[19]中华人民共和国专利局

[11] 授权公告号 CN 1028943C

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92110724.2

[51]Int.Cl[5]

[45]授权公告日 1995 年 6 月 14 日

H02M 7/537

[24]颁证日 95.3.24

[21]申请号 92110724.2

[22]申请日 92.9.17

[30]优先权

[32]91.9.17 [33]US[31]761,113

[73]专利权人 奥蒂斯电梯公司 地址 美国康涅狄格州

[72]发明人 V·布拉斯科

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王 岳 曹济洪

H02M 7/48

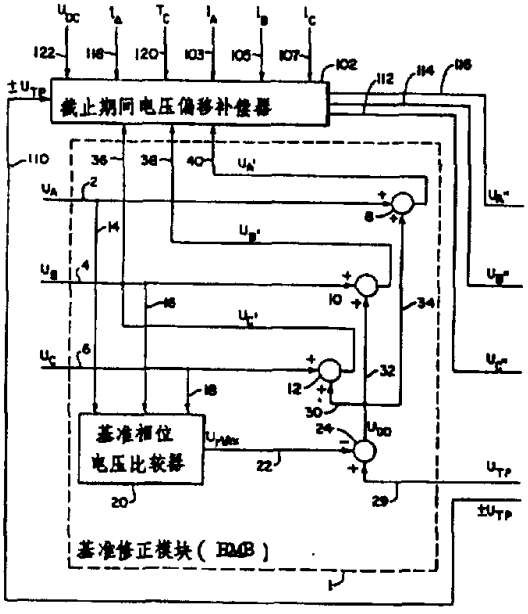
H02M 7/12

说明书页数: 附图页数:

[54]发明名称 逆变器和变换器的截止期间电压偏移补偿方法和装置

[57]摘要

根据本发明提供三个基准电压；b）检出这些电压中的最大电压；c）将最大电压从用于形成 PWM 信号的三角波峰值中减去；d）把差值加到每个基准电压上，以便为截止期间损耗补偿器形成三个第一添增基准电压；e）如果电压变换电桥未饱和，并且，加入截止期间偏移电压补偿信号不会引致饱和，则将截止期间电压偏移补偿信号加到该第一添增基准电压上，以补偿由截止期间引起的电压偏移；由此，提供第二添增基准信号；f）把已补偿的信号加到 PWM 部分上，该 PWM 部分又将 PWM 信号加到三相电桥上。



1．用于补偿在脉宽调制（PWM）逆变器输出电压中电压偏移的方法，所述逆变器包括具有三个臂的电桥，所述 PWM 采用载波信号，该载波信号的幅度具有正峰值和负峰值，其特征在于该方法包括以下步骤：

提供若干个基准电流信号，每个基准电流从其相邻基准电流上移动一个相角，每个基准电流与每个臂有关；

为脉宽调制电路提供若干个第一添增基准电压信号，每个第一添增基准电压与所述基准电流信号之一的单一信号有关；

根据所述逆变器直流母线电压、截止期间和所述载波信号周期来计算截止期间补偿电压信号；

当所述逆变器未饱和，并且，下述相加步骤不引起所述逆变器饱和的情况下，将截止期间电压偏移信号加到所述第一添增基准电压信号上，由此，提供第二添增基准信号。

2．用于补偿在脉宽调制（PWM）变换器输出电压中电压偏移的方法，所述变换器包括具有三个臂的电桥，所述 PWM 采用载波信号，该载波信号的幅度具有正峰值和负峰值，其特征在于该方法包括以下步骤：

提供若干个基准电流信号，每个基准电流从其相邻基准电流上移动一个相角，每个基准电流与每个臂有关；

为脉宽调制电路提供若干个第一添增基准电压信号，每个第一添增基准电压与所述基准电流信号之一的单一信号有关；

根据所述变换器直流母线电压、截止期间和所述载波信号周期来计算截止期间补偿电压信号；

当所述变换器未饱和，并且，下述相加步骤不引起所述变换器饱和的情况下，将截止期间电压偏移信号加到所述第一添增基准电压信号上，由此，提供第二添增基准信号。

3．用于补偿在脉宽调制（PWM）逆变器输出电压中电压偏移的方法，所述逆变器包括具有三个臂的电桥，所述 PWM 采用载波信号，该载波信号的幅度具有正峰值和负峰值，其特征在于该方法包括以下步骤：

提供若干个基准电流信号，每个基准电流从其相邻基准电流上移动一个相角，每个基准电流与每个臂有关；

为脉宽调制电路提供若干个第一添增基准电压信号，每个第一添增基准电压与所述基准电流信号之一的单一信号有关；

根据所述逆变器直流母线电压、截止期间和所述载波信号周期来计算截止期间补偿电压信号；

提供所述截止期间电压偏移补偿信号与所述基准电流之一的具有极性的幅度值的乘积；

将所述乘积与所述第一添增基准电压信号之一相加，并提供和值；

提供第二添增基准电压信号，它包括以下步骤：

将所述正峰值与所述第一添增基准电压信号相比较，并且，当所述第一添增基准电压信号大于所述正峰值时，提供其值等于该正峰的所述第二添增基准电压信号；

将所述负峰值与所述第一添增基准电压信号相比较，并且，当所述第一添增基准电压信号小于所述负峰值时，提供其值等于该负峰值的所述第二添增基准电压信号；

将所述和值与所述正峰值相比较，并且，当所述正峰值小于所述

和值时，提供其值等于所述第一添增基准电压信号幅度值的所述第二添增基准电压信号；

将所述和值与所述负峰值相比较，并且，当所述负峰值小于所述和值时，提供其值等于所述第一添增基准电压信号幅度值的所述第二添增基准电压信号；

如果所述和值既不大于也不小于所述正、负峰值，则提供其值等于所述和值的所述第二添增基准电压信号。

4．用于补偿在脉宽调制（PWM）变换器输出电压中电压偏移的方法，所述变换器包括具有三个臂的电桥，所述PWM采用载波信号，该载波信号的幅度具有正峰值和负峰值，其特征在于该方法包括以下步骤：

提供若干个基准电流信号，每个基准电流从其相邻基准电流移动一个相角，每个基准电流与每个臂有关；

为脉宽调制电路提供若干个第一添增基准电压信号，每个第一添增基准电压与所述基准电流信号之一的单一信号有关；

根据所述变换器直流母线电压、截止期间和所述载波信号周期来计算截止期间补偿电压信号；

提供所述截止期间电压偏移补偿信号与所述基准电流之一的具有极性的幅度值的乘积；

将所述乘积与所述第一添增基准电压信号之一相加，并提供和值；

提供第二添增基准电压信号，它包括以下步骤：

将所述正峰值与所述第一添增基准电压信号相比较，并且，当所述第一添增基准电压信号大于所述正峰值时，提供其值等于该正峰的所述第二添增基准电压信号；

将所述负峰值与所述第一添增基准电压信号相比较，并且，当所述第一添增基准电压信号小于所述负峰值时，提供其值等于该负峰的所述第二添增基准电压信号；

将所述和值与所述正峰值相比较，并且，当所述正峰值小于所述和值时，提供其值等于所述第一添增基准电压信号幅度值的所述第二添增基准电压信号；

将所述和值与所述负峰值相比较，并且，当所述负峰值小于所述和值时，提供其值等于所述第一添增基准电压信号幅度值的所述第二添增基准电压信号；

如果所述和值既不大于也不小于所述正、负峰值，则提供其值等于所述和值的所述第二添增基准电压信号。

5．用于补偿在脉宽调制（PWM）逆变器输出电压中电压偏移的装置，所述逆变器包括具有三个臂的电桥，所述PWM采用载波信号，该载波信号的幅度具有正峰值和负峰值，其特征在于该装置包括：

用于提供若干个基准电流信号的装置，每个基准电流从其相邻基准电流上移动一个相角，每个基准电流与每个臂有关；

用于为脉宽调制电路提供若干个第一添增基准电压信号的装置，每个第一添增基准电压与所述基准电流信号之一的单一信号有关；

根据所述逆变器直流母线电压、截止期间和所述载波信号周期用来计算截止期间补偿电压信号的装置；

用来提供所述截止期间电压偏移补偿信号与所述基准电流之一的具有极性的幅度值的乘积的装置；

用于将所述乘积与所述第一添增基准电压信号之一相加，并提供和值的装置；

用于提供第二添增基准电压信号的装置，它包括：

用于将所述正峰值与所述第一添增基准电压信号相比较的第一装置，并且，当所述第一添增基准电压信号大于所述正峰值时，由该装置提供其值等于该正峰的所述第二添增基准电压信号；

用于将所述负峰值与所述第一添增基准电压信号相比较的第二装置，并且，当所述第一添增基准电压信号小于所述负峰值时，由该装置提供其值等于该负峰的所述第二添增基准电压信号；

用于将所述和值与所述正峰值相比较的第三装置，并且，当所述正峰值小于所述和值时，由该装置提供其值等于所述第一添增基准电压信号幅度值的所述第二添增基准电压信号；

用于将所述和值与所述负峰值相比较的第四装置，并且，当所述负峰值小于所述和值时，由该装置提供其值等于所述第一添增基准电压信号幅度值的所述第二添增基准电压信号；

如果所述和值既不大于也不小于所述正、负峰值时，用于提供其值等于所述和值的所述第二添增基准电压信号的装置。

6．用于补偿在脉宽调制（PWM）变换器输出电压中电压偏移的装置，所述变换器包括具有三个臂的电桥，所述PWM采用载波信号，该载波信号的幅度具有正峰值和负峰值，其特征在于该装置包括：

用于提供若干个基准电流信号的装置，每个基准电流从其相邻基准电流上移动一个相角，每个基准电流与每个臂有关；

用于为脉宽调制电路提供若干个第一添增基准电压信号的装置，每个第一添增基准电压与所述基准电流信号之一的单一信号有关；

根据所述变换器直流母线电压、截止期间和所述载波信号周期用来计算截止期间补偿电压信号的装置；

用来提供所述截止期间电压偏移补偿信号与所述基准电流之一的具有极性的幅度值的乘积的装置；

用于将所述乘积与所述第一添增基准电压信号之一相加，并提供和值的装置；

用于提供第二添增基准电压信号的装置，它包括：

用于将所述正峰值与所述第一添增基准电压信号相比较的第一装置，并且，当所述第一添增基准电压信号大于所述正峰值时，由该装置提供其值等于该正峰的所述第二添增基准电压信号；

用于将所述负峰值与所述第一添增基准电压信号相比较的第二装置，并且，当所述第一添增基准电压信号小于所述负峰值时，由该装置提供其值等于该负峰的所述第二添增基准电压信号；

用于将所述和值与所述正峰值相比较的第三装置，并且，当所述正峰值小于所述和值时，由该装置提供其值等于所述第一添增基准电压信号幅度值的所述第二添增基准电压信号；

用于将所述和值与所述负峰值相比较的第四装置，并且，当所述负峰值小于所述和值时，由该装置提供其值等于所述第一添增基准电压信号幅度值的所述第二添增基准电压信号；

如果所述和值既不大于也不小于所述正、负峰值时，用于提供其值等于所述和值的所述第二添增基准电压信号的装置。

说　　明　　书 CPEL 925350

方法和装置

逆变器和变换器的截止期间电压偏移补偿器

本发明涉及脉宽调制（ PWM ） 逆变器和变换器，具体讲，涉及截止时间间隔对那些逆变器和变换器输出电压的影响。

在 PWM 逆变器和变换器中，相电压包括一系列与基频相比持续时间较短的矩形脉冲。这些脉冲的幅度恒定，而脉宽可变。

逆变器的输出电压波形为周期性倒相以提供基频的脉冲串。如果采用三角比较脉宽调制方法，则输出脉冲串的重复频率为载频 fc 。形成每半周期的脉冲宽度的改变对 RMS 电压幅度进行控制。这种改变或调制实际上是通过多种技术达到的。常见的技术称为三角或次谐波方法，其中控制电源电路开关的脉冲持续时间由两个基准信号的交点确定：一个高频三角电压波和一个以基频变化的正弦电压。 PWM 信号用来以 fc 频率控制电桥中的开关。

理想情况下，当 PWM 信号改变到其无效状态时，例如，从逻辑 1 变为逻辑 0 时，在电桥电路每个臂上的晶体管应迅速关断。但是，在采用晶体管型电路的实际电路中，晶体管的瞬时关断是不可实现的。例如，当加到电桥臂中一对开关上的 PWM 信号从逻辑 1 变为逻辑 0 时，第一晶体管在第二晶体管导通后不能完全关断。这是由于在 PWM 激励信号改变到其无效状态（ 逻辑 0 ）后，晶体管需要有限的时间才能脱离饱和。这使电桥臂中的两个晶体管同时导通。由于这两个晶体管串联联接地跨在电源上，其同时导通将导致过大的电流和晶体管的损坏。为了避免这一问题，在驱动电桥电路的 PWM 信号中故意引入

截止期间。换言之，逆变器臂中第二开关的导通延迟了一个截止时间 t_Δ ，以避免经逆变器臂的短路。时间延迟 t_Δ 的持续时间足以保证逆变器臂中的两个晶体管在容许电桥电路这一对晶体管中的一个晶体管导通前被关断。截止期间的时间也称为静寂时间。

由于在截止时间内两个开关都是关断的，所以，在该时间间隔内，线与中线间的电压取决于负载电流的方向。当负载电流 i_A 为正时（从逆变器到负载），这形成电压损耗 $\Delta U_A = U_{DC} * [t_\Delta / T_c]$；当电流为负时，形成电压增益 $\Delta U_A = U_{DC} * [-t_\Delta / T_c]$，其中 t_Δ 等于截止时间间隔，T_c 等于载频的周期，U_d 为直流母线电压。需要的是使 ΔU_A 减到最小。

假定一个三相、三臂电源变换电桥（变换器或逆变器），同样的分析方法也适用于第二臂B和第三臂C。在相电流 i_A 、i_B 和 i_C 的过零点上 U_A 、U_B 和 U_C 的失真形成逆变器或变换器输出中诸如基频的三次、五次、七次谐波等。

需要补偿截止时间间隔，这是已知的（见Goff等人于1984年1月26日提交，1985年12月31日公开的题为“电流传感解调器”的美国专利4，562，386），因为截止期间引起了谐波方面的也早已被认识到的问题（Ned Mohan，Tore M.Underland，William P.Robbins 著”，“电源电子变换器、应用、以及设计”，1989年纽约John wiley & Sons 公司出版，第141－144页）。

用于补偿截止期间损耗的一种方法在颁发给Sakamoto 等人于1983年1月25日提交，1985年10月15日公开的美国专利4，547，719 中公开了，它依赖于电压反馈。这一装置采用用于

从电枢电压 U_c 中产生外加电压的电压变换电路，用于计算保持电路的输出电压与电压变换电路的输出电压之差的减法电路，用于积分由该减法电路产生的差的积分电路。换言之，逆变器电路的输出电压被反馈到 PWM 电路的前置级，以借助该反馈环路提高增益。但是，采用把微处理器用作电机控制电路一部分的电路装置时，需要为这些反馈环路提供单独的模拟电路。这一过程必须由快速模拟电路来实现，而且，不能由微处理器足够快地执行。这种解决方案结构复杂造价高。

用于补偿 PWM 截止时间的第二种装置在颁发给Kurakake 等人于1983年10月19日提交，1988年1月12日公开的美国专利4，719，400 中已作了描述。Kurakake 公开了一种电机控制装置，这种装置包括用于计算电流指令的算术电路、用于保持电流指令的保持电路，对保持电路的输出信号进行脉宽调制并备有相对于该输出信号的静寂区的 PWM 电路、以及由 PWM 信号控制电机的晶体管化放大器电路。算术电路将补偿信号加到电流指令上，以补偿由于截止时间引起的电机控制损耗，并将该结果提供给保持电路。它公开了一种对由截止时间引起的损耗和失真问题的解决方案，但却产生了另一个问题，即补偿无时不在。例如，当 PWM 电路被指令要接近于饱和时（电源电路中的互补开关全部导通），附加的补偿信号可能把 PWM 电路带入饱和并提供过大的负载电压。另一方面，当 PWM 电路被指令利用基准电压进入饱和时，截止期间的电压偏移信号可能把 PWM 电路带出饱和，由此，无意中减少了负载电压。总的说来，当 PWM 电路的工作接近于饱和时，无时不在的补偿将引起附加的负载电流失真。

本发明用于电压变换电桥中，这种电桥用于将交流电压变换为直

流电压或将直流电压逆变为交流电压。在具有与每个臂有关的三个基准相位电压U_A、U_B和U_C之一的三相电桥中，开关S_1、S_2或S_3（或其互补开关S_1^*、S_2^*或S_3^*）之一在有关电压U_A、U_B或U_C的幅度高于（或低于）其他两个基准电压的时间间隔内导通，且在这些时间内，补偿了截止期间的补偿损耗。根据本发明，（a）提供三个基准电压；（b）检出这些电压中的最大电压；（c）将最大电压从用于形成PWM信号的三角波峰值中减去；（d）把差值加到每个基准电压上，以便为截止期间损耗补偿器形成三个第一添增基准电压；（e）如果电压变换电桥未饱和，并且，加入截止期间偏移电压补偿信号不会引起饱和，则把截止期间电压偏移补偿信号加到该第一添增基准电压上，以补偿由截止期间引起的电压偏移，由此，提供第二添增基准电压信号；（f）把已补偿的信号加到PWM部分上，该PWM部分又将PWM信号加到三相电桥上。这种方法最大程度地减小了由采用截止期间所引起的电压偏移。

对于三相电源变换电桥，步骤（a）、（b）、（c）、（d）和（f）的结果是，当三个基准电压之一大于其他两个电压时，在电桥中三个互补对的开关之一导通，而在其它两个互补对中的每一对里的两个开关都响应于PWM信号断开和闭合，这样，仅有两个电流独立地受控于容许断开和闭合的两个互补对中的每一对，而与不容许开关的那个互补对有关的第三电流由其它两个电流来控制。使每个臂中的一个开关保持闭合基准电压周期的三分之一，就容许控制通过只接入电桥中的两个臂要控制的所有三个负载电流。步骤（e）包括，假定把由于采用截止期间所引起的电压偏移对于不连续导通的两个臂最小化了。对于逆变器来说，偏移处于局部平均的交流输出电压下。

对于变换器来说，偏移处于局部平均的交流输入电压下。

本发明的第一个目的是，通过将一个等于该偏移但极性相反的电压加到 PWM 输入端，而补偿由截止期间所引起的 PWM 逆变器输出电压的偏移。

本发明的第二个目的是，通过仅在 PWM 电路不饱和且下述相加也不使 PWM 电路饱和的情况下，将一个等于该偏移但极性相反的电压加到 PWM 输入端，而补偿由截止期间所引起的 PWM 逆变器输出电压的偏移。

本发明的第三个目的是，通过仅在 PWM 电路不饱和且下述相加也不使 PWM 电路饱和的情况下，这里 PWM 逆变器的每个臂轮流处于连续导通输入基准电压开关周期的三分之一，将一个等于该偏移的电压加到 PWM 输入端，而补偿由截止期间所引起的 PWM 逆变器输出电压的偏移。

图 1 示出用于在逆变器中实现本发明的方框图；

图 2 示出三相正弦电压 U_{ABC} 的电压对时间图，其中，调幅度 $m_A < 1$ ；

图 3 示出差信号 U_{DD} 的电压对时间图，图 2 与图 3 处于同一时基上，且 $m_A < 1$；

图 4 示出用于补偿该损耗的截止期间电压偏移补偿逻辑程序；

图 5 示出用于在变换器中实现本发明的电路。

图 1 示出用于在逆变器中实现本发明的方框图。它包括一基准修正模块（ RMB ）1 、PWM模块 3 和半导体电桥 5 。该电桥 5 可以是用于逆变器（ 图 1 ）的，由直流变交流，或是用于变换器（ 图 5 ）的，由交流变直流。对于逆变器，本发明补偿了该逆变器输出端的电压偏

移。对于变换器，本发明补偿了交流变换器输入端的电压偏移。PWM 3和电桥5一起包括电源变换电路7。RMB 1 响应于在导线2、4、6上的三个正弦基准电压U_A、U_B、U_C、三角电压U_T，并在导线36、38、40上产生三个第一添增基准电压（U_A' 和U_B' 和U_C'）。U_A 和U_B 和U_C 均为指令基准信号；直流电源从两个直流电压源$U_{DC}/2$ 中获得。三个基准电压（U_A 和U_B 和U_C）彼此相隔120°。第一添增基准电压（U_A' 和U_B' 和U_C'）也相隔120°。RMB 1 包括三个加法器8、10和12，基准电压比较器20和响应于载波信号U_T 的三角峰值U_{TP} 的大小的第四个加法器24。载波信号的大小具有正峰值U_{TP} 和负峰值$-U_{TP}$。三个基准电压（U_A 和U_B 和U_C）经导线2、4、6提供给RMB 1 及加法器8、10、12。在基准电压比较器20中，对于每个电压（U_A 和U_B 和U_C）的大小进行比较，并将在导线22上产生的最大基准电压U_{MAX}送到加法器24上。基准电压比较器20对两个基准电压进行比较，然后，对这两个中比较大的一个与第三个基准电压进行比较，以得到U_{MAX}。

在图1中，三角信号U_T 的恒定电压三角峰值U_{TP} 在PWM 3中产生，并从导线29上提供给加法器24。在加法器24中，从导线29上的三角峰值信号U_{TP} 中减去最大电压U_{MAX}，其差值U_{DD} 从导线30、32、34提供给加法器8、10、12。在加法器8、10、12上，把差值信号U_{DD} 加到每个基准电压信号（U_A 和U_B 和U_C）上，这样，产生第一添增基准电压信号（U_A' 和U_B' 和U_C'），这些信号再经导线36、38和40加到截止期间电压偏移补偿器102 上。在图1中，PWM 3 包括三个加法器

42、44、46，三个比较器48、50、52以及一个三角信号发生器54。加法器42、44、46中的每一个加法器都响应于在导线112、114、116上的第二添增基准电压信号（U_A'' 和 U_B'' 和 U_C''）和在导线47、49、51上的由三角信号发生器54提供的三角信号 U_T。三角信号发生器54还在导线29上提供 $+U_{TP}$。三角信号 U_T 具有峰值 $+U_{TP}$ 和 $-U_{TP}$。加法器42、44、46将误差信号（E_A 和 E_B 和 E_C）提供给比较器48、50、52。如果 E_A、E_B 或 E_C 大于零（即 U_X'' 大于 U_T），则有关比较器48、50或52的输出假定一个值 $U_{SX}''=1$，其中X为针对比较器48、50、52的A、B、C。这样，比较器48、50、52在导线53、55、57上产生开关信号（U_{SA}'' 和 U_{SB}'' 和 U_{SC}''），并将其提供给电桥5。电桥5包括三个臂56、58、60。

在图1中，每个臂都包括两个互补的半导体开关组件。第一个臂包括开关 S_1，旁路该开关的稳流二极管 D_1，以及互补开关组件即非门62，开关 S_1^* 以及旁路该开关的稳流二极管 D_1^*。第二个臂58包括开关 S_2，旁路该开关的稳流二极管 D_2 以及互补开关组件即开关 S_2^*，非门64和旁路该开关的稳流二极管 D_2^*。第三个臂60包括开关 S_3，旁路该开关的稳流二极管 D_3 以及互补开关组件即开关 S_3^*，非门66和旁路该开关的稳流二极管 D_3^*。

电桥5的第一、第二和第三臂56、58、60响应于在导线53、55、57上提供的开关信号（U_{SA}'' 和 U_{SB}'' 和 U_{SC}''）。例如，如果 E_A 大于零，即 U_A'' 大于 U_T，则比较器48设定一个值 $U_{SA}''=1$。开关 S_1 闭合且 S_1^* 断开。

调幅度 m_A 定义为正弦基准电压的峰值与峰值 U_{TP} 之比。对于

$m_A < 1$ 的情况，U_A 和 U_B 和 U_C 作为波形81、82、83示于图2。波形81、82、83的最上部分，即 U_A 和 U_B 和 U_C 的最大值，作为波形84、U_{MAX} 以粗黑线示出。三角峰值信号 U_{TP} 标在电压轴上。图2和3处于同一时基上，并且，分成三个部分“A”、“B”、“C”。

由加法器24在线24上产生的并等于 U_T 与 U_{MAX} 之差的差值信号（U_{DD}）在图3中以波形80示出。U_{DD} 引起 $U_{O'O}$ 变化，$U_{O'O}$ 为负载中点O'和电源中点O之间的电位差。

以微处理器为基体的截止期间电压偏移补偿器102响应于在导线36、38、40上的第一添增基准电压 U_X'（其中X为A、B或C），在导线103、105、107和导线104、106、108上与那些基准电压有关的基准电流 I_A、I_B、I_C，以及在导线110上的三角峰值信号 $\pm U_{TP}$。它在导线112、114、116上对每个电桥臂56、58、60提供三个第二添增基准电压信号（U_A'' 和 U_B'' 和 U_C''）。把在导线118、120、122上的 t_Δ、t_C 和 U_{DC} 也提供给截止期间电压偏移补偿器102，以提供截止期间电压补偿电压 ΔU_X（其中 t_Δ、t_C 和 U_{DC} 分别为截止期间、载波时间周期和直流母线电压）。

图4示出用于确定第二添增基准电压信号（U_A'' 和 U_B'' 和 U_C''）值的逻辑程序。对于逆变器，补偿逆变器输出端的电压偏移。图4的程序假定，如果基准电流 I_X（其中X为A、B、或C，且 I_A 与 U_A 有关，I_B 与 U_B 有关，等等）为正，就把截止期间补偿电压 ΔU_X 加到第一添增基准电压 U_X' 上。另一方面，如果基准电流 I_X 为负，则从第一添增基准电压 U_X' 中减去同一截止期间补偿

电压ΔU_X。

逆变器臂５６、５８、６０被定义为PWM 电路和有关的电桥臂。在图１中，有三个逆变器臂。逆变器臂５６的饱和出现在：例如，当提高PWM 电路的输入基准电压但电桥的输出电压得不到任何增大时。例如，提高U_A'，超过$\pm U_{TP}$，但来自该臂５６的逆变器输出电压得不到任何增大。

如果逆变器臂56未饱和，则该程序将补偿截止期间的电压偏移且补偿也不引起该逆变器臂饱和。由于如果U_X'超过$\pm U_{TP}$，则PWM 3饱和，所以，通过确定U_X'是在$\pm U_{TP}$之内还是在$\pm U_{TP}$之外，就可以确定逆变器臂是否饱和。通过确定V_X是否在$\pm U_{TP}$之内，还可确定补偿是否将引起饱和。

程序从步骤401 开始。如果U_X'大于或等于三角峰值U_{TP}（步骤404 是肯定的），则逆变器臂饱和，因而没有截止期间的电压补偿，并且，把PWM 3 上的输入U_X''设定为等于U_{TP}（步骤406）。如果第一添增基准电压U_X'等于或小于$-U_{TP}$（步骤404是否定的，且步骤408 是肯定的），就产生类似的结果；于是，把U_X''设定为等于$-U_{TP}$（步骤410）。如果步骤408 的结果是否定的，则逆变器臂５６不饱和。根据步骤408 是否定的，程序进入到步骤412 ，在这一步骤中，计算出（ａ）U_X'与（ｂ）乘以基准电流I_X的正负号函数的截止期间补偿电压（$\Delta U_X = U_{DC}^{*}[t_\Delta / T_C]$）的和$V_X$。如果和$V_X$小于或等于$-U_{TP}$（步骤414 是肯定的），或者大于或等于$U_{TP}$（步骤414是否定的和步骤416 是肯定的），则无补偿，因为补偿将使逆变器臂进入饱和；使U_X''与U_X'相同（步骤418）。如果和V_X处在由U_{TP}和$-U_{TP}$设定的界限之内

（步骤414 是否定的，且步骤416 是否定的），补偿将不引起饱和；因此，通过置U_X''等于V_X（步骤420），来补偿截止期间的电压偏移。因为正负号函数对于正的输入和负的输入提供1和－1的值，所以，如果基准电流I_X大于零，则将等于计算出的电压偏移的电压加到U_X' 上，如果基准电流I_X小于零，则从U_X' 中减去该电压。

本发明并非在整个时间内都对截止期间的电压偏移进行补偿，仅仅是在需要时，例如，对于在时间上相当于基准相位电压U_X的240°时才进行补偿。本发明在图1所示的逆变器电路中或图5所示的变换器中可以实现。平衡的负载元件70由电感器和三个正弦电源U_D、U_E和U_F来代替。

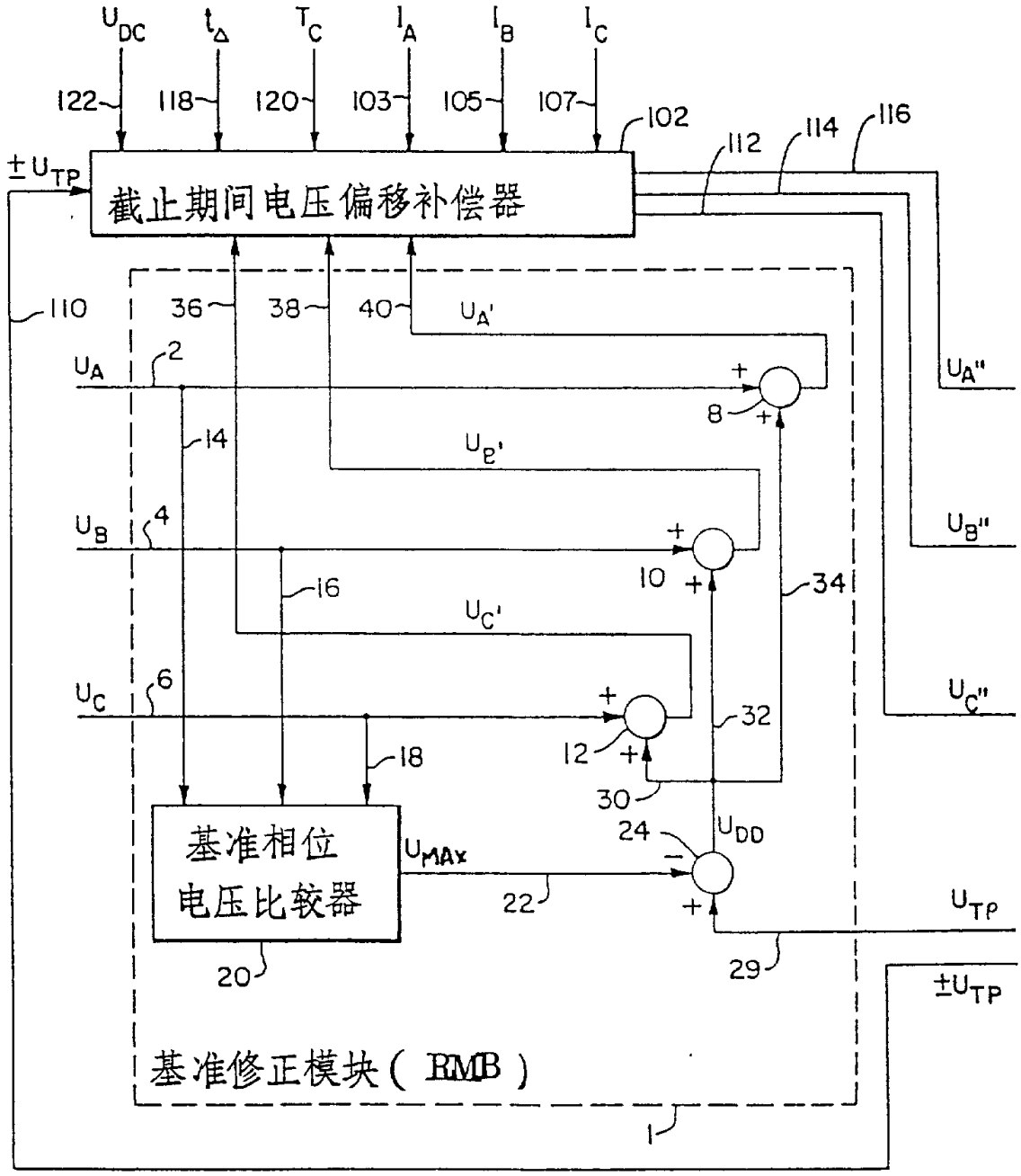
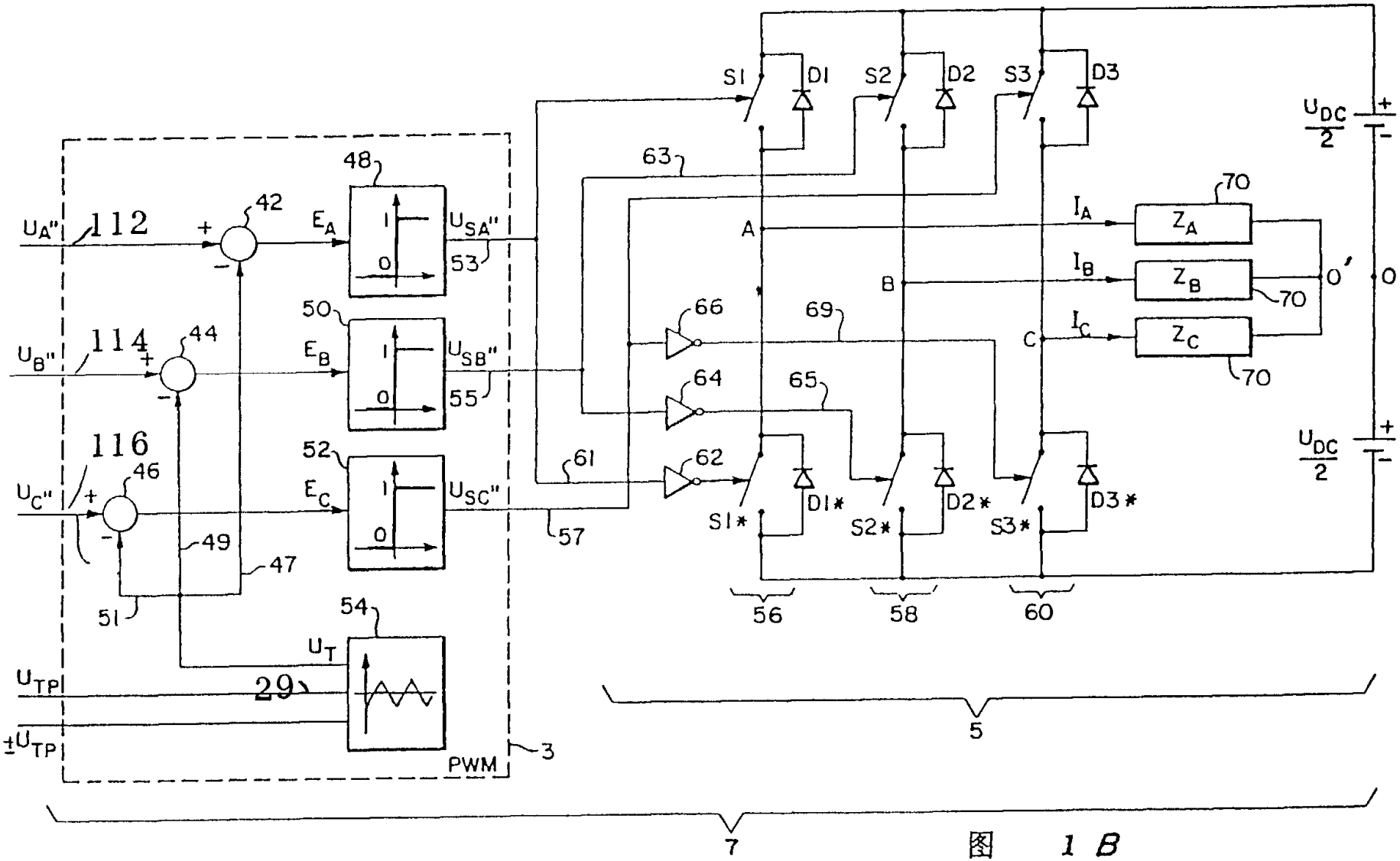

U_{DC}
t_Δ
T_C
I_A
I_B
I_C
122
118
120
103
105
107
102
112
114
116
$\pm U_{TP}$
截止期间电压偏移补偿器
110
36
38
40
$U_{A'}$
U_A
2
U_A''
8
$U_{B'}$
14
U_B
4
U_B''
10
16
34
$U_{C'}$
U_C
6
U_C''
12
32
18
30
24
U_{DD}
基准相位
电压比较器
U_{MAX}
22
U_{TP}
20
29
$\pm U_{TP}$
基准修正模块 (RMB)
1

图 1A



$U_{A''}$
112
42
E_A
48
$U_{SA''}$
53
$U_{B''}$
114
44
E_B
50
$U_{SB''}$
55
$U_{C''}$
116
46
E_C
52
$U_{SC''}$
49
47
51
54
U_T
U_{TP}
29
$\pm U_{TP}$
PWM
3
63
61
57
66
64
62
69
65
S1
D1
S2
D2
S3
D3
A
B
C
I_A
I_B
I_C
Z_A
Z_B
Z_C
70
O'
O
$\frac{U_{DC}}{2}$
S1*
D1*
S2*
D2*
S3*
D3*
56
58
60
5
7

图 1 B

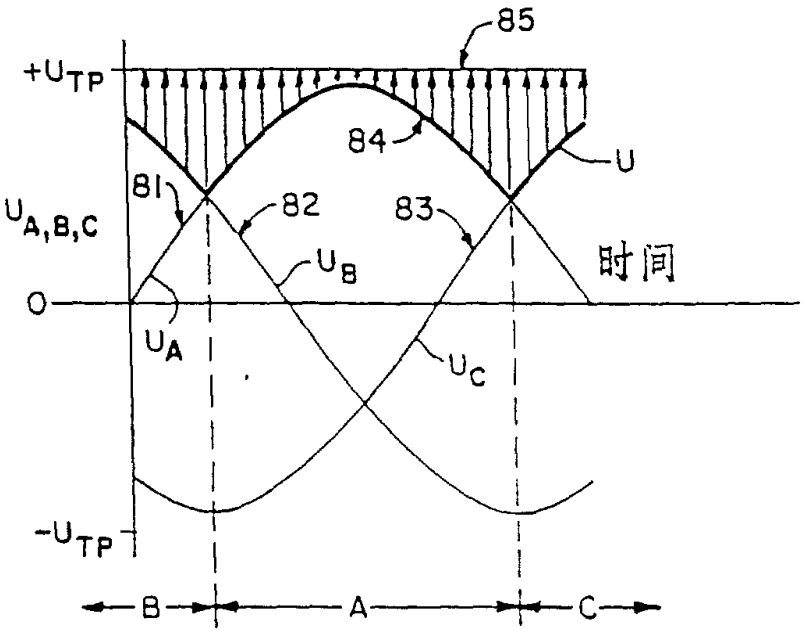


图 2

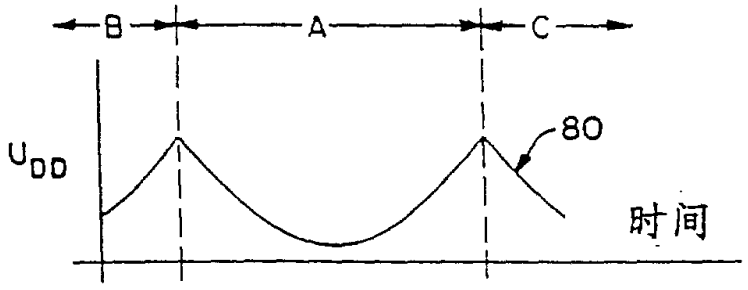


图 3

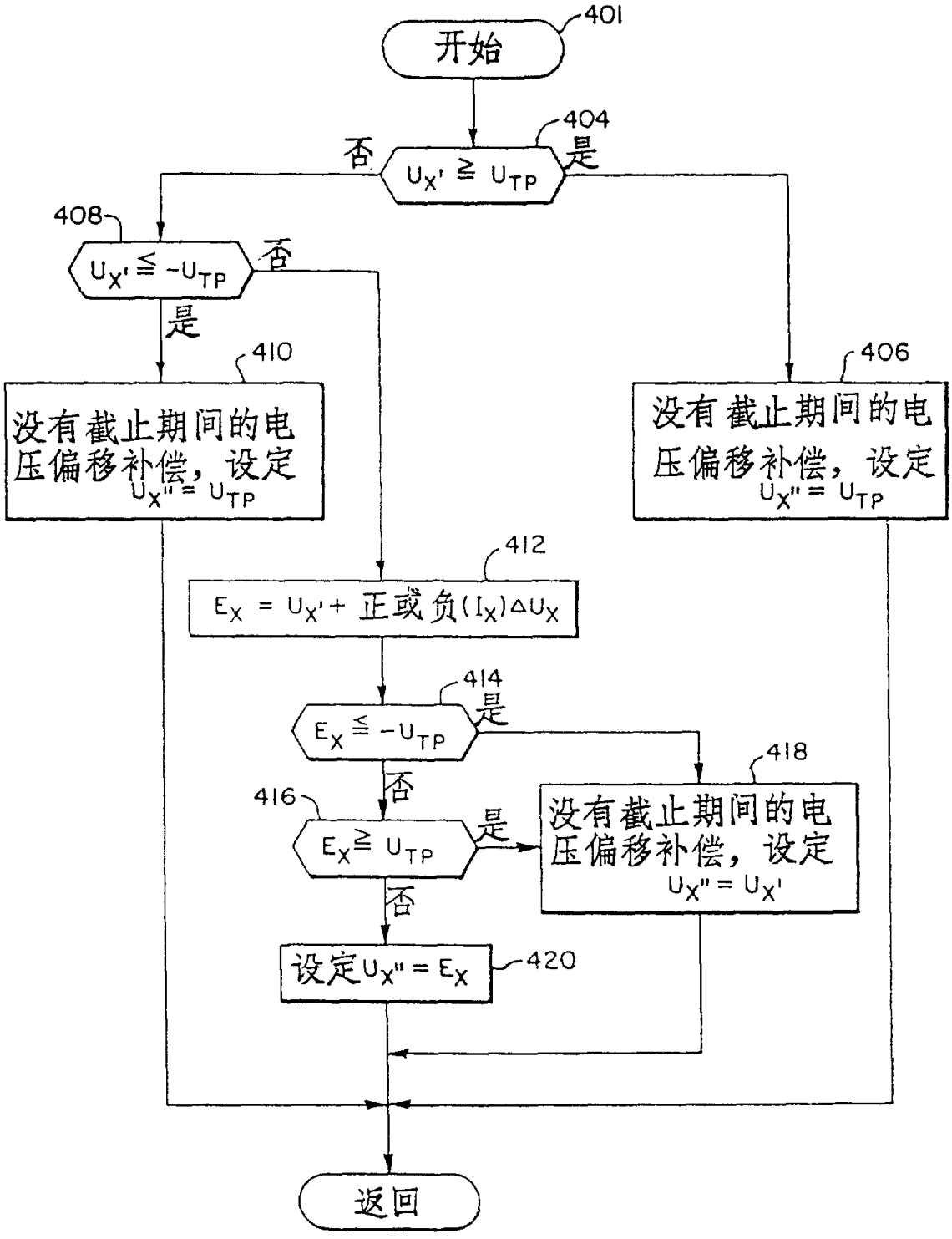

401
开始
404
否
$U_{X'} \geqq U_{TP}$
是
408
$U_{X'} \leqq -U_{TP}$
否
是
410
没有截止期间的电压偏移补偿，设定 $U_{X''} = U_{TP}$
406
没有截止期间的电压偏移补偿，设定 $U_{X''} = U_{TP}$
412
$E_X = U_{X'} +$ 正或负$(I_X)\Delta U_X$
414
$E_X \leqq -U_{TP}$
是
418
没有截止期间的电压偏移补偿，设定 $U_{X''} = U_{X'}$
否
416
$E_X \geqq U_{TP}$
是
否
设定$U_{X''} = E_X$
420
返回

图 4

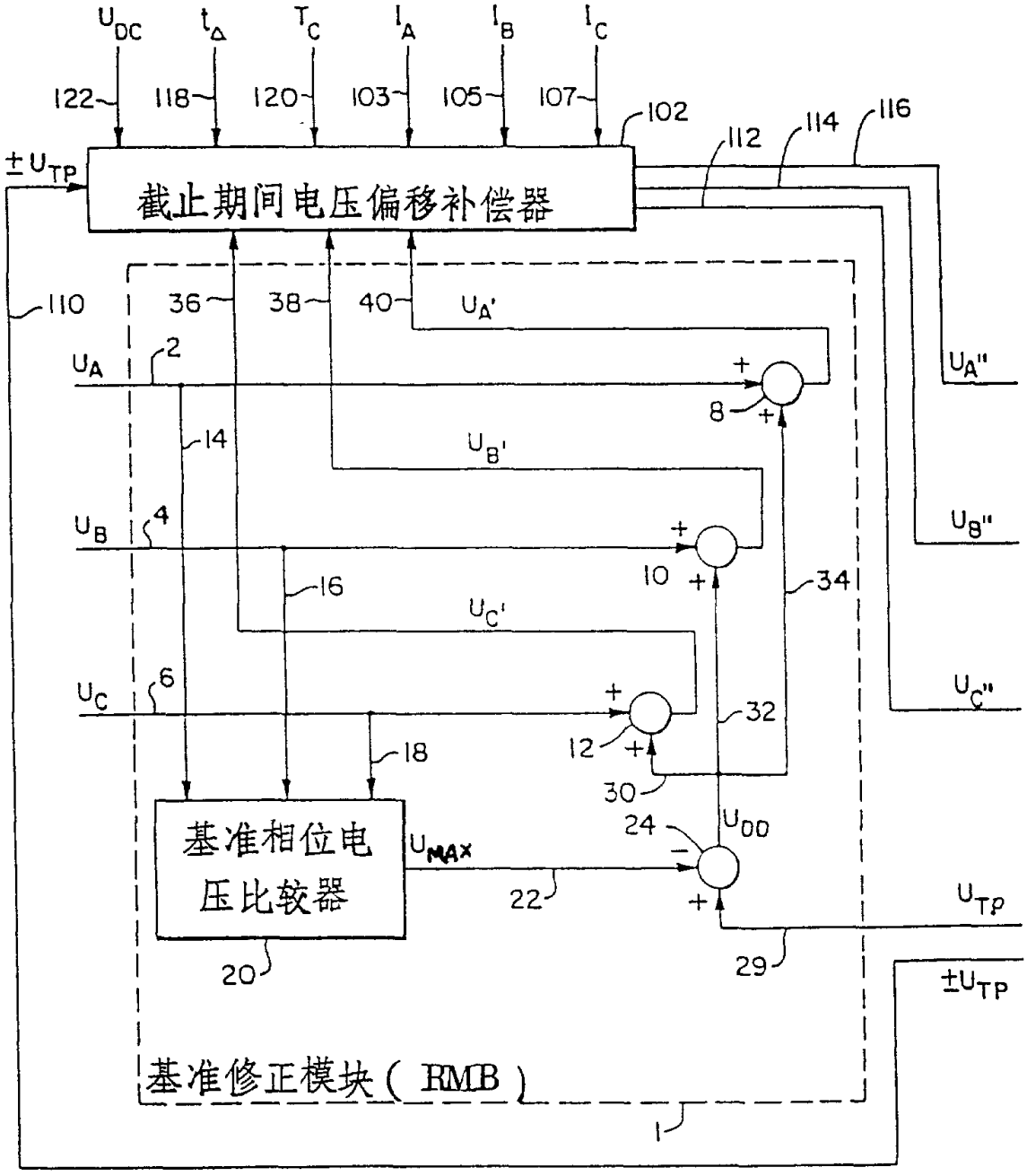

U_{DC}
t_Δ
T_C
I_A
I_B
I_C
122
118
120
103
105
107
102
112
114
116
$\pm U_{TP}$
截止期间电压偏移补偿器
110
36
38
40
$U_{A'}$
U_A
2
U_A''
8
14
$U_{B'}$
U_B
4
U_B''
10
16
34
$U_{C'}$
U_C
6
U_C''
12
32
18
30
24
U_{DD}
基准相位电压比较器
U_{MAX}
22
U_{TP}
20
29
$\pm U_{TP}$
基准修正模块（ RMB ）
1

图 5A

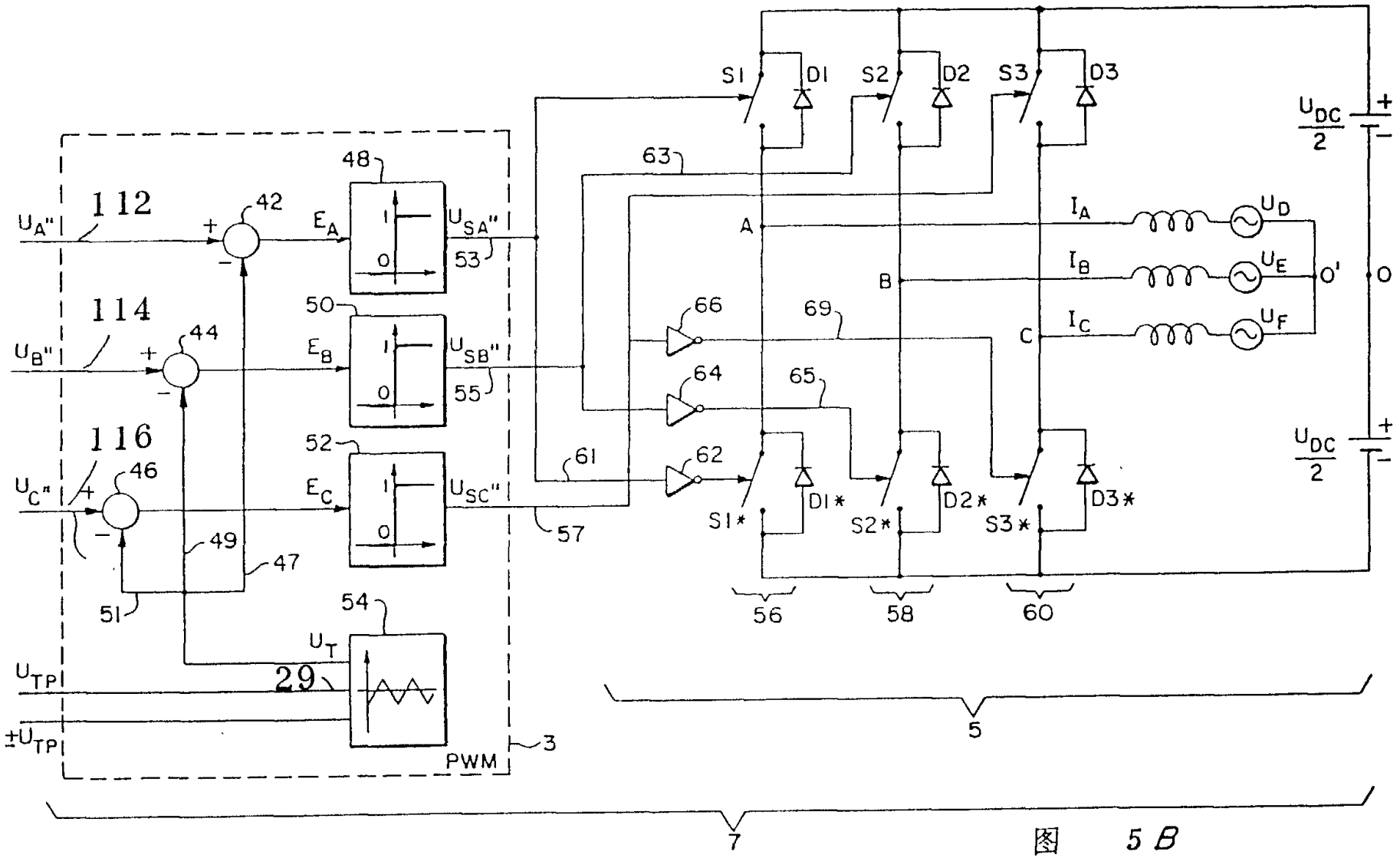

112
114
116
U_{A}''
U_{B}''
U_{C}''
42
44
46
48
50
52
E_A
E_B
E_C
U_{SA}''
U_{SB}''
U_{SC}''
53
55
57
49
47
51
54
U_T
29
U_{TP}
$\pm U_{TP}$
PWM
3
61
63
66
64
62
69
65
S1
D1
S2
D2
S3
D3
S1*
D1*
S2*
D2*
S3*
D3*
A
B
C
I_A
I_B
I_C
U_D
U_E
U_F
O'
O
$\frac{U_{DC}}{2}$
$\frac{U_{DC}}{2}$
56
58
60
5
7

图 5B