



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106877643 B

(45)授权公告日 2019.09.03

(21)申请号 201510918936.7

(22)申请日 2015.12.11

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106877643 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(73)专利权人 华为技术有限公司  
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72)发明人 刘策 张锡勇 刘彦丁

(74)专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司 11274

代理人 申健

(51)Int.Cl.  
H02M 1/42(2007.01)

(56)对比文件

- CN 101860189 A, 2010.10.13,
- CN 102246405 A, 2011.11.16,
- CN 101364763 A, 2009.02.11,
- CN 103036459 A, 2013.04.10,
- CN 102291018 A, 2011.12.21,
- CN 104584412 A, 2015.04.29,
- CN 103081322 A, 2013.05.01,
- CN 101291107 A, 2008.10.22,
- CN 101860189 A, 2010.10.13,

审查员 王宇

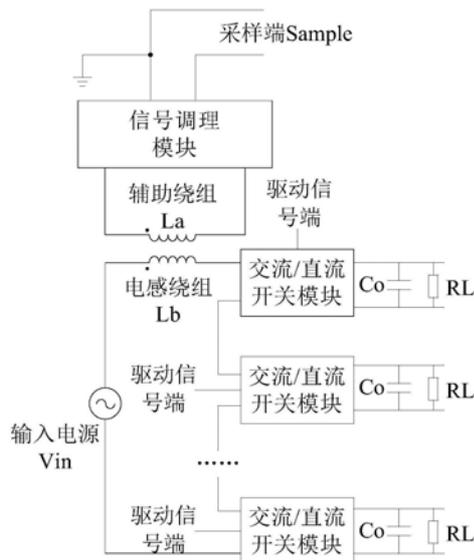
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54)发明名称

功率因数校正PFC电路及PFC电路的电压采样方法

(57)摘要

本发明公开了一种PFC电路及PFC电路的电压采样方法,涉及电力电子技术领域,解决了PFC电路结构复杂,成本高的问题。具体方案为:一种PFC电路,包括输入电源、由辅助绕组和电感绕组组成的PFC电感模块、信号调理模块、AC/DC开关模块、输出电容和负载;信号调理模块用于将辅助绕组两端的具有正、负的交流电压信号处理成为没有负压的信号,并对没有负压的信号进行分压,生成具有PFC电路每一路输出电压信息的采样信号,在输出端输出采样信号;辅助绕组用于将该信号与主功率电路隔离。本发明用于实现功率因数校正。



1. 一种功率因数校正PFC电路,其特征在于,包括输入电源、PFC电感模块、信号调理模块、至少一个交流/直流AC/DC开关模块、与所述AC/DC开关模块对应的输出电容,以及与输出电容并联的负载;

所述PFC电感模块包括电感绕组和与所述电感绕组耦合的辅助绕组;所述电感绕组的一端连接所述输入电源的一端,所述输入电源的另一端与所述AC/DC开关模块连接,所述输入电源用于为所述PFC电路提供能量;

所述电感绕组的另一端与所述AC/DC开关模块连接,所述电感绕组用于存储能量和释放能量;

所述AC/DC开关模块与驱动信号端连接,所述输出电容与所述AC/DC开关模块并联,所述AC/DC开关模块用于在所述驱动信号端的驱动信号的控制下将交流输入电压转换为直流电压输出,所述输出电容用于存储能量;

所述信号调理模块与所述辅助绕组连接,所述信号调理模块的输出端为所述PFC电路输出电压的采样端,所述信号调理模块用于将所述辅助绕组两端的具有正、负压的交流电压信号处理成为没有负压的信号,并对所述没有负压的信号进行分压,生成采样信号,在所述采样端输出所述采样信号,所述采样信号为具有所述PFC电路的每一路输出端输出电压信息的信号;

所述辅助绕组用于将所述采样信号与主功率电路隔离,所述主功率电路包括所述电感绕组、所述AC/DC开关模块、所述输出电容和所述输入电源;

所述信号调理模块包括二极管、存储电容和分压电阻组,所述分压电阻组包括至少两个分压电阻;其中,所述二极管的阴极连接所述存储电容的第一端,所述二极管的阳极接地,所述分压电阻组的一端与所述二极管的阴极连接,另一端接地;

所述辅助绕组的一端与所述存储电容的第二端连接,所述辅助绕组的另一端接地。

2. 根据权利要求1所述的PFC电路,其特征在于,所述电感绕组与所述辅助绕组绕在同一磁芯上。

3. 根据权利要求1至2中任意一项所述的PFC电路,其特征在于,所述AC/DC开关模块包括相连的第一桥臂和第二桥臂;其中,所述第一桥臂的中点与所述电感绕组连接;当所述PFC电路包括一个所述AC/DC开关模块时,所述第二桥臂的中点与输入电源连接;当所述PFC电路包括至少两个所述AC/DC开关模块时,一个所述AC/DC开关模块中的所述第二桥臂的中点与下一个所述AC/DC开关模块中的所述第一桥臂的中点连接。

4. 根据权利要求3所述的PFC电路,其特征在于,所述第一桥臂包括两个互补工作的开关管;所述第二桥臂包括两个互补工作的开关管。

5. 根据权利要求1至2中任意一项所述的PFC电路,其特征在于,所述PFC电路还包括与任意一个所述输出电容并联连接的电阻分压模块,所述电阻分压模块与检测输出端连接,所述检测输出端输出单路输出信号,所述单路输出信号与所述电阻分压模块并联连接的输出电容对应。

6. 根据权利要求1至2中任意一项所述的PFC电路,其特征在于,所述PFC电路的采样端连接有控制器或比较器。

7. 根据权利要求1至2中任意一项所述的PFC电路,其特征在于,所述输出电容并联连接有直流/直流DC/DC模块。

8. 一种PFC电路的电压采样方法,其特征在于,包括:

交流/直流AC/DC开关模块接收驱动信号端的驱动信号;

所述AC/DC开关模块根据所述驱动信号,将交流输入电压转换为直流电压,并输出;

电感绕组接收输入电源提供的能量,在两端产生具有正、负压的交流电压信号;

辅助绕组的两端产生具有正、负压的交流电压信号;

信号调理模块将所述辅助绕组两端的具有正、负压的交流电压信号处理成为没有负压的信号,并对所述没有负压的信号进行分压,生成采样信号,在采样端输出所述采样信号,所述采样信号为具有所述PFC电路的每一路输出端输出电压信息的信号。

## 功率因数校正PFC电路及PFC电路的电压采样方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子技术领域,尤其涉及一种PFC电路及PFC电路的电压采样方法。

### 背景技术

[0002] 随着电力电子技术的发展,多单元 (Multicell) 架构的AC/DC变换器 (Alternating Current/Direct Current, 交流/直流变换器) 由于其具有高效率的特点,正被广泛应用于交流-直流变换方案中,如图1所示,由于AC/DC变换器中的PFC (Power Factor Correction, 功率因数校正) 输出电压采样电路具有多路输出端 (即输出电容 $C_o$ 处),且PFC电路的多路输出端之间均不共地,使得对PFC电路的各路输出端进行采样、检测或过压保护的难度加大。

[0003] 为了解决对PFC电路的各路输出进行采样、检测或过压保护的难度大的问题,如图2所示,现有技术对PFC电路的每一路输出都添加了一个分压隔离模块,通过对PFC电路的每一路输出端进行隔离和分压,实现PFC电路的各路输出端共地,并得到各路输出端合适的检测信号,从而实现了PFC电路的输出的采样、检测或过压保护。由于PFC电路的每一路输出端都添加了一个对应的分压隔离模块,比如,若PFC电路共有六路输出端,则需要对应添加六个分压隔离模块,因此,使得PFC电路的结构更加复杂,且添加的多个分压隔离模块也增加了PFC电路的成本。

### 发明内容

[0004] 本发明的实施例提供一种PFC电路及PFC电路的电压采样方法,用于简化PFC电路结构,降低PFC电路成本。

[0005] 为达到上述目的,本发明的实施例采用如下技术方案:

[0006] 本发明实施例的第一方面,提供一种PFC电路,包括输入电源、功率因数校正PFC电感模块、信号调理模块、至少一个交流/直流AC/DC开关模块和与所述AC/DC开关模块对应的输出电容,以及与输出电容并联的负载;

[0007] 所述PFC电感模块包括电感绕组和与所述电感绕组耦合的辅助绕组;所述电感绕组的一端连接所述输入电源的一端,所述输入电源的另一端与所述AC/DC开关模块连接,所述输入电源用于为所述PFC电路提供能量;

[0008] 所述电感绕组的另一端与所述AC/DC开关模块连接,所述电感绕组用于存储能量和释放能量;

[0009] 所述AC/DC开关模块与驱动信号端连接,所述输出电容与所述AC/DC开关模块并联,所述AC/DC开关模块用于在所述驱动信号端的信号的控制下将交流输入电压转换为直流电压输出,所述输出电容用于存储能量;

[0010] 所述信号调理模块与所述辅助绕组连接,所述信号调理模块的输出端为所述PFC电路输出电压的采样端,所述信号调理模块用于将所述辅助绕组两端的具有正、负压的交流电压信号处理成为没有负压的信号,并对所述没有负压的信号进行分压,生成采样信号,

在所述采样端输出所述采样信号,所述采样信号为具有所述PFC电路的每一路输出端输出电压信息的信号;

[0011] 所述辅助绕组用于将所述采样信号与主功率电路隔离,所述主功率电路包括所述电感绕组、所述AC/DC开关模块、所述输出电容和所述输入电源。

[0012] 需要说明的是,所述采样信号的电压幅值与对应的所述PFC电路的输出端的输出电压的幅值成比例。

[0013] 值得一提的是,驱动信号端的信号(即驱动信号)为脉冲宽度调制信号,所述脉冲宽度调整信号的占空比是可调整的。

[0014] 在第一方面的基础上,提出第一种可能的实现方式,为了增强所述电感绕组和所述辅助绕组的磁耦合效果,所述电感绕组与所述辅助绕组绕在同一磁芯上。

[0015] 结合第一方面或第一方面的第一种可能的实现方式,提出第二种可能的实现方式,详细说明所述信号调理模块的具体结构,所述信号调理模块包括二极管、存储电容和分压电阻组,所述分压电阻组包括至少两个分压电阻;其中,所述二极管的阴极连接所述存储电容的第一端,所述二极管的阳极接地,所述分压电阻组的一端与所述二极管的阴极连接,另一端接地。

[0016] 在第一方面的第二种可能的实现方式的基础上,提出在第三种可能的实现方式,来具体说明辅助绕组与PFC电路中的其他元器件的连接关系,辅助绕组的一端与所述存储电容的第二端连接,所述辅助绕组的另一端接地。

[0017] 结合第一方面或第一方面的第一种至第三种可能的实现方式中的任意一种可能的实现方式,提出第四种可能的实现方式,来详细说明AD/DC开关模块的具体结构,所述AD/DC开关模块包括相连的第一桥臂和第二桥臂;其中,所述第一桥臂的中点与所述电感绕组连接;当所述PFC电路包括一个所述AD/DC开关模块时,所述第二桥臂的中点与输入电源连接;当所述PFC电路包括至少两个所述AD/DC开关模块时,一个所述AD/DC开关模块中的所述第二桥臂的中点与下一个所述AD/DC开关模块中的所述第一桥臂的中点连接。

[0018] 需要说明的是,所述第一桥臂工作于高频状态,所述第二桥臂工作于工频状态。

[0019] 结合第一方面的第五种可能的实现方式,提出第五种可能的实现方式,来分别举例说明第一桥臂和第二桥臂的具体结构,所述第一桥臂包括两个互补工作的开关管;所述第二桥臂包括两个互补工作的开关管。

[0020] 具体的,开关管为晶体管或其他开关结构。

[0021] 结合第一方面或第一方面的第一种至第五种可能的实现方式中的任意一种可能的实现方式,提出第六种可能的实现方式,为了能够单独检测所述PFC电路的某一路输出的电压信息,从而判断所述PFC该路输出端是否正常,或根据所述PFC电路的某一路输出的电压信息调节AC/DC开关模块的驱动信号,所述PFC电路还包括与任意一个所述输出电容并联连接的电阻分压模块,所述电阻分压模块与检测输出端连接,所述检测输出端输出单路输出信号,所述单路输出信号与所述电阻分压模块并联连接的输出电容对应。

[0022] 结合第一方面或第一方面的第一种至第六种可能的实现方式中的任意一种可能的实现方式,提出第七种可能的实现方式,为了对所述PFC电路进行采样或过压保护,所述PFC电路的采样端连接有控制器或比较器。

[0023] 其中,比较器用于当检测到所述PFC电路的采样端的采样信号的电压大于或等于

比较器中设置的电压阈值时,触发过压保护信号;控制器用于对所述PFC电路的采样端的采样信号进行采样。

[0024] 结合第一方面或第一方面的第一种至第七种可能的实现方式中的任意一种可能的实现方式,提出第八种可能的实现方式,为了实现所述PFC电路的每一路输出端输出的电压信号的功率变换,所述输出电容并联连接有直流/直流DC/DC模块。具体的,所述DC/DC模块为隔离式功率变换器。

[0025] 与本发明实施例的第一方面对应,本发明实施例的第二方面,还提供一种PFC电路的电压采样方法,包括:

[0026] 交流/直流AC/DC开关模块接收驱动信号端的驱动信号;

[0027] 所述AC/DC开关模块根据所述驱动信号,将交流输入电压转换为直流电压,并输出;

[0028] 电感绕组接收输入电源提供的能量,在两端产生具有正、负压的交流电压信号;

[0029] 辅助绕组的两端产生具有正、负压的交流电压信号;

[0030] 信号调理模块将所述辅助绕组两端的具有正、负压的交流电压信号处理成为没有负压的信号,并对所述没有负压的信号进行分压,生成采样信号,在所述采样端输出所述采样信号,所述采样信号为具有所述PFC电路的每一路输出端输出电压信息的信号。

[0031] 本发明实施例提供的PFC电路及PFC电路的电压采样方法中,PFC电路包括输入电源、电感绕组、辅助绕组、信号调理模块、至少一个交流直流AC/DC开关模块、输出电容和负载电阻,其中,辅助绕组能够起到隔离采样信号的作用,信号调理模块能够起到消除负压并进行分压,得到采样信号的作用;与现有技术中在每一路输出端后均连接有一个隔离分压模块,才能得到每一路输出端对应的输出电压的PFC电路相比,本发明提供的PFC电路只需要增加一个辅助绕组和一个信号调理模块,就能够得到具有PFC电路的每一路输出端输出电压信息的采样信号,从而简化了PFC电路的结构,降低了PFC电路的成本。

## 附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0033] 图1为现有技术中的一种PFC电路的结构示意图;

[0034] 图2为现有技术中的另一种PFC电路的结构示意图;

[0035] 图3为本发明实施例一中的PFC电路的结构示意图;

[0036] 图4为本发明实施例二中的PFC电路的结构示意图;

[0037] 图5为本发明实施例二中与图4中的PFC电路对应的信号时序图;

[0038] 图6为本发明实施例三中的PFC电路的结构示意图;

[0039] 图7为本发明实施例三中与图6中的PFC电路对应的信号时序图;

[0040] 图8为本发明实施例四中的PFC电路的结构示意图;

[0041] 图9为本发明实施例五中的PFC电路的电压采样方法的流程图。

## 具体实施方式

[0042] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0043] 本发明实施例提供一种PFC (Power Factor Correction,功率因数校正)电路,如图3所示,PFC电路包括输入电源 $V_{in}$ 、PFC电感模块、信号调理模块、至少一个AC/DC (Alternating Current/Direct Current,交流/直流)开关模块、与AC/DC开关模块对应的输出电容 $C_o$ 以及与输出电容 $C_o$ 并联的负载,PFC电感模块包括电感绕组 $L_b$ 和与电感绕组 $L_b$ 耦合的辅助绕组 $L_a$ 。其中,电感绕组 $L_b$ 的一端连接输入电源 $V_{in}$ 的一端,输入电源 $V_{in}$ 的另一端与AC/DC开关模块连接,电感绕组 $L_b$ 的另一端与AC/DC开关模块连接,AC/DC开关模块与驱动信号端连接,输出电容 $C_o$ 与AC/DC开关模块并联,信号调理模块与辅助绕组 $L_a$ 连接,信号调理模块的输出端即为PFC电路输出电压的采样端Sample;需要说明的是,每一个AC/DC开关模块均并联连接一个输出电容 $C_o$ ,每个输出电容均并联连接负载。

[0044] 具体的,所述输入电源 $V_{in}$ 用于为所述PFC电路提供能量,输入电源 $V_{in}$ 可以是直流电源也可以是交流电源,在此并不限定;电感绕组 $L_b$ 用于存储能量和释放能量,PFC电路工作时,电感绕组 $L_b$ 两端的电压与输入电源的电压,以及PFC电路每一路输出端的输出电压相关,具有正压部分和负压部分,因此电感绕组 $L_b$ 两端为具有正、负压的交流电压信号;AC/DC开关模块用于在所述驱动信号端的驱动信号的控制下将交流输入电压信号转换为直流输入电压信号,驱动信号可以为PWM (Pulse Width Modulation,脉冲宽度调制)信号,其具体占空比可根据PFC电路输出电压的采样信号和期望电压经过计算而设定,具体的,AC/DC开关模块能够将输入的交流电压转化为固定的直流电压输出;辅助绕组 $L_a$ 用于将采样信号与电感绕组 $L_b$ 、AC/DC开关模块、输出电容 $C_o$ 、输入电源 $V_{in}$ 隔离,电感绕组 $L_b$ 、AC/DC开关模块、输出电容 $C_o$ 和输入电源 $V_{in}$ 为PFC电路的主功率电路,主功率电路还可以包括负载,也就是说,辅助绕组 $L_a$ 用于将采样信号与PFC电路的主功率电路隔离开来;辅助绕组 $L_a$ 两端的电压与电感绕组 $L_b$ 两端电压成比例,比例为匝比,电感绕组 $L_b$ 和辅助绕组 $L_a$ 具有磁耦合关系,从而利用磁耦合形成磁隔离,实现采样信号的隔离;信号调理模块用于将辅助绕组两端的具有正、负压的交流电压信号处理成为没有负压的信号,并对没有负压的信号进行分压,生成采样信号,在采样端Sample输出采样信号,采样信号为具有PFC电路的每一路输出端输出电压信息的信号,经过分压后生成的采样信号的幅值适于检测、采样或过压保护等PFC电路可能进行的后续步骤;输出电容 $C_o$ 用于存储能量,还能够减小输出电容 $C_o$ 对应的PFC电路的本路输出端的电压波动,从而稳定PFC电路的输出端的电压。输出电容 $C_o$ 可以并联连接负载,该负载在图3中等效为负载电阻 $R_L$ ,输出电容 $C_o$ 还可以并联连接DC/DC (Direct Current/Direct Current,直流/直流)模块,DC/DC模块具体可以为隔离式功率变换器,对输入DC/DC模块的信号进行功率变换。

[0045] 本发明实施例提供的PFC电路,包括输入电源、电感绕组、辅助绕组、信号调理模块、至少一个交流直流AC/DC开关模块、输出电容和负载电阻,其中,辅助绕组能够起到隔离采样信号的作用,信号调理模块能够起到消除负压并进行分压,得到具有PFC电路的每一路输出端的输出电压的采样信号的作用;与现有技术中在每一路输出端后均连接有一个隔离

分压模块,才能得到每一路输出端对应的检测信号的PFC电路相比,本发明提供的PFC电路只需要增加一个辅助绕组和一个信号调理模块,就能够得到具有PFC电路的每一路输出端输出电压信息的采样信号,从而简化了PFC电路的结构,降低了PFC电路的成本。

[0046] 如图4所示,下面本发明实施例将以PFC电路包括一个AC/DC开关模块为例,介绍PFC电路的具体结构,其中,电感绕组Lb与辅助绕组La绕在同一磁芯上。

[0047] 信号调理模块包括二极管D1、存储电容C1和分压电阻组,分压电阻组包括至少两个分压电阻;其中,二极管D1的阴极连接存储电容C1的第一端,二极管D1的阳极接地,分压电阻组的一端与二极管D1的阴极连接,另一端接地,存储电容C1的第二端连接辅助绕组La的一端,辅助绕组La的另一端接地。具体的,采样端Sample与分压电阻组连接,分压电阻组包括两个或更多的分压电阻,分压电阻组中的分压电阻的个数和阻值可以根据需要得到的采样信号的电压幅值来进行设置,采样端Sample具体位于哪些分压电阻之间可以根据所需的采样信号分压效果而定,比如:如图4所示,分压电阻组包括两个分压电阻R1和R2,采样端Sample位于分压电阻R1和R2之间,为了满足检测或采样的标准,经过分压后的采样信号的电压幅值一般在3.3V以内。

[0048] AD/DC开关模块包括相连的第一桥臂和第二桥臂;其中,输入电源Vin的一端与电感绕组Lb连接,第一桥臂的中点与电感绕组Lb连接,第二桥臂的中点与输入电源Vin的另一端连接,比如,如图4所示,AC/DC开关模块P中的第一桥臂和第二桥臂各包括两个开关管,第一桥臂包括开关管Q1和Q2,第二桥臂包括开关管Q3和Q4,进一步的,第一桥臂中的两个开关管Q1和Q2互补工作,第二桥臂中的两个开关管Q3和Q4互补工作,也就是说,开关管Q1导通时,开关管Q2截止;开关管Q2导通时,开关管Q1截止;开关管Q3导通时,开关管Q4截止;开关管Q4导通时,开关管Q3截止。具体的,第一桥臂中的开关管Q1和Q2的栅极连接驱动信号端,驱动信号端可以为多个,分别为第一桥臂中不同的开关管提供不同的驱动信号;第二桥臂中的开关管Q3和Q4的栅极连接另一个驱动信号端,第二桥臂中的开关管接收的驱动信号与第一桥臂中的开关管接收的驱动信号不同,需要说明的是,第一桥臂工作于高频状态,第二桥臂工作于工频状态,工频状态的频率与输入电源的频率一致,高频状态的频率大于输入电源的频率。

[0049] 为了对PFC电路输出的采样信号进行采样,PFC电路的采样端Sample可以连接控制器,通过控制器对采样端Sample的采样信号进行采样,利用采样得到的采样信号通过计算就可以得到PFC电路的每一路输出端的输出电压,输出电压可以用于环路控制(稳定输出电压),也可以用于过压保护。需要说明的是,PFC电路的采样信号为PFC电路的每一路输出端的输出电压的信号经过变压、隔离和分压之后的信号,采样信号的电压幅值与此时对应的PFC电路的某路输出端的输出电压的幅值成比例。

[0050] 为了对PFC电路进行过压保护,PFC电路的采样端Sample可以连接比较器,比较器的输出连接控制器,比较器将采样信号与预先设定的电压阈值进行比较,确定是否触发过压保护信号,具体的,当PFC电路的某一路输出端的输出电压大于或等于电压阈值时,说明PFC电路的这一路输出端的输出电压过大,触发过压保护信号,控制器接收过压保护信号,停止发送控制AC/DC开关模块的驱动信号,采取过压保护相应措施;当PFC电路的某一路输出端的输出电压小于电压阈值时,说明PFC这一路输出端的输出电压正常,不需要触发过压保护信号。

[0051] 为了对PFC电路进行过压保护,PFC电路的采样端Sample还可以直接与比较器连接,当检测到PFC电路的采样端Sample的采样信号的电压大于或等于比较器中设置的电压阈值时,说明PFC电路的某一路输出端的输出电压过大,触发过压保护信号,停止发送控制AC/DC开关模块的启动信号,采取过压保护相应措施;当PFC电路的采样端Sample的采样信号的电压小于电压阈值时,说明PFC电路的每一路的输出端的输出电压正常,不需要触发过压保护信号。

[0052] 下面将结合图4和图5,以输入电源 $V_{in}$ 提供的信号为交流信号且输入信号为正半周时为例,对本实施例中的PFC电路的驱动方法进行说明:

[0053] 图5中的 $I_{Lb}$ 为电感绕组Lb上的信号的电流幅值,PWM1为开关管Q1的栅极接收的驱动信号的幅值,PWM2为开关管Q2的驱动信号,高电平时开关管导通,低电平时开关管关断, $V_{Lb}$ 为电感绕组Lb上的信号的电压幅值, $V_{Sample}$ 为PFC电路的采样端Sample的采样信号的电压幅值。当输入电源的信号为正半周即极性为正时,开关管Q4导通,开关管Q3截止,信号时序如图5所示,在A-B时间段,PWM1为高电平,PWM2为低电平,开关管Q1导通,开关管Q2截止,使得输入电源 $V_{in}$ 、电感绕组、开关管Q1、输出电容 $C_o$ 和开关管Q4之间形成回路,电感绕组Lb上的信号的电压幅值为 $V_{in}-V_o$ , $V_{in}$ 为输入电源的信号的电压幅值, $V_o$ 为输出电容 $C_o$ 两端的电压幅值,即PFC电路该路输出端的输出电压的幅值,此时电感绕组Lb上的电压为负,即负压信号,辅助绕组La上产生与电感绕组Lb上的信号极性相同的信号,均为负压信号,辅助绕组La上的负压信号使得二极管D1导通,分压电阻组包括串联的分压电阻R1和分压电阻R2,分压电阻组与二极管D1并联,二极管D1导通,二极管D1上的电压接近于零,故采样端Sample的采样信号的电压幅值也为零;在B-C时间段,PWM1为低电平,PWM2为高电平,开关管Q2导通,开关管Q1截止,使得输入电源 $V_{in}$ 、电感绕组Lb、开关管Q2和开关管Q4之间形成回路,电感绕组Lb上的信号的电压幅值与输入电源的信号的电压幅值相同为 $V_{in}$ ,电感绕组Lb上的信号为正压信号,辅助绕组La上产生与电感绕组Lb上的信号极性相同的信号,均为正压信号,辅助绕组La上的正压信号使得二极管D1截止,此时采样端Sample的采样信号的幅值为 $k*V_o$ ,其中, $k = (N_s * R_2) / [N_p (R_1 + R_2)]$ , $N_p$ 为电感绕组Lb的匝数, $N_s$ 为辅助绕组La的匝数,计算k的公式中的R1、R2分别指分压电阻R1的阻值和分压电阻R2的阻值, $V_o$ 为PFC电路的一路输出端的输出电压的电压幅值;在之后的时间段中,PFC电路重复A-B时间段和B-C时间段的PFC电路驱动过程。

[0054] 需要说明的是,在图5所示的B-C时间段中,可以看到PWM2也包含低电平的部分,这是因为第一桥臂中的两个开关管Q1和Q2互补工作具有死区,以防止出现其中一个开关管还未完全截止,另外一个开关管就已经开启的情况。

[0055] 请参阅图6,本发明实施例将以PFC电路包括多个AC/DC开关模块为例,介绍PFC电路的具体结构,其中,电感绕组Lb与辅助绕组La绕在同一磁芯上。

[0056] 信号调理模块的具体结构以及每个AC/DC开关模块均与实施例2中的结构基本相同,需要说明的是多个AC/DC开关模块之间的连接关系,当PFC电路包括至少两个AC/DC开关模块时,输入电源 $V_{in}$ 的一端连接电感绕组Lb的一端,第一个AC/DC开关模块的第一桥臂的中点连接电感绕组Lb的另一端,最后一个AD/DC开关模块的第二桥臂的中点连接输入电源 $V_{in}$ 的另一端,位于第一个AC/DC开关模块和最后一个AC/DC开关模块之间的任意一个AC/DC开关模块中的第二桥臂的中点与其下一个AC/DC开关模块中的第一桥臂的中点连接。

[0057] 比如,如图6所述,PFC电路包括六个AC/DC开关模块P1~P6,每个AC/DC开关模块均包括四个开关管,如AC/DC开关模块P1包括开关管Q1~Q4,AC/DC开关模块P2包括开关管Q5~Q8,以此类推,AC/DC开关模块P6包括开关管Q21~Q24,其中每个AC/DC开关模块的具体工作情况请参照实施例2;每个AC/DC开关模块后并联连接有输出电容,输出电容还可并联连接负载,负载在这里等效为等效电阻,如AC/DC开关模块P1连接输出电容Co1,输出电容Co1并联连接等效电阻RL1,以此类推,AC/DC开关模块P6连接输出电容Co6,输出电容Co6并联连接等效电阻RL6。

[0058] 图7为与图6对应的信号时序图,其中,PWM1~PWM6分别为开关管Q1、Q5、Q9、Q13、Q17和Q21的驱动信号,开关管Q2、Q6、Q10、Q14、Q18和Q22的驱动信号分别与PWM1~PWM6呈反相信号(但包含死区), $V_{\text{Sample}}$ 为PFC电路的采样端Sample的采样信号的电压幅值,其中,PFC电路的采样端Sample输出具有PFC电路的每一路输出端的输出电压的采样信号,从而实现利用一个辅助绕组La和一个信号调理模块实现输出与具有PFC电路各路输出端的输出电压信息的采样信号。其中 $V_1\sim V_6$ 为PFC电路中不同路输出端的输出电压的电压幅值,k的计算方式与实施例2相同,在此不再赘述。

[0059] 需要说明的是,本实施例中的采样端Sample也可以连接控制器或比较器,从而对PFC电路进行采样或进行过压保护。在现有技术中,当PFC电路具有多路输出端时,需要将每一路输出端与控制器或比较器连接,也就是说,控制器或比较器需要提供多个端口,每一个端口连接PFC电路的一路输出端,从而获取PFC电路每一路输出端的检测信号,占用了控制器或比较器的大量端口。而在本发明实施例中,只需要将信号调理模块连接的采样端Sample与控制器或比较器连接,占用控制器或比较器的一个端口,就可以获取PFC电路中各路输出端的输出电压对应的采样信号,减少了占用的控制器或比较器的端口。

[0060] 请参阅图8,本发明实施例中的PFC电路还可以包括与任意一个输出电容并联连接的电阻分压模块,电阻分压模块与检测输出端Test' 连接,检测输出端Test' 输出单路输出信号,单路输出信号是与电阻分压模块并联连接的输出电容对应的输出信号,在PFC电路未工作时,通过该输出信号能够得知该单路输出信号对应的PFC电路的输出端是否正常(符合要求);在PFC电路工作时,也可以根据该单路输出信号来调节AC/DC开关模块的驱动信号,使得采样信号符合实际需求。比如,如图8所示,电阻分压模块包括串联的电阻R3和R4,检测输出端Test' 位于电阻R3和R4之间,电阻分压模块用于对PFC电路的输出端的电压进行分压,以使得检测输出端Test' 输出的电压能在一个合适的范围内。

[0061] 请参阅图9,本发明实施例提供了一种PFC电路的电压采样方法,用于上述实施例中的PFC电路,具体步骤包括:

[0062] 步骤101,AC/DC开关模块接收驱动信号端的驱动信号。

[0063] 步骤102,AC/DC开关模块根据驱动信号,将交流输入电压转换为直流电压,并输出。

[0064] 步骤103,电感绕组接收输入电源提供的能量,在两端产生具有正、负压的交流电压信号。

[0065] 步骤104,辅助绕组的两端产生具有正、负压的交流电压信号。

[0066] 步骤105,信号调理模块将辅助绕组两端的具有正、负压的交流电压信号处理成为没有负压的信号,并对没有负压的信号进行分压,生成采样信号,在采样端输出采样信号;

采样信号为具有PFC电路的每一路输出端输出电压信息的信号。

[0067] 需要说明的是,本发明实施例提供的PFC电路的电压采样方法应用于本发明中的PFC电路,PFC电路的电压采样方法涉及到的实施方法以及描述均可参考实施例1~实施例4中的对应内容,本实施例这里不再详细赘述。

[0068] 本发明实施例提供的PFC电路的电压采样方法中,PFC电路接收驱动信号,根据驱动信号,采样端输出具有PFC电路的每一路输出端的输出电压的的采样信号;与现有技术中需要在每一路输出端处读取采样信号的现有技术相比,本发明提供的PFC电路只需要在一个采样端就能够读取到具有PFC电路的每一路输出端的输出电压信号的采样信号,不再需要在每一路输出端处读取数据,PFC电路的结构得到了简化,PFC电路的电压采样方法的步骤也得到了简化,降低了PFC电路的成本,也降低了PFC电路的电压采样方法实施的成本。

[0069] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的PFC电路及PFC电路的电压采样方法,可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述PFC电路的各个组成部分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个模块或组件可以结合或者可以集成为一个模块或集成元件,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合还可以是通过一些接口、装置或模块的间接耦合,可以是电性,机械或其它的形式。

[0070] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

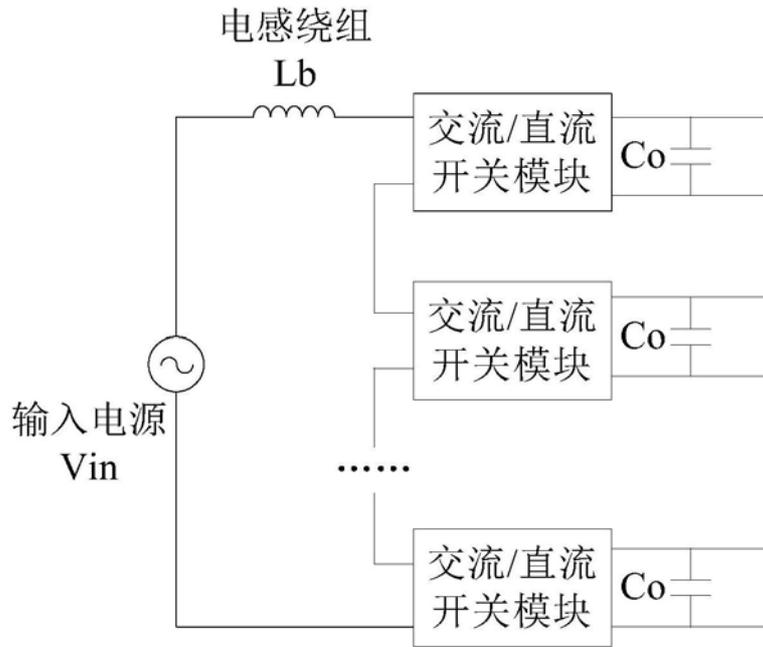


图1

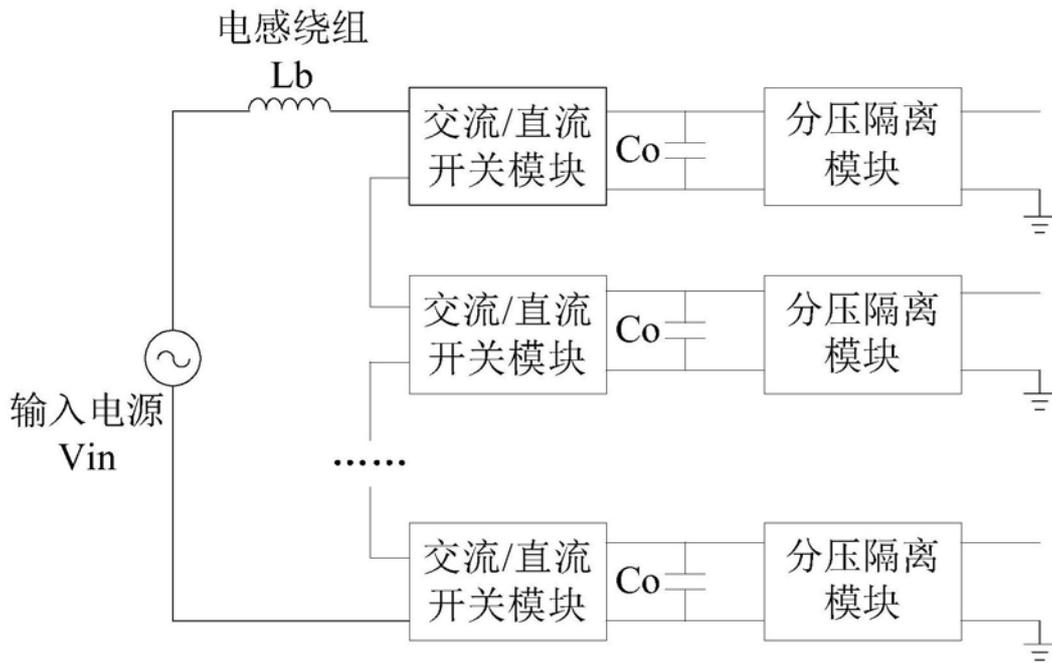


图2

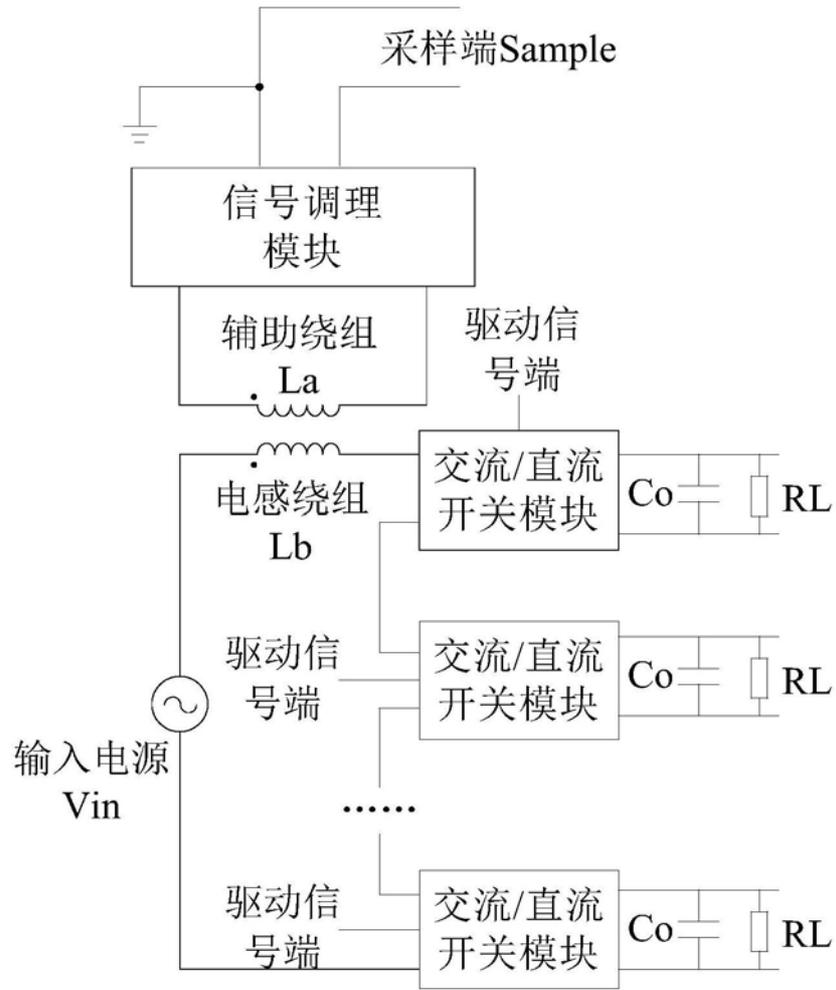


图3

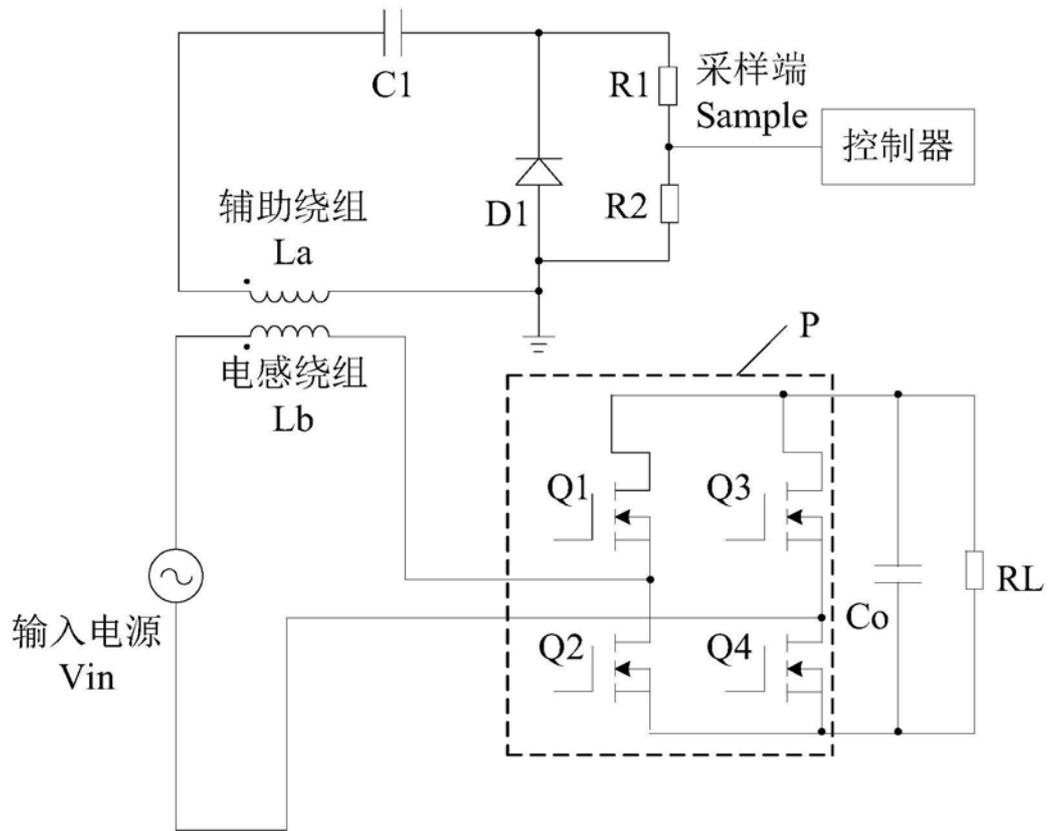


图4

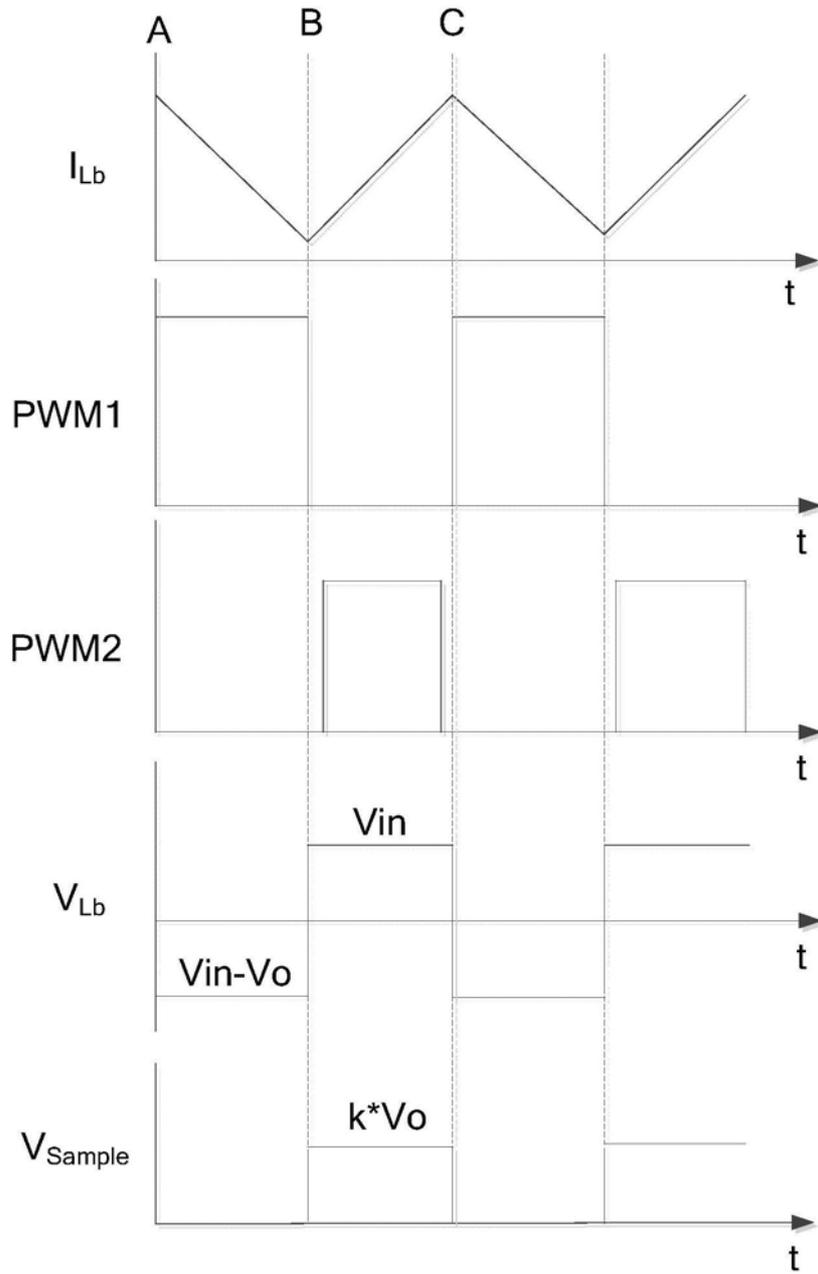


图5

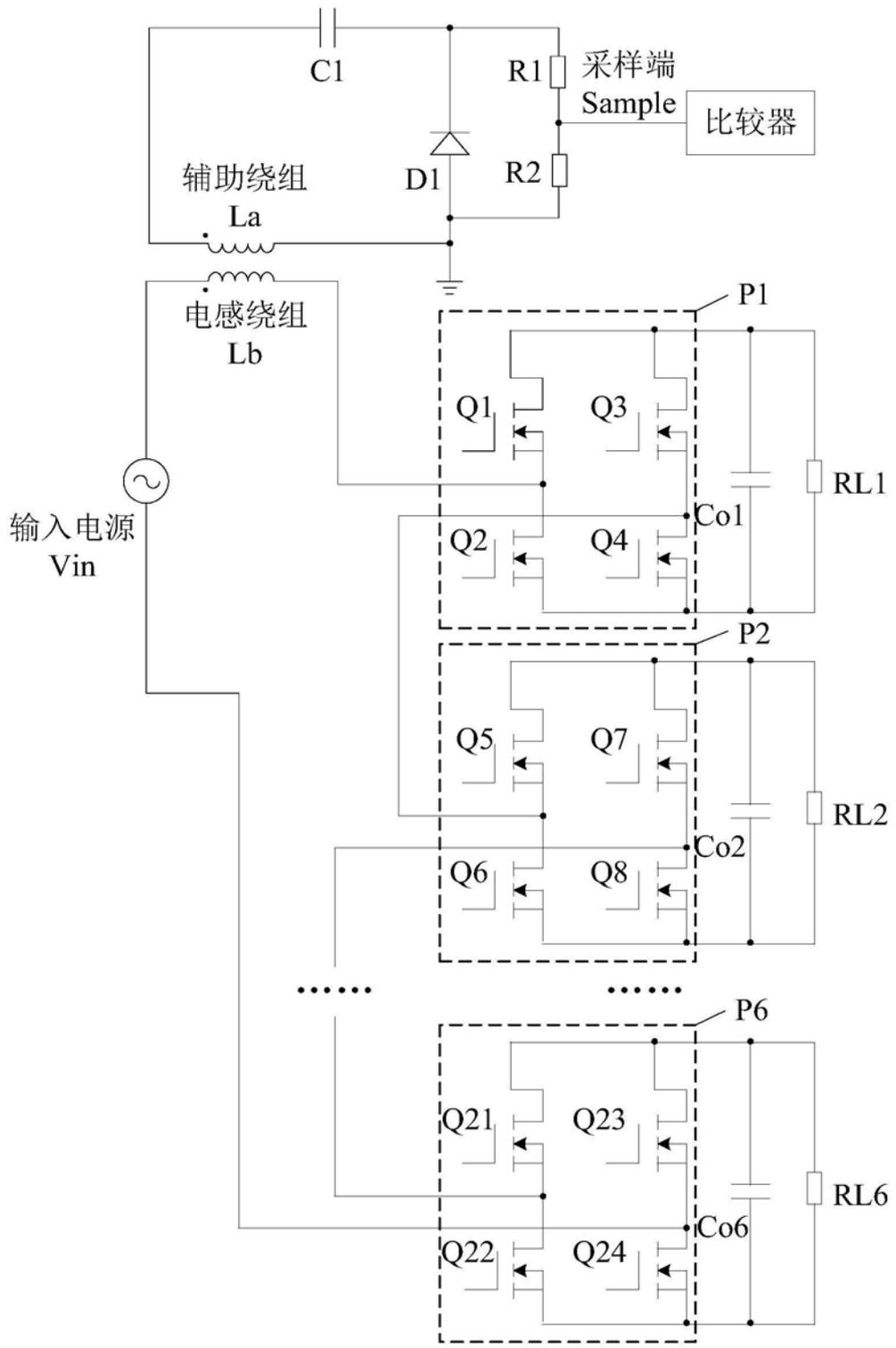


图6

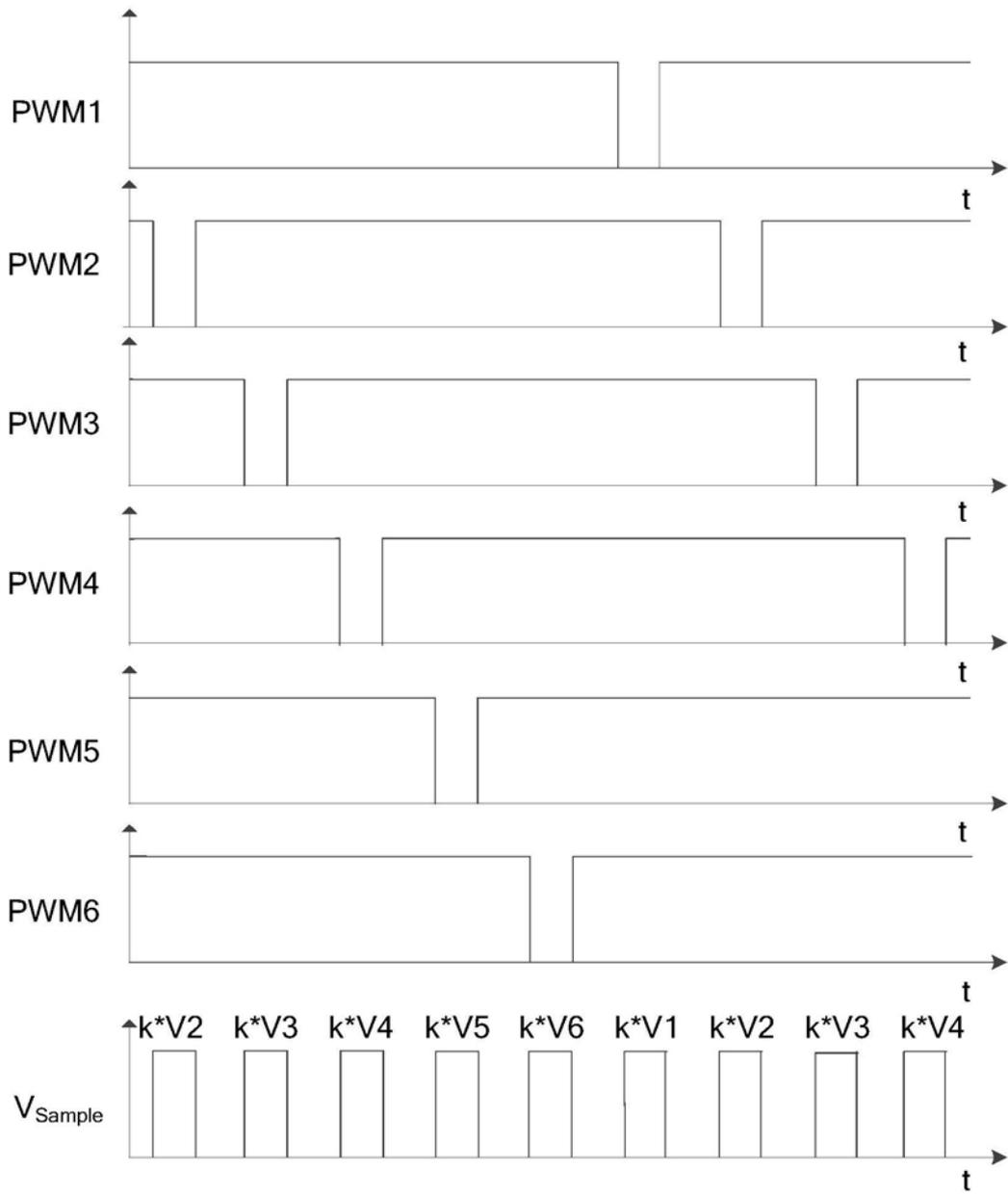


图7

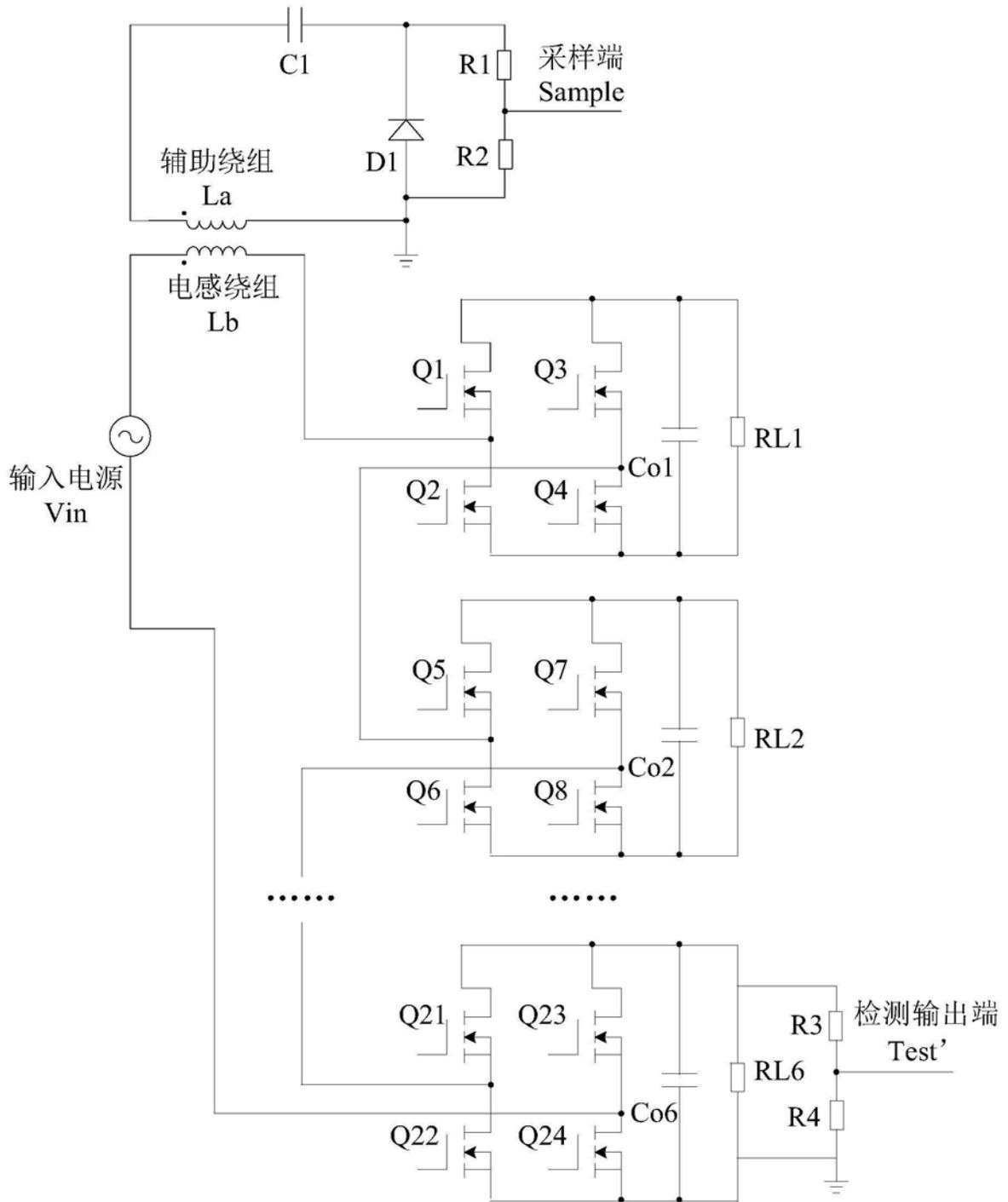


图8

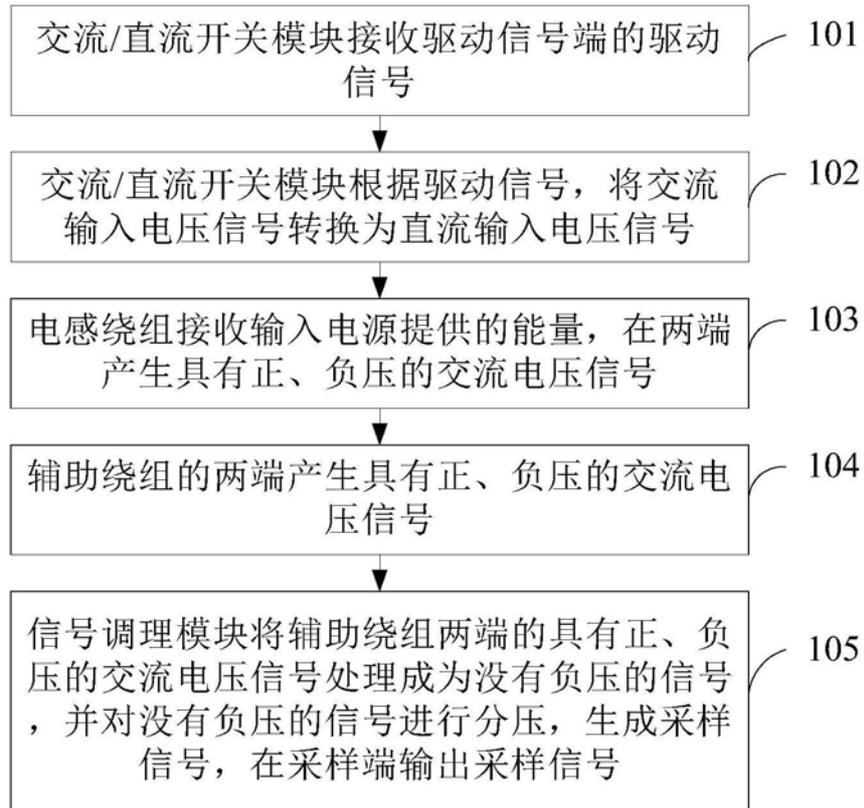


图9