

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96104362

※ 申請日期：96.2.7

※IPC 分類：H02M 3/158 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有適應性及無損失的切換過程的切換網路部件以及用於操作此類
切換網路部件的方法

Schaltnetzteil mit adaptiven und verlustfreien Schaltvorgaengen

(英：switching net part with adaptive and loss-free switching procedures
and a process to operate such a switching net part)

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

羅伯特博斯奇股份有限公司

ROBERT BOSCH GMBH

代表人：(中文/英文)

1. 葛歐格 米勒 / MUELLER, GEORG

2. 彼得 默爾德納 / MOELDNER, PETER

住居所或營業所地址：(中文/英文)

德國 D-70442 斯圖加特，郵政信箱 30 02 20

POSTFACH 30 02 20, D-70442 STUTTGART, GERMANY.

國 籍：(中文/英文)

德國 / German

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 迪特 許特雷伯 / Streb, Dieter

2. 約謙 候伊塞 / Heusel, Jochen

3. 馬汀 紐伊伯格 / Neuburger, Martin

國 籍：(中文/英文)

1.2.3. 德國 / German

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，
其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

德國；2006.2.9；10 2006 005 853.4

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

一種用於將一輸入電壓(U_c)轉換成一輸出電壓(U_a)的切換網路部件，該部件可選擇性地往上操作或往下操作，且至少包含一電感(L)及數個開關(a)~(d)，利用該開關可將電感(L)切換到一功率電壓(3)(5)或一參考電壓(4)(6)，其中，該開關(a)~(d)中至少有一個只在大致無電壓時才切換。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- (1) 輸入端
- (2) 輸出端
- (3) 輸入電位
- (4) 結點
- (5) 功率端子
- (6) 結點
- (7) 結點
- (8) 結點

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於申請專利範圍第 1 項的引文的一種切換網路部件(Schaltnetzteil)(電源開關器)以及申請專利範圍第 7 項的引文的一種操作一切換網路部件的方法。

【先前技術】

切換網路部件用於將一電輸入值(特別是一直流電壓或直流電流)轉換成一個相關輸出值。此處的切換網路部件包含一電感及數個開關，利用該開關將該電感交替地對一供應電位及一參考電位(大多為接地)切換。開關一般被一電壓調節器控制，該電壓調節器調節輸出電壓或輸出電流。

在圖 1 及圖 2 中顯示直流電壓轉換器的二個基本形式，如在切換網路部件中常使用者。在此，圖 1 顯示一種脈動(getaktet)的向下轉換器(Abwärts-Wandler, 英:downward convertes)，圖 2 顯示一種脈動的向上轉換器(Aufwärts-Wandler, 英:upward converter)，例如在「Tietze/Schenk 的半導體電路技術的第 11 卷，979 頁起，Springer 出版社」所發表者。

圖 1 中所示的向下轉換器將一施在其輸入端(1)的輸入電壓 U_e 轉換成一在其輸出端(2)的輸出電壓 U_s 。在此，該輸出電壓 U_s 往往小於(或者至多等於)輸入電壓 U_e 。向下轉換器包含一個接在輸入端(1)與輸出端(2)之間的電感(L)以及兩個開關(a)(b)，利用該開關可將電感(L)交替地切換到輸入電位(3)[用開關(a)]或參考電位(特別是接地)[利用開關

(b)]。一個與輸出端(2)並聯的整平電容器用圖號 C 表示。

在該轉換器操作時，開關(a)(b)呈相反相位作振盪，並如此產生一交流電壓，其平均值依鍵入比例(Tastverhältnis, 英:key-in-ratio)而定，在輸入電壓 U_e 與 0 之間。輸出電壓 U_a 值為下式：
$$U_a = \frac{t_\lambda}{t_\lambda + t_{\text{出}}} \cdot U_e = \frac{t_\lambda}{T} \cdot U_e$$

在此在 t_λ 的時期中，開關(a)閉路[或開關(b)閉路]而在 $t_{\text{出}}$ 的期間，開關(a)開路(或開關(b)閉路)。此外 $T = t_\lambda + t_{\text{出}} = 1/f$ 為一脈動循環週期的期間。

圖 2 顯示一脈動的向上轉換器，它的構造和圖 1 的轉換器相似，但其中開關(c)(d)設在轉換器的輸出端(2)。此向上轉換器產生一輸出信號 U_a ，它大於或等於輸入信號 U_e 。如果開關 d 長時在閉路位置則 $U_a = U_e$ 。

如果開關(c)閉路[開關(d)閉路]，則在電感(L)中儲存能量，當開關(c)閉路而開關(d)閉路時，則此能量另外送到輸出端(2)。因此在輸出端(2)可產生比輸入端電壓 U_e 較高的輸出電壓 U_a 。此輸出電壓 U_a 也與鍵入比例有關，其中：

$$U_a = \frac{T}{t_{\text{出}}} \cdot U_e$$

由圖 1 及圖 2 所示的基本電路，可建構一種通用之向上/向下轉換器，例如圖 3 所示者。此通用轉換器主要包含一電感 L、二個輸入端側的開關(a)(b)、及二個輸出端側的開關(c)(d)。在作向下操作時，開關(a)(b)以一預設的鍵入比沿相反方向脈動，而開關(d)保持持續閉路。而在向上操作時，開關(c)及(d)脈動，而開關(a)保持持續閉路。這類轉換器亦稱反向/升壓(Buck/Boost)轉換器。

該由該先前技術習知之切換網路顯示有較大的切換損失，因此所達成效率較小。此外由於切換損失較大，因此幾不可能作較大的脈動頻率。此外此習知轉換器的 EMV 干擾式發射往往問題很多。

【發明內容】

因此本發明之一目的在提供一種具脈動之反向/升壓轉換器的切換網路部件，其切換損失及 EMV 發射要小得多。且它可達成儘量高的功率密度(可傳輸的功率/每單位體積)同時達成高效率。

此目的依本發明達成之道係利用申請專利範圍第 1 項及第 7 項的特點。本發明的其他特點見於申請專利範圍附屬項。

本發明一主要特點在於將一切換網路部件用一電感及數個開關操作，使得至少一開關只有在它大致無電壓的狀態切換。換言之，只有當該施在開關上的電壓等於零或很小時，該開關才切換。如此，與上述的先前技術不同者，不會切換到高功率，且切換損失對應地小。此外，如此可將 EMV 干擾性發射減到最少。因此可建構一種切換網路部件，它可用高脈動頻率操作，達成高功率密度，此外具高效率。

依本發明一較佳實施例，該切換網路部件的輸入端側有一第一開關，它將電感切換到一第一供電電位，並有一第二開關，它將電感切換到一參考電位(一般為接地)，而在輸出端側有一個對應之第三及第四開關。舉例而言，如

不採取該切換網路部件的輸入端及輸出端的各二個開關，也可設交替開關。後者在此處係指「第一及第二開關」或「第三及第四開關」。

此時該轉換器的操作方式使得至少有一開關(且宜所有的開關)只在它們大致無電壓的狀態切換。所有開關宜在一脈動週期內切換。此外本發明的反向／升壓轉換器在輸入端及在輸出端的開關與先前技術不同，從不同時反向切換。

依本發明一特別實施例，該切換網路部件包含至少一第一及一第二電容器，它們和第二及第三開關成並聯。利用這些電容器可產生一電壓，它可使輸入端側及輸出端側的開關在無電壓下切換。

該切換網路部件的操作方式宜使得在一脈動週期內有正電流及負電流經電感流過。如此該電容器可充電，因此可使開關在無電壓下切換。

開關宜控制成使電感在一第一階段磁化，至少一電容在一第二階段充電，而電感在隨後一第三階段去磁化。

本發明的轉換器就其輸入端及輸出端方面宜建構成對稱。

本發明在以下配合附圖為例詳細說明。

【實施方式】

關於圖 1 到圖 3 的說明請見前面的說明。

圖 4 顯示一向上／向下轉換器(10)的一實施例，它將一輸入電壓 U_e 轉換成一預設輸出電壓(可大於或小於輸入

電壓 U_e)。這種 DC/DC 轉換器也稱反向 / 升壓轉換器。轉換器(10)包含一電感(L)，它接到一輸入端側的功率端子(3)及一輸出端側的功率端子(5)，該電感(L)交替地磁化及去磁化。為此，該轉換器(10)包含數個開關(a)~(d)，利用它們可將電感(L)選擇性地切換到一功率電位(結點 3 或 5)或一參考電位(結點 4 或 6)。轉換器(10)在輸入端側包含一第一開關(a)及第二開關(b)。輸出端側有一對應之第三開關(c)及第四開關(d)。第一開關將電感(L)切換到結點(3)的功率電位，開關(b)將電感(L)切換到結點(4)的參考電位。個別的開關(a)~(d)被一電壓調節器(圖未示)對應地控制。

此外設有二個充電電容器(C_3)或(C_4)，它們在輸入端側或輸出端側並聯到開關(b)或(c)，且用於將施在結點(7)(8)的電位提高到輸入電壓 U_e 或輸出電壓 U_a ，或將電位降到參考電位。此外各有一整平電容器(C_1)或(C_2)並聯到輸入端(1)或輸出端(2)。

圖 5a 顯示經電感(L)的一典型電流走勢 i_L ，正如例如在轉換器的向上操作[升壓(Boost)操作]所發生者。在此 $U_a > U_e$ 。電流走勢(7)為週期性，週期 $T=1/f$ 。一如所能知悉者，在一切換週期中有正電流及負電流 i_L 流過電感(L)。

圖 5b 顯示該開關(a)~(d)在向上操作的個別切換狀態。在此狀態「高」表示「開關閉路」，狀態「低」表示「開關開路」。

在以下利用圖 6~圖 11 為例詳細說明個別的切換階段 $t_1 \sim t_6$ 。

圖 6 顯示在第一階段 t_1 時開關 (a)~(d) 的切換狀態 (見圖 5a)，其中電感 (L) 磁化。在此階段 t_1 ，開關 (a) 與 (c) 閉路，開關 (b) 與 (d) 開路 (亦見圖 5b)。有一呈線性增加的電流 i_L 流過電感 (L)，它流向參考電位 (接地)。在此，電感 (L) 磁化。圖 6b 顯示在電流走勢 (7) 中的相關階段 t_1 。

圖 7a 顯示在下一階段 t_2 時開關 (a)~(d) 的切換狀態，其中電容器 (C_3) 與 (C_4) 充電。在此階段，迄今呈閉路的開關 (a) 與 (c) 變到開路狀態，而開關 (b) 與 (d) 保持開路。如此，電容器 (C_4) 充電，而電容器 (C_3) 放電 (放電過程)，此外，電流 i_L 流經電感 (L)，但它達到一最大值然後減少 (見圖 7b)。

如果在電容器 (C_4) 的電壓 U_c 達到輸出電壓 U_a 的值，則開關 (d) 閉路，如果在電容器 (C_3) 的電壓 U_b 的值達到 0，則開關 (b) 閉路。此狀態示於圖 8b。在此二情形，切換過程可在無電壓之下達成，因為該在開關 (d) 或 (b) 上的電壓在切換時刻等於 0。電感 L 在開關 (b) 及 (d) 切換後去磁化。圖 8b 顯示在電流 i_L 中的相關相位 t_3 。

圖 9a 顯示在下一階段 t_4 中開關 (a)~(d) 的切換狀態，其中該電容器 (C_4) 從電壓 U_a 放電到 0V。如果流過電感 (L) 的電流走勢 i_L 略為負值，則開關 (d) 在先前階段 t_3 結束時才開路。然後，電容器 (C_4) 經開關 (b) 放電，如此有一負電路 i_L 流經電感 (L)，此電流慢慢變弱。在此階段 t_4 的對應電流走勢 i_L 示於圖 9b。

在下一階段 t_5 將負電流 i_L 儲存。如果在電容器 (C_4) 的電壓值達到 0，則將開關 (c) 閉路。此狀態示於圖 10a。然

後電流 i_L 宛如在迴路中循環流動，並因而被儲存，圖 10b 顯示在階段 t_s 中的相關電流走勢 i_L 。

圖 11 顯示下一階段 t_6 的開關(a)~(d)的切換位置，其中電容器(C_3)充電到輸入電壓(U_e)。為此，開關(b)開路，而另一開關(c)保持閉路。在此，電容器(C_3)可一直充電。如果電壓 U_b 已達輸入電壓 U_e ，則開關再閉路，且隨著電容(L)磁化開始一個新的脈波週期。

圖 12a 及 12b 顯示在圖 4 之 DC/DC 轉換器另一操作方式時個別開關(a)~(d)的電流走勢 i_L 及切換狀態，其中輸出電壓 U_a 大約等於輸入電壓 U_e 。此處電流走勢 i_L 包括一磁化階段 t_1 、隨後為一放電階段 t_2 、一去磁階段 t_3 、另一放電階段 t_4 、另一去磁階段 t_5 、一放電階段 t_6 、一儲存階段 t_7 、及另一放電階段 t_8 。電流走勢 i_L 平均大於 0，因此功率從輸入端(1)送到輸出端(2)。電流走勢可在一最大限度負荷(7b)及一最小負荷(7a)(開轉負荷)之間變化。

【圖式簡單說明】

圖 1 係一習知向下轉換器，

圖 2 係一習知之向上轉換器，

圖 3 係一習知之向上／向下轉換器，

圖 4 係依本發明第一實施例的一向上／向下轉換器的示意電路圖，

圖 5a 係在一脈動週期時之電感電流的走勢，

圖 5b 係在一脈動週期時個別開關的切換階段，

圖 6a 係在第一切換階段的向上／向下轉換器，

圖 6b 係在圖 6a 的切換階段時的電流走勢，
 圖 7a 係在一第二切換階段的向上／向下轉換器，
 圖 7b 係在第二切換階段時的電流走勢，
 圖 8a 係該向下／向下轉換器在第三切換階段，
 圖 8b 係在第三切換階段的電流走勢，
 圖 9a 係該向上／向下轉換器在第四切換階段，
 第 9b 係第四切換階段的電流走勢，
 圖 10a 係該向上／向下轉換器在第五切換階段，
 圖 10b 係第五切換階段的電流走勢，
 圖 11a 係該向上／向下轉換器在第六切換階段，
 圖 11b 係第六切換階段的電流走勢，
 圖 12a 係在另一操作方式該電感電流之電流走勢，
 圖 12b 係在一脈波週期時個別開關的切換狀態。

【主要元件符號說明】

- | | |
|---------|------------------|
| (1) | 輸入端 |
| (3) | 輸入電位 |
| (4) | 結點 |
| (5) | 功率端子 |
| (7)(8) | 結點 |
| (10) | 向上/向下轉換器(切換網路部件) |
| (U_a) | 輸出信號 |
| (U_e) | 輸入電壓 |
| (U_s) | 輸入電壓 |
| (L) | 電感 |

(a)(b)(c) 開關

C 整平電容器

(C₁)(C₂) 電容器

(C₃)(C₄)

十、申請專利範圍：

1. 一種用於將一輸入電壓(U_e)轉換成一輸出電壓(U_a)的切換網路部件，該部件可選擇性地往上操作或往下操作，且至少包含一電感(L)及數個開關(a)~(d)，利用該開關可將電感(L)切換到一功率電位(3)(5)或一參考電位(4)(6)，其中：

第一開關(a)將電感(L)切換到功率端子的功率電位(3)，

第一開關(b)將電感(L)切換到參考電位(4)，而在輸出端有一第三開關(c)及一第四開關(d)，其中分別設有充電電容器(C_3)及(C_4)，該電容器的輸入端及輸出端接成和開關(b)(c)並聯且用於將結點(7)(8)的電位分別升到輸入電壓 U_e 及輸出電壓 U_a ，或將該電位下降到參考電壓，該開關(a)~(d)中至少有一個只在大致無電壓時才切換，其中該開關(a)~(d)被一電壓調節器對應地控制。

2. 如申請專利範圍第 1 項之切換網路部件，其中：

該開關(a)~(d)切換的方式使得在一切換週期(T)內有正電流及負電流(i_L)流過該電感(L)。

3. 如申請專利範圍第 1 或第 2 項之切換網路部件，其中：

所有開關(a)~(d)在一週期(T)內切換。

4. 如申請專利範圍第 3 項之切換網路部件，其中：

該切換網路部件(10)包含一第一電容器(C_1)及一第二電容器(C_2)，二者分別和第二開關(b)及第三開關(c)對參考電位(4)(6)成並聯。

5.如申請專利範圍第4項之切換網路部件，其中：

該開關(d)的操作方式使電感(L)在第一階段(t_1)磁化，電容器(C_1)(C_2)之一在第一階段(t_1)充電，且該電感(L)在第一階段之後之第三階段(t_3)去磁化。

6.如申請專利範圍第3項之切換網路部件，其中：

所有四個開關(a)~(d)只在它們無電壓時才切換。

7.一種用於將一申請專利範圍第1項的切換網路部件(10)操作的方法，其特徵在：開關(a)~(d)中至少一個只在大致無電壓時才切換，且

該開關(a)~(d)的切換方式使得在一切換週期內有正電流及負電流(i_L)流過電感(L)。

8.如申請專利範圍第7項之方法，其中：

該切換網路部件(10)在輸入端側包含一第一開關(a)及一第二開關(b)，在輸出端側包含一個對應的第三開關(c)及第四開關(d)，第一開關將電感(L)切換到功率電位(8)，第二開關將電感(L)切換到參考電位(4)，其中該切換網路部件的操作方式使得所有開關(a)~(d)在一週期(T)之內切換。

9.如申請專利範圍第8項之方法，其中：

該開關(a)~(d)的操作方式使電感(L)在第一階段(t_1)中磁化，有一電感器(C_1)(C_2)與第二開關(b)或第三開關(c)並聯且在第一階段(t_1)充電，而電感(L)在第一階段之後之第三階段(t_3)去磁化。

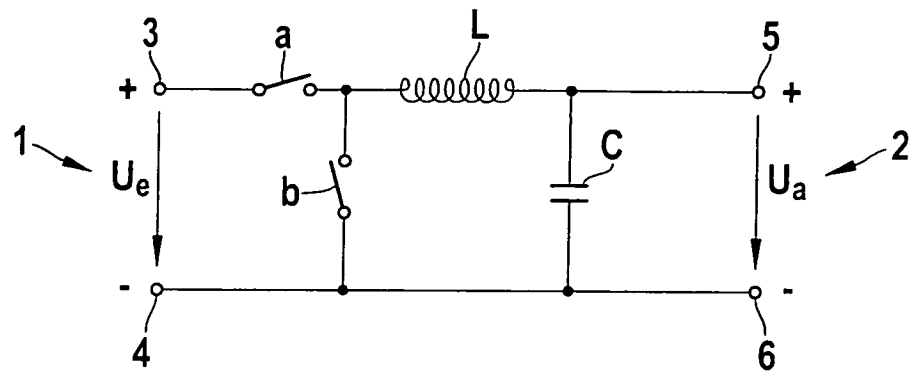


圖 1

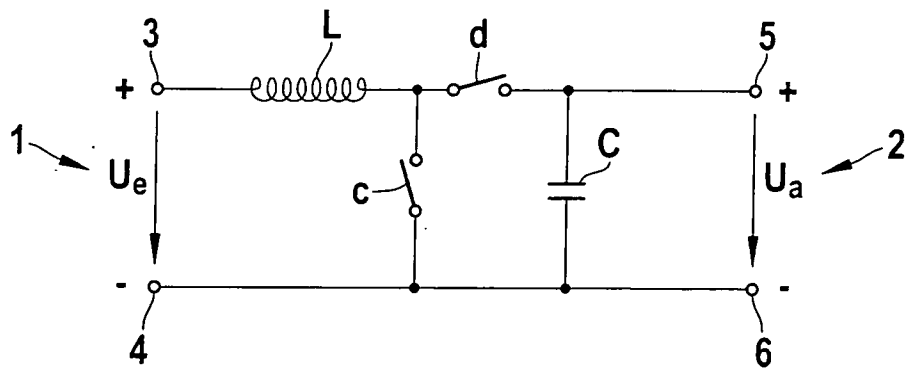


圖 2

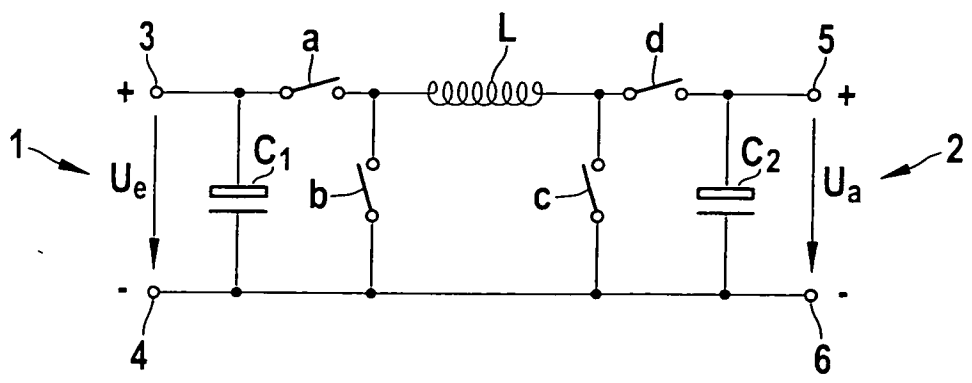


圖 3

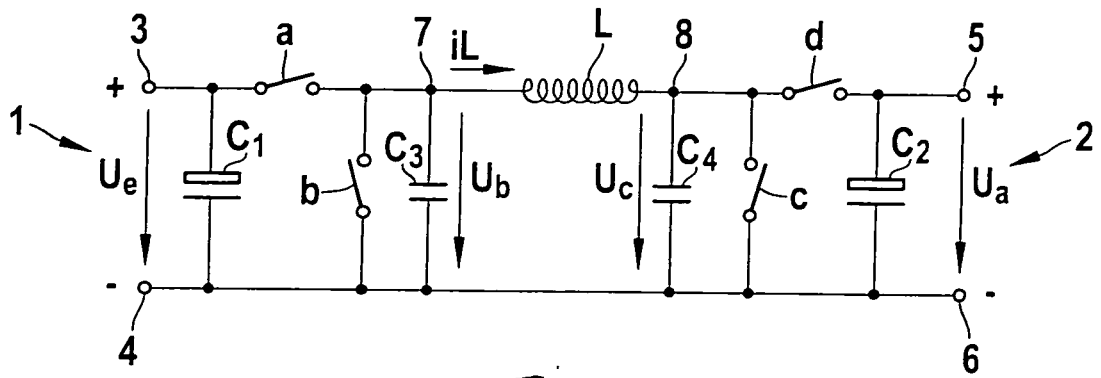
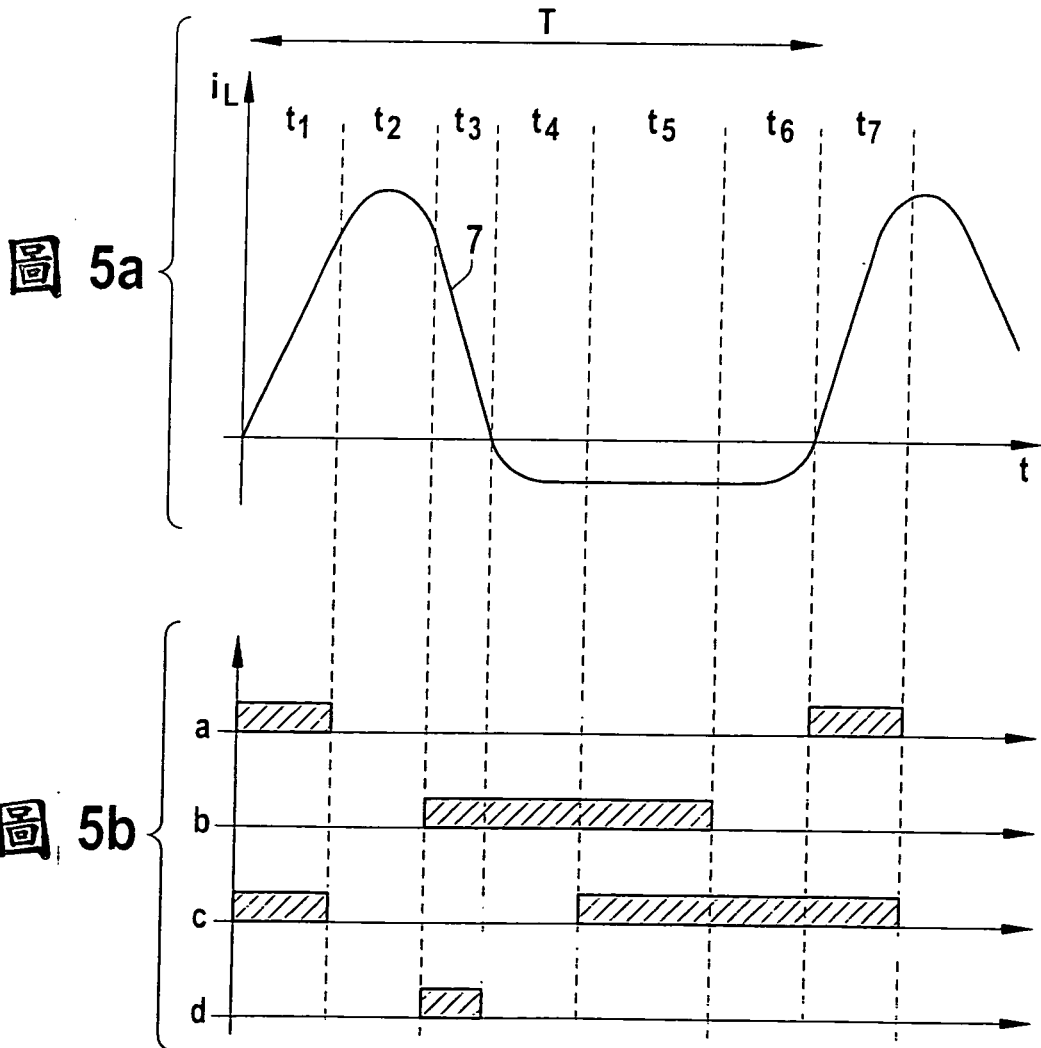


圖 4



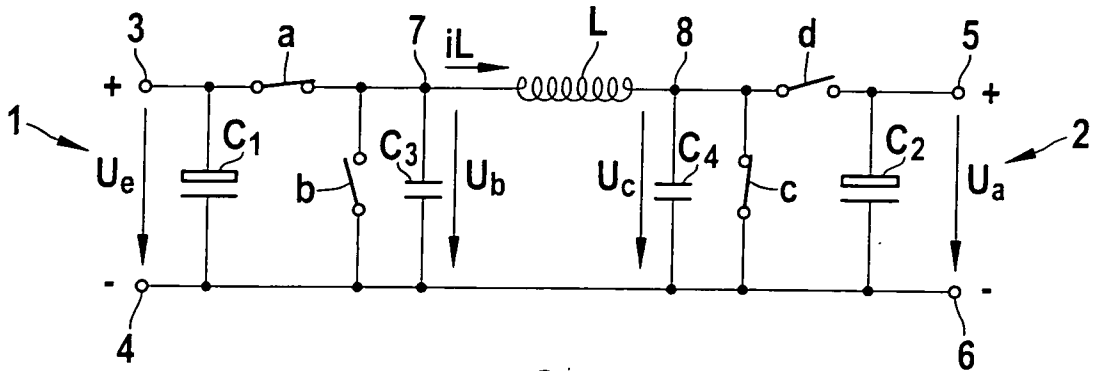


圖 6a

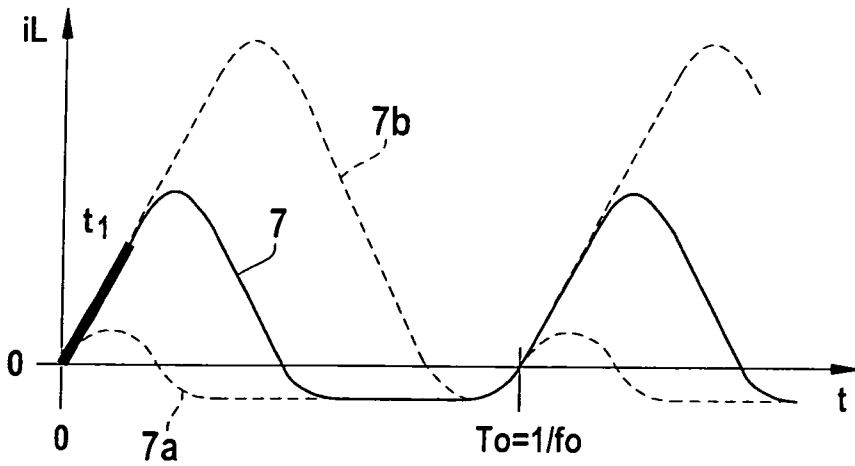


圖 6b

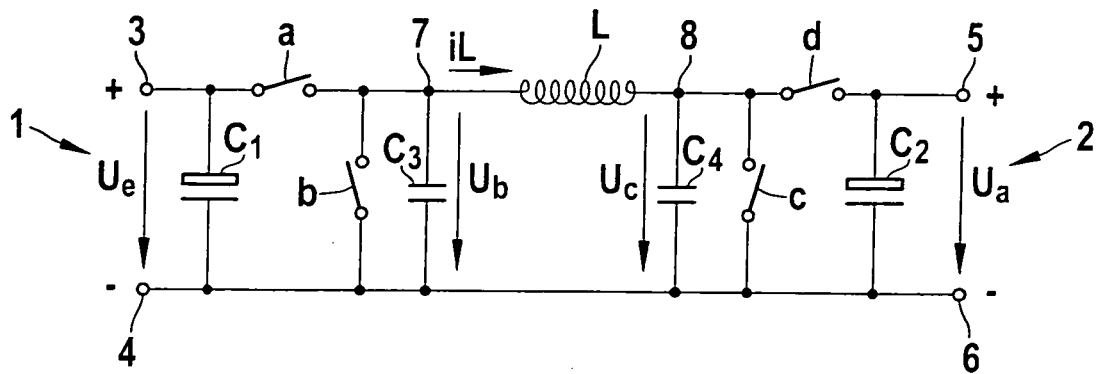


圖 7a

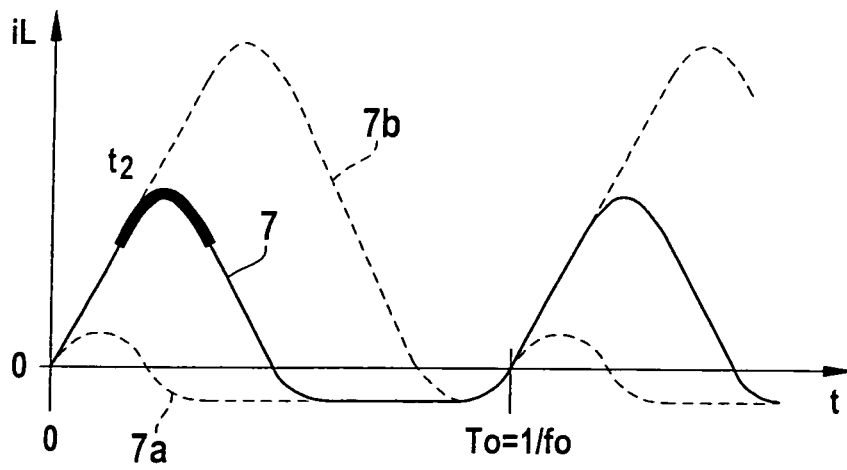


圖 7b

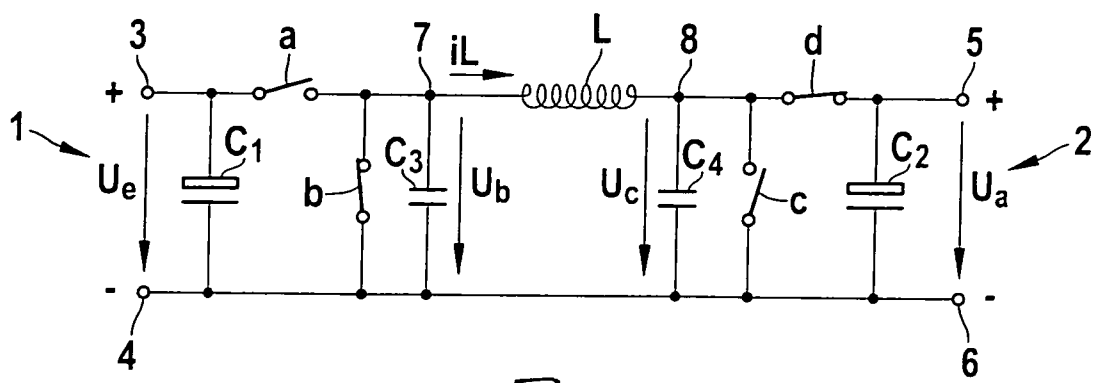


圖 8a

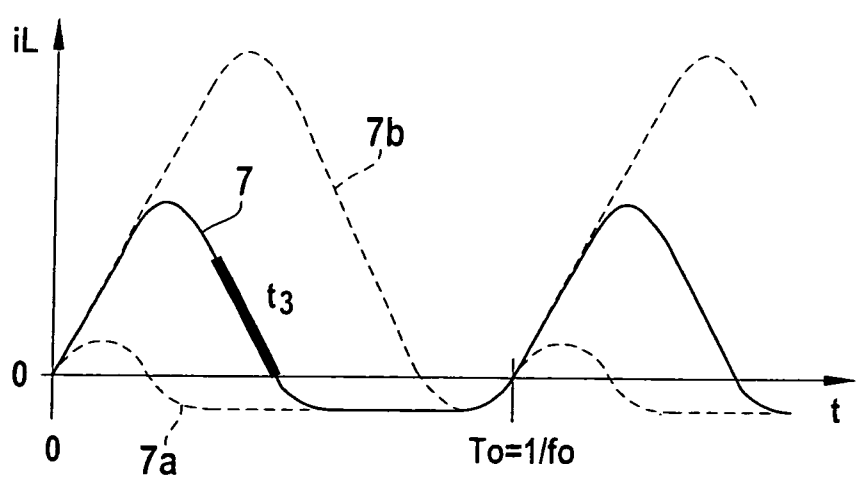


圖 8b

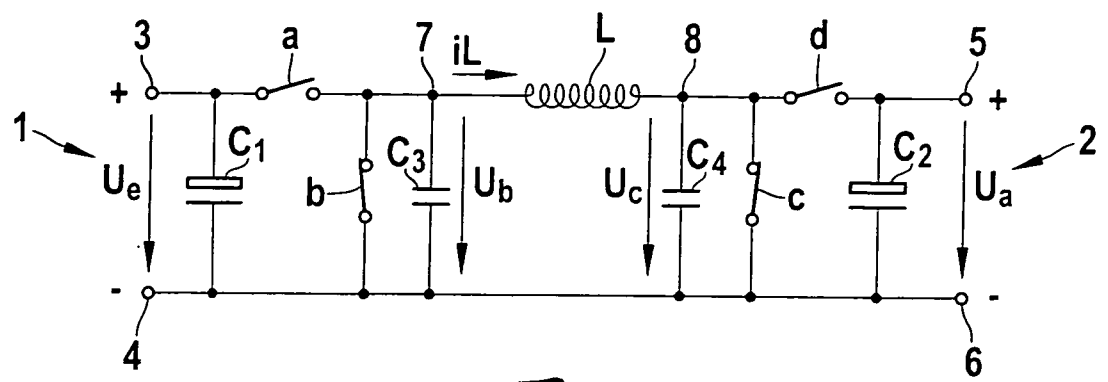


圖 10a

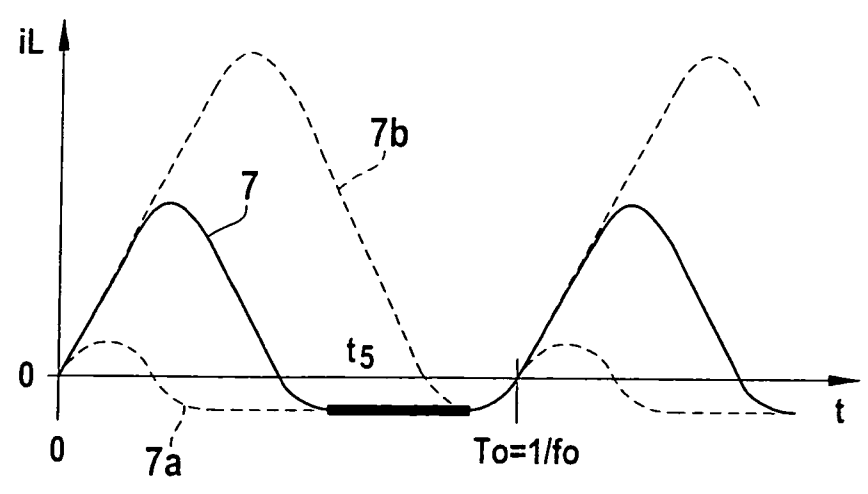


圖 10b

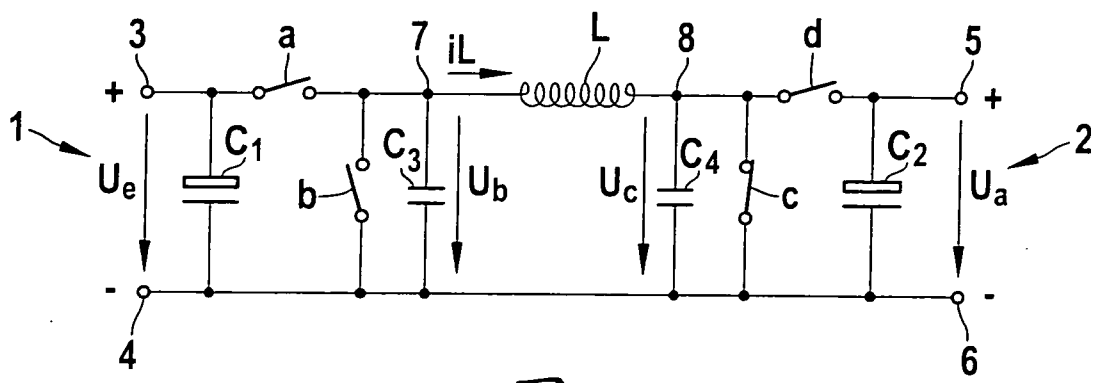


圖 11a

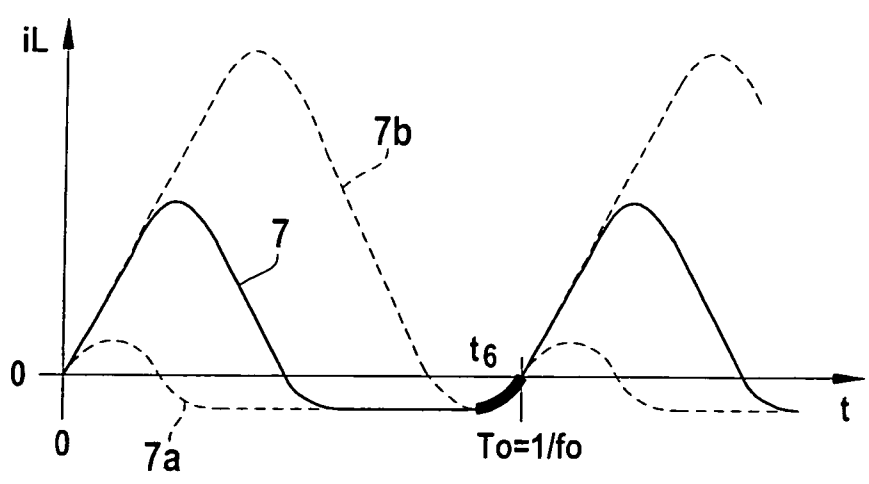


圖 11b

