



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I472124 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：098103535

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 04 日

(51)Int. Cl. : H02J9/06 (2006.01)

(30)優先權：2008/02/07 美國

12/027,490

(71)申請人：施耐德電機 I T 股份有限公司 (美國) SCHNEIDER ELECTRIC IT CORPORATION
(US)

美國

(72)發明人：里克奇克 達米爾 KLIKIC, DAMIR (US)；普勒沙 比波伊納 PRASAD,
PYBOYINA MSVVS (IN)；蓋許 拉傑西 GHOSH, RAJESH (IN)；艾格拉瓦 瑪
希瑪 AGRAWAL, MAHIMA (IN)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200803144A

Buso, S., Fasolo, S., Mattavelli, P., "Uninterruptible power supply multiloop control employing digital predictive voltage and current regulators", Industry Applications, IEEE Transactions on (Volume:37, Issue:6), Nov/Dec 2001.

Jingquan Chen, Prodic, A., Erickson, R.W., Maksimovic, D., "Predictive digital current programmed control", Power Electronics, IEEE Transactions on (Volume:18, Issue:1), Jan 2003.

審查人員：莊程傑

申請專利範圍項數：56 項 圖式數：26 共 68 頁

(54)名稱

用於不斷電電源控制的系統與方法及配電給負載之系統及其電腦可讀取媒體

SYSTEMS AND METHODS FOR UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY CONTROL AND SYSTEM FOR DISTRIBUTING POWER TO A LOAD AND COMPUTER READABLE MEDIUM THEREOF

(57)摘要

提供了藉由控制不斷電電源配電給一負載之多種系統和方法，該不斷電供應系統具有一變流器和一濾波器，其中該濾波器具有一電感器和一電容器。該等系統和方法將一脈衝寬度調變控制信號施加到變流器上，對變流器之電感電流進行取樣，並將該電感電流與一參考電流進行比較。對該脈衝寬度調變控制信號之工作週期進行調整以便將一第二取樣時刻之電感電流驅動到基本等於一第一取樣時刻的參考電流之值。該等系統和方法可以從輸出信號中濾除諧波失真並控制不斷電電源之輸出。

Systems and methods are provided for distributing power to a load by controlling an uninterruptible power supply that has an inverter and a filter, where the filter has an inductor and a capacitor. The systems and methods apply a pulse width modulation control signal to the inverter, sample inverter inductor current and compare the inductor current to a reference current. A duty cycle of the pulse width modulation control signal is adjusted to drive the inductor current at a second sampling time to a value substantially equal to a

reference current at a first sampling time. The systems and methods can filter harmonic distortion from output signals and control uninterruptible power supply output.

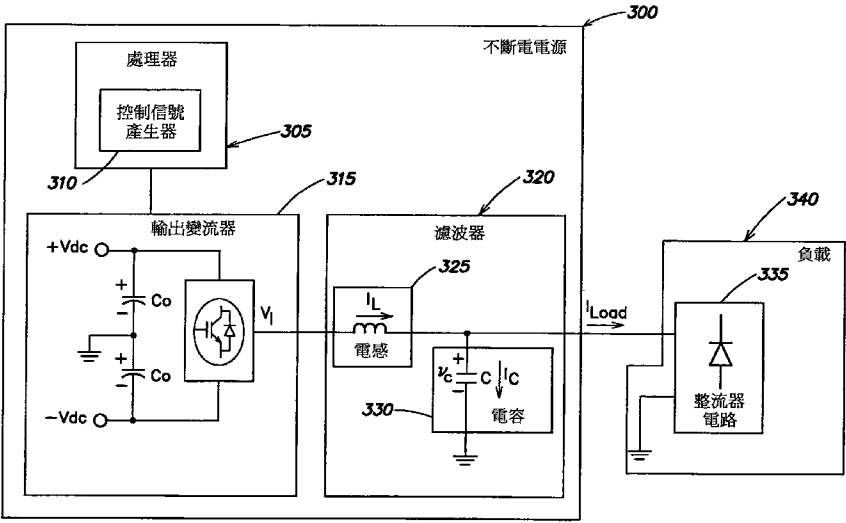


圖3

- 300 . . . 不斷電電源
- 305 . . . 處理器
- 310 . . . 控制信號產生器
- 315 . . . 輸出變流器
- 320 . . . 濾波器
- 325 . . . 電感器
- 330 . . . 電容器
- 335 . . . 整流器電路
- 340 . . . 負載

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：098103535

※申請日：098 年 02 月 04 日

※IPC 分類：H02J 9/06 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

用於不斷電電源控制的系統與方法及配電給負載之系統及其電腦可讀取媒體
Systems and methods for uninterruptible power supply control and system for
distributing power to a load and computer readable medium thereof

二、中文發明摘要：

提供了藉由控制不斷電電源配電給一負載之多種系統和方法，該不斷電供應系統具有一變流器和一濾波器，其中該濾波器具有一電感器和一電容器。該等系統和方法將一脈衝寬度調變控制信號施加到變流器上，對變流器之電感電流進行取樣，並將該電感電流與一參考電流進行比較。對該脈衝寬度調變控制信號之工作週期進行調整以便將一第二取樣時刻之電感電流驅動到基本等於一第一取樣時刻的參考電流之值。該等系統和方法可以從輸出信號中濾除諧波失真並控制不斷電電源之輸出。

三、英文發明摘要：

Systems and methods are provided for distributing power to a load by controlling an uninterruptible power supply that has an inverter and a filter, where the filter has an inductor and a capacitor. The systems and methods apply a pulse width modulation control signal to the inverter, sample inverter inductor current and compare the inductor current to a reference current. A duty cycle of the pulse width modulation control signal is adjusted to drive the inductor current at a second sampling time to a value substantially equal to a reference current at a first sampling time. The systems and methods can filter harmonic distortion from output signals and control uninterruptible power supply output.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

300：不斷電電源

305：處理器

310：控制信號產生器

315：輸出變流器

320：濾波器

325：電感器

330：電容器

335：整流器電路

340：負載

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之多個實施例大致關係於不斷電電源的電壓和電流的控制。更明確地說，至少一個實施例關係於一不斷電電源變流器的預測性電壓或預測性電流控制。

【先前技術】

不斷電電源（UPS）用於為許多不同類型的電子設備提供可靠的電力。通常，該等電子設備要求來自一UPS的特定電壓和/或電流輸入。UPS電源輸出中的非有意波動可以損壞電氣設備，這就造成生產率的損失並且可能要求電氣部件的昂貴的修理或更換。

圖1提供了典型的線上UPS 100的一方塊圖，它對一負載140提供穩壓電力以及備用電力。類似於圖1所示的UPS可從美國羅得島的West Kingston之美國電力轉換（APC）公司購得。該UPS 100包括一整流器/升壓變換器110、一變流器120、一控制器130和一電池150。該UPS具有輸入端112和114以分別與一輸入交流電源的火線和中性線連接，並且具有輸出端116和118以向負載140提供一輸出火線和中性線。

在線操作模式中，在控制器130的控制下，整流器/升壓變換器110接收輸入交流電壓並且在輸出線121和122上提供相對於一公共線124的正和負的輸出端的直流電壓。在電池操作模式中，當失去輸入交流電力時，整流器/升

壓變換器 110 從電池 150 產生直流電壓。公共線 124 可以被連接到輸入中性線 114 和輸出中性線 118，以便經由 UPS 100 提供一連續的中性線。該變流器 120 接收來自整流器 / 升壓變換器 110 的直流電壓並且在線 116 和 118 上提供一輸出交流電壓。

用於控制 UPS 電力輸出的現有設計利用比例 - 積分類型的電壓和電流控制器，並且帶有超前 - 滯後補償器，以便在數位實現方案中補償計算延遲。然而，這種類型的 UPS 電力控制並非無缺陷，因為該等控制系統通常是複雜並且昂貴的設計。

【發明內容】

在此揭示之系統和方法控制對負載的不斷電電源配電。爲了提高效率，預測性電壓控制和預測性電流控制調節 UPS 輸出電壓和 / 或電流。這了提高了可靠性並降低了成本。進一步講，人們希望降低總諧波失真的輸出位準。本發明之至少一個方面係針對利用一不斷電電源向負載配電之方法。該不斷電電源包括一輸出變流器和一濾波器，並且該濾波器包括一電感器和一電容器。一脈衝寬度調變控制信號被施加到該輸出變流器上，並且在一第一取樣時間和一第二取樣時間週期性地對電感電流進行取樣。將該第一取樣時間的電感電流與該第一取樣時間的一參考電流進行比較，並且對該脈衝寬度調變控制信號的一工作週期進行調整，以便朝著與該第一取樣時間上的參考電流基本上相

等的一值來驅動該第二取樣時間上的電感電流，並且將該不斷電電源的一輸出電壓施加給該負載。

本發明之至少一個其他方面係針對一不斷電電源。該不斷電電源包括一輸出變流器和一濾波器，並且該濾波器包括一電感器和一電容器。該不斷電電源包括一處理器，該處理器被配置為將一脈衝寬度調變控制信號施加到該輸出變流器並且在一第一取樣時間和一第二取樣時間週期性地對電感電流進行取樣。該處理器進一步被配置為將該第一取樣時間上的電感電流與該第一取樣時間上的一參考電流進行比較。對該脈衝寬度調變控制信號的工作週期進行調整，以朝著與該第一取樣時間上的參考電流基本上相等的一值來驅動該第二取樣時間上的電感電流，並且該不斷電電源將一輸出電壓施加給該負載。

在本發明之至少一個其他方面，一不斷電電源包括一輸入模組，該輸入模組被配置為接收一脈衝寬度調變控制信號。該不斷電電源包括具有一輸出變流器和一濾波器的控制模組以及連接到輸入模組與該脈衝寬度調變控制信號二者的一輸出模組，以便響應於該脈衝寬度調變控制信號提供電力輸出至一負載。該不斷電電源包括用於調整該脈衝寬度調變控制信號的工作週期的裝置，以在一時間段內將電流驅動經該電感器至一基本上等於參考電流值的一值，該時間段小於或等於與該脈衝寬度調變控制信號相關聯的一載波信號的切換週期的時間段。

該等方面的不同實施例可以包括在該第一取樣時間上

對該電容器間的電壓進行取樣，並至少部分地根據在該第一取樣時間的該電容器電壓和該電感電流來獲得在該第一取樣時間的參考電流。在一實施例中，該第一取樣時間的參考電流在該第二取樣時間的電感電流值的10%之內，並且該不斷電電源的一電感電流可被施加到該負載上。在不同的實施例中，該第一取樣時間係在與該脈衝寬度調變控制信號相關聯的一載波信號的第一波峰的10%之內的一時間，且該第二取樣時間係在該載波信號的第二波峰的10%之內的一時間。該第一波峰和第二波峰可以是該載波信號的後繼波峰，而且該工作週期的調整可以在該載波信號波谷的10%之內的一時間開始。在一實施例中，該參考電流係藉由實施部分地基於該電容器的電壓的預測性電壓控制以及部分地基於該電感電流的預測性電流控制的任何組合來決定。在一實施例中，調整該工作週期朝著與該第一取樣時間上的一參考電壓相等的值來驅動該第二取樣時間上的一電容電壓。在一實施例中，施加該脈衝寬度調變控制信號、週期性地對電感電流進行取樣、將該電感電流與該參考電流進行比較、調整該工作週期以及施加該輸出電壓係藉由一處理器來執行的，並且實施為一程式，其係被儲存於一電腦可讀媒體並可為該處理器所執行。此外，在不同的實施例中，將諧波失真從該輸出變流器中濾除。

從以下結合附圖的詳細描述中將使在此揭示的系統和方法的其他的方面和優點變得清楚，該描述僅藉由舉例來說明本發明之原理。

【實施方式】

本發明在其應用中並不局限於以下說明中所述或者附圖中所示之構造細節以及部件之安排。本發明可以有其他實施例並且可用不同的方式實施或實現。而且，在此所用的措辭和術語係爲了說明的目的而不應被視作限制性的。

“包括”、“包含”或“具有”、“含有”、“涉及”以及它們在本文中變化形式的使用意在包含其後所列出的項目及其等效物連同附加的項目。

在圖1的不斷電電源中，本發明之至少一個實施例向一負載提供改進的配電。但是，本發明之多個實施例並不局限於在不斷電電源中的使用，而是總體上可以與其他電源或其他系統一起使用。

如該等用於說明目的之附圖中所示，本發明可以實現爲使用一不斷電電源向一負載配電之系統和方法。該等系統和方法可以調整一脈衝寬度控制信號的一工作週期，來改變輸出功率、電壓和/或電流。在此揭示的該等系統和方法的實施例允許諧波失真的濾除。

在簡要的概述中，圖2係示出了根據本發明之實施例向負載配電之方法200的流程圖。在一操作模式中，方法200包括具有一輸出變流器和一濾波器二者的一不斷電電源，並且該濾波器包括一電感器和一電容器。在一實施例中，方法200包括將一控制信號施加到該輸出變流器的動作（動作205）。在一實施例中，該施加動作（動作205）

可以包括一脈衝寬度調變信號產生器，該產生器產生一脈衝寬度調變（PWM）控制信號。該控制信號例如一PWM控制信號可以是例如一方波，其工作週期被調變從而導致該波形平均值的變化。在不同的實施例中，施加該PWM控制信號（動作205）包括將該控制信號輸入到一輸出變流器。例如，施加該PWM控制信號（動作205）可以包括產生或接收一產生的PWM控制信號並將該PWM控制信號傳送至輸出變流器。在該說明性實施例中，該輸出變流器接收一足以使輸出變流器能夠運行的控制信號。

在一實施例中，當一PWM控制信號被施加到該輸出變流器（動作205）時，電流流過該輸出變流器。該變流器輸出電流可被稱為電感電流，並且在該實例中被輸入至一濾波器，如包括一電感器和一電容器的一低通濾波器。繼續該說明性之實施例，方法200可包括週期性地對電感電流進行取樣的動作（動作210）。週期性地對電感電流進行取樣（動作210）包括如在一第一取樣時間上對電感電流進行取樣以及在一第二取樣時間上對電感電流進行取樣。週期性地對電感電流進行取樣（動作210）可以包括與在一第一取樣時間上和在一第二取樣時間上的PWM控制信號相關的一載波信號的一波峰期間測量或以其他方式接收該輸出變流器的電感電流的指示。在一實施例中，這包括在一載波信號的波峰上或者可替代地在一載波信號波峰的10%之內的一取樣時間對電感電流進行取樣（動作210）。然而應理解，可在該載波信號波形的任何時刻對該電感電

流進行取樣（動作210），包括處在或接近載波信號波峰的時刻、載波信號波谷的時刻或後繼的載波信號波峰之間的任何時刻。

在一操作模式中，方法200包括在一第一取樣時間上對該電容的一電壓進行取樣的動作（動作215）。從中進行取樣（動作215）的電容器通常是一與該濾波器相關的電容器。對該電容器的電壓進行取樣（動作215）通常包括在一時間點上提取、獲得或接收該電容器間的電壓的一測量值。在一些實施例中，對該電容器的電壓進行取樣（動作215）可以包括估計該電容電壓的值，並且對該電感電流進行取樣（動作210）可以包括估計該電感電流的值。如同對該電感電流進行的週期性取樣（動作210），在不同實施例中，電容電壓的取樣（動作215）發生在載波信號的任意時刻，包括處在或接近載波信號波峰或波谷。

在一實施例中，方法200可以包括對該負載電流 I_{Load} 進行取樣的動作（動作217）。總體上講，該負載電流 I_{Load} 的取樣動作（動作217）可發生在任何取樣時間，並且可以包括在該載波信號的任何時刻提取、獲得或接收負載電流 I_{Load} 的一測量值。在一些實施例中，該負載電流 I_{Load} 的取樣可以包括估計或外推該 I_{Load} 的一數值。

方法200還可以包括在該第一取樣時間上獲得一參考電流的動作（動作220）。在包括該動作的一實施例中，獲得該參考電流（動作220）包括在該第一取樣時間上至少部分地根據該第一取樣時間上的電感電流和該第一取樣

時間上的電容電壓來獲得該參考電流。正如在此進一步所討論，該參考電流總體上講是在後續的取樣時間上的一預測性電感電流。例如，該參考電感電流（ I_L^* ）可以是在第 n 個取樣時刻的預測性電感電流 $I_{L(n+1)}$ 。換言之，由於已經在該第一取樣時間上對該電感電流（ $I_{L(n)}$ ）進行了取樣（動作 210），所以該參考電感電流可以包括在第（ $n+1$ ）個或下一取樣時刻的電感電流值的決定。在一第一取樣時刻的已取樣電感電流（動作 210）的值以及電感電流在一切換週期或取樣週期內上升或下降的斜率的條件下，可相對於一工作週期 D_n 來決定該參考電流（ I_L^* ），其中該工作週期係脈衝持續時間（例如，當一 PWM 控制信號非零時）與該控制信號的週期（例如，一方波之波形）之間的比值。

仍然如在此進一步的討論那樣，在一實施例中，對該電容電壓（ v_c ）進行取樣（動作 215）並且一參考電容電流 $I_{C(n)}^*$ 可以部分地根據所取樣（動作 215）的該電容電壓（ v_c ）被決定。因為，總體上講，在一濾波器中如在一 LC 濾波器中，電感電流 $I_L = I_{Load} + I_C$ ，所以它遵循參考電感電流 $I_{L(n)}^* = I_{Load} + I_{C(n)}^*$ 。可在該說明性的實例中看出，參考電流 $I_{L(n)}^*$ 可以至少部分地根據在一第一取樣時刻所取樣（動作 210）的電感電流（ I_L ）、在該第一取樣時刻所取樣（動作 215）的一電容電壓（ v_c ）或者在該第一取樣時刻所取樣（動作 217）的一負載電流 I_{Load} 來獲得（動作 220）。

在一實施例中，方法 200 包括將一第一取樣時刻上的一電感電流與該第一取樣時刻上經過該電感器的一參考電流進行比較的動作（動作 225）。比較該電感電流與該電感參考電流（動作 225）通常包括決定這兩個電流的差值，在此稱為電流誤差值。例如，該比較（動作 225）可以包括一邏輯裝置，該邏輯裝置這兩個電流值上進行一邏輯或者處理運算，以決定它們彼此之間的差值。在一說明性之實施例中，除了對在一第一取樣時間上的該電感電流與在該第一取樣時間上的一參考電流進行比較（動作 225）之外，方法 200 包括調整該 PWM 控制信號的一工作週期，以便朝著一基本上與該第一取樣時刻的參考電流相等的值來驅動在該第二取樣時間上的電感電流（動作 230）。

在一實施例中，調整 PWM 控制信號工作週期（動作 230）包括朝著一基本上與該第一取樣時間上該電容器的一參考電壓相等的值來驅動該電容器在該第二取樣時間上的電壓。總體上講，調整工作週期（動作 230）使得電感電流 $I_{L(n)}$ 調整到基本上與在該第一取樣時刻之後（ $T_{(n)}$ ）並且在該第二取樣時刻（ $T_{(n+1)}$ ）之前的一時間點上的參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 相等的一值。繼續該實例，在該第二取樣時間 $T_{(n+1)}$ ，由於例如一非線性負載的功率需求，所以參考電感電流 $I_{L(n+1)}^*$ 可以具有與參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 不同的一值。然而，在一實施例中，調整該 PWM 控制信號工作週期（動作 230）使得一第（ $n+1$ ）個取樣時間上的電感電流 $I_{L(n+1)}$ 基本上等於一第 n 個取樣時間上的一時刻的參考電

感電流 $I_{L(n)}^*$ 。因此，在不同實施例中，該電感電流或電容電壓或者兩者都可以被分別朝著該參考電感電流或者該參考電容電壓驅動或者分別跟隨該參考電感電流或者該參考電容電壓一取樣週期，即延遲一轉換週期。

在一些實施例中，在第 n 個取樣時刻上電感電流 $I_{L(n)}$ 與參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 之間的差值可稱為電流誤差 $e_{I(n)}$ 。因為在不同的實施例中，許多負載相對於電流或功率損耗以一非線性方式操作，所以該負載所需要的電流 I_{Load} 可頻繁地變化。其結果係，通常必須對電感電流 I_L 進行控制並調整，以便調節輸送到一負載的輸出功率。一般而言，當電流的誤差 $e_{I(n)}$ 為零時，該負載電流 I_{Load} 處於用於負載發揮作用的一適當的值。如上所述，由於能夠相對於工作週期 D_n 來表示參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ ，所以在取得該第 $(n+1)$ 個樣本（例如，在一第二取樣時間的一樣本）之前，可以調整該 PWM 控制信號的工作週期 D_n ，以便驅使電流誤差 $e_{I(n)}$ 在該第 n 個取樣時刻趨於零。以這種方式改變該工作週期 D_n 通常將該第一取樣時刻上的電感電流 I_L 驅動到一基本上等於在該第一取樣時刻之後並且在該第二取樣時刻之前的參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 的位準。一般而言，在該第二取樣時刻可出現一新的電流誤差 $e_{I(n)}$ 。但是，繼續該說明性之實施例，在該第二取樣時刻，電感電流 $I_{L(n)}$ 已經被控制或驅動至接近該第一取樣時刻上參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 的位準的一值。因此，並且正如在此進一步所詳細討論的，在一實施例中，調整該 PWM 控制信號的一工作週期（動作 230）

使得電感電流 I_L 以一取樣延遲來跟蹤參考電感電流 I_L^* 。

應理解在不同實施例中，該電感電流或者電容電壓在該第二取樣時刻上並不完全等於該第一取樣時刻上的參考電感電流或電容電壓。在不同實施例中，這兩個值可以基本相等。例如，在一實施例中，電感電流在該第二取樣時刻朝著該第一取樣時刻上的參考電流的 10% 之內的一值（即，正負 10%）被驅動。在不同的其他實施例中，該等值可以彼此偏離 $\pm 10\%$ 以上，而且仍像在此所限定的那樣基本上相等。

此外，在一實施例中，調整該 PWM 控制信號的工作週期（動作 230）包括在該載波信號波谷的 10% 之內的一時間點上啟動該工作週期調整的動作。在一實施例中，對該濾波器的電感電流進行取樣（動作 210）開始於該載波信號的波峰，並且調整該 PWM 控制信號的工作週期（動作 230）在該載波信號的波谷開始。在這一說明性之實施例中，電感電流取樣（動作 210）與工作週期調整（動作 230）之間的時間延遲基本為該切換週期的一半，即， $T_s/2$ 。將該時間延遲降低至 $T_s/2$ 減少了計算的延遲並產生有效的電流和電壓控制。應理解，在其他實施例中，這種調整可以在該載波信號波峰的 10% 之內或在該載波信號的其他任何時刻啟動。該時刻通常可以被稱為一更新時刻。在一實施例中，在調整（動作 230）該控制信號的時刻可以對電感電流進行預測。

在一些實施例中，方法 200 包括從該輸出變流器中濾

除諧波失真的動作（動作235）。一般而言，諧波失真包括由該變流器所產生的切換頻率電壓的諧波，並且濾除這種諧波失真（動作235）可以包括使用一低通濾波器。過濾諧波失真（動作235）通常是藉由去除不需要的雜訊或其他干擾來改善變流器輸出信號。在一實施例中，過濾諧波失真（動作235）包括將諧波失真過濾至低於該變流器輸出的4.4%的位準。在一替代實施例中，諧波失真被過濾到低於8%的位準，並且在一些實施例中，過濾諧波失真（動作235）可以包括從一信號中濾出變流器輸出，以使諧波失真構成該變流器輸出的不足3%。在一實施例中，在一更新時刻外推該負載電流 I_{Load} 可以將總諧波失真的位準降低到小於或等於變流器輸出的3.4%。

在一操作狀態中，方法200包括將該不斷電電源的一輸出電壓施加到該負載的動作（動作240）。在一實施例中，這包括該變流器輸出電壓，並且在另一實施例中，這包括從電壓信號中濾除諧波失真（動作235）後的變流器輸出電壓。將該輸出電壓施加到該負載（動作240）一般包括將該不斷電電源輸出電壓輸出或者傳送到任何負載，其中該負載接收該電壓作為輸入。在一實施例中，將該輸出電壓施加到負載（動作240）包括將該輸出電壓施加到一個二極體橋式整流器或者可以作為該負載的一部分而被包括的其他任何整流器電路。在一實施例中，施加該輸出電壓（動作240）包括使該輸出電壓可供一負載使用，而無論該負載實際上是否實際存在。

在一實施例中，方法 200 還包括將該不斷電電源的輸出電流施加到該負載的動作（動作 245）。施加該輸出電流（動作 245）可以但不必包括將濾波器（如一 LC 濾波器）的輸出電流施加到該負載。在不同實施例中，將輸出電流施加到負載（動作 245）包括經由一個二極體整流橋或其他整流電路來傳遞該輸出電流。在一實施例中，施加該輸出電流（動作 245）包括使該輸出電流可供負載使用，而無論該負載實際上是否實際存在。

在簡要的概述中，圖 3 係根據本發明之實施例的一不斷電電源 300 的功能方塊圖。不斷電電源（UPS）300 通常包括一裝置，它保持至各種負載的一連續的或幾乎連續的電力供應。UPS 300 可以是線上或者離線類型。本發明之多個實施例並不局限於用在不斷電電源中使用，而是總體上可與其他電源或其他系統一起使用。

在一實施例中，UPS 300 包括至少一個處理器 305。處理器 305 可包括具有足夠處理能力的任何裝置，以執行在此所揭示的邏輯運算。處理器 305 可以但不必是與 UPS 300 一體化。例如，處理器 305 可以被實體地包含在 UPS 300 之內，或者，處理器 305 可以遠離 UPS 300 但與之相關聯。在一實施例中，可以有多個處理器 305，該等處理器可以位於 UPS 300 的一殼體之內、在 UPS 300 的外部或者一些處理器 305 可以在 UPS 300 之內而其他的處理器 305 位於 UPS 300 之外。處理器 305 可以包括一輸入模組、一控制模組或一輸出模組中的任何一個。

在一實施例中，處理器305包括至少一個控制信號產生器310。控制信號產生器310可與處理器305成一體或者與之相關聯，並且在一實施例中，控制信號產生器310包括至少一載波信號。一般而言，控制信號產生器310係一能夠產生、形成或者以其他方式輸出一控制信號（如一脈衝寬度調變（PWM）控制信號）的裝置。在不同實施例中，控制信號產生器310或處理器305中的任何一個能夠調整一PWM控制信號的工作週期，以在第二取樣時刻驅動電感電流向第一取樣時刻上的參考電流值。在一實施例中，控制信號產生器310包括至少一個數位電路，它被適配成輸出一脈衝寬度信號。控制信號產生器310可包括例如用於藉由截面法、delta法、sigma delta法或者其他形式的波形產生和處理方法中的任何一種來產生PWM控制信號的電路或其他產生器。

在一實施例中，控制信號產生器310向至少一個輸出變流器315提供一控制信號，如一PWM控制信號。輸出變流器315可與UPS300整合為一體或在其外部但與其相關聯。輸出變流器315通常接收直流（DC）電壓輸入並向一負載提供一交流（AC）電壓輸出，該負載可包括例如一非線性負載，如一電腦負載。在不同實施例中，輸出變流器315包括一個三相變流器或者一單相變流器。在一實施例中，輸出變流器315可以包括至少一個三位準變流器，如在美國專利6,838,925和7,126,409中所說明的三位準變流器，該等案均授予Nielsen並且其中所揭示的內容均藉由引

用結合在此。

在一實施例中，輸出變流器 315 的輸出被饋入至少一個濾波器 320 中。在不同實施例中，濾波器 320 可包括無源的、有源的、類比的或數位的濾波器。在一實施例中，濾波器 320 包括帶有至少一個電感器 325 和至少一個電容器 330 的一低通 LC 濾波器，但也可以使用電感器、電容器和電阻器的其他組合。濾波器 320 通常是被配置成改變信號的諧波成分的一裝置。例如，濾波器 320 可以濾出包括由輸出變流器 315 所產生的總諧波失真的切換頻率電壓諧波。在一實施例中，濾波器 320 的輸出被饋入至少一個整流器電路 335 中。整流器電路 335 通常包括將交流輸入（如來自濾波器 320 的交流輸入）轉換為直流輸出的一裝置。在不同實施例中，整流器電路 335 可提供半波或全波整流。濾波器 320 可以但不必是在 UPS 300 的內部。

在一實施例中，UPS 300 的整流器電路 335 向至少一個負載 340 輸出電壓和 / 或電流。負載 340 可包括一直流負載或者一非線性或者線性負載，而且在一實施例中，負載 340 可以包括整流電路 335。例如，負載 340 可包括一電腦、一伺服器或需要輸入電力的其他電氣設備。在不同實施例中，濾波器 320、整流電路 335 或其他 UPS 300 的部件可向負載 340 提供電壓或電流。

圖 3 所示的 UPS 300 描繪了一操作模式，其中輸出變流器 315 向負載 340 供應電壓和 / 或電流，負載包括例如一非線性負載，如一電腦負載。不同實施例中的負載 340 包括

伺服器、電腦、通信設備、資料儲存設備、插入式模組或需要電力的任何電氣裝置或設備。在這一說明性之實施例中的濾波器 320 包括一低通濾波器，該低通濾波器包括電感器 325 和電容器 330，以濾除由輸出變流器 315 所產生的切換頻率諧波或其他不想要的失真。如圖 3 所示， V_L 表示在輸出變流器 315 的一電極上的電壓， v_c 表示電容器 330 間的電壓， I_L 表示電感器 325 的電流， I_C 表示電容 330 的充電電流，並且 I_{Load} 表示一負載電流，在此由等式 (1) 表示。

$$(1) \quad I_L = I_{Load} + I_C.$$

在一說明性之實施例中並參考等式 (1)， I_C 可以是小於 I_{Load} ，但情況並不總是如此。

圖 4 係一曲線圖，它示出了根據本發明之實施例的一正弦電容電壓 v_c 與從不斷電電源 300 輸出的一非線性負載電流 I_{Load} 。如圖 4 的實施例所示， I_{Load} 包括一非線性負載電流，並且 v_c 包括一正弦電壓。在一實施例中， I_{Load} 包括濾波器 320 的電流 I_L 減去電容器 330 的電流 I_C ，並且 v_c 包括電容器 330 的電壓。

在簡單的概述中，圖 5 包括一電路圖，該圖示出了根據本發明之實施例的處於一工作模式中的輸出變流器 315。在一實施例中，輸出變流器 315 包括一個三相變流器。圖 5 示出了處在一操作模式中的輸出變流器 315 的一相位，

其中輸出變流器 315 包括一電壓 V_I ，即在該說明性之實施例中，如圖 6 所示的具有振幅 V_{dc} 的控制信號（例如，PWM）脈衝的一函數。圖 6 包括一曲線圖，它示出了輸出變流器 315 的電壓 V_I 與參考輸出變流器的電壓 V_I^* 。在一實施例中，圖 6 的控制信號脈衝由控制信號產生器 310 產生。在圖 6 的正半週期的一說明性之實施例中，圖 5 所示的變流器開關 S1 和 S2 在開關 S3 永久性斷開的狀態下以一互補的方式被導通（即，閘控）和斷開。相反，在圖 6 的負半週期的一說明性之實施例中，圖 5 中的變流器開關 S3 和 S2 在開關 S1 斷開時以一互補的方式被導通。

圖 7 係根據本發明一實施例的一電路圖的說明性實施例，該電路圖包括圖 6 所示的變流器 315 在正半週期期間的輸出電壓 V_I 。例如，在一實施例中，一切換週期 $T_s = 1/f_{sw}$ （其中 f_{sw} 係切換頻率）。在該實例中，開關 S1 被導通一定的持續時間（ T_{on} ），開關 S2 在該時間段的剩餘部分被導通 [即，（ $T_s - T_{on}$ ）]，並且 D 係用於開關 S1 的一工作週期。繼續該說明性之實施例，圖 8 示出了根據本發明之實施例的輸出變流器 315 的一切換圖，其中切換週期為 T_s 。圖 8 示出了一切換圖，它包括根據本發明之實施例的電感器 325 的電流 I_L 在切換週期 T_s 上的一示意性的變化。在該說明性之實施例中，輸入量在處於或接近該載波信號的波峰處的一取樣時刻被取樣，並且該控制信號的工作週期（即，工作週期 D）在處於或接近所示載波的波谷處被調整，從而導致輸入取樣與工作週期調整之間的一 $T_s/2$ 的延遲

在不同實施例中，所取樣的輸入量如電感器 325 的電流 I_L 和 / 或所取樣的電容器 330 的電壓 v_c 。可以在該載波信號的任意時間點上進行取樣，而且該控制信號的工作週期也可以在該載波信號的任意時間點處開始進行調整。在此所取樣的值如負載電流、電感電流或電容電壓可以藉由一電流或電壓感測器來取樣。在圖 8 所示的實例中，電感器 325 的電流 I_L 在開關 S_1 導通時增加，並且在開關 S_1 斷開時減小。該實例的電路圖分別在圖 9 和圖 10 中示出，其中圖 9 示出了當圖 5 的開關 S_1 導通且開關 S_2 斷開時不斷電電源 300 的一電路圖；並且其中圖 10 示出了當圖 5 的開關 S_1 斷開且開關 S_2 導通時不斷電電源 300 的一電路圖，其中，全部都根據本發明之不同實施例。

在簡單的概述中，圖 11 係一曲線圖，該圖示出了根據本發明之實施例的處於操作狀態下的不斷電電源濾波器 320 的電感電流 I_L 的變化。在圖 11 所示的實施例中， I_L^* 係參考電流， I_L 係電感器 325 的取樣電流，並且 $e_{I(n)}$ 係在一第 n 個取樣時刻上的一電流偏差。藉由調整該控制信號的工作週期 D_n ，電流偏差 $e_{I(n)}$ 可以在以後的第 $(n+1)$ 個取樣時刻到來之前被驅動為趨於零，例如，在一切換週期 T_s 的期間之後（即，一取樣週期）。在具有一非線性負載 340 的實施例中，在第 $(n+1)$ 個取樣時刻可以有一新的電流偏差（ $e_{I(n+1)}$ ），然而，藉由將 $e_{I(n)}$ 驅動為在第 $(n+1)$ 個取樣時刻之前達到或者趨於零，在該實例中的電感器

325的取樣電流 I_L 以一取樣時間跟隨參考電感電流 I_L^* ，如圖 12 中的曲線圖所示。

例如並參看圖 8，在第 n 個取樣時刻，對電感器 325 的電流 $I_{L(n)}$ 進行取樣。在該說明性之實施例中，爲了在切換週期 T_s 之內估計電感電流 $I_{L(n+1)}$ 在第 $(n+1)$ 個取樣時刻的值，應理解電感電流 I_L 以斜率 $(V_{DC} - v_c)/L$ 上升（參見圖 9）並以斜率 $-v_c/L$ 下降（參見圖 10）。繼續該實例，導出一如等式（2）所示的 $I_L(n+1)$ 的運算式。

$$(2) \quad I_{L(n+1)} = I_{L(n)} - \frac{(1-D_{n-1})T_s}{2} \left(\frac{v_{c(n)}}{L} \right) + \frac{(D_n + D_{n-1})T_s}{2} \left(\frac{V_{dc(n)} - v_{c(n)}}{L} \right) - \frac{(1-D_n)T_s}{2} \left(\frac{v_{c(n)}}{L} \right)$$

等式（2）可被進一步化簡以得到等式（3）至（6）所示的工作週期 D_n 的表達式。

$$(3) \quad (I_{L(n+1)} - I_{L(n)}) = \frac{T_s}{2L} \left[-(1-D_{n-1})v_{c(n)} + (D_n + D_{n-1})(V_{dc(n)} - v_{c(n)}) - (1-D_n)v_{c(n)} \right]$$

$$(4) \quad (I_{L(n+1)} - I_{L(n)}) = \frac{T_s}{2L} \left[-v_{c(n)} + D_{n-1}v_{c(n)} + (D_n + D_{n-1})V_{dc(n)} - D_nv_{c(n)} - D_{n-1}v_{c(n)} - v_{c(n)} + D_nv_{c(n)} \right]$$

$$(5) \quad (I_{L(n+1)} - I_{L(n)}) = \frac{T_s}{2L} \left[-2v_{c(n)} + (D_n + D_{n-1})V_{dc(n)} \right]$$

$$(6) \quad D_n = -D_{n-1} + \frac{2L}{V_{dc(n)}T_s} [I_{L(n+1)} - I_{L(n)}] + \frac{2v_{c(n)}}{V_{dc(n)}}$$

在該實例中，DC 匯流排電壓 V_{DC} 被看作常數並且在第 n 個切換週期的預測性電感電流 $I_{L(n+1)}$ 可以由參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 來取代（參見圖 11）。因此等式（6）的工作週期 D_n 可以寫爲等式（7）所示的形式。

$$(7) \quad D_n = -D_{n-1} + \left(\frac{2L}{V_{dc}T_s} \right) [I_{L(n)}^* - I_{L(n)}] + \left(\frac{2}{V_{dc}} \right) v_{c(n)}$$

在簡單的概述中，圖 13 示出了根據發明的一實施例的對應於等式（7）的預測性電流控制的一方塊圖。如圖 12 所示，圖 13 的電感電流 I_L 通常跟隨參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 一取樣週期（即一取樣延遲或者在隨後的取樣時刻之間的時間）。換言之，處理器 305 通常調變圖 13 所示的一工作週期 D_n ，並且錯開一取樣週期按照等式（7）所描述的那樣來驅動電感 325 的電流 $I_{L(n)}$ 趨於參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 。圖 14 包括說明該實施例的一曲線圖。如可從該曲線圖和圖 14A 的放大插圖中可見，電感電流 $I_{L(n)}$ 被驅動為趨於參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ ，在該實施例中，是落後它一取樣時間。應理解，在不同實施例中，電感電流 $I_{L(n)}$ 能夠以大於或小於一取樣時間週期的落後被驅動為趨於參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 。換言之，在不同實施例中， $I_{L(n)}$ 可以被驅動為趨於一基本上等於 $I_{L(n)}^*$ 的值，偏移開兩、三或更多數量的取樣週期（即切換週期時間段 T_s ）。在一實施例中，在 PWM 控制信號調整的時刻預測 $I_{L(n)}^*$ ，例如，在載波信號波形的波谷處或在其 10% 之內。

在一實施例中， $I_{L(n)}^*$ 部分地藉由實施預測性電壓控制被決定。參看圖 15，該圖總體上示出了根據本發明之實施例的濾波器 320 的一 LC（即，電感器/電容器）安排， I_c 係流過電容器 330 的電流，並且 v_c 係電容器 330 間的電壓

。在一實施例中，電流 I_c 中的波動用來控制電壓 v_c 。在一說明性之實施例中，第 n 個取樣時刻的輸出電壓偏差為 $\Delta v_{c(n)}$ 。類似於電流偏差 $e_{I(n)}$ ，在一實施例中，電壓偏差 $\Delta v_{c(n)}$ 在一 $\Delta t = T_s$ 的時間週期即一取樣週期上被驅動為趨於零。這導致如等式 (8) 所示的參考電容電流 $I_{c(n)}^*$ 。

$$(8) \quad I_{c(n)}^* = C \frac{\Delta v_c(n)}{\Delta t} = \left(\frac{C}{T_s} \right) [v_{c(n)}^* - v_{c(n)}]$$

繼續該說明性的實例，參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 可以利用等式 (1) (見上文) 而得到，如在等式 (9) 所示的至少部分地根據一取樣電容電壓 v_c 。

$$(9) \quad I_{L(n)}^* = I_{Load(n)} + I_{c(n)}^*$$

在簡單的概述中，圖 16 描繪了根據發明的一實施例的一預測性電壓控制器的方塊圖。如圖 16 所示，在一實施例中，可對負載電流 $I_{Load(n)}$ 和電容電壓 $v_{c(n)}$ 進行測量並且可以用於計算參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 。圖 17 係一曲線圖，該圖示出了圖 16 所示的實例中的預測性電壓控制的一實施例。從圖 17 及其放大插圖 17A 可以看出，在該實施例中，電容電壓 $v_{c(n)}$ 被驅動為趨於參考電容電壓 $v_{c(n)}^*$ ，落後它大約一取樣時間 (即，大約一切換週期時段 T_s)。

在不同實施例中，例如圖 16 所示的電容器 330 的預測性電壓控制與如圖 13 所示的電感器 325 的預測性電流控制

均可被包括作為處理器 305 的一部分或者以其他方式受控於該處理器。此外，在一實施例中，電容器 330 的電壓控制和電感器 325 的電流控制可一起結合在一預測控制器之中，如圖 18 所示。在一實施例中，圖 18 所示的控制器係處理器 305 的一部分。在圖 18 所示的實施例中，對 PWM 控制信號的工作週期 D_n 進行調整以朝向基本上等於該第一取樣時刻（ n ）的參考電流值，來驅動一第二取樣時刻（ $n+1$ ）上的電感電流。圖 19 示出了一曲線圖，該圖示出了電容輸出電壓 v_c 連同負載電流 I_{Load} 輸出的一實施例。在不同的實施例中，該電壓和 / 或電流輸出可以被施加到一或多個負載 340 上，且電流和電壓的值可以藉由利用多種裝置來獲得，該等裝置如電流感測器和電壓感測器，或者對它們可以進行估計。

應理解，如圖 18 所示以及如在等式（9）所見，參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 可以基於例如所取樣的負載電流 I_{Load} 和參考電容電流 $I_{C(n)}^*$ 來決定。在與以上的等式（7）至（9）有關的一實施例中， V_{DC} 、 v_c 和 I_{Load} 在一切換週期 T_s 之內可被視為常數。然而，在另一實施例中， I_{Load} 在一切換週期 T_s 之內能夠變化。例如，這也許發生在變流器 315 為非線性電腦負載供電時。

圖 20 示出了負載電流 I_{Load} 變化的一實例。在圖 20 所示的實施例中，在一切換週期 T_s 之內的實際負載電流 I_{Load} 可以不同於所測量的負載電流 $I_{Load(n)}$ ，該測量的負載電流在一實施例中可以在每個取樣時刻如第（ $n-1$ ）、（ n ）或（

$n+1$) 個取樣時刻進行測量。在圖 20 所示的實施例中，這種偏差可在第 n 個取樣更新時刻看到，在該實施例中，它發生在切換週期 T_s 的中間（即， $T_s/2$ ）。在某些實施例中，這一偏差可影響對參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 的決定。

換言之，就圖 20 所示的實施例而言，在第 n 個取樣時刻， I_{Load} 和 $I_{Load(n)}$ 可以具有相同的值。在一實施例中，可能不在第 n 個取樣時刻施加足以朝著參考電流 $I_{L(n)}^*$ 驅動電感電流 $I_{L(n)}$ 的工作週期 D_n 。相反，在該說明性之實施例中，可以在第 n 個控制信號更新時刻施加工作週期 D_n ，在圖 20 所示的實施例中，這可以發生在第 n 個控制信號更新時刻之後的大約半個切換週期（即， $T_s/2$ ）。在該說明性之實施例中，在第 n 個取樣時刻的 I_{Load} 可以不同於第 n 個更新時刻的 I_{Load} ，該時刻可以是在半個切換週期之後。在該實施例中，在 $I_{Load(n)}$ 的取樣和工作週期 D_n 的施加之間有一個半載波週期的延遲（ $T_s/2$ ），並且在該延遲過程中 I_{Load} 的值可能已經改變。（例如，該變化反映在圖 20 所示的實施例中所指出的偏差值之中）。該偏差值可以反映在參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 之中，這樣在第 n 個更新時刻的參考電感電流 $I_{L(n)}^*$ 可以不同於等式（9）所決定的參考電感電流。例如，這可以導致電容器 330 的不需要的放電或過充電。

為將該偏差值的影響消除或者減為最少，在一實施例中，可以在一更新時刻藉由外推來決定 I_{Load} 。因為對應於第 n 個更新時刻的負載電流 I_{Load} 在第 n 個取樣時刻通常是不能得到的，所以該值可以按照如等式（10）所示來進行外

推，其中 $I_{Load_ex(n)}$ 係用於第 n 個切換週期的外推負載電流。

$$(10) \quad I_{Load_ex(n)} = I_{Load(n)} + \frac{(I_{Load(n)} - I_{Load(n-1)})}{T_s} \times \frac{T_s}{2} = \frac{3}{2} I_{Load(n)} - \frac{1}{2} I_{Load(n-1)}$$

圖 21 描繪了一曲線圖，該圖示出了負載電流的外推值以便對工作狀態下的一不斷電電源的第 n 個切換週期 T_s 決定等式 (10) 的 $I_{Load_ex(n)}$ 。圖 22 總體上描繪了實際的以及外推的負載電流在多個切換週期 T_s 上的變化。在圖 22 所示出的實施例中，應理解， $I_{Load_ex(n)}$ 在每個更新時刻與 $I_{Load(n)}$ 相交。

圖 23 總體上描繪了一方塊圖，該方塊圖示出了在一實施例中的不斷電電源的預測性電流控制和預測性電壓控制，其中負載電流 $I_{Load(n)}$ 包括外推的負載電流 $I_{Load_ex(n)}$ 。在一實施例中，外推負載電流 $I_{Load_ex(n)}$ 以決定負載電流在該載波信號的波谷上或者在其附近的第 n 個更新時刻的值可以進一步降低不斷電電源控制方案的總諧波失真 (THD) 位準，其中 I_{Load} 在處於或接近該載波信號的一波峰的第 n 個取樣時刻被取樣。在一實施例中，以這種方式來外推負載電流可以將 THD 位準進一步降低 0.4% 到 1.0%，以達到變流器 315 輸出的大約 3.5% 或更低。

在一實施例中，隨著 UPS 輸出功率的增加，電容器 330 的穩態均方根 (RMS) 電壓 v_c 可以從一無負載值 (例如 120V) 減小。這可能在包括一非線性負載 340 如一台電腦

的實施例中發生。在一實施例中，可能向 v_c 施加 RMS 輸出電壓校正以阻止這種降低或使其減為最少。例如，使用比例型（P型）電壓控制器而不是比例-積分（PI型）控制器可以使 RMS v_c 從 120V 降低到滿負載時的大約 116 至 117V。說明這種電壓損失的一實施例在圖 24（對於一 P 型的控制器）和圖 25（對於一 PI 型的控制器）中示出。如這兩個圖所描繪， v_c 從處於或接近滿 I_{Load} 的狀態下的參考電壓 v_c^* 下降。如圖 25 所示，在一實施例中，一 PI 型控制器的積分作用可以產生某些附加的 v_c 增益，這在使用 P 型控制器時不會發生。然而，在兩種情況下均可能發生某些 v_c 損失，雖然一般來講在使用一 P 型控制器時的 v_c 損失比使用一 PI 型控制器時大。

在一實施例中，RMS v_c 的下降可以藉由採用圖 26 所示的一 RMS 校正回路來校正。在一實施例中，該 RMS 校正回路調整參考電壓 v_c^* ，以使穩態 RMS v_c 保持在滿負荷時的 120V。在一實施例中， v_c 在一無負載情況下可以是 120V，而在滿負荷的情況下大於或等於 119V。為了做到這一點，例如，該 RMS 電壓校正回路的帶寬可以被設計為比預測性電壓控制回路的帶寬小一級別。這可以避免該 RMS 電壓校正回路與該等預測性電壓和電流控制回路之間的不希望相互作用。從圖 26 中應理解，在一實施例中，RMS 電壓校正回路可以包括一積分型控制器，以補償 v_c 中的一穩態下降並且在任何負載 340 的條件下將 v_c 保持在或者接近於 v_c^* ，這種條件包括用於一非線性負載 340 的一

滿負荷條件。

在至少一個實施例中，UPS 300的元件包括UPS 100的元件。例如在不同實施例中，處理器305包括控制器130；輸出變流器315包括變流器120；負載340包括負載140，等等。更明顯的是，在一實施例中，UPS 300包括未示出的與圖1中對應的元件，例如像電池150或多條輸入線、輸出線或中性線。

注意，在圖1至圖26中，所列舉的項目係作為單獨的元件示出。然而，在此所說明的系統和方法的實際實施時，它們可以是其他電子裝置如數位電腦的不可分的部件。因此，上述的行動可以在軟體中實現，該軟體可以實施在包括一程式存儲媒體的製造品中。該程式存儲媒體包括實現在一或多個載波中的資料信號、一電腦碟片（磁性的、或光學的（例如，CD或DVD或兩者兼有））、非揮發性記憶體、磁帶、一系統記憶體以及一電腦硬碟驅動器。

從上文中應理解，在此所說明的系統和方法提供向一負載配電的一簡單而有效的方式。根據不同實施例的該等系統和方法能夠調整一PWM控制信號的工作週期來控制不斷電電源電壓和電流輸出，並且能夠從該等輸出中濾除諧波失真。這就提高了效率、可靠性和相容性並降低了成本。

對於在此以單數形式提及的系統和方法的實施例或要素或動作的任何引述都可以還涵蓋包括多個該等要素的那些實施例，而且在此以複數形式提及的任何實施例或要素

或動作都可以還涵蓋那些僅包括一單獨要素的實施例。以單數或複數形式的引用並不旨在限制目前所揭示的系統或方法、它們的部件、動作或要素。

在此揭示的任何實施例可以與任何其他實施例相組合，而諸如“一實施例”、“一些實施例”、“一替代實施例”、“不同的實施例”以及類似的引述等均不必是互相排斥的。任何實施例均能夠以與在此揭示的目的、目標及需要相一致的任何方式同任何其他實施例相結合。

當任何申請專利範圍中提到的技術特徵伴有附圖標記時，該等附圖標記僅出於提高申請專利範圍的可理解性的目的而被包括在內，並且因此，附圖標記存在與否對任何申請專利範圍要素的範圍都不具有限制作用。

熟習該項技術者將會認識到，無需背離本發明之精神或實質特徵即能夠以其他的具體形式來實現在此所說明的系統和方法。例如，在此描述的輸入和輸出可以包括分別用於連接一電壓源和一負載的多種連接。因此以上實施例從所有方面都應看作是說明性的而不是對所述系統和方法進行限制。因此，在此所說明的系統和方法的範圍係由所附的申請專利範圍而不是前述的說明書來指出，因此，進入該等申請專利範圍的等價性的含義與範圍之內的所有的變化都應涵蓋在其中。

【圖式簡單說明】

該等附圖並未按比例繪製。在該等附圖中，在不同的

圖中示出的每個相同的或幾乎相同的部件用一相同的元件符號表示。爲了清楚起見，並不是每個圖中將每個部件都標出。在該等圖中：

圖 1 係一功能方塊圖，示出處在一操作狀態下的不斷電電源；

圖 2 係一流程圖，示出了在一操作狀態下向一負載配電的方法；

圖 3 係一功能方塊圖，示出了處在操作狀態下的不斷電電源；

圖 4 係一曲線圖，示出了從處在操作狀態下的不斷電電源輸出的一非線性負載的電流；

圖 5 係一電路圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的輸出變流器；

圖 6 係一曲線圖，示出了與處在操作狀態下的一不斷電電源相關聯的控制信號脈衝；

圖 7 係一電路圖，示出了在操作狀態過程中的一不斷電電源的變流器輸出電壓；

圖 8 係一轉換圖，示出了在不斷電電源操作的一狀態期間電感電流在一轉換週期上的變化；

圖 9 係一電路圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源；

圖 10 係一替代電路圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源；

圖 11 係一曲線圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電

電源濾波器的電感電流的變化；

圖 12 係一曲線圖，示出處在操作狀態下的一不斷電電源濾波器的一已取樣的電感電流；

圖 13 係一方塊圖，示出了處在操作狀態的一不斷電電源的預測性電流控制；

圖 14 係一曲線圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的電感電流跟蹤；

圖 14A 係一曲線圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的電感電流跟蹤；

圖 15 係一電路圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源濾波器；

圖 16 係一方塊圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的預測性電壓控制；

圖 17 係的一曲線圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的電容電壓跟蹤；

圖 17A 係一曲線圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的電容電壓跟蹤；

圖 18 係一方塊圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的預測性電流控制和預測性電壓控制；

圖 19 係一曲線圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的輸出電容電壓與負載電流；

圖 20 係一曲線圖，示出了處在操作狀態下的一不斷電電源的負載電流；

圖 21 係一曲線圖，示出了對於操作狀態下的一不斷電

電源 的 負載 電流 的 外推 值 ；

圖 22 係 一 曲線 圖 ， 示 出 了 對 於 操 作 狀 態 下 的 一 不 斷 電 電源 的 負載 電流 的 外推 值 ；

圖 23 係 一 方塊 圖 ， 示 出 了 處 在 操 作 狀 態 下 的 包 括 負載 電流 外推 值 的 一 不 斷 電 電源 的 預 測 性 電流 控 制 和 預 測 性 電壓 控 制 ；

圖 24 係 一 曲線 圖 ， 示 出 了 用 於 操 作 狀 態 下 的 一 不 斷 電 電源 的 一 電容 參 考 電壓 ；

圖 25 係 一 曲線 圖 ， 示 出 了 用 於 操 作 狀 態 下 的 一 不 斷 電 電源 的 一 電容 參 考 電壓 ； 和

圖 26 係 一 方塊 圖 ， 示 出 了 在 操 作 狀 態 下 包 括 負載 電流 外推 值 和 均 方 根 電壓 校 正 的 一 不 斷 電 電源 的 預 測 性 電流 控 制 和 預 測 性 電壓 控 制 。

【 主 要 元 件 符 號 說 明 】

100：不 斷 電 電 源

110：整 流 器 / 升 壓 變 換 器

112：輸 入 端

114：輸 入 端

116：輸 出 端

118：輸 出 端

120：變 流 器

121：輸 出 線

122：輸 出 線

124 : 公 共 線

130 : 控 制 器

140 : 負 載

150 : 電 池

300 : 不 斷 電 電 源

305 : 處 理 器

310 : 控 制 信 號 產 生 器

315 : 輸 出 變 流 器

320 : 濾 波 器

325 : 電 感 器

330 : 電 容 器

335 : 整 流 器 電 路

340 : 負 載

七、申請專利範圍：

1. 一種使用一不斷電電源對一負載配電之方法，該不斷電電源具有一輸出變流器以及一濾波器，該濾波器具有一電感和一電容，該方法包括：

將一脈衝寬度調變控制信號施加到該輸出變流器上；

在一切換週期的開始的第一取樣時刻以及該一切換週期的結束的第二取樣時刻取樣該電感電流，該一切換週期具有由該一切換週期的開始延伸至該一切換週期結束的時間週期；

將在該第一取樣時刻之該電感電流與該第一取樣時刻的一參考電流進行比較；

在該時間週期期間，調整該脈衝寬度調變控制信號之工作週期，以便將該第二取樣時刻之該電感電流朝著在該第一取樣時刻之該參考電流的值進行驅動；並且

將該不斷電電源的一輸出電壓施加到該負載上。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，包括：

從該輸出變流器中過濾諧波失真。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中諧波失真之輸出係小於或等於一變流器輸出信號之 3.4%。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，包括：

在該第一取樣時刻對該電容之電壓進行取樣；

至少部分地基於該第一取樣時刻之該電感電流以及該第一取樣時刻之該電容電壓獲得在該第一取樣時刻之該參考電流。

5.如申請專利範圍第4項所述之方法，包括：

在一載波信號波形的一第一波谷的10%之內的一第一時刻啟動該工作週期之調整；並且

在該載波信號波形的一第二波谷的10%之內的一第二時刻獲得該參考電流的一更新值。

6.如申請專利範圍第4項所述之方法，包括：

在該第二取樣時刻對該電容之電壓進行取樣；並且

其中調整該工作週期包括將在該第二取樣時刻該電容之電壓朝著與該第一取樣時刻上該電容的一參考電壓基本上相等的值進行驅動。

7.如申請專利範圍第6項所述之方法，包括：

調整該參考電壓以將該輸出電壓朝著一無負載電壓進行驅動。

8.如申請專利範圍第7項所述之方法，其中該無負載電壓係大於119V。

9.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一取樣時刻之該參考電流係在該第二取樣時刻的該電感電流的10%之內。

10.如申請專利範圍第1項所述之方法，包括：

將該不斷電電源的一負載電流施加到該負載上。

11.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一取樣時刻包括一載波信號的一第一波峰的10%之內的一時刻；並且其中該第二取樣時刻包括該載波信號的一第二波峰的10%之內的一時刻。

12.如申請專利範圍第11項所述之方法，其中調整該工作週期包括：

在小於或等於該一切換週期的該時間週期的一半的時間週期之內，啟動該工作週期之調整。

13.如申請專利範圍第11項所述之方法，其中該第一波峰以及該第二波峰係該載波信號之後繼波峰。

14.如申請專利範圍第13項所述之方法，其中調整該工作週期包括：

在該載波信號的一波谷的10%之內的一時刻啟動工作週期之調整。

15.如申請專利範圍第14項所述之方法，包括：

在該第一取樣時刻對來自該不斷電電源的一負載電流輸出進行取樣；並且

至少部分地根據該負載電流的一估計值來決定該參考電流。

16.如申請專利範圍第14項所述之方法，包括：

在該第一取樣時刻對來自該不斷電電源的一負載電流輸出進行取樣；

對該負載電流進行外推以決定在該載波信號之該波谷處的一負載電流值；並且

至少部分地根據該外推的負載電流的一估計值來決定該參考電流。

17.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該第一取樣時刻包括一載波信號的一第一波谷的10%之內的一時

刻；並且其中該第二取樣時刻包括該載波信號的一第二波谷的 10%之內的一時刻。

18.如申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中該第一波谷以及該第二波谷係該載波信號的後繼之波谷。

19.如申請專利範圍第 18 項所述之方法，其中調整該工作週期包括：

在該載波信號的一波峰的 10%之內的一時刻啟動該工作週期之調整。

20.如申請專利範圍第 19 項所述之方法，包括：

在該第一取樣時刻對來自該不斷電電源的一負載電流輸出進行取樣；並且

至少部分地根據該負載電流的一估計值來決定該參考電流。

21.如申請專利範圍第 19 項所述之方法，包括：

在該第一取樣時刻對來自該不斷電電源的一負載電流輸出進行取樣；

對該負載電流進行外推以決定在該載波信號的該波峰處的一負載電流值；並且

至少部分地根據該外推的負載電流的一估計值來決定該參考電流。

22.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中調整該工作週期包括決定該參考電流，這係藉由：

至少部分地根據該電容之電容電壓來實施預測性不斷電電源變流器之電壓控制；並且

至少部分地根據該電感電流來實施預測性不斷電電源變流器之電流控制。

23.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中取樣該電感電流包括使用至少一個電流感測器來對電感電流進行取樣。

24.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該負載包括一電腦、一伺服器、電子通信設備以及資料儲存設備中的至少一個。

25.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中施加該脈衝寬度調變控制信號、取樣該電感電流、對該電感電流與該參考電流進行比較、調整該工作週期以及施加該輸出電壓係由一處理器來執行，並且其中該方法係在存儲在一電腦可讀媒體中、並且由該處理器來執行的一程式中實施的。

26.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該一切換週期的結束對應於該多數切換週期的下一切換週期的開始，各個該多數切換週期具有開始與結束，各個該多數切換週期的開始對應於該多數切換週期的前一切換週期的結束，及其中該方法更包含：

在各個該多數切換週期的開始與結束取樣該電感電流，以建立多數取樣電流值，該多數切換週期的各個切換週期具有由該切換週期的開始延伸至該切換週期的結束的時間週期；

將該多數取樣電流值的各個取樣電流值與對應參考電

流值作比較；

在各個該多數切換週期的該時間週期期間，調整該脈衝寬度調變控制信號的工作週期，以將該多數切換週期的各個切換週期的結束的該電感電流朝該切換週期的開始的該對應參考電流值驅動。

27.一種不斷電電源，該不斷電電源具有一輸出變流器和一濾波器，該濾波器具有一電感和一電容，該不斷電電源包括：

一處理器，該處理器被配置為將一脈衝寬度調變控制信號施加到該輸出變流器上；

該處理器被配置為在一切換週期的開始的一第一取樣時刻和在該一切換週期的結束的一第二取樣時刻取樣該電感電流，該一切換週期具有由該一切換週期的開始延伸至該一切換週期的結束的時間週期；

該處理器被配置為將該第一該取樣時刻之該電感電流與該第一取樣時刻的一參考電流進行比較；及

該處理器被配置以在該時間週期調整該脈衝寬度調變控制信號的一工作週期，以將該第二取樣時刻之該電感電流朝著該第一取樣時刻的該參考電流的值進行驅動；

該不斷電電源被配置為對一負載施加一輸出電壓。

28.如申請專利範圍第27項所述之不斷電電源，其中

該濾波器被適配為從該輸出變流器中濾除諧波失真。

29.如申請專利範圍第28項所述之不斷電電源，其中諧波失真輸出係小於或等於一變流器輸出信號之3.4%。

30. 如申請專利範圍第 27 項所述之不斷電電源，包括：

該處理器被配置為在該第一取樣時刻對該電容的一電壓進行取樣；

該處理器被配置為至少部分地根據該第一取樣時刻之該電感電流和該第一取樣時刻之電容電壓來決定該第一取樣時刻之該參考電流。

31. 如申請專利範圍第 30 項所述之不斷電電源，其中該電容之電壓係基本上等於該輸出電壓。

32. 如申請專利範圍第 30 項所述之不斷電電源，包括：

該處理器被配置為在一載波信號波形的一第一波谷的 10% 之內的一第一時刻啟動該工作週期之調整；並且

該處理器被配置為在載波信號波形的一第二個波谷的 10% 之內的一第二時刻決定該參考電流的一更新值。

33. 如申請專利範圍第 32 項所述之不斷電電源，其中第一波峰發生一時間週期之內，該時間週期係該第一波谷之後的該一切換週期的該時間週期基本上一半。

34. 如申請專利範圍第 30 項所述之不斷電電源，包括：

該處理器被配置為在該第二取樣時刻對該電容的一電壓進行取樣；並且

其中該處理器調整該工作週期以便將該第二取樣時刻的該電容之電壓朝著與該第一取樣時刻的該電容的一參考

電壓基本上相等的一值進行驅動。

35.如申請專利範圍第27項所述之不斷電電源，其中該第一取樣時刻包括一載波信號的一第一波峰的10%之內的一時刻；並且其中該第二取樣時刻包括該載波信號的一第二波峰的10%之內的一時刻。

36.如申請專利範圍第35項所述之不斷電電源，其中該第一波峰與該第二波峰係該載波信號之後繼波峰。

37.如申請專利範圍第35項所述之不斷電電源，其中該處理器被配置為在該載波信號的一波谷的10%之內的一時刻啟動該工作週期之調整。

38.如申請專利範圍第35項所述之不斷電電源，其中該處理器在該第一取樣時刻之後的小於或等於半個該載波信號的一切換週期的一半的一時間段之內調整該工作週期。

39.如申請專利範圍第27項所述之不斷電電源，其中該輸出電壓係基本上等於120V。

40.如申請專利範圍第27項所述之不斷電電源，其中該第一取樣時刻包括一載波信號的一第一波谷的10%之內的一時刻；並且其中該第二取樣時刻包括該載波信號的一第二波谷的10%之內的一時刻。

41.如申請專利範圍第40項所述之不斷電電源，其中該第一波谷和第二波谷係該載波信號的後繼之波谷。

42.如申請專利範圍第40項所述之不斷電電源，其中該處理器被配置為在該載波信號的一波峰的10%之內的一

時刻啟動工作週期之調整。

43.如申請專利範圍第27項所述之不斷電電源，其中該負載包括一電腦、一伺服器、電子通信設備、以及資料儲存設備中的至少一個。

44.如申請專利範圍第27項所述之不斷電電源，包括：

至少一個電流感測器，該電流感測器與該處理器相關聯並且被配置為在該第一取樣時刻或在該第二取樣時刻對該電感電流進行取樣。

45.如申請專利範圍第27項所述之不斷電電源，其中該不斷電電源包括一個三相不斷電電源。

46.如申請專利範圍第27項所述之不斷電電源，其中該一切換週期的結束對應於該多數切換週期的下一切換週期的開始，各個該多數切換週期具有開始與結束，各個該多數切換週期的開始對應於該多數切換週期的前一切換週期的結束，及其中該不斷電電源更包含：

該處理器被配置以在各個該多數切換週期的開始與結束取樣該電感電流，以建立多數取樣電流值，該多數切換週期的各個切換週期具有由該切換週期的開始延伸至該切換週期的結束的時間週期；

該處理器被配置以將該多數取樣電流值的各個取樣電流值與對應參考電流值作比較；及

該處理器被配置以在各個該多數切換週期的該時間週期期間，調整該脈衝寬度調變控制信號的工作週期，以將

該多數切換週期的各個切換週期的結束的該電感電流朝該切換週期的開始的該對應參考電流值驅動。

47.一種不斷電電源，包括：

一輸入模組，該輸入模組被配置為接收一脈衝寬度調變控制信號；

一控制模組，該控制模組包括一輸出變流器和一濾波器，該濾波器具有一電感；

一輸出模組，該輸出模組被耦合到該輸入模組以及該控制模組上，以便響應於該脈衝寬度調變控制信號向一負載提供輸出功率；以及

用於調整該脈衝寬度調變控制信號的工作週期之裝置，以便在小於或等於與該脈衝寬度調變控制信號相關的一載波信號的一切換週期的一時間週期之內，將流過該電感之電流朝一參考電流的值進行驅動。

48.如申請專利範圍第47項所述之不斷電電源，其中該切換週期時間週期對應於具有開始與結束的一切換週期，其中該一切換週期的結束對應於該多數切換週期的下一切換週期的開始，各個該多數切換週期具有開始與結束，各個該多數切換週期的開始對應於該多數切換週期的前一切換週期的結束，該不斷電電源包含：

該控制模組被配置以在各個該多數切換週期的開始與結束取樣該電感電流，以建立多數取樣電流值，該多數切換週期的各個切換週期具有由該切換週期的開始延伸至該切換週期的結束的時間週期；

該控制模組被配置以將該多數取樣電流值的各個取樣電流值與對應參考電流值作比較；及

用於調整該脈衝寬度調變控制信號的工作週期的裝置，在各個該多數切換週期的該時間週期期間，將該多數切換週期的各個切換週期的結束的該電感電流朝該切換週期的開始的該對應參考電流值驅動。

49.一種電腦可讀媒體，其中已經儲存了多個指令序列，該等指令序列包括的多條指令，該等指令將致使一處理器：

將一脈衝寬度調變控制信號施加到一電源的一輸出變流器上，該電源包括具有一電感和一電容的一濾波器；

在一切換週期的開始的第一取樣時刻和在該一切換週期的結束的第二取樣時刻取樣該電感電流，該一切換週期具有由該一切換週期的開始延伸至該一切換週期的結束的時間週期；

將該第一取樣時刻之該電感電流與該第一取樣時刻之一參考電流進行比較；

在該時間週期期間，調整該脈衝寬度調變控制信號之工作週期，以便將該第二取樣時刻之該電感電流朝該第一取樣時刻之該參考電流的值來進行驅動；並且

將該不斷電電源之輸出電壓施加到該負載上。

50.如申請專利範圍第49項所述之電腦可讀媒體，進一步包括多條指令，該等指令將致使該處理器：

在該第一取樣時刻對該電容的一電壓進行取樣；

至少部分地根據該第一取樣時刻之該電感電流與該第一取樣時刻之該電容之電壓來獲得在該第一取樣時刻之該參考電流。

51.如申請專利範圍第50項所述之電腦可讀媒體，進一步包括多條指令，該等指令將致使該處理器：

在該第二取樣時刻對該電容的一電壓進行取樣；並且調整該工作週期以便將該第二取樣時刻的該電容之電壓朝著與該第一取樣時刻之該電容的一參考電壓基本上相等的一值來進行驅動。

52.如申請專利範圍第49項所述之電腦可讀媒體，其中該一切換週期的結束對應於該多數切換週期的下一切換週期的開始，各個該多數切換週期具有開始與結束，各個該多數切換週期的開始對應於該多數切換週期的前一切換週期的結束，更包含指令，以使得該處理器：

在各個該多數切換週期的開始與結束取樣該電感電流，以建立多數取樣電流值，該多數切換週期的各個切換週期具有由該切換週期的開始延伸至該切換週期的結束的時間週期；

將該多數取樣電流值的各個取樣電流值與對應參考電流值作比較；

在各個該多數切換週期的該時間週期期間，調整該脈衝寬度調變控制信號的工作週期，以將該多數切換週期的各個切換週期的結束的該電感電流朝該切換週期的開始的該對應參考電流值驅動。

53.一種配電給負載之系統，該系統具有一輸出變流器以及一濾波器，該濾波器具有一電感以及一電容，該系統包括：

一處理器，該處理器被配置為將一脈衝寬度調變控制信號施加到該輸出變流器；

該處理器被配置為在一切換週期的開始的第一取樣時刻和在該一切換週期的結束的第二取樣時刻取樣該電感電流，該一切換週期具有由該一切換週期的開始延伸至該一切換週期的結束的時間週期；

該處理器被配置為將該第一取樣時刻之該電感電流與該第一取樣時刻的一參考電流進行比較；

該處理器被配置為在該時間週期期間，調整該脈衝寬度調變控制信號的一工作週期，以便將該第二取樣時刻之該電感電流朝該第一取樣時刻的該參考電流的值來進行驅動；並且

該處理器被配置為對該負載施加一輸出電壓。

54.如申請專利範圍第53項所述之系統，包括：

該處理器被配置為在該第一取樣時刻對該電容的一電壓進行取樣；

該處理器被配置為至少部分地根據該第一取樣時刻之該電感電流與該第一取樣時刻的該電容之電壓來決定在該第一取樣時刻之該參考電流。

55.如申請專利範圍第53項所述之系統，包括：

該處理器被配置為在一載波信號波形的一第一波谷的

10%之內的一第一時刻啟動該工作週期之調整；並且

該處理器被配置為在載波信號波形的一第二個波谷的10%之內的一第二時刻決定該參考電流的一更新值。

56.如申請專利範圍第53項所述之系統，其中該一切換週期的結束對應於該多數切換週期的下一切換週期的開始，各個該多數切換週期具有開始與結束，各個該多數切換週期的開始對應於該多數切換週期的前一切換週期的結束，該系統包含：

該處理器被配置以在各個該多數切換週期的開始與結束取樣該電感電流，以建立多數取樣電流值，該多數切換週期的各個切換週期具有由該切換週期的開始延伸至該切換週期的結束的時間週期；

該處理器被配置以將該多數取樣電流值的各個取樣電流值與對應參考電流值作比較；

該處理器被配置以在各個該多數切換週期的該時間週期期間，調整該脈衝寬度調變控制信號的工作週期，以將該多數切換週期的各個切換週期的結束的該電感電流朝該切換週期的開始的該對應參考電流值驅動。

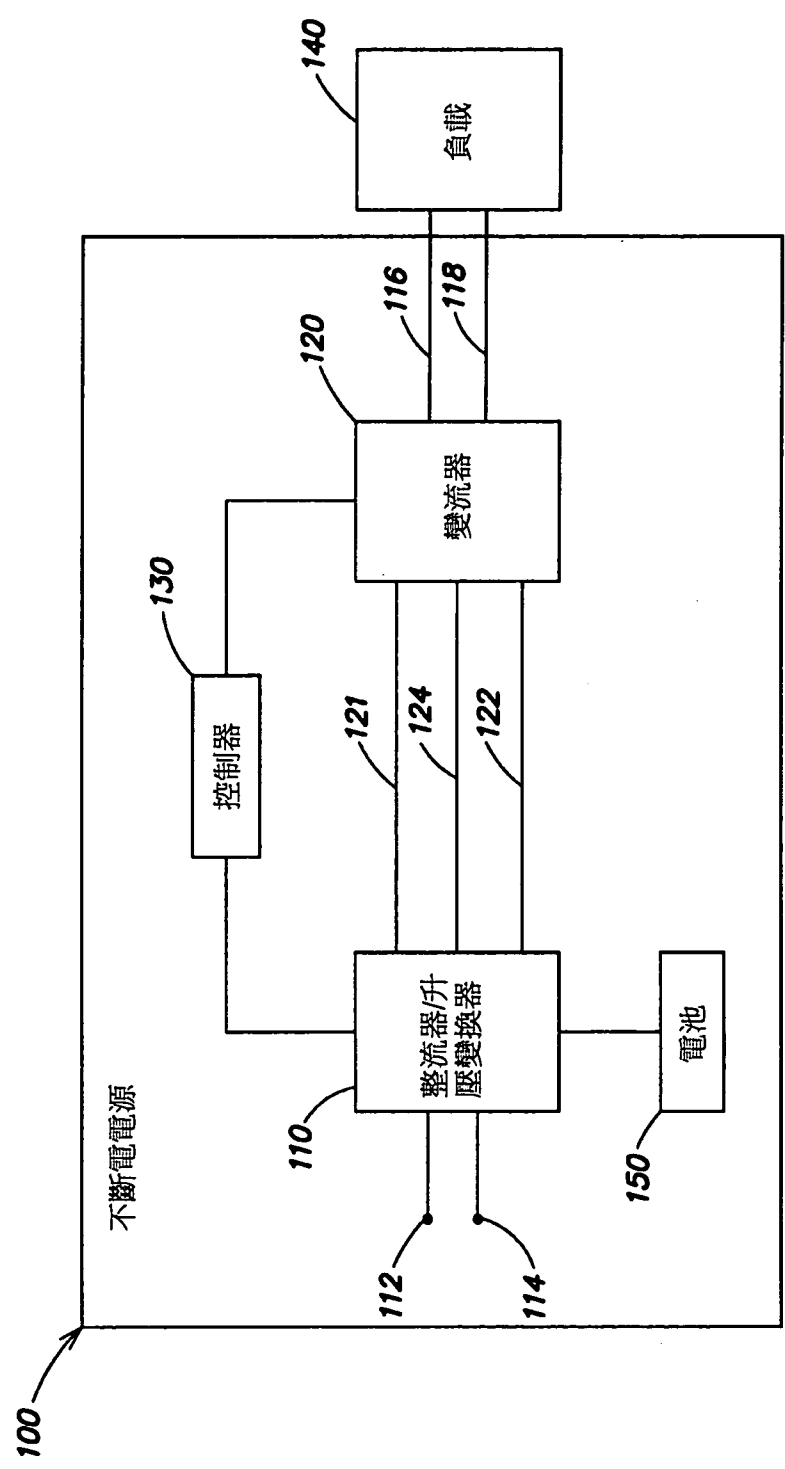


圖1

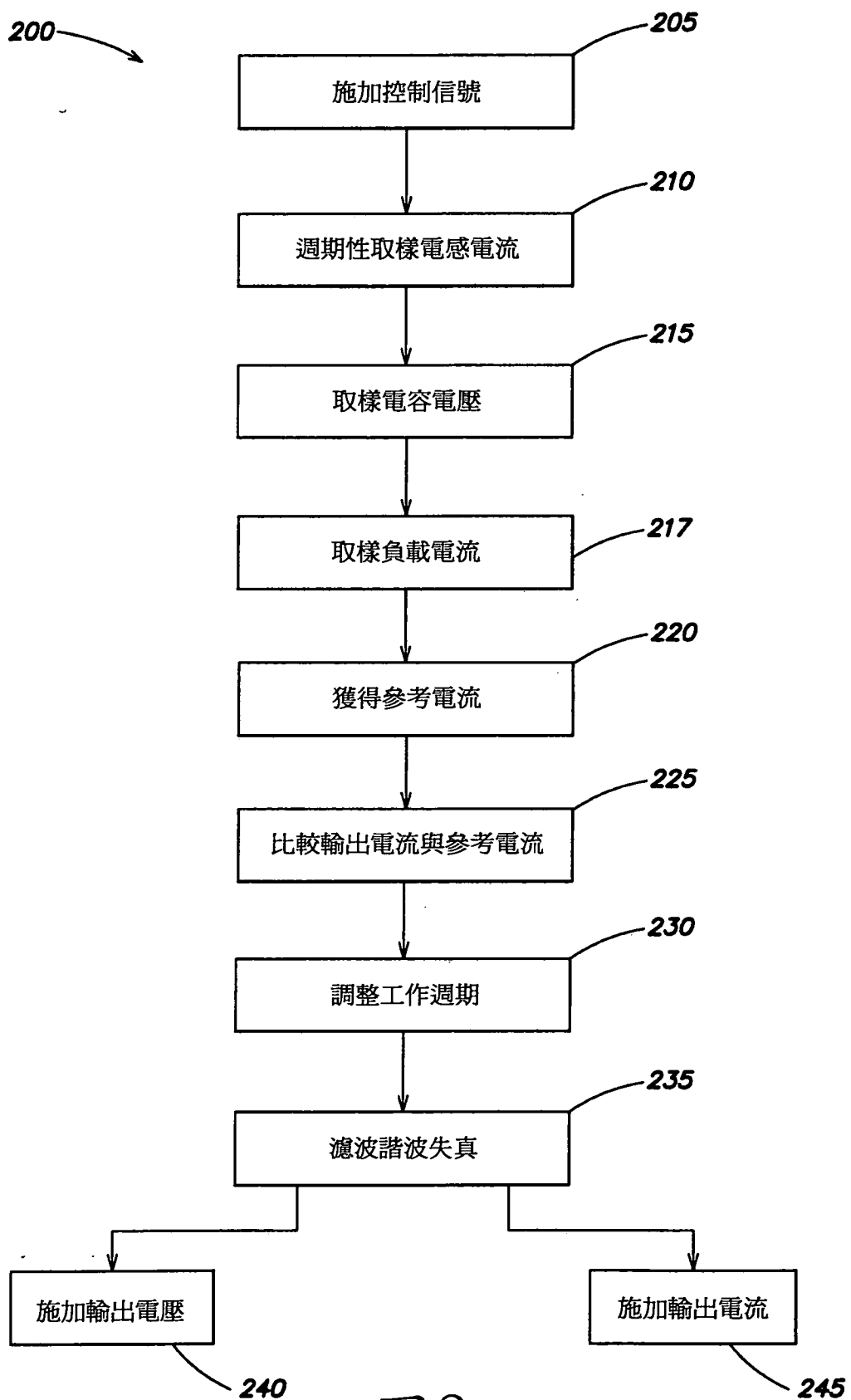


圖 2

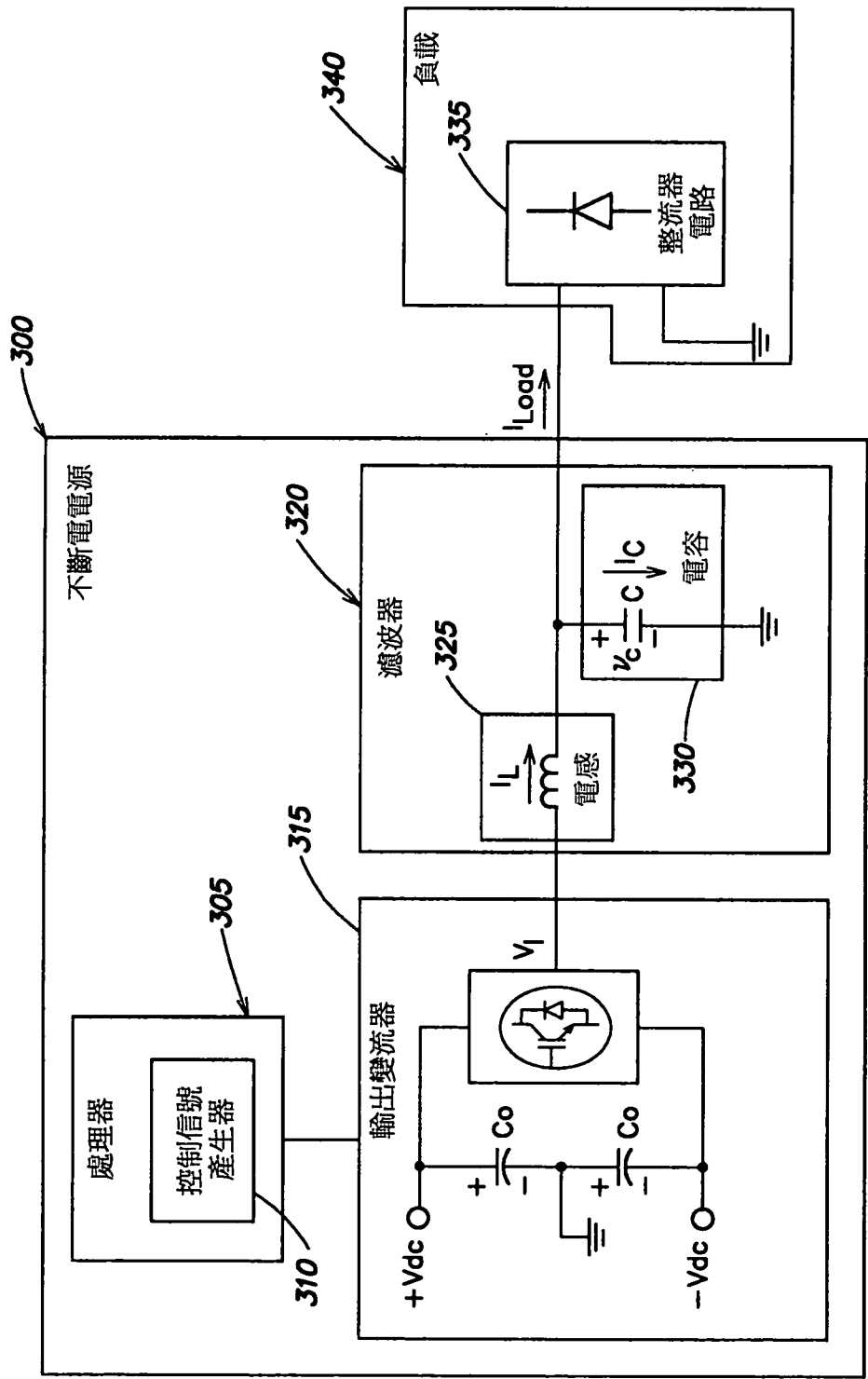


圖3

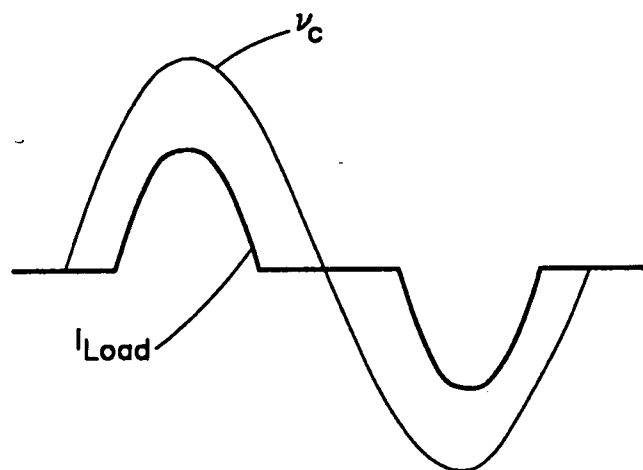


圖4

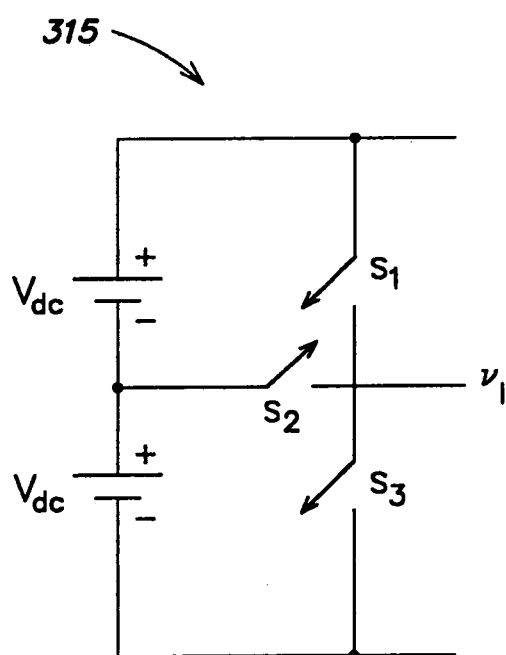


圖5

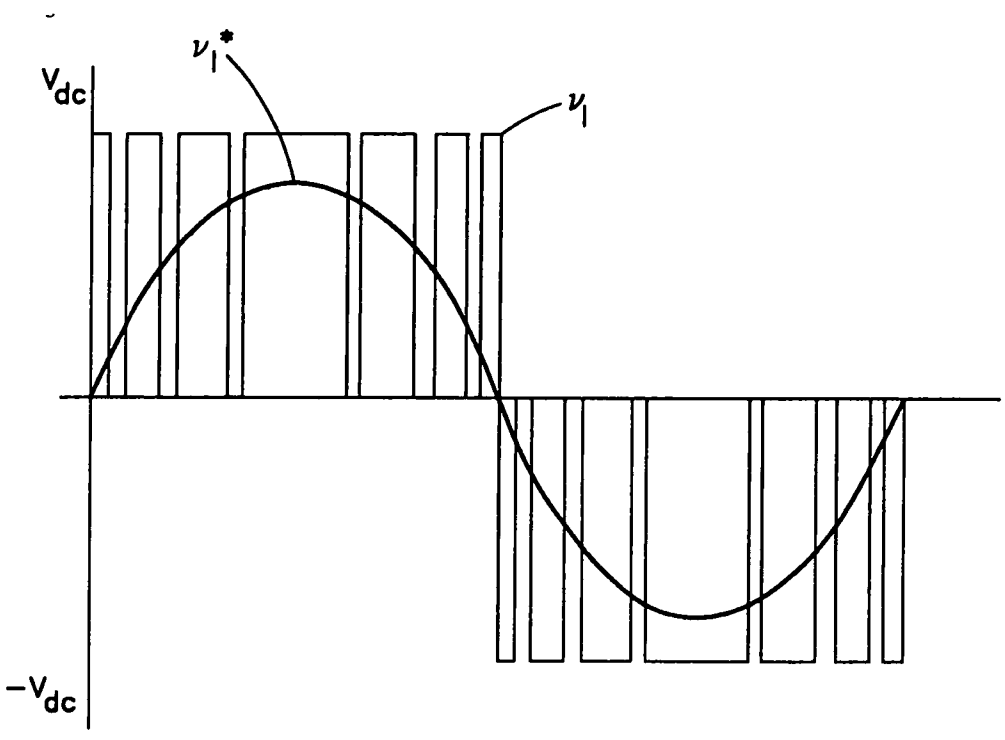


圖 6

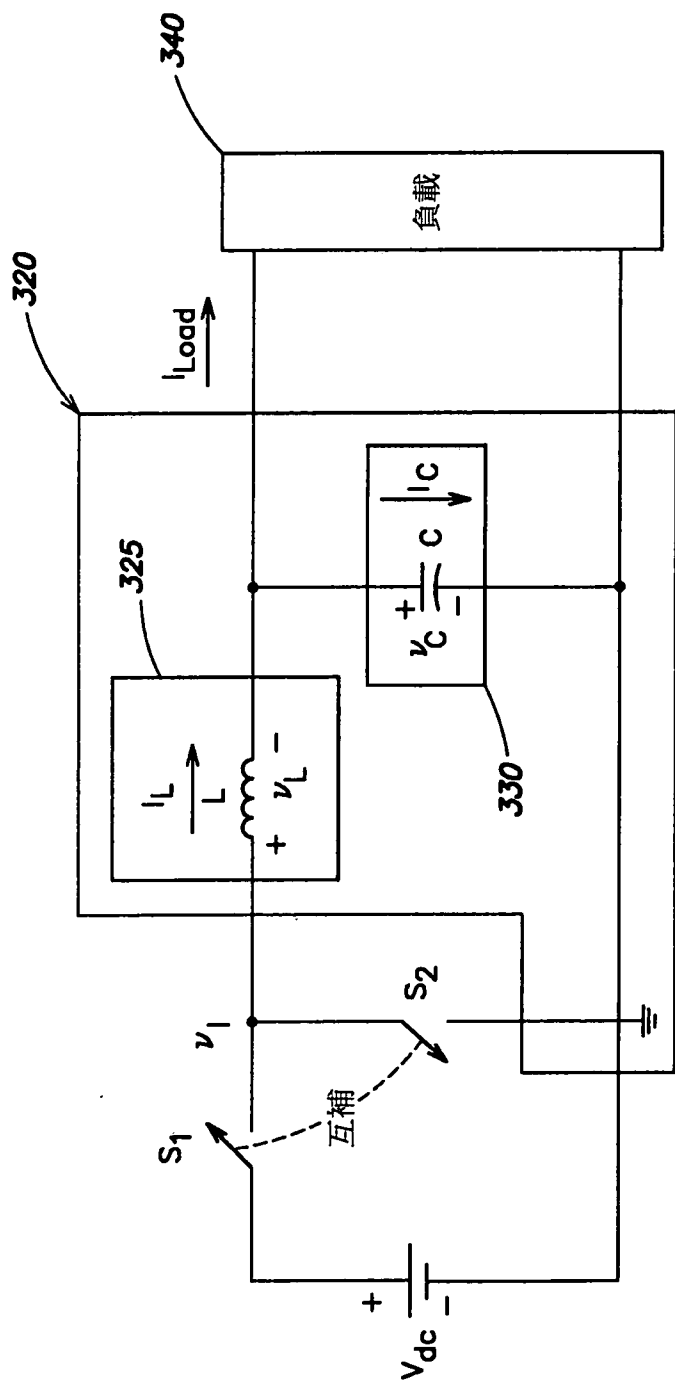


圖7

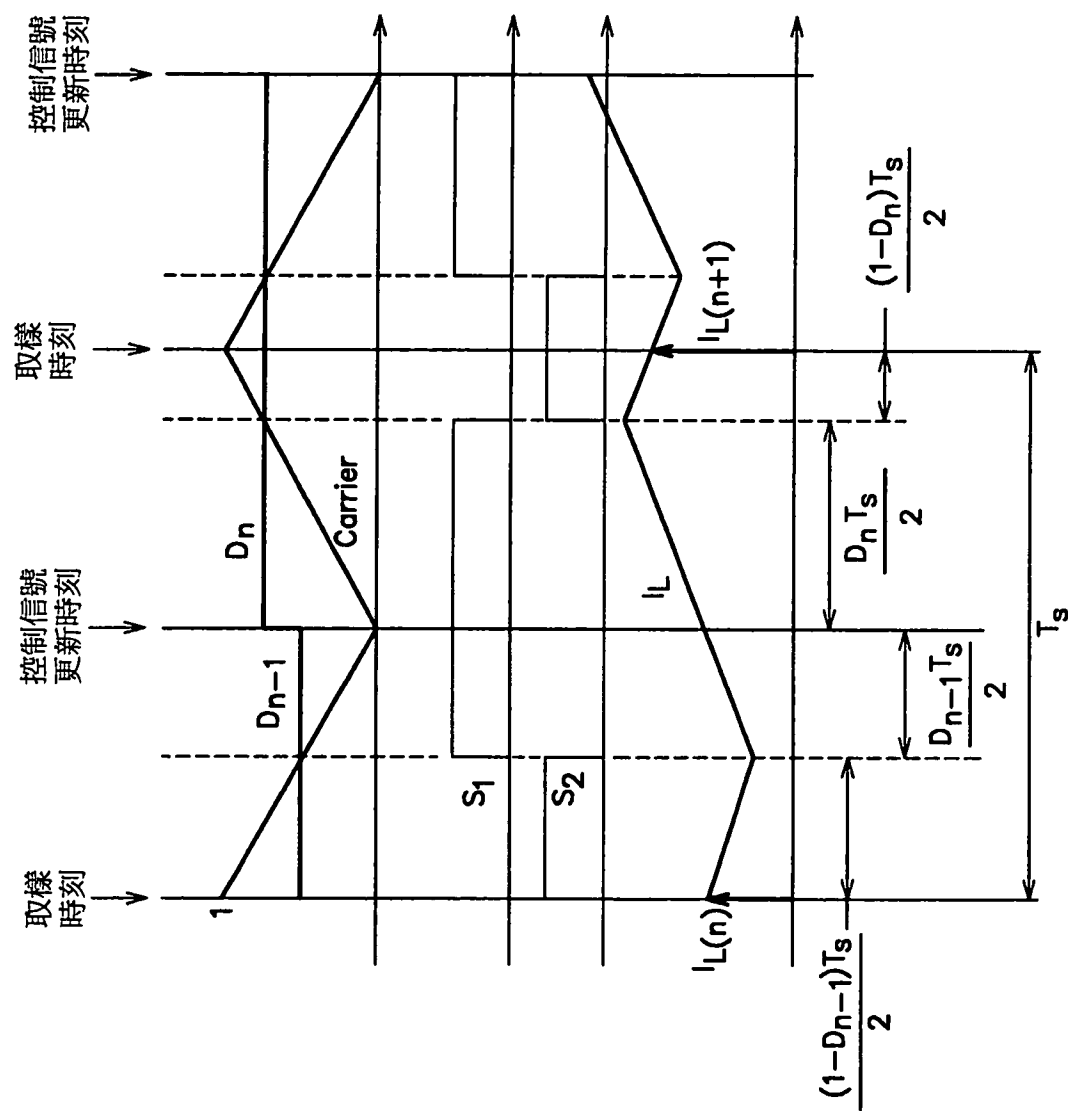


圖8

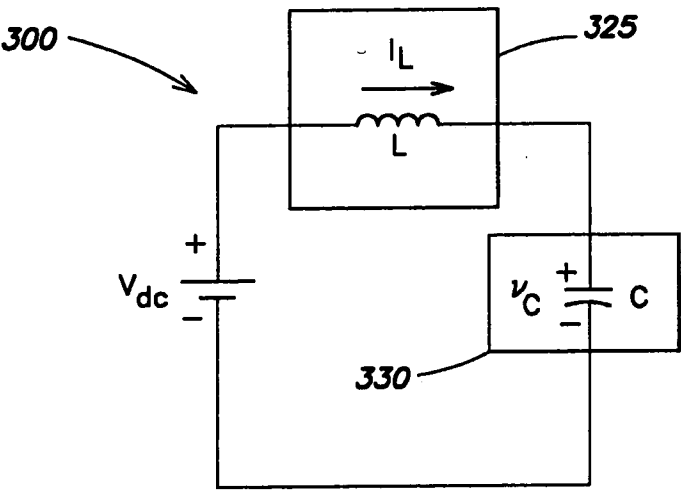


圖 9

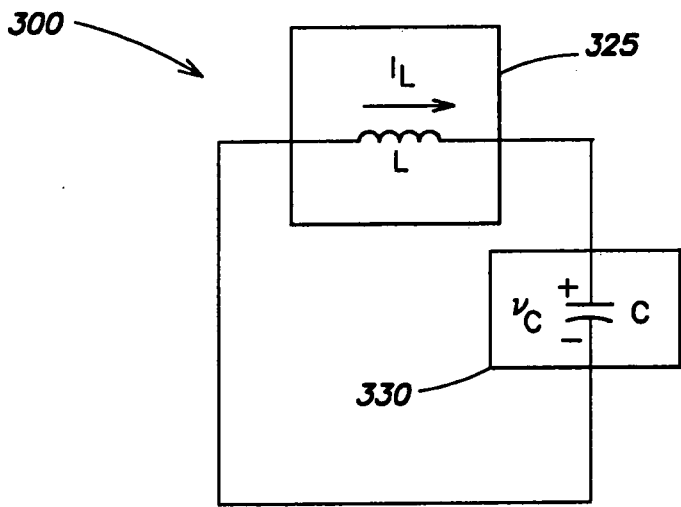


圖 10

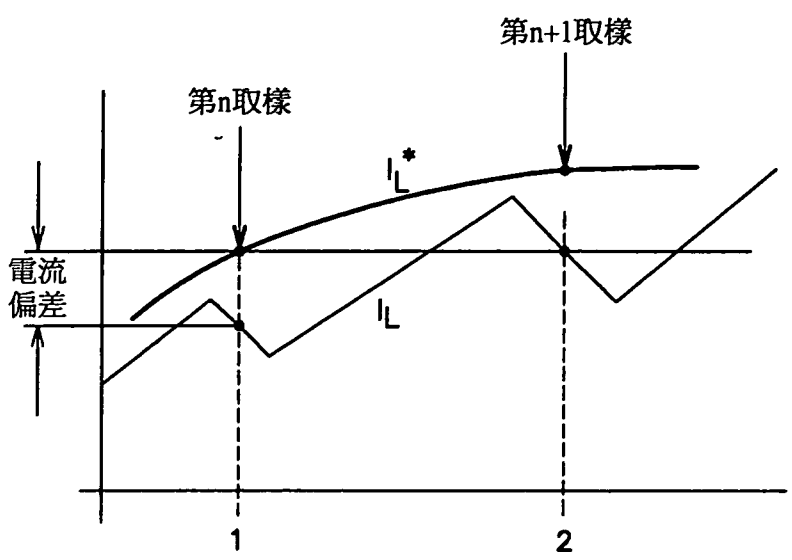


圖 11

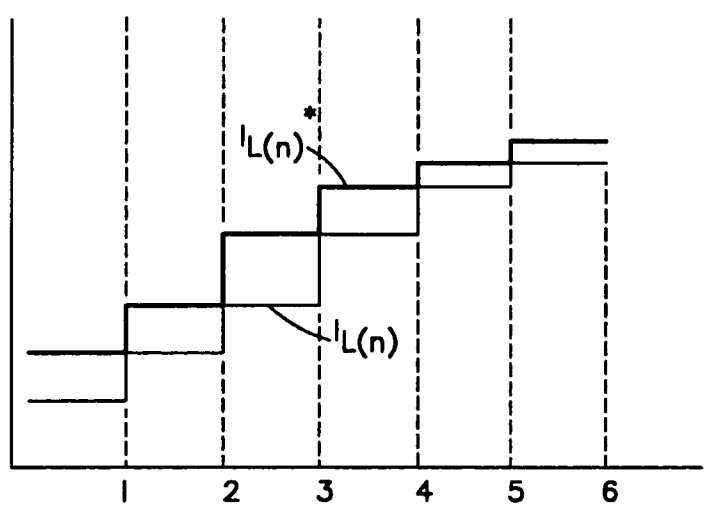


圖 12

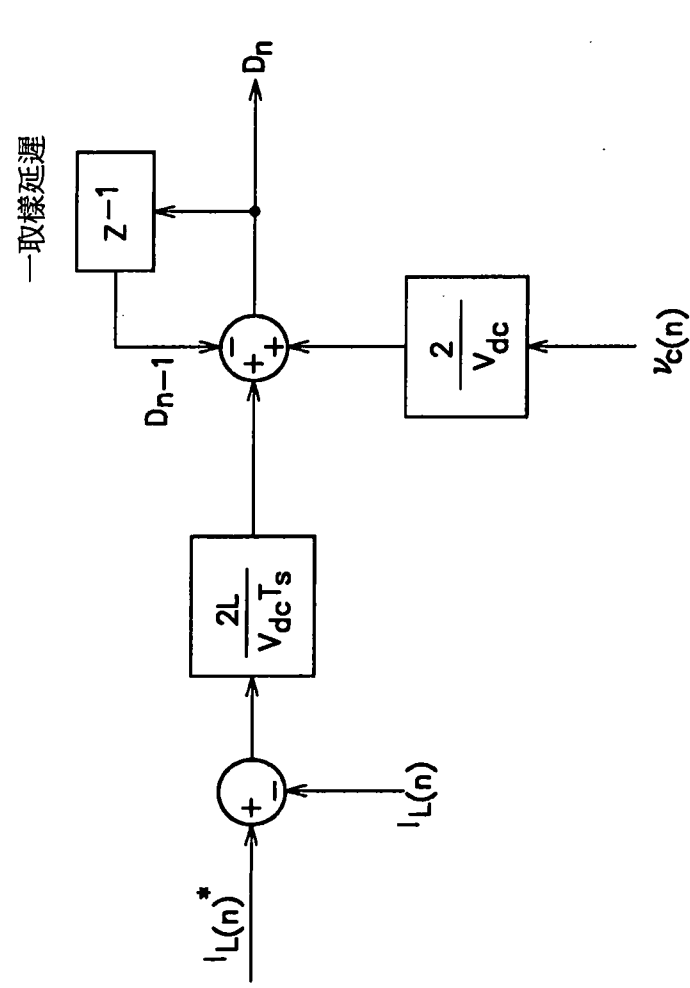


圖13

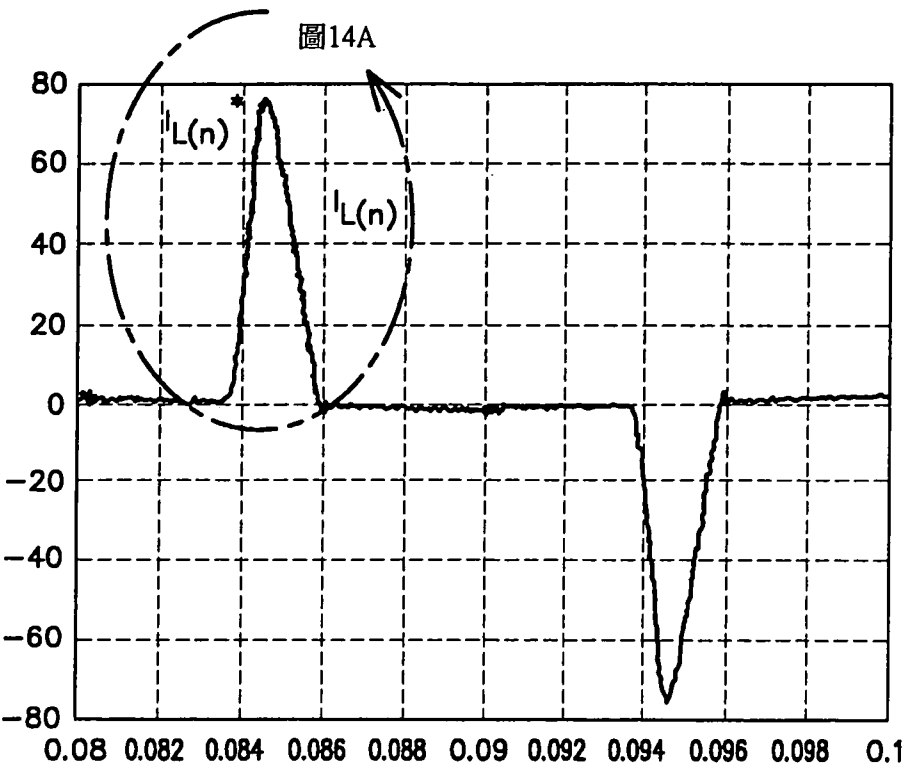


圖 14

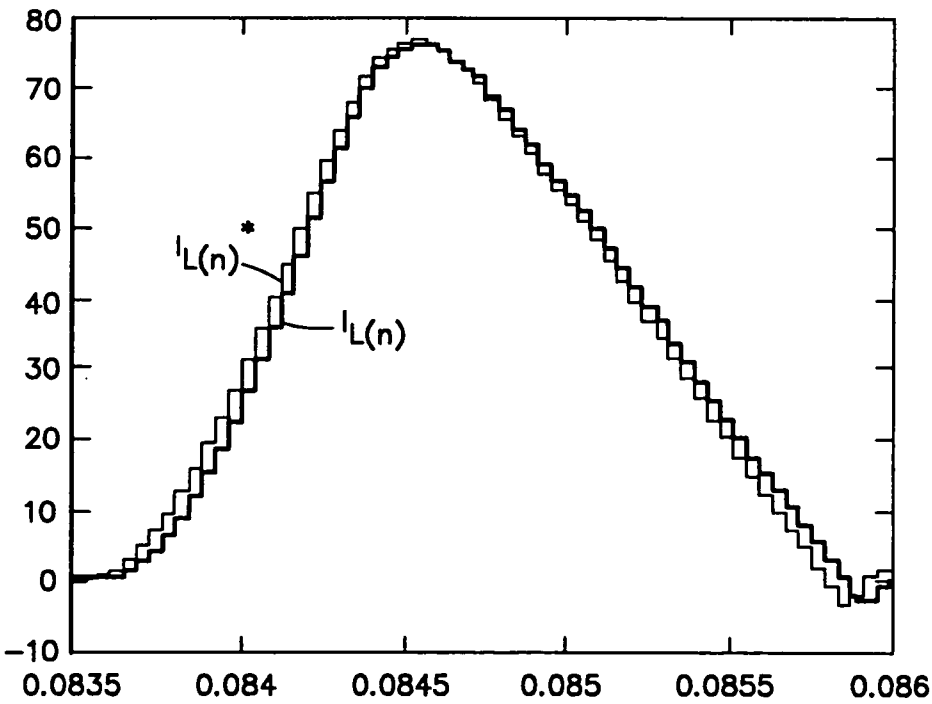


圖 14A

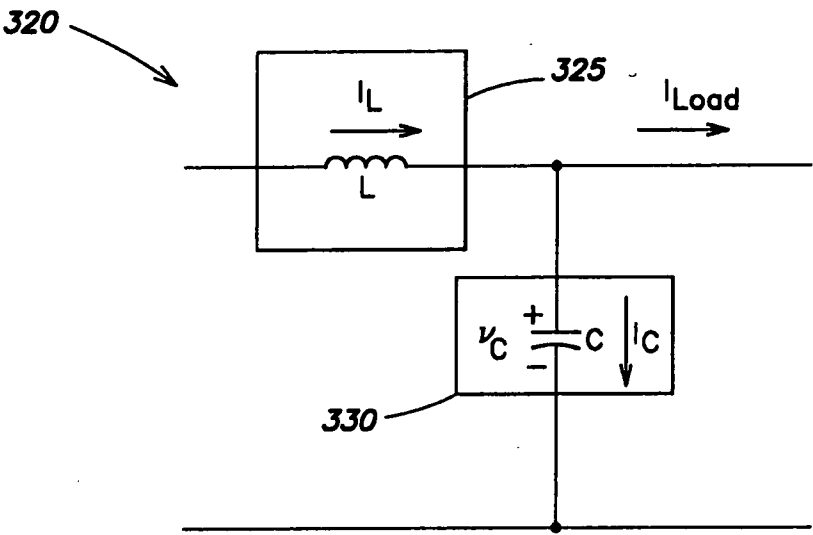


圖 15

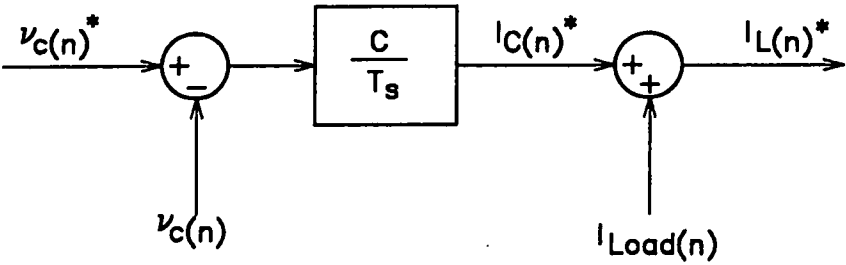


圖 16

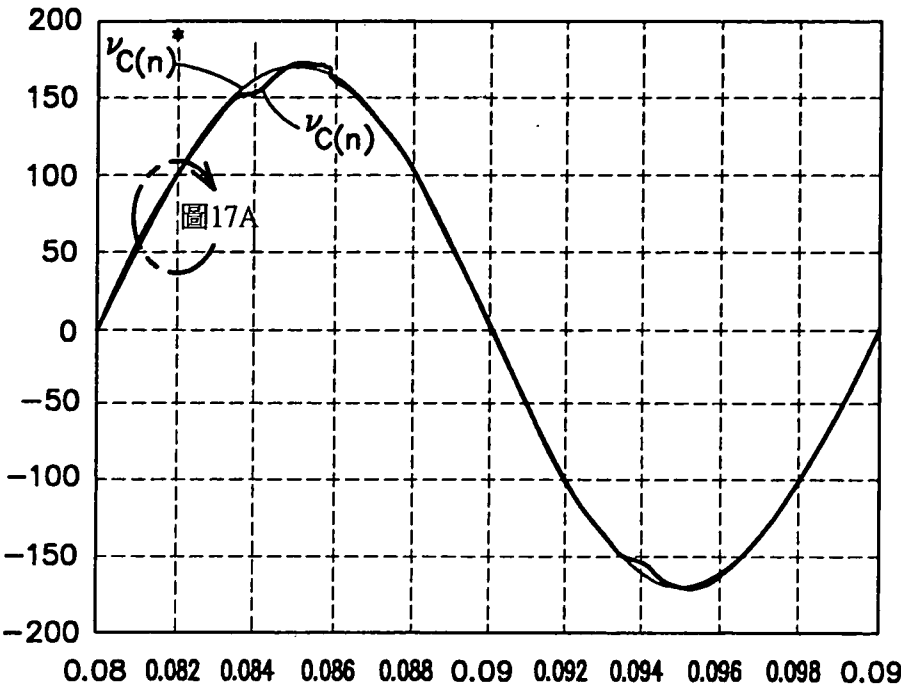


圖 17

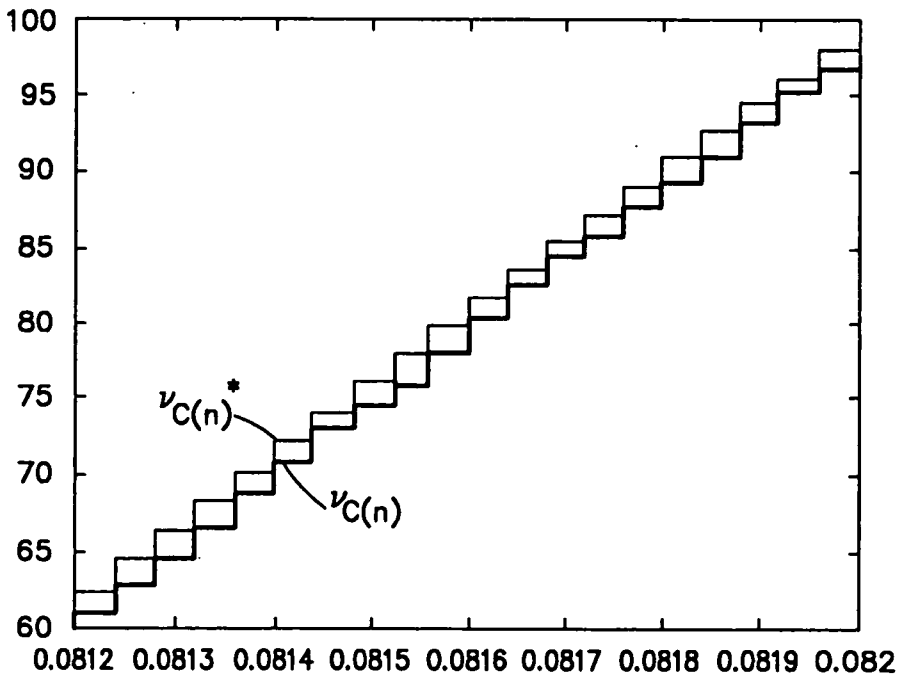
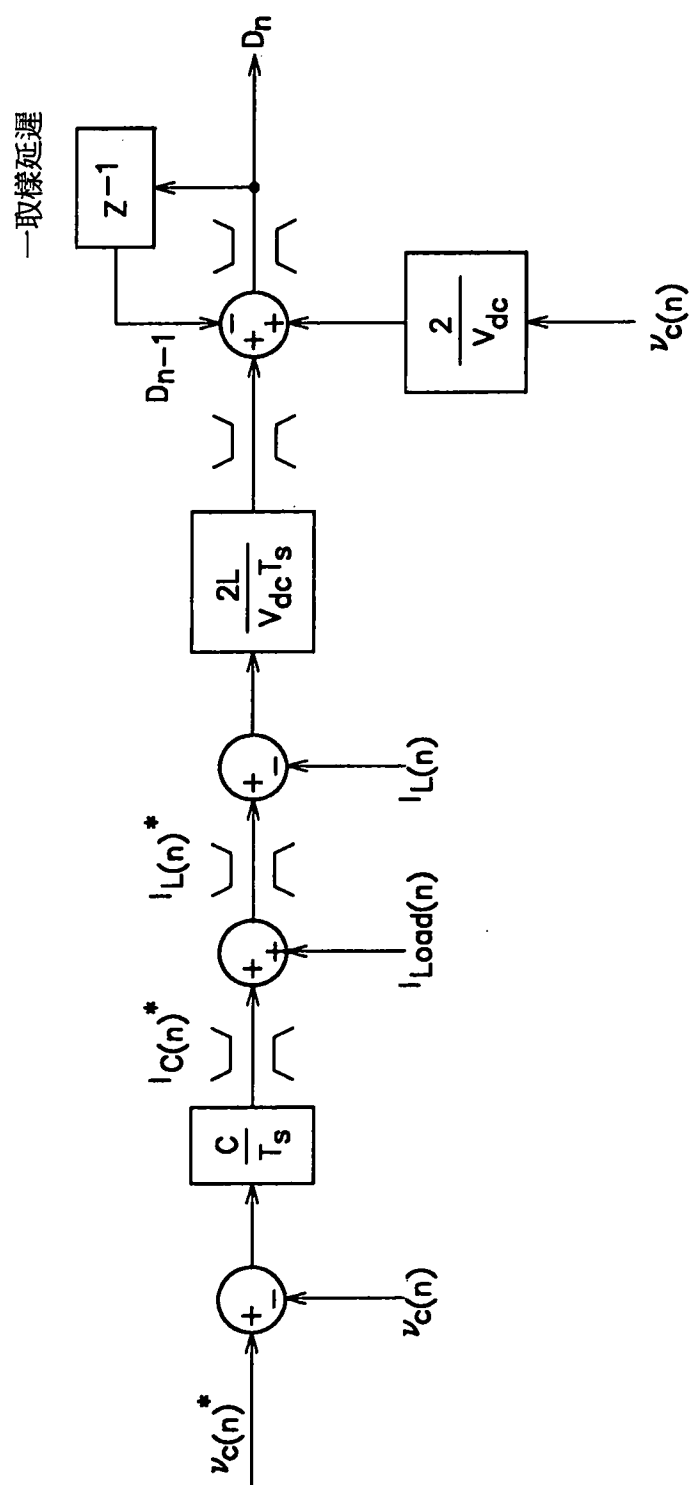


圖 17A



18

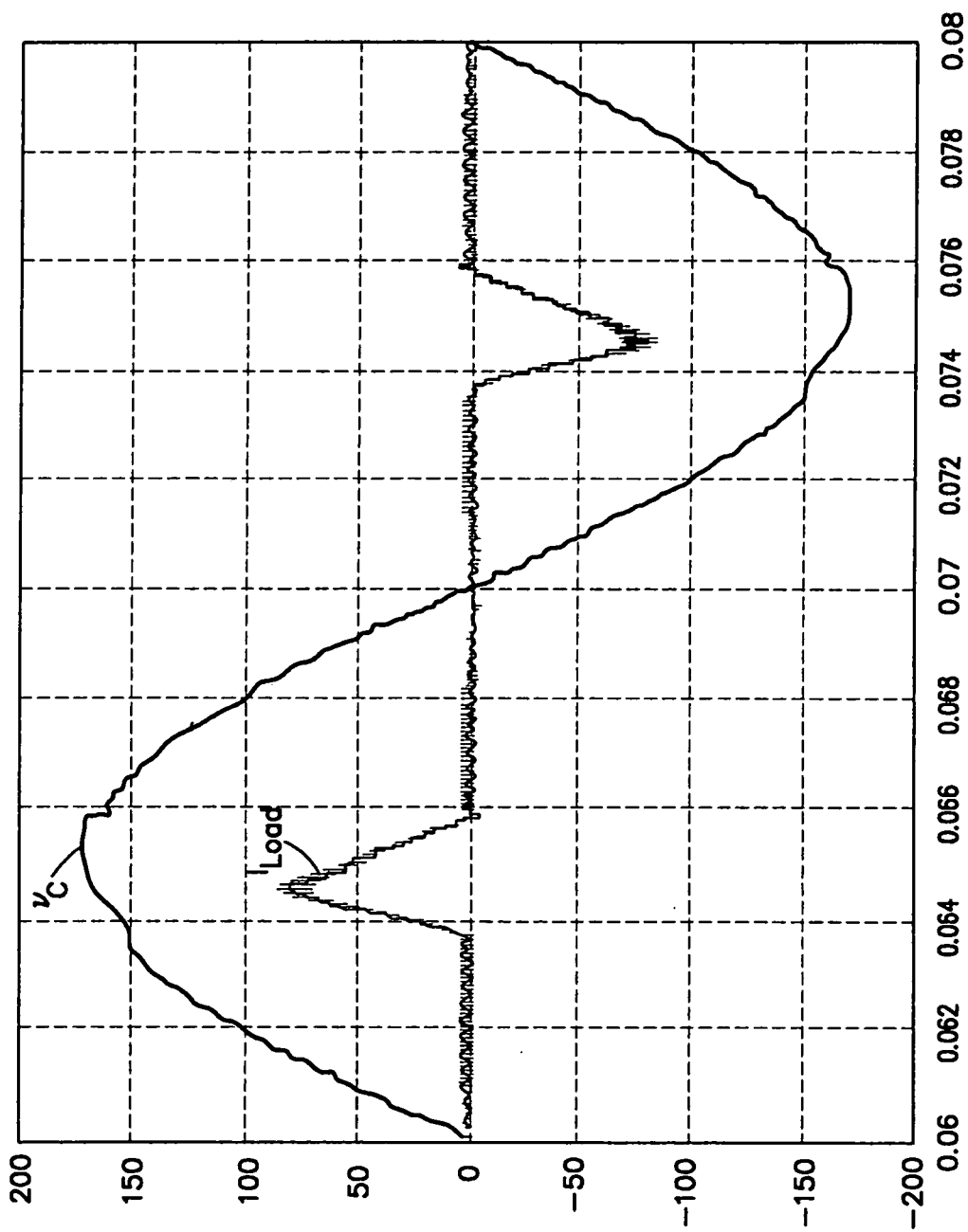


圖19

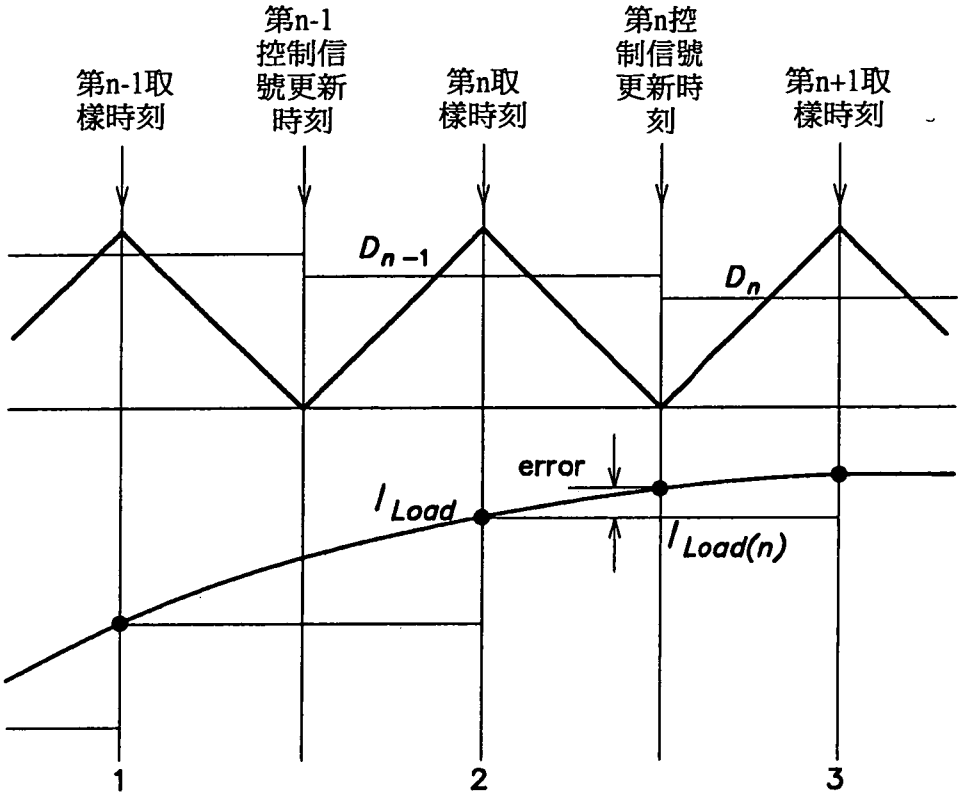


圖20

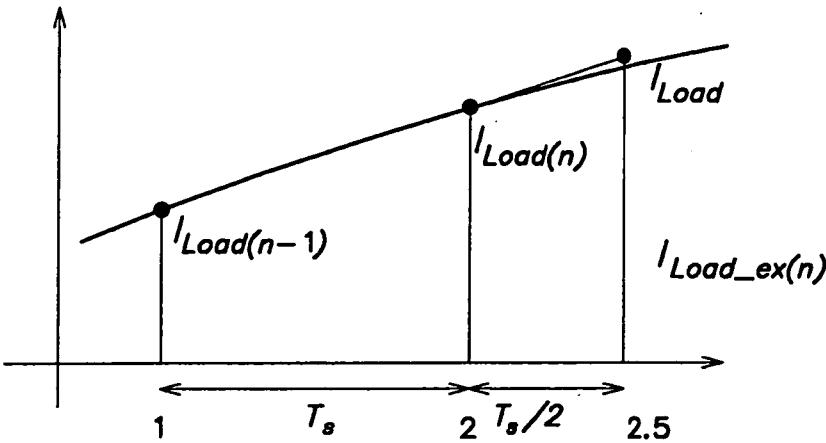


圖21

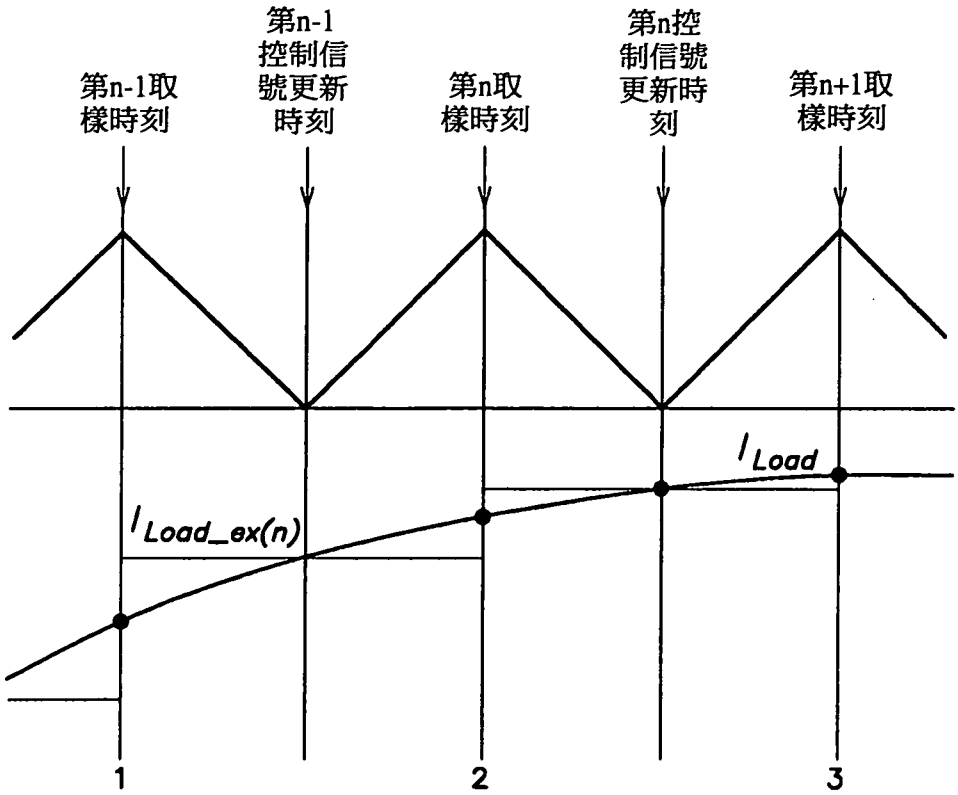


圖22

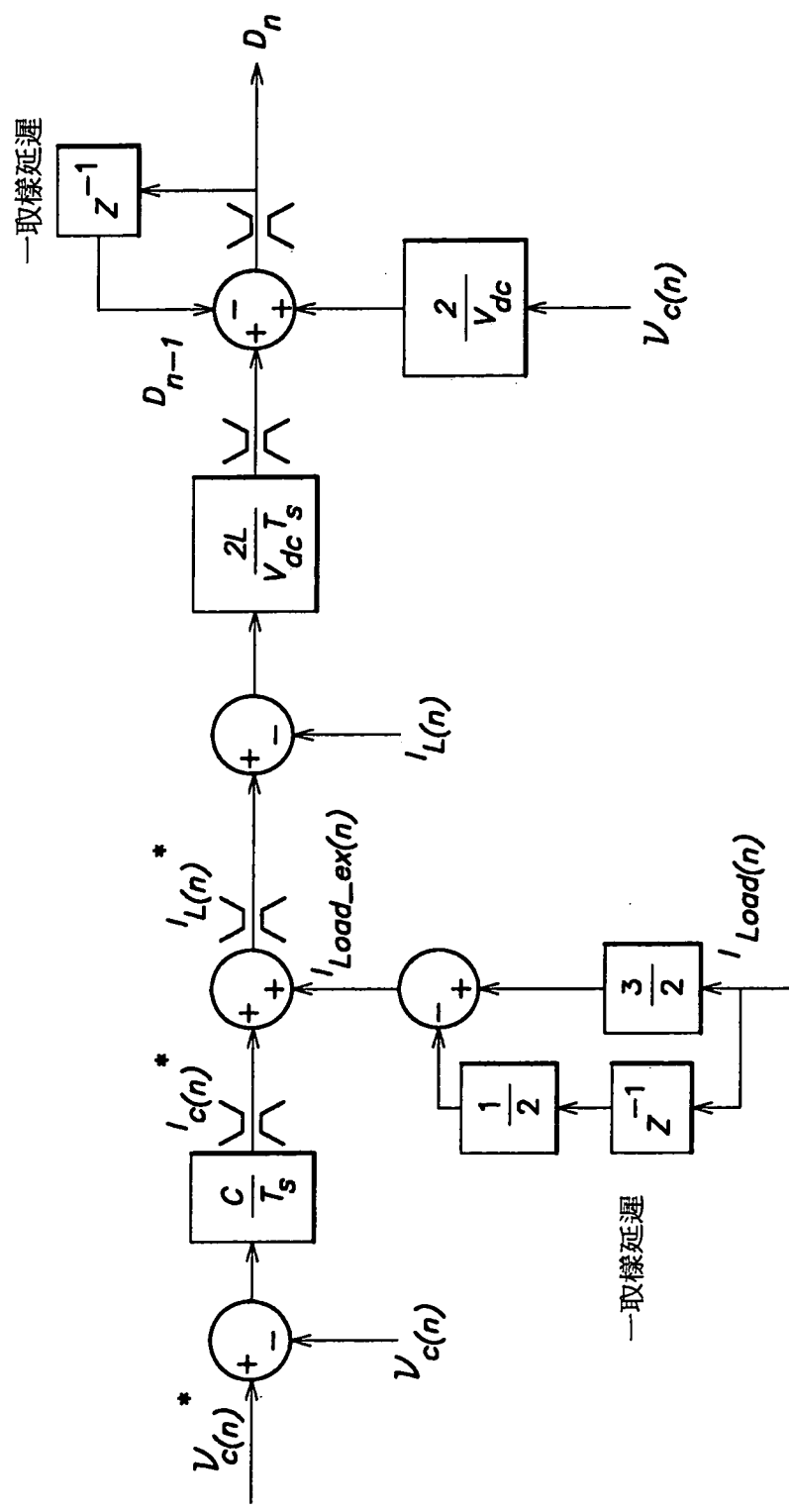


圖 23

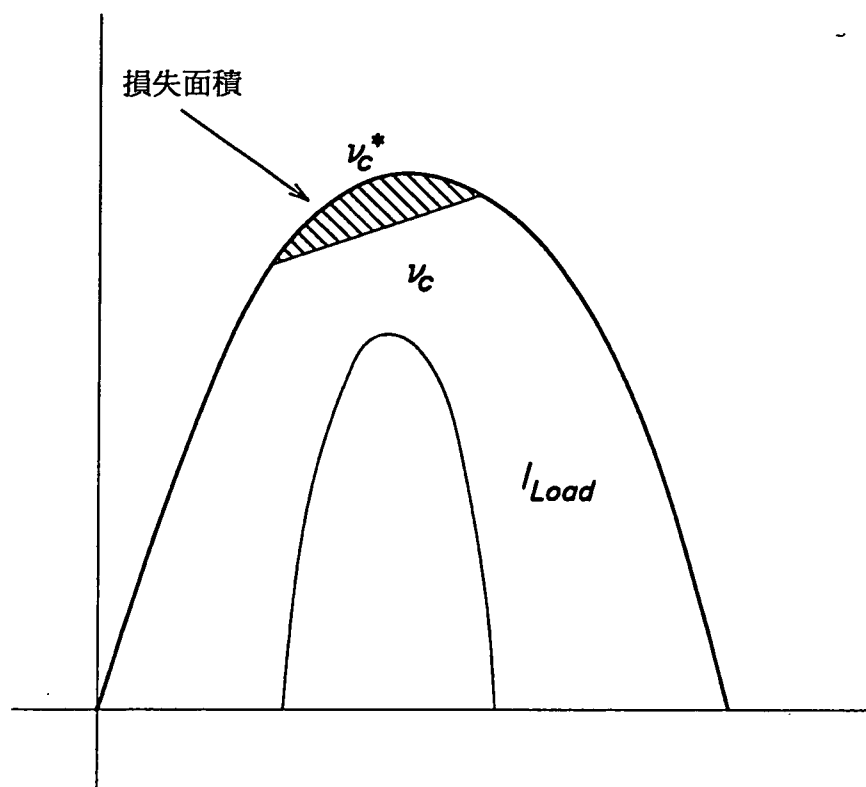


圖24

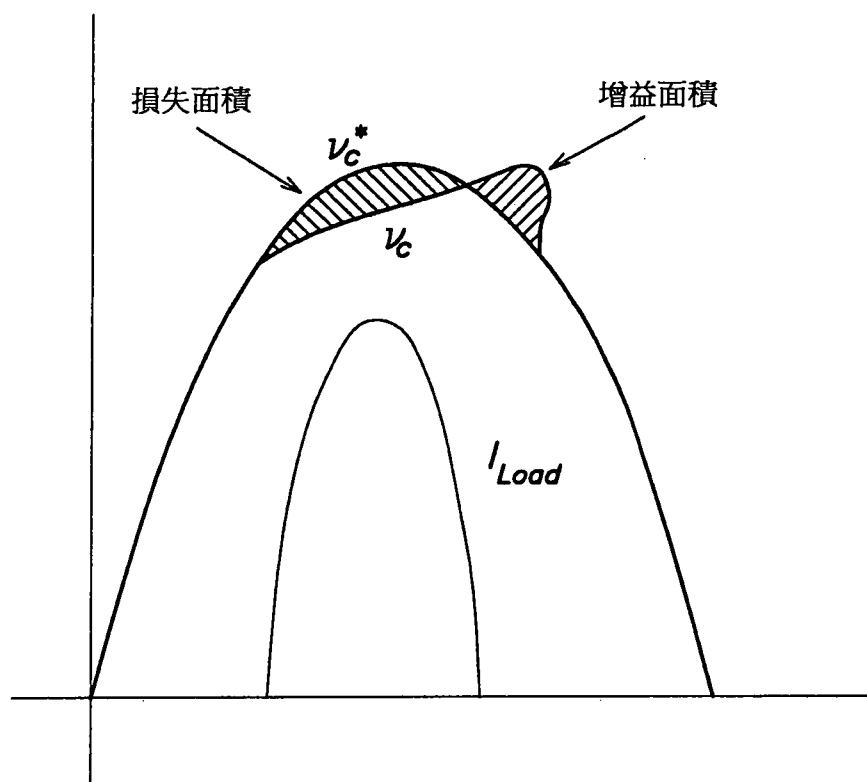


圖 25

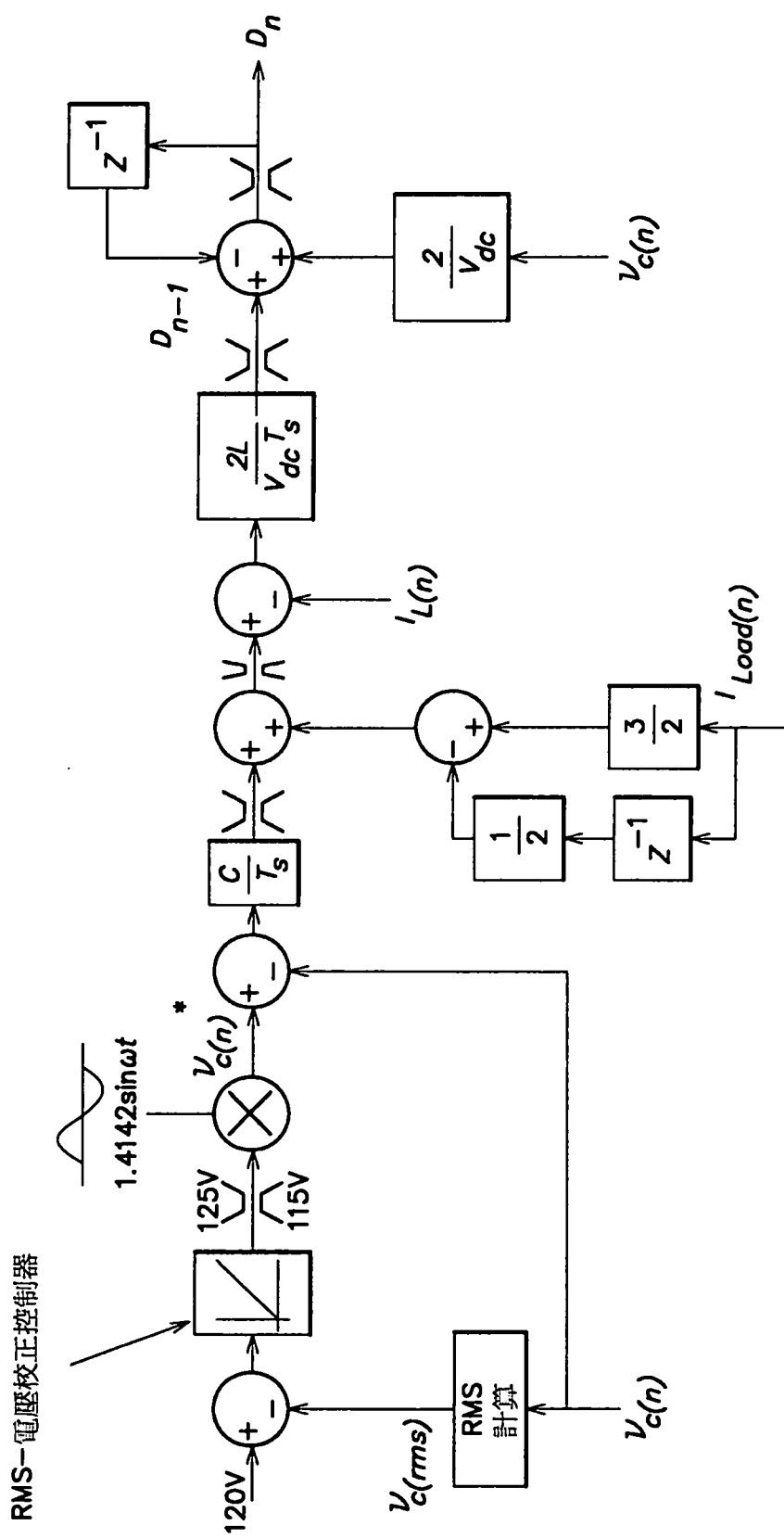


圖26