有 $(2N+1)$ 相位之控制器來控制這N個機器。

在這裡，本發明證明了圖2表示法並非是唯一可行的表示法，並且其他表示法也提供新穎和實用的裝置之見識。更特別的是，圖3a、3b與3c分別代表，沿著相互垂直 X_a ， X_b 和 X_c 等三軸或是笛卡兒座標軸，所對應圖1的a、b和c電壓或電流成份。沿相互垂直 X_a ， X_b 和 X_c 等三軸(或其上)的不同瞬間值相對應於電壓或電流成份。圖3a、3b與3c為相同向量裝置的不同遠近或是等大的觀點。圖3a、3b與3c中，為了簡化表示，將立方體中心和座標系的中心或原點一致。因此，立方體中心的座標為000。六邊形平面312通過原點000，並分割該立方體成兩個相同的一半。 X_a ， X_b 和 X_c 等三軸於平面312的垂直投射分別標示為 a' 、 b' 與 c' ，而三個投影在平面上均相隔 120° 。圖3的投影 a' 、 b' 與 c' 相對應於圖2的a、b、c等三軸。當出現零序列成份時，圖1的 X_a ， X_b 和 X_c 等三軸的時間或暫時相位增加，圖3a的向量沿環狀線310逆時針(依箭頭 ωt 方向)旋轉。 2π 相位變化將繞環狀線310整個一圈。

須注意零序列成份可隨時間而改變。圖3a置於0軸的成



五、發明說明 (7)

份代表出現一可變零序列成份，其中0軸垂直於 α 和 β 軸。如果零序列成份大小固定，可以很簡單地移動或轉換平面312平行於0軸，該軸為立方體的主軸。然而，因為零序列成份隨時間而改變，其中向量旋轉代表這些成份，該曲線的平面(環狀線310的平面)向平面312傾斜，這表示出現零序列成份。

圖3b顯示從邊在最前面看平面312之圖3a裝置，而圖3c代表沿0軸的檢視。

下面的轉換矩陣[T3]可以將圖2垂直(a、b、c)成份轉換為圖3a、3b和3c的垂直(α 、 β 、0)成份

$$\begin{bmatrix} X_a \\ X_b \\ X_0 \end{bmatrix} = [T3] \begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \\ X_c \end{bmatrix}, \text{ 其中 } [T3] = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{6}}{3} & -\frac{\sqrt{6}}{3} & -\frac{\sqrt{6}}{3} \\ 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{\sqrt{3}}{3} & \frac{\sqrt{3}}{3} & \frac{\sqrt{3}}{3} \end{bmatrix} \quad (5)$$

方程式(5)代表可將以圖3a、3b和3c中a、b、c成份所表示的向量轉換為以 α 、 β 和零序列成份的向量之矩陣轉換。這僅是從一座標系統轉換到另一座標系統的向量轉換。

而反操作表示如方程式(6)

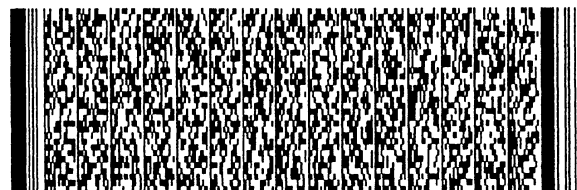
$$\begin{bmatrix} X_\alpha \\ X_\beta \\ X_c \end{bmatrix} = [T3^{-1}] \begin{bmatrix} X_a \\ X_b \\ X_0 \end{bmatrix}, \text{ 其中 } [T3^{-1}] = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{6}}{3} & 0 & \frac{\sqrt{3}}{3} \\ -\frac{\sqrt{6}}{6} & \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{3} \\ -\frac{\sqrt{6}}{6} & -\frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{3} \end{bmatrix} \quad (6)$$



五、發明說明 (8)

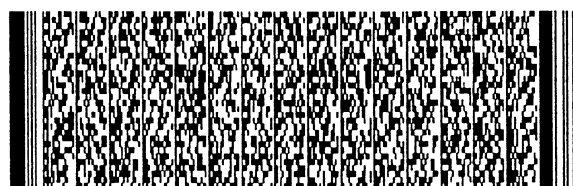
根據本發明的觀點，圖3a、3b和3c三相位系統的表示，可讓人瞭解多相位系統可表示成 $2N+1$ 維的多立方體。五相位系統可以用兩個相互垂直的平面(如平面312)與一個單一零序列軸來表示。用以表示五相位系統的兩平面均佔有四維子空間的兩個方向。這兩個相互垂直的平面只在座標系統的原點交叉，所以不會相互影響。這個觀念可適用於任一奇數相位，例如七、九等等。根據本發明的觀點， N 個交流機器(馬達或發電機)均被電壓或電流的 $2N+1$ 個被控制相位所控制。

圖4為兩交流機器410與412的簡化方塊圖。其分別由反相器414，416連接到一直流電壓電線420和一直流電壓源422(以電池表示)。熟於本技藝的人明白一電線可能包括多於一個電性導線。圖4中，交流機器不是馬達，便是發電機。在一操作模式中，機器410與412都如同馬達般操作，提供機器能量到負載端(非所描述)。該能量由發源端422分別藉著反相器414與416而提供。另一操作模式中，兩機器均可如同發電機般操作，該電性能量被反相器414與416整流為直流，其中反相器操作於整流模式中。又另一操作模式中，機器410如同發電機般操作，機器412如同馬達般操作，以藉著反相器414提供從機器410到發源端422的能量。並且藉著反相器416提供從發源端422到機器412的能量。最後一項操作模式中，給馬達412的能量由發電機410所產生。不幸地，發電機410所產生的能量必須從反相器414與416到馬達412的線路通過。



五、發明說明 (9)

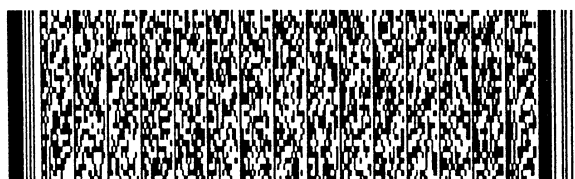
圖5a說明根據本發明觀點的裝置。圖5a中，直流電流源遠流(其也包括直流電壓源)以電池422來表示，電池422如圖4般連接到直流電流電線420。連接電線420到五相位反相器514，五相位反相器514可將電線420上的直流電壓或電流轉換為520上的五相位電壓或電流，而520為導線或是電流路徑520a、520b、520c、520d與520e的組合。從導線或是電流路徑的組合520流出的電壓或電流，經由相位交換裝置550，而流到五相位交流機器510。圖5b以連接到導線或是電流路徑的組合520，說明相關於圖5a的交流機器510的繞組。如圖5b所示，交流機器510包括五個繞組530a、530b、530c、530d跟530e的組合530。像熟於本技藝者所知，繞組之五相位組合530的個別繞組530a、530b、530c、530d跟530e，物理上適用於機器510，以使得漸進相位應用在組合530的繞組時的電壓或電流能引起磁場，該磁場可環繞整個機器。更特別的是，當從繞組520a、520b、520c、520d跟520e分別應用在繞組530a、530b、530c、530d跟530e上之電流或電壓的相位都增加 72° ，而相位1 (0°) 應用於經路徑520a到繞組530a，相位2 (72°) 應用於經路徑520b到繞組530b，相位3 (144°) 應用於經路徑520c到繞組530c，相位4 (216°) 應用於經路徑520d到繞組530d，相位5 (288°) 應用於經路徑520e到繞組530e，當這樣的時候，組合530的繞組之物理配置可使得場增加同相，以使得在機器中產生旋轉場。這個旋轉場可以將電性能量轉換成機器動作，或是將機器動作轉換



五、發明說明 (10)

成對應的電性能量。和繞組520a、520b、520c、520d跟520e分別遠離之繞組530a、530b、530c、530d跟530e的終端，均分別連接到電流路徑或是導線520a'、520b'、520c'、520d'跟520e'。熟於本技藝者知曉，從導線流入繞組的電流，如圖5b從導線520a到繞組530a，也流到該繞組所相對應的另一連接，相當於連接或是繞組530a的路徑520a'。

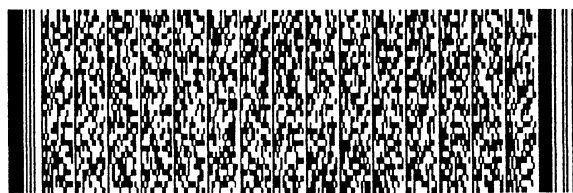
圖5c說明相關於圖5a的交流機器512之繞組，以及它與導線或路徑組合540的導線或路徑的連接。如圖5c所示，交流機器512包括五個繞組532a、532b、532c、532d跟532e的組合532。圖5c的機器512也連接於電性導線或路徑540a、540b、540c、540d跟540e的組合540。如熟於本技藝者所知跟上文所述，五相位組合532之繞組的繞組532a、532b、532c、532d跟532e，均個別物理連接於機器512，以使得當應用於組合530的繞組時，漸進相位的電流或電壓可引起環繞於機器四周的磁場。更特別的是，當應用在從導線540a、540b、540c、540d跟540e分別到繞組532a、532b、532c、532d跟532e的電流或電壓相位均增加 72° ，而相位1 (0°) 應用於經路徑540a到繞組532a，相位2 (72°) 應用於經路徑540b到繞組532b，相位3 (144°) 應用於經路徑540c到繞組532c，相位4 (216°) 應用於經路徑540d到繞組532d，相位5 (288°) 應用於經路徑540e到繞組532e，當這樣的時候，組合540的繞組之物理配置可使得場增加同相，以使得在機器512中產生旋轉



五、發明說明 (11)

場。這個旋轉場可以將電性能量轉換成機器動作，或是將機器動作轉換成對應的電性能量。和繞組540a、540b、540c、540d跟540e分別遠離之繞組532a、532b、532c、532d跟532e的終端，均分別透過電流路徑或是導線540a'、540b'、540c'、540d'跟540e'的組合540'，連接到一般或短路導線542。熟於本技藝者知曉，從導線流到繞組的電流，如圖5c從導線540a到繞組532a，也流經繞組的相對應另一連接，即在532a狀況中相對於連接或路徑至540a'。

圖5d是圖5a的一可能相互連接或相位交換裝置550的詳盡描述。圖5d中，設計為550的一相互連接裝置將組合520'的導線或電流路徑連接到組合540的導線或電流路徑。根據本發明的觀點，相互連接裝置550的導線或電流路徑連接，以構成特定電流而引起相關機器內的旋轉場，並造成其他電流使得場消除。更特別的是，圖5a說明的兩交流機器之一內，和圖3a、3b跟3c一同描述的相關於兩垂直平面之一，對電流具貢獻的場將加總，以產生一旋轉場；而此時，相關於兩垂直平面之另一個的那些電流(α_2 ， β_2)所引起的場為消除，也因而不引起旋轉場。圖5d中，導線520a'載送一隨意設計為0°相位的電流或電壓，而且導線520a'透過一相互連接路徑550a連接到導線組合540的一相對應導線540a。相互連接組合550的導線550b將組合520'的導線520b'和組合540的導線540d，以72°相互連接。組合550的導線550c將組合520'的導線520c'和組合540



五、發明說明 (12)

的導線540b，以 144° 相互連接。導線組合550的導線550d將導線組合520'的導線520d'和導線組合540的導線540e，以 216° 相互連接。並且，導線組合550的導線550e將導線組合520'的導線520e'和導線組合540的導線540c，以 288° 相互連接。配合說明於圖5a、5b、5c跟5d的相互連接，兩交流機器510和512可獨立操作。

圖5a、5b、5c跟5d中兩機器510和512之獨立操作，可以想像為起源於兩機器在三相位狀態的操作，其中每個機器需要可加總以產生旋轉場的電流或電壓。給每個機器的這些電壓或電流均可視為描述於圖2、3a、3b和3c的在一平面上之 α 和 β 成份。但是兩平面 (α_1, β_1) 與 (α_2, β_2) 相互垂直，如上所述。全部五相位電壓或電流可被視為相關於兩垂直平面的電壓或電流的向量加總。兩平面的正交性有物理結果，即相關於第一平面的五相位電壓或電流成份加總或加在一起，以形成一旋轉場；當相關於兩垂直平面的第二平面之電壓或電流消除時。加總或消除決定於如何於每個機器增加相位。圖5a和圖5d的相互連接裝置與圖5b和5c的繞組裝置，造成在交流機器510中，相關於平面 (α_1, β_1) 的場加總，和在交流機器512中，相關於第二平面 (α_2, β_2) 的場消除；在造成增加或加總以從第二平面 (α_2, β_2) 產生旋轉場，或造成相關於第一平面 (α_1, β_1) 場消除的方法中，相位被重新配置。

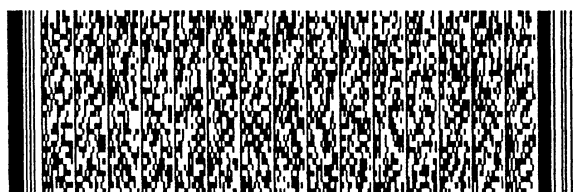
圖6為可用於圖5a裝置之五相位反相器的一簡化表示法。圖6中，直流電壓或直流電流電線420包括電流路徑420a



五、發明說明 (13)

和420b，其橫過發源端422而連接。五個受控制電流路徑610a、610b、610c、610d和610e從導線420a延伸到420b。每個路徑610a、610b、610c、610d和610e包括兩個控制開關，以 X_s 表示。電流路徑610a包括一上開關612a₁和下開關612a₂，並有接頭614a介於中間。電流路徑610b包括一上開關612b₁和下開關612b₂，並有接頭614b介於中間。電流路徑610c包括一上開關612c₁和下開關612c₂，並有接頭614c介於中間。電流路徑610d包括一上開關612d₁和下開關612d₂，並有接頭614d介於中間。電流路徑610e包括一上開關612e₁和下開關612e₂，並有接頭614e介於中間。組合520的交流導線520a、520b、520c、520d跟520e分別連接到614a、614b、614c、614d和614e。圖6的反相器514也包括一開關控制器，如描述於方塊608，其可控制開關，使適應於一般的五相位電流或電壓。用在開關反相器的控制器在本技藝也為已知，而且五相位操作的控制器也為熟悉本技藝者所熟知。

圖7為先前技藝中場取向控制(FOC)型式之三相交流機器控制器的一簡化方塊圖。圖7中，交流機器是一感應機器710(馬達或發電機)，其可被以a、b和c相位所驅動，分別為相對相位0°、120°和240°。一般電流路徑或短路電線表示如712。如714a和714b說明的電流取樣器在a和b傳導路徑中對電流做取樣，而且耦合信號取樣到一T3方塊716。方塊716決定從 $I_a + I_b + I_c = 0$ 決定電線c的電流，而且產生從座標(a, b, c)到座標(α , β)的T3轉換。合成的 I_α

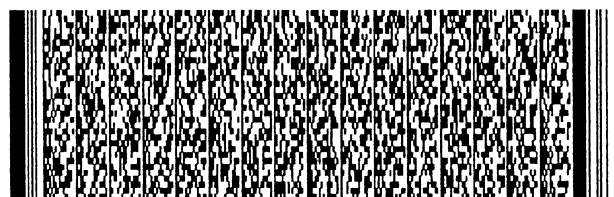
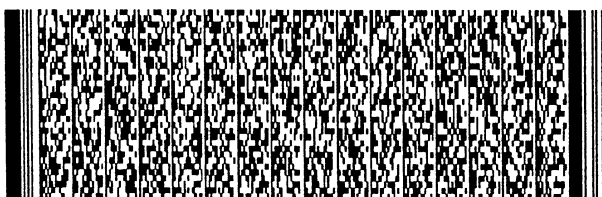


五、發明說明 (14)

和 I_β ，跟相關於感應器718之電樞或軸輪角度 θ 的資訊，一起耦合到FOC控制器720。本技藝所熟知的控制器，在這便不多加討論。控制器720產生 d_α 和 d_β 本份週期控制信號，其可應用在說明於方塊722的一反向轉換 $T3^{-1}$ ，該轉換可將 d_α 和 d_β 本份週期控制信號轉換為 d_a 、 d_b 和 d_c 控制信號。 d_a 、 d_b 和 d_c 控制信號可應用在三相位反相器724上，可控制流入或流出電線420的能量流，以及一如電池422所示的相關發源端。如圖7之裝置的特殊應用，為一複合電性交通工具的驅動系統，其中發源端422是一牽引電池；馬達710至少驅動一個交通工具的車輪，FOC控制器720則接收其他可顯示能量大小的控制信號，且其耦合於馬達，使用的再生煞車器的量，以及其他信號。

上述複合電性交通工具的應用中，由一燃料操作機器所驅動的電性產生器型式中的另一交流機器，可能被連接到三相位反相器。如Hoffman et al. 發表於10/27/98美國專利5,828,2015和發表於02/09/99美國專利5,869,950中有更詳細的描述。

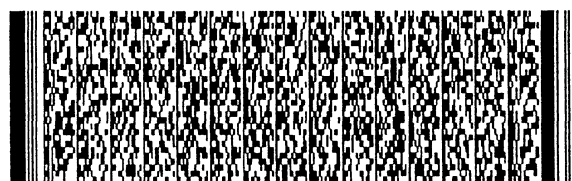
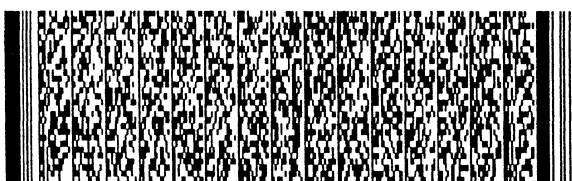
根據本發明的觀點，FOC控制裝置使用一對交流機器的五相位控制。圖8說明根據本發明觀點的裝置。圖8中，一受控制的五相位反相器824在導線組合821上產生五相位電壓或電流，以應用在兩個五相位馬達，連接方式如圖5a，一同說明如方塊810。組合814的四個電流感應器，在此稱為814a、814b、814c和814d，在各別導線或電流路徑中感應電流，並且耦合相對應信號 i_a 、 i_b 、 i_c 和 i_d 到一T5方塊



五、發明說明 (15)

816。其決定第五個電流值(e)，非量測到，同時將以a、b、c、d與e成份所表示的電流轉換為在兩個相互垂直平面與一零序列成份的電流。更特別的是，圖8的方塊816將 i_a 、 i_b 、 i_c 、 i_d 和 i_e 轉換或改變為 $i_{\alpha 1}$ 、 $i_{\beta 1}$ 跟 $i_{\alpha 2}$ 、 $i_{\beta 2}$ 成份跟0成份。 θ_1 感應資訊相關於第一馬達之軸輪的角度位置。這個 $i_{\alpha 1}$ 和 $i_{\beta 1}$ 成份與 θ_1 一同應用於方塊820₁，設計為"交流馬達向量控制"，其為用於方塊810的兩個五相位馬達之第一個馬達的FOC控制器。FOC控制器820₁的輸出包括控制信號 $V_{\alpha 1}$ 和 $V_{\beta 1}$ ，其應用於T5⁻¹轉換方塊822。 θ_2 感應資訊相關於第二馬達之軸輪的角度位置。方塊816所產生的 $i_{\alpha 2}$ 和 $i_{\beta 2}$ 成份與 θ_2 一同應用於方塊820₂，設計為"交流馬達向量控制"，其為用於方塊810的兩個五相位馬達之第二個馬達的FOC控制器。FOC控制器820₂的輸出包括控制信號 $V_{\alpha 2}$ 和 $V_{\beta 2}$ ，其應用於T5⁻¹轉換方塊822，有從FOC控制器820₁和的 $V_{\alpha 1}$ 和 $V_{\beta 1}$ 指令跟從方塊816的零序列電流信號。方塊822使用T5⁻¹轉換，將 $V_{\alpha 1}$ 、 $V_{\beta 1}$ 、0、 $V_{\alpha 2}$ 和 $V_{\beta 2}$ 信號轉換成五相位反相器控制信號 V_a 、 V_b 、 V_c 、 V_d 和 V_e 信號。方塊822所產生的 V_a 、 V_b 、 V_c 、 V_d 和 V_e 信號皆應用到五相位反相器方塊824，以控制圖6的開關組合612。

圖8的T5方塊816代表(a, b, c, d, e)座標軸和(α_1 , β_1 , 0, α_2 , β_2)座標軸之間的轉換。更特別的是，該轉換發表如方程式(7)



五、發明說明 (16)

$$\begin{bmatrix} v_{\alpha 1} \\ v_{\beta 1} \\ v_0 \\ v_{\alpha 2} \\ v_{\beta 2} \end{bmatrix} = T5 \begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_0 \\ v_d \\ v_e \end{bmatrix} \tag{7}$$

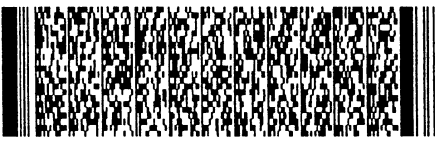
其中矩陣[5]的一個可能解法如方程式(8)。

$$[T5] = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{10}}{5} & \frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}-1) & -\frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}+1) & -\frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}+1) & \frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}-1) \\ 0 & \frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) & \frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}-\sqrt{5}) & -\frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}-\sqrt{5}) & -\frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) \\ \frac{\sqrt{5}}{5} & \frac{\sqrt{5}}{5} & \frac{\sqrt{5}}{5} & \frac{\sqrt{5}}{5} & \frac{\sqrt{5}}{5} \\ \frac{\sqrt{10}}{5} & -\frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}+1) & \frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}-1) & \frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}-1) & -\frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}+1) \\ 0 & -\frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) & \frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) & -\frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) & \frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}-\sqrt{5}) \end{bmatrix} \tag{8}$$

同樣地，圖8的方塊822之矩陣[T5⁻¹]定義如方程式(9)

$$\begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \\ v_d \\ v_e \end{bmatrix} = [T5^{-1}] \begin{bmatrix} v_{\alpha 1} \\ v_{\beta 1} \\ v_0 \\ v_{\alpha 2} \\ v_{\beta 2} \end{bmatrix} \tag{9}$$

其中矩陣[T5⁻¹]如方程式(10)。



五、發明說明 (17)

(10)

$$[T5^{-1}] = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{10}}{5} & 0 & \frac{\sqrt{5}}{5} & \frac{\sqrt{10}}{5} & 0 \\ \frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}-1) & \frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) & \frac{\sqrt{5}}{5} & -\frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}+1) & -\frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}-\sqrt{5}) \\ -\frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}+1) & \frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}-\sqrt{5}) & \frac{\sqrt{5}}{5} & \frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}-1) & \frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) \\ -\frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}+1) & -\frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}-\sqrt{5}) & \frac{\sqrt{5}}{5} & \frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}-1) & -\frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) \\ \frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}-1) & -\frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}+\sqrt{5}) & \frac{\sqrt{5}}{5} & -\frac{\sqrt{10}}{20}(\sqrt{5}+1) & \frac{\sqrt{5}}{10}(\sqrt{5}-\sqrt{5}) \end{bmatrix}$$

至少有十個解法，其中之一顯示於圖5d的相位交換裝置。其他九個解法產生不同位移，其描述於圖9a、9b、9c、9d、9e、9f、9g、9h和9i，在此不多加解釋。

圖10說明一般使用2N+1相位的N個機器系統。圖10中，相對應於圖5a的成份以類似的參考數字來設計。電池422藉著電線420耦合到2N+1相位的反相器。其可根據本發明導線組合1020a的2N+1導線，來產生2N+1相位驅動。組合1020a連接到具2N+1繞組機器1010a的(2N+1)連接組合。機器1010a的(2N+1)繞組之其他終端均透過導線組合1020a'，連接到第一相位交換方塊1050a。相位交換方塊透過組合1020b，連接到第二機器1010b的終端，其也具有(2N+1)繞組。機器1010b的繞組之其他端點透過組合1020b'，連接到第二相位交換方塊1050b。相位交換方塊1050b的輸出透過更進一步的導線組合1020c，...，等等而連接，直到前一導線組合連接到第N個機器1010N的終端。遠離其餘機

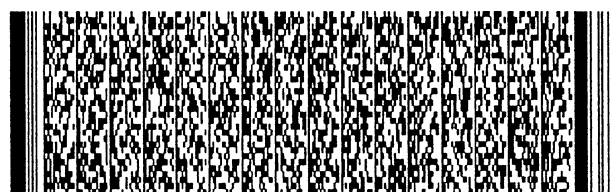
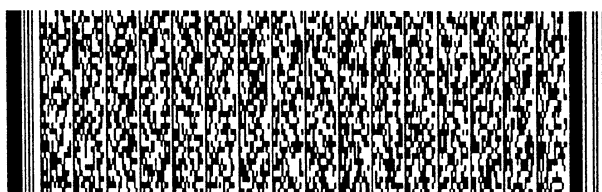


五、發明說明 (18)

器之機器1010N的 $(2N+1)$ 個終端均連接到一般導線1042。

對於熟於本技藝者，本發明的其他具體實施例是很顯而易見的。例如，熟於本技藝者知道不同具體實施例的控制器可能包括類比或數位電路，或兩者皆是。當用於電性系統中，"之間"與"橫越"的意義並不相同於它們在機械與空間的意義。當控制器的描述不能使用交流機器如馬達或發電機般，則需取決於驅動和負載狀況，對其而言機器為附屬的。根據那些狀況，它們可能操作在任一模式。而且系統的"反相器"部分之操作可能如同一發電機執行一功能如整流，以從發電機中獲取交流能量，且連接該能量到直流電壓或電流電線。當藉由電流感應器組合814的感應器時，感應電流針對四種特定相位加以描述，稱為a、b、c和d，熟於本技藝者知道一N相位系統的任 $(N-1)$ 個相位可被感應到，而第N個可由計算得知。

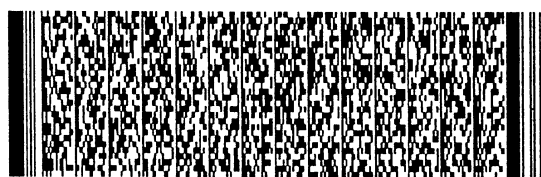
因此，根據本發明觀點，具 $2N+1$ 相位(五相位)的交流機器(410, 412, 510, 710, 810)裝置包括多數N個交流機器(410, 412, 510, 710, 810)，其中交流機器(410, 412, 510, 710, 810)可為馬達或發電機。這個裝置包括N個交流機器(410, 412, 510, 710, 810)。這N個交流機器中，每個都有 $2N+1$ 個繞組(530, 532)，而交流電流流經其中。自然地，將有更多的繞組(530, 532)，但繞組(530, 532)的有效數目應為 $2N+1$ 。該裝置也包括一可控制 $2N+1$ 相位的反相器(414, 416, 514, 724, 824)，以產生N個交流機器(410, 412, 510, 710, 810)的電流之 $2N+1$ 相位。一相互



五、發明說明 (19)

連接裝置(550)耦合於反相器(414, 416, 514, 724, 824), 並且耦合於N個交流機器(410, 412, 510, 710, 810), 以使得相互連接N個交流機器(410, 412, 510, 710, 810)的N個繞組(530, 532); 如此將使得流經每個機器(410, 412, 510, 710, 810)的每個繞組的電流, 可以流經N個機器(410, 412, 510, 710, 810)的其他個的繞組(530, 532)。一控制裝置(608, 716, 720, 722, 816, 820₁, 820₂, 822)耦合於反相器(414, 416, 514, 724, 824), 以控制在N個相互垂直的相位組合內之2N+1個相位, 並從而獨立控制N個交流機器(410, 412, 510, 710, 810)。根據本發明這個觀點的一特別裝置中, 2N+1相位交流機器(510, 512, 810)的2N+1個繞組(530, 532)中的每個, 均電性連接於一特定空間相位漸進; 且該相互連接裝置(550)相連接N個交流機器(510, 810)的繞組(530, 532), 使得相當於特定空間相位(b)之流經交流機器(510, 512, 810)之一的繞組(530b)的電流, 可流經另一交流機器(510, 810)的不同空間相位(d)的繞組(532d)。在本發明的具體實施例中, 流經交流機器(510, 810)之一的特定空間相位(a)的繞組(530a)的電流, 可流到另一交流機器(512, 810)的特定空間相位(a)的繞組(532a)。

在根據本發明觀點的特別裝置(圖5a、8)中, N為二, 2N+1為五, 且兩個交流機器(510, 512, 810)的五個繞組(組合530, 532的繞組)的每個, 均以特定空間相位, 連接於每個機器(510, 512, 810)。而相互連接裝置(550)相連



五、發明說明 (20)

接兩個交流機器(510)的第一個的所有五相位，到反相器(514, 824)的相對應相位。並且連接交流機器(510)之一的繞組(530a)之一，以使電流流經另一交流機器(512)的相對應繞組(532a)。

一交流機器系統包括 N 個相互連接的 $2N+1$ 相位交流機器，其中每個交流機器包括相對應的空間相位繞組。根據本發明控制該交流機器系統的方法包括產生 $2N+1$ 相位電流的步驟，其表示電流的二維子組合的 N 組相互垂直組合。該電流以特定相對於繞組空間相位的電流相位，使通過 N 個交流機器的第一個的空間相位繞組，而且該電流也以特定相對於繞組空間相位的電流相位(不同於特定的對應)，使通過 N 個交流機器的第二個的空間相位繞組。這樣的狀況下，二維子組合的電流中的每個可獨立控制這 N 個交流機器之一。在實行本方法的特別模式中，產生 $2N+1$ 相位電流的步驟包括控制耦合於直流電壓電線的五相位反相器的步驟。這個實行本方法的特別模式包括耦合 N 個交流機器的第一和第二個到交通工具的第一和第二個車輪的額外步驟。另一模式中，控制五相位反相器的步驟包括控制耦合於牽引電池的五相位反相器之開關的步驟。根據本發明觀點的實行本方法的另一特別模式中，產生 $2N+1$ 相位電流的步驟包括控制耦合於直流電壓電線的五相位反相器的步驟，和一額外步驟。額外步驟包括 N 個交流機器的第一個至少耦合於交通工具的第一個車輪，且 N 個交流機器的第二個耦合於機器驅動能量的發源端，其可能是一內燃機。

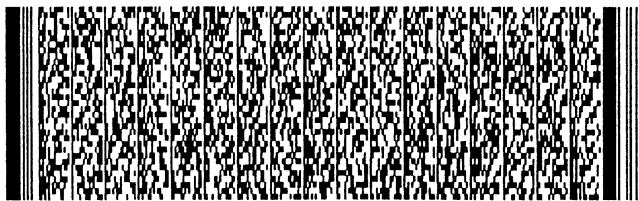


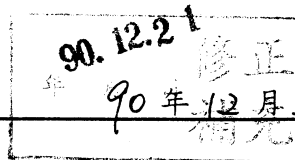
修正
90年12月27日
補充

圖式簡單說明

元 件 符 號 說 明

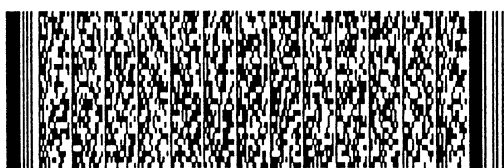
- | | | | |
|-------------------------------|------------|---------|----------------------|
| 210 | 圓環狀 | 310 | 圓環狀 |
| 312 | 平面 | 410、412 | 交流機或馬達 |
| 414、416 | 反相器 | 420 | 直流電壓電線 |
| 422 | 直流電壓源 | 510 | 五相位交流機器 |
| 512 | 交流機器 | 514 | 反相器 |
| 520 | 一組導線或電流路徑 | | |
| 520a、520b、520c、520d、520e | 導線或電流路徑 | | |
| 520a'、520b'、520c'、520d'、520e' | 導線或電流路徑 | | |
| 530 | 繞組之五相位組合 | | |
| 530a、530b、530c、530d、530e | 繞組 | | |
| 532 | 五繞組之組合 | | |
| 532a、532b、532c、532d、532e | 繞組 | | |
| 540 | 導線或電流路徑之組合 | | |
| 540a、540b、540c、540d、540e | 導線或電流路徑 | | |
| 540a'、540b'、540c'、540d' | 導線或電流路徑 | | |
| 542 | 一般或短路導線 | 550 | 相位交換裝置 |
| 608 | 開關控制器 | | |
| 610a、610b、610c、610d、610e | 電流路徑 | | |
| 612 | 開關 | 614 | 分接頭 |
| 710 | 感應機器 | 712 | 電線 |
| 714a、714b | 電流取樣器 | | |
| 716 | T3方塊 | 718 | 感應器 |
| 720 | FOC控制器 | 722 | 反相轉換T3 ⁻¹ |





圖式簡單說明

724 三相位反相器 810 兩個五相位馬達
 814 電流感應器之組合
 814a、814b、814c、814d 電流感應器
 816 T5方塊 820 控制器
 821 導線組合 822 T5⁻¹轉換方塊
 824 五相位反相器
 1010a、1010b、1010c 繞組機器
 1014 反相器
 1020a、1020a'、1020b、1020b'、1020c 導線組合
 1042 一般導線
 1050a、1050b 相位交換方塊

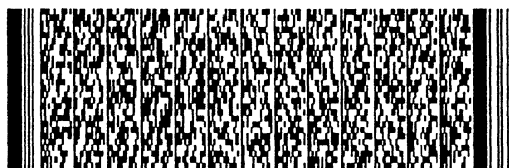


四、中文發明摘要 (發明之名稱：多相交流機控制器)

N個交流機器，如馬達或發電機，都由一控制系統獨立操控。該控制系統有 $2N+1$ 個相位，且有N組正交相位成份。在一特殊應用中，一包括發電機和感應馬達的複合式交通工具，可由五相位控制器所獨立操控。該控制器具有兩組獨立的相互正交成份。每組成份控制其中一個機器，並且不對其他機器造成任何影響。

英文發明摘要 (發明之名稱：POLYPHASE AC MACHINE CONTROLLER)

A number N of AC machines, such as motors or generators, are independently controlled by a control system having $2N+1$ phases, having N orthogonal sets of phase components. In a particular application, a hybrid vehicle including a generator and an induction motor are independently controlled by a five-phase controller having two independent sets of mutually orthogonal components. Each set of components controls one of the machines, and has no net



四、中文發明摘要 (發明之名稱：多相交流機控制器)

英文發明摘要 (發明之名稱：POLYPHASE AC MACHINE CONTROLLER)

effect on the other machine(s).



六、申請專利範圍

1. 一種具 $2N+1$ 相位的交流機器感應馬達/發電機裝置，包括：

N 個交流機器，該 N 個交流機器中每個均有 $2N+1$ 個繞組，且交流電流流經於其中；

一可控制之 $2N+1$ 相位反相器，用以產生電流之 $2N+1$ 相位來驅動該 N 個機器；

相互連接裝置，耦合於該反相器與該 N 個交流機器，以相連接該 N 個交流機器的該 N 個繞組，使得流經每個機器之每個繞組的電流，可以流至每一其餘該 N 個交流機器的繞組；以及

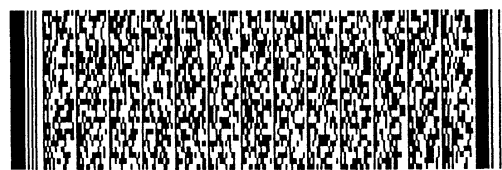
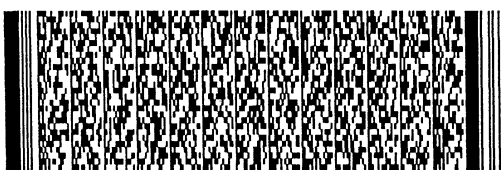
控制裝置，耦合於該反相器，用以控制在 N 組相互垂直的相位中之該 $2N+1$ 相位，因而各別獨立地控制該 N 個交流機器。

2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該 $2N+1$ 相位交流機器的 $2N+1$ 個繞組中之每一個，係被電性地定向於一特定空間相位進行；並且

該相互連接裝置相連接該 N 個交流機器的該繞組，以使得流經相對應於一特定空間相位之該交流機器之一的一繞組的電流，可流至該交流機器中另一個的不同空間相位之繞組。

3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中 N 為二， $2N+1$ 為五，且該兩個交流機器的五個繞組之每一個，係於每個機器中被定向於一特定空間相位；並且

該相互連接裝置相連接該兩個交流機器之第一個的五個



六、申請專利範圍

繞組到該反相器之相對應相位，並且連接該交流機器之該第一個的該繞組之一，以使得電流流至該交流機器的另一個之一相對應繞組。

4. 一種控制一個包括 N 個相互連接的 $2N+1$ 相位交流機器之交流機器系統的方法，其中每個交流機器包括相對應空間相位繞組，該方法包括步驟如下：

產生 $2N+1$ 相位電流，代表 N 組相互垂直的二維子組合之電流；

施加該 $2N+1$ 相位之該電流，流經具有該電流之該相位之一特定對應之該 N 個交流機器之第一個的該空間相位繞組，到該繞組之該空間相位；並且

施加該 $2N+1$ 相位之該電流，流經具有該電流之該相位之一對應之該 N 個交流機器之第二個的該空間相位繞組，到不同於該特定對應之該繞組的該空間相位，以使得該電流之每個該二維子組合可以獨立控制該 N 個交流機器之一。

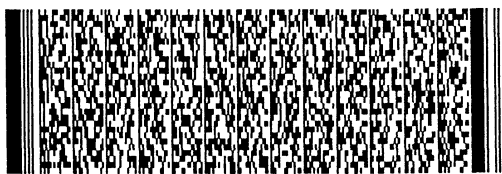
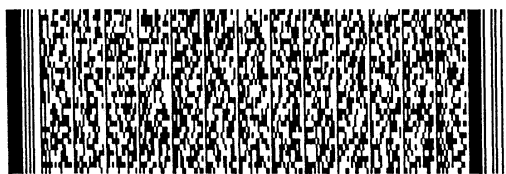
5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中：

該產生 $2N+1$ 相位電流的步驟包括，控制一個耦合於直流電壓匯流排的五相位反相器；

以及包括另一步驟：耦合該 N 個交流機器之第一個與第二個，到交通工具的第一個與第二個車輪。

6. 如申請專利範圍第5項之方法，其中該控制五相位反相器的步驟包括，控制一個耦合於牽引電池的五相位反相器之開關的步驟。

7. 如申請專利範圍第4項之方法，其中：

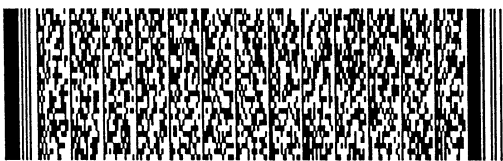


六、申請專利範圍

該產生 $2N+1$ 相位電流的步驟包括，控制一個耦合於直流電壓匯流排的五相位反相器；

以及包括另一步驟：耦合該 N 個交流機器之第一個到交通工具之至少第一個車輪，並且耦合該 N 個交流機器之第二個到一機器驅動能量源。

8. 如申請專利範圍第7項之方法，其中耦合該 N 個交流機器之第二個到一機器驅動能量源的步驟包括，耦合該 N 個交流機器之該第二個到一內燃機。



圖式

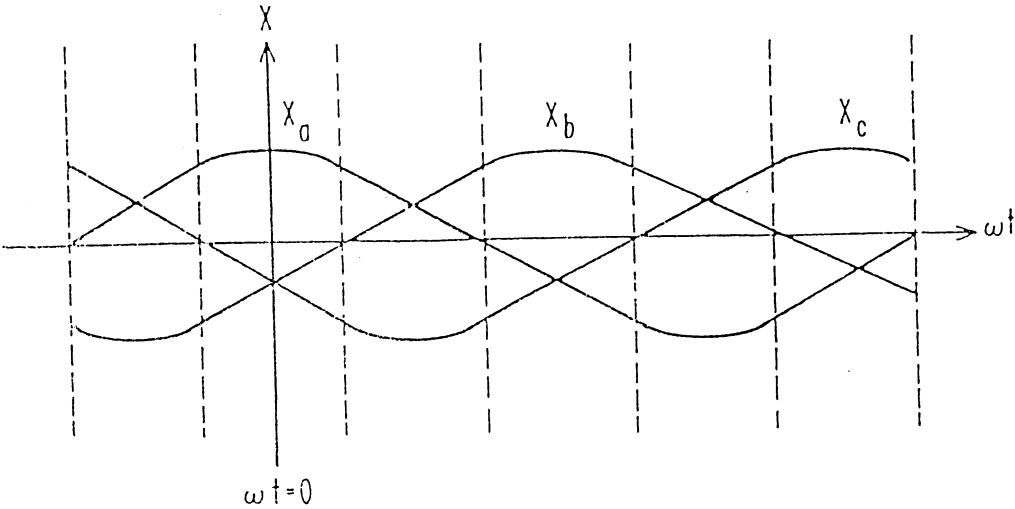


圖 1

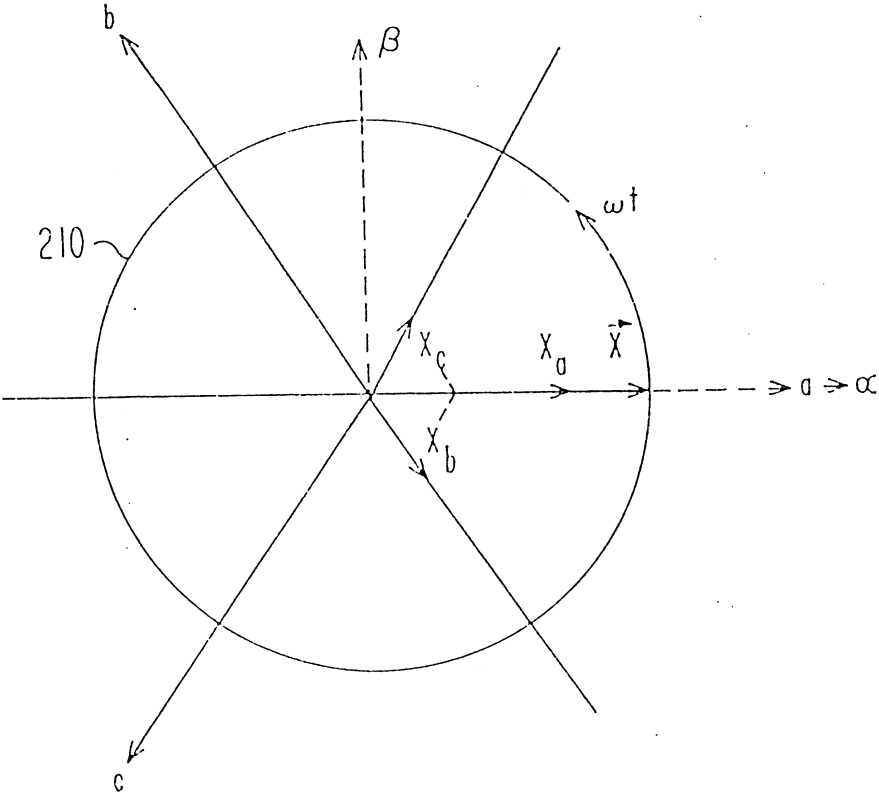


圖 2

圖式

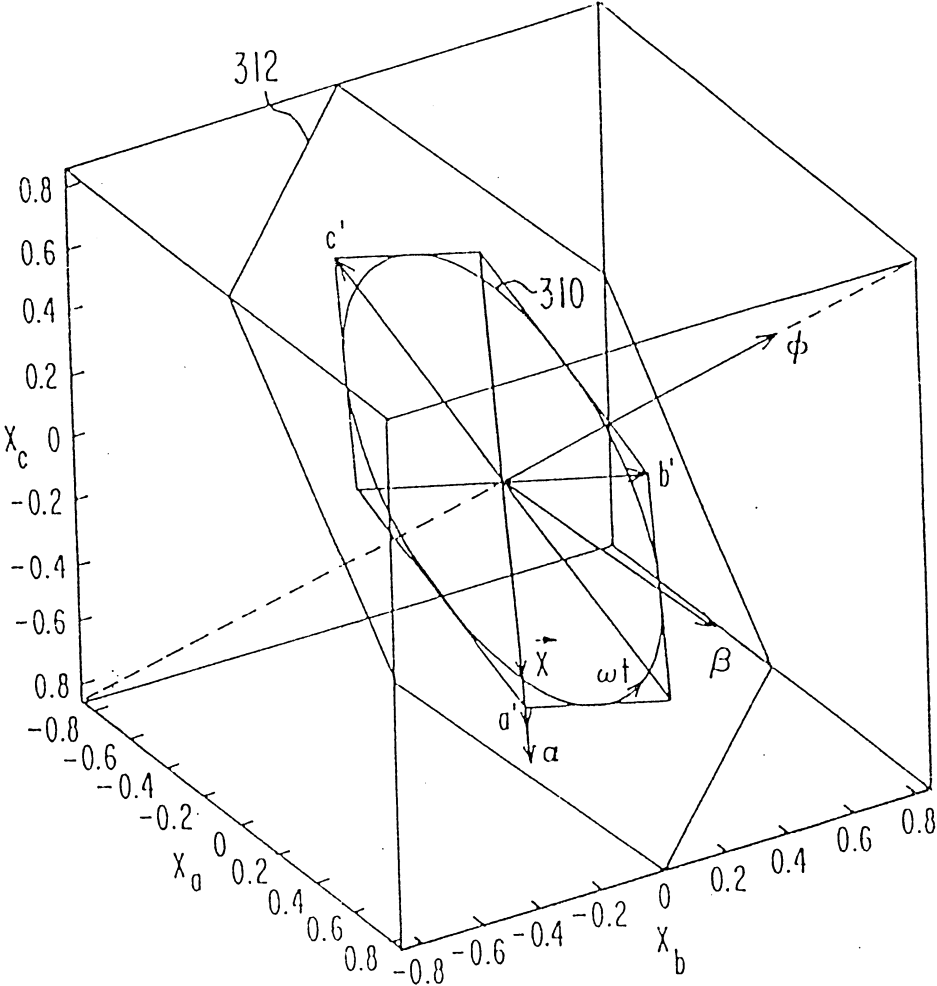


圖 3a

圖式

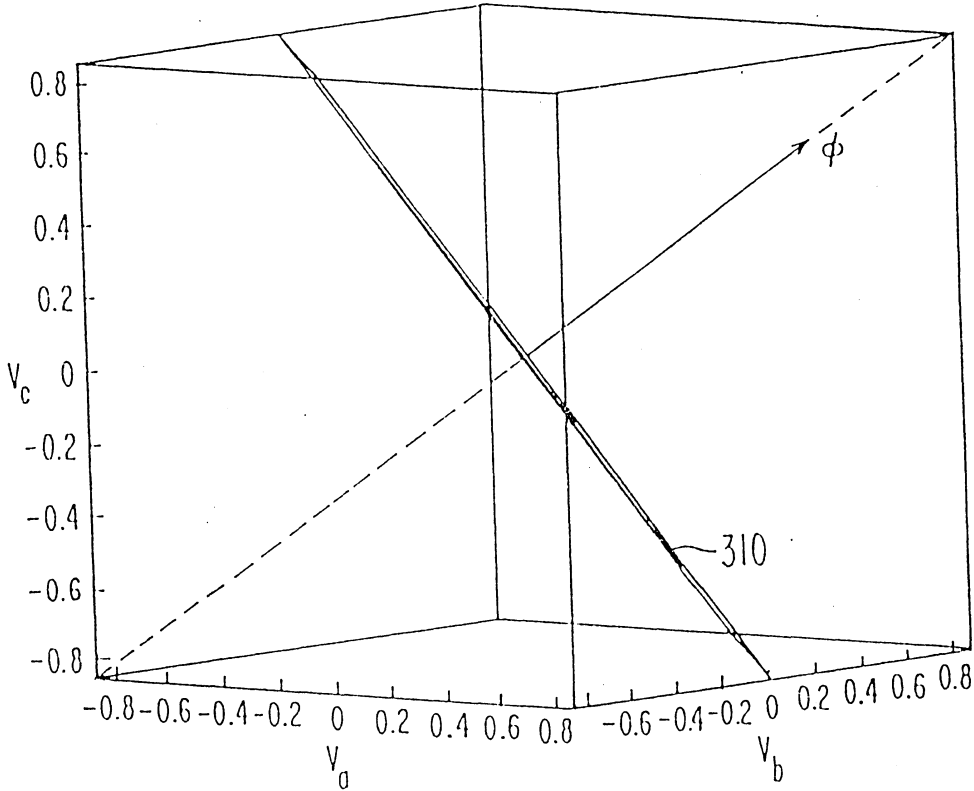


圖 3b

圖式

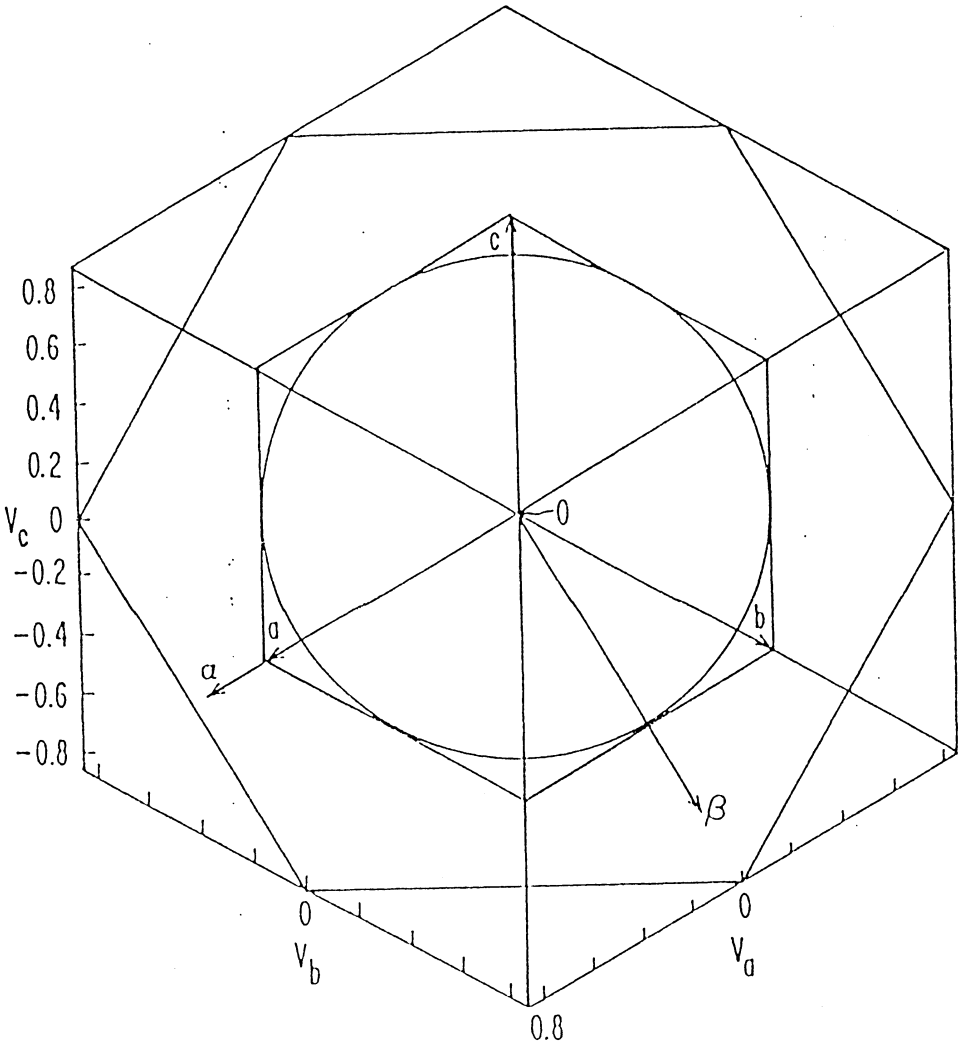


圖 3c

圖式

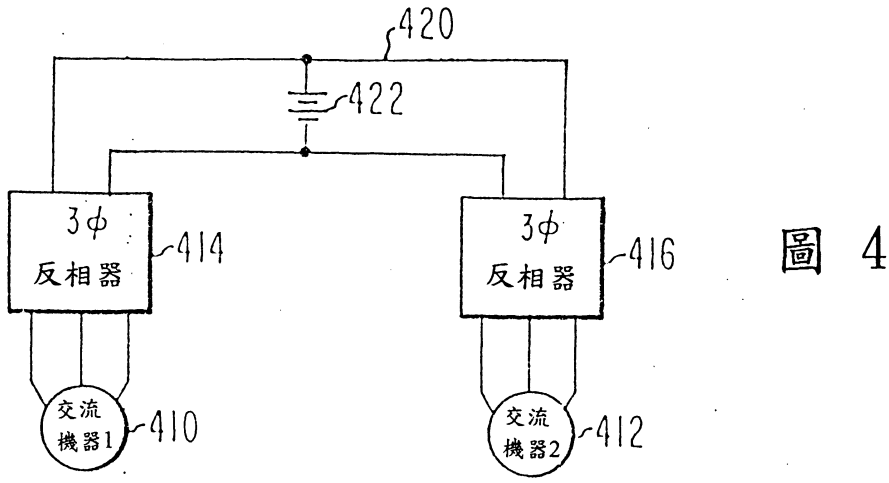


圖 4

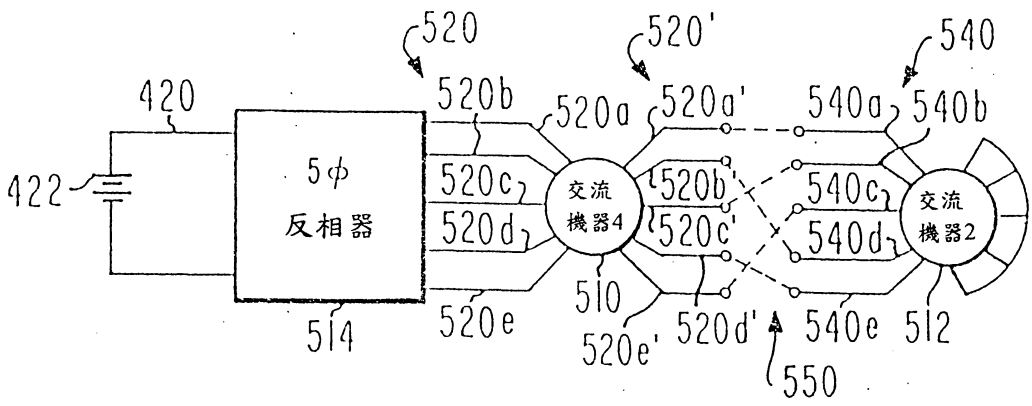


圖 5a

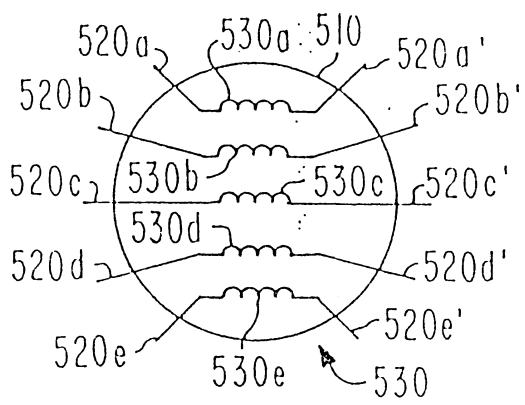


圖 5b

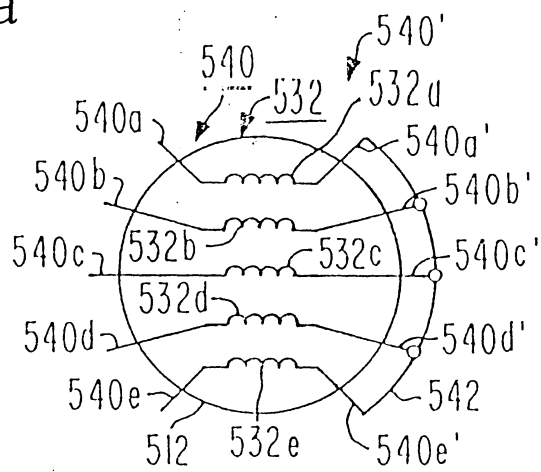


圖 5c

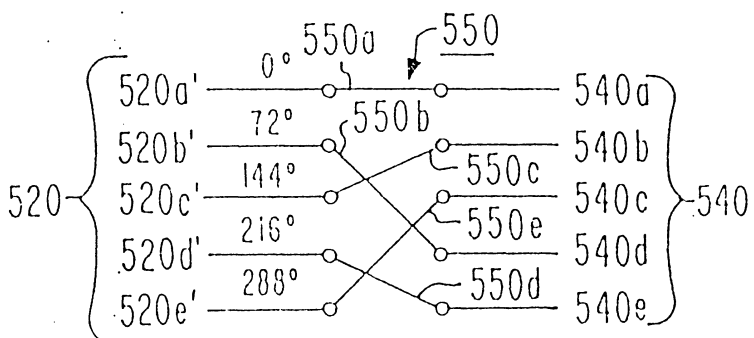


圖 5d



圖式

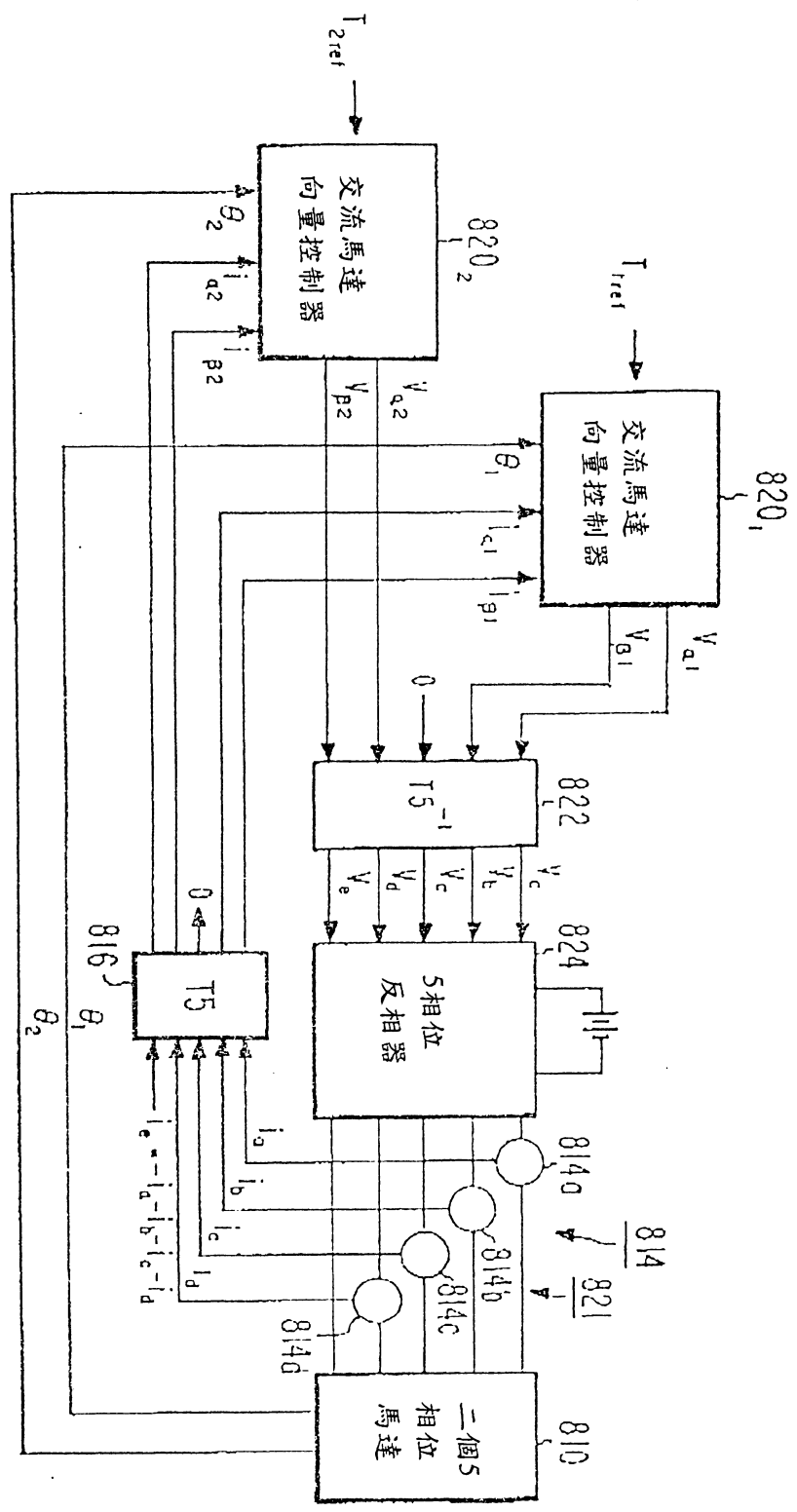


圖 8

圖式

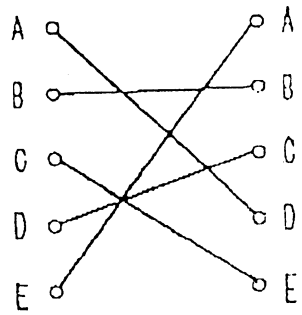


圖 9a

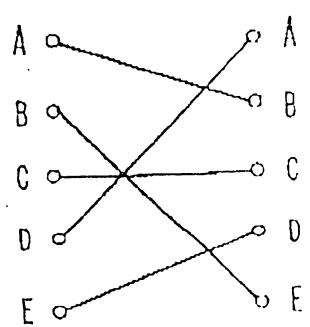


圖 9b

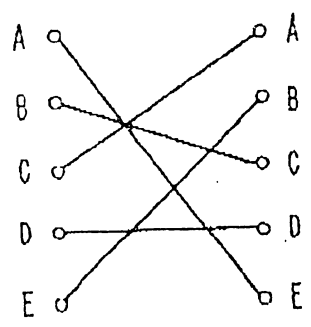


圖 9c

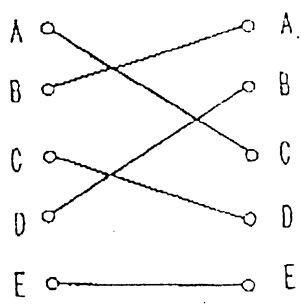


圖 9d

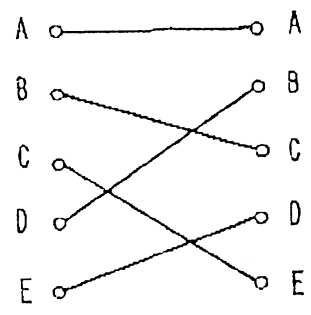


圖 9e

圖式

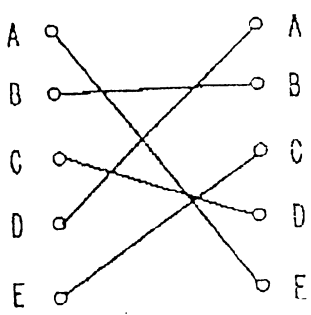


圖 9f

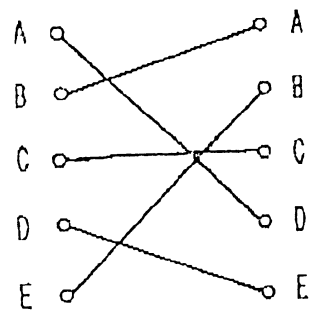


圖 9g

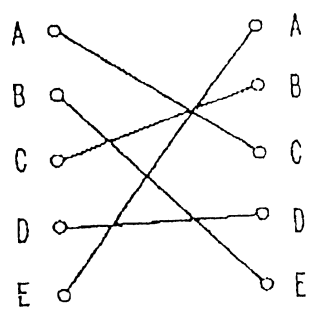


圖 9h

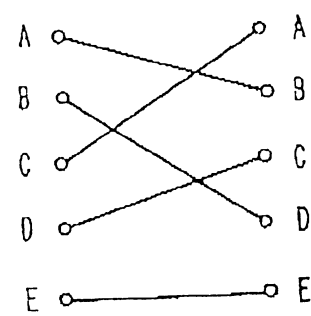


圖 9i

圖式

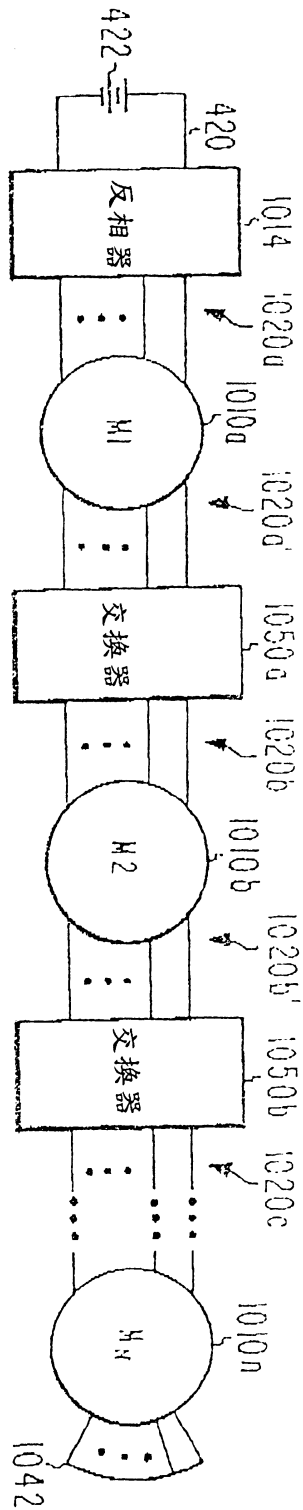


圖 10