



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103390995 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201310308722. 9

US 2006062031 A1, 2006. 03. 23,

(22) 申请日 2013. 07. 18

CN 101282079 A, 2008. 10. 08,

(73) 专利权人 矽力杰半导体技术(杭州)有限公司

PHILIP C. TODD. UC3854 Controlled Power Factor Correction Circuit Design.

地址 310012 浙江省杭州市文三路 90 号东部软件园科技大厦 A1501

《Texas Instruments Incorporated Application Note U-134》. Texas Instruments Incorporated, 1999, 第 269-288 页.

(72) 发明人 韩云龙 陈惠强

审查员 韩朋乐

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王宝筠

(51) Int. Cl.

H02M 1/42(2007. 01)

(56) 对比文件

CN 103023300 A, 2013. 04. 03,

CN 202602533 U, 2012. 12. 12,

US 2013094255 A1, 2013. 04. 18,

CN 102594169 A, 2012. 07. 18,

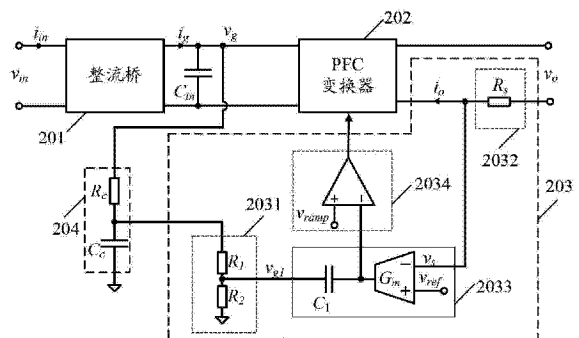
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

一种 PFC 电路

(57) 摘要

本发明公开的 PFC 电路,通过增加转折频率为 50Hz 时对应的相位为 -45° 的谐波补偿电路,使得谐波补偿电路输出端的电压的相位比输入电压的相位滞后 45°,则 PFC 控制电路接收的整流后的输入电压的相位比输入电压的相位滞后 45°,即可抵消输入功率中叠加的一个超前输入电压的相位 45° 的分量引起的相移;同时由于 PFC 控制电路为闭环控制,引入谐波补偿电路所产生的 45° 相移,对输入电容所导致的输入电流超前输入电压的 90° 相移也有一定程度的减弱。本发明公开的 PFC 电路,消除了 PFC 控制电路对 PF 值的影响,也减弱了输入电容对 PF 值的影响,解决了现有技术 PF 值低的问题。



1. 一种 PFC 电路,包括:整流桥、输入电容、PFC 变换器及 PFC 控制电路,其特征在于,所述 PFC 电路还包括:转折频率为 50Hz 时对应的相位为 -45° 的谐波补偿电路;所述谐波补偿电路的输入端与所述整流桥高电压输出端相连,对所述整流桥输出的直流输入电压进行移相;所述谐波补偿电路的输出端与所述 PFC 控制电路的电压采样输入端相连,使所述 PFC 控制电路的第一采样电压的相位滞后所述直流输入电压的相位 45° ,抵消输入功率中叠加的一个超前输入电压的相位 45° 的分量引起的相移,也减弱所述输入电容所引起的交流输入电流超前交流输入电压的相移;所述谐波补偿电路的接地端接地。

2. 根据权利要求 1 所述的 PFC 电路,其特征在于,所述谐波补偿电路包括:相互串联连接的谐波补偿电阻和谐波补偿电容;

所述谐波补偿电阻与谐波补偿电容的连接点作为所述谐波补偿电路的输出端,所述谐波补偿电阻的另一端作为所述谐波补偿电路的输入端,所述谐波补偿电容的另一端作为所述谐波补偿电路的接地端。

3. 根据权利要求 1 所述的 PFC 电路,其特征在于,所述 PFC 控制电路包括:

电压采样电路,所述电压采样电路的输入端为所述 PFC 控制电路的电压采样输入端,用以采样所述直流输入电压,生成并输出所述第一采样电压;

电流采样电路,所述电流采样电路与所述 PFC 变换器的输出端相连,用以采样所述 PFC 变换器的输出电流,生成并输出第二采样电压;

误差信号放大电路,所述误差信号放大电路的输入端与所述电流采样电路的输出端相连,用以接收所述第二采样电压;所述误差信号放大电路还与所述电压采样电路的输出端相连,用以接收所述第一采样电压;所述误差信号放大电路还接收表征所述输出电流平均值的基准电压,并对所述第二采样电压进行调节,生成并输出误差信号电压;

驱动信号产生电路,所述驱动信号产生电路的输入端与所述误差信号放大电路的输出端相连,用以接收所述误差信号电压;所述驱动信号产生电路还接收斜坡电压,并对所述误差信号电压和斜坡电压进行比较,生成驱动信号;所述驱动信号产生电路的输出端与所述 PFC 变换器的功率开关管相连,用以输出所述驱动信号来驱动所述功率开关管工作。

4. 根据权利要求 3 所述的 PFC 电路,其特征在于,所述电压采样电路包括:相互串联连接的第一电阻与第二电阻;

所述第一电阻与第二电阻的连接点为所述电压采样电路的输出端,所述第一电阻的另一端为所述电压采样电路的输入端,所述第二电阻的另一端接地。

5. 根据权利要求 3 所述的 PFC 电路,其特征在于,所述误差信号放大电路包括:运算放大器和电容;

所述运算放大器的反相输入端与所述电流采样电路的输出端相连,用以接收所述第二采样电压;所述运算放大器的同相输入端接收所述基准电压;

所述运算放大器的输出端与所述电容的一端相连,所述电容的另一端与所述电压采样电路的输出端相连,所述运算放大器的输出端与所述电容的连接点为所述误差信号放大电路的输出端。

6. 根据权利要求 3 所述的 PFC 电路,其特征在于,所述驱动信号产生电路包括:比较器;

所述比较器的反相输入端为所述驱动信号产生电路的输入端,用以接收所述误差信号

电压 ;所述比较器的同相输入端接收所述斜坡电压 ;所述比较器的输出端为所述驱动信号产生电路的输出端,生成并输出所述驱动信号。

一种 PFC 电路

技术领域

[0001] 本发明涉及 PFC (Power Factor Correction, 功率因数校正) 技术领域, 尤其涉及一种 PFC 电路。

背景技术

[0002] 常见的 PFC 电路, 如图 1 所示, 包括功率级电路 101 及 PFC 控制电路 102。其中, 功率级电路 101 包括: 整流桥 1011, 接收交流输入电压 v_{in} , 并将交流输入电压 v_{in} 整流为直流输入电压 v_g ; 输入电容 C_{in} , 并联于整流桥 1011 两输出端之间, 对整流桥 1011 输出信号进行滤波; PFC 变换器 1012, 与输入电容 C_{in} 并联连接、用于产生负载所需的直流输出电压 v_o 。PFC 控制电路 102 包括: 电压采样电路 1021, 输入端与整流桥 1011 高电压输出端相连、对直流输入电压 v_g 进行采样; 电流采样电路 1022, 输入端与 PFC 变换器 1012 的输出端相连, 以对功率级电路 101 的输出电流 i_o 进行采样; 反馈信号调节电路 1023, 对直流输入电压 v_g 与输出电流 i_o 进行调节, 生成并输出驱动信号来驱动 PFC 变换器 1012 工作。

[0003] PFC 控制电路 102 通过输出驱动信号来控制功率级电路 101 工作, 使交流输入电流 i_{in} 的波形跟随交流输入电压 v_{in} 的波形变化, 进而实现对电路的功率因数校正, 提高电路的 PF (Power Factor, 功率因数) 值。

[0004] 但是由于输入电容 C_{in} 呈容性, 导致整流桥 1011 输出的直流输入电流 i_g 的相位比直流输入电压 v_g 的相位超前 90° , 会减弱交流输入电流 i_{in} 的波形跟随交流输入电压 v_{in} 波形变化的能力; 且 PFC 控制电路 102 对接收的输出电流信号 i_o 进行调节, 会导致输入功率中叠加一个超前交流输入电压 v_{in} 的相位 45° 的分量, 也会减弱交流输入电流 i_{in} 的波形跟随交流输入电压 v_{in} 波形变化的能力。因此, 在现有技术的 PFC 电路中, 由于输入电容 C_{in} 及 PFC 控制电路的影响, 减弱了交流输入电流 i_{in} 的波形跟随交流输入电压 v_{in} 波形变化的能力, 进而导致 PFC 电路的 PF 值降低。

发明内容

[0005] 有鉴于此, 本发明提供了一种 PFC 电路, 以解决现有技术 PF 值低的问题。

[0006] 为了实现上述目的, 现提出的方案如下:

[0007] 一种 PFC 电路, 包括: 整流桥、输入电容、PFC 变换器及 PFC 控制电路, 所述 PFC 电路还包括: 转折频率为 50Hz 时对应的相位为 -45° 的谐波补偿电路; 所述谐波补偿电路的输入端与所述整流桥高电压输出端相连, 对所述整流桥输出的直流输入电压进行移相; 所述谐波补偿电路的输出端与所述 PFC 控制电路的电压采样输入端相连, 使所述 PFC 控制电路的第一采样电压的相位滞后所述直流输入电压的相位 45° ; 所述谐波补偿电路的接地端接地。

[0008] 优选的, 所述谐波补偿电路包括: 相互串联连接的谐波补偿电阻和谐波补偿电容;

[0009] 所述谐波补偿电阻与谐波补偿电容的连接点作为所述谐波补偿电路的输出端, 所

述谐波补偿电阻的另一端作为所述谐波补偿电路的输入端,所述谐波补偿电容的另一端作为所述谐波补偿电路的接地端。

[0010] 优选的,所述 PFC 控制电路包括:

[0011] 电压采样电路,所述电压采样电路的输入端为所述 PFC 控制电路的电压采样输入端,用以采样所述直流输入电压,生成并输出所述第一采样电压;

[0012] 电流采样电路,所述电流采样电路与所述 PFC 变换器的输出端相连,用以采样所述 PFC 变换器的输出电流,生成并输出第二采样电压;

[0013] 误差信号放大电路,所述误差信号放大电路的输入端与所述电流采样电路的输出端相连,用以接收所述第二采样电压;所述误差信号放大电路还与所述电压采样电路的输出端相连,用以接收所述第一采样电压;所述误差信号放大电路还接收表征所述输出电流平均值的基准电压,并对所述第二采样电压进行调节,生成并输出误差信号电压;

[0014] 驱动信号产生电路,所述驱动信号产生电路的输入端与所述误差信号放大电路的输出端相连,用以接收所述误差信号电压;所述驱动信号产生电路还接收斜坡电压,并对所述误差信号电压和斜坡电压进行比较,生成驱动信号;所述驱动信号产生电路的输出端与所述 PFC 变换器的功率开关管相连,用以输出所述驱动信号来驱动所述功率开关管工作。

[0015] 优选的,所述电压采样电路包括:相互串联连接的第一电阻与第二电阻;

[0016] 所述第一电阻与第二电阻的连接点为所述电压采样电路的输出端,所述第一电阻的另一端为所述电压采样电路的输入端,所述第二电阻的另一端接地。

[0017] 优选的,所述误差信号放大电路包括:运算放大器和电容;

[0018] 所述运算放大器的反相输入端与所述电流采样电路的输出端相连,用以接收所述第二采样电压;所述运算放大器的同相输入端接收所述基准电压;

[0019] 所述运算放大器的输出端与所述电容的一端相连,所述电容的另一端与所述电压采样电路的输出端相连,所述运算放大器的输出端与所述电容的连接点为所述误差信号放大电路的输出端。

[0020] 优选的,所述驱动信号产生电路包括:比较器;

[0021] 所述比较器的反相输入端为所述驱动信号产生电路的输入端,用以接收所述误差信号电压;所述比较器的同相输入端接收所述斜坡电压;所述比较器的输出端为所述驱动信号产生电路的输出端,生成并输出所述驱动信号。

[0022] 从上述的技术方案可以看出,本发明公开的 PFC 电路,通过增加转折频率为 50Hz 时对应的相位为 -45° 的所述谐波补偿电路,使得所述谐波补偿电路输出端的电压的相位比输入端接收的直流输入电压的相位滞后 45° ,也即比所述 PFC 电路的交流输入电压的相位滞后 45° ,由于所述谐波补偿电路的输出端输出至所述 PFC 控制电路的电压采样输入端,使得所述 PFC 控制电路接收的采样电压的相位比所述交流输入电压的相位滞后 45° ,即可抵消输入功率中叠加的一个超前输入电压的相位 45° 的分量引起的相移;同时由于所述 PFC 控制电路为闭环控制,引入所述谐波补偿电路所产生的 45° 相移,对所述输入电容所引起的输入电流超前输入电压的相移也有一定程度的减弱;本发明公开的 PFC 电路,消除了所述 PFC 控制电路对 PF 值的影响,也减弱了输入电容对 PF 值的影响,解决了现有技术 PF 值低的问题。

附图说明

[0023] 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的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图 1 为现有技术的 PFC 电路图;

[0025] 图 2 为本发明实施例一公开的 PFC 电路图;

[0026] 图 3 为本发明实施例二公开的 PFC 电路图;

[0027] 图 4 为本发明实施例二对应的 Bode 图;

[0028] 图 5 为本发明实施例三公开的 PFC 电路图;

[0029] 图 6 为本发明实施例四公开的 PFC 电路图;

[0030] 图 7 为本发明实施例五公开的 PFC 电路图;

[0031] 图 8 为本发明实施例六公开的 PFC 电路图;

[0032] 图 9 为本发明实施例七公开的 PFC 电路图。

具体实施方式

[0033] 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。

[0034] 本发明提供了一种 PFC 电路,以解决现有技术 PF 值低的问题,其具体实施方式如下:。

[0035] 实施例一:

[0036] 如图 2 所示,包括:整流桥 201、输入电容 C_{in} 、PFC 变换器 202、PFC 控制电路 203 及谐波补偿电路 204;其中,谐波补偿电路 204 的输入端与整流桥 201 高电压输出端相连,其输出端与 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端相连,其接地端接地;且其转折频率 f_c 为 50Hz 时对应的相位为 -45° 。

[0037] 具体的工作原理为:

[0038] 当谐波补偿电路 204 的转折频率 f_c 为 50Hz 时,使得谐波补偿电路 204 输出端的电压的相位比其输入端接收的直流输入电压 v_g 的相位滞后 45° ,也即比所述 PFC 电路的交流输入电压 v_{in} 的相位滞后 45° ,由于谐波补偿电路 204 的输出端输出至 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端,使得 PFC 控制电路 203 接收的电压信号的相位比交流输入电压 v_{in} 的相位滞后 45° ,即可抵消输入功率中叠加的一个超前输入电压的相位 45° 的分量引起的相移;同时由于 PFC 控制电路 203 为闭环控制,引入谐波补偿电路 204 所产生的 45° 相移,对输入电容 C_{in} 所引起的交流输入电流 i_{in} 超前交流输入电压 v_{in} 的相移也有一定程度的减弱;本发明公开的 PFC 电路,消除了 PFC 控制电路 203 对 PF 值的影响,也减弱了输入电容 C_{in} 对 PF 值的影响,解决了现有技术 PF 值低的问题。

[0039] 实施例二:

[0040] 如图 3 所示,包括:整流桥 201、输入电容 C_{in} 、PFC 变换器 202、PFC 控制电路 203

及谐波补偿电路 204 ;其中,谐波补偿电路 204 的输入端与整流桥 201 高电压输出端相连,其输出端与 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端相连,其接地端接地 ;且其转折频率 f_c 为 50Hz 时对应的相位为 -45° 。

[0041] 与上述实施例的区别在于 :

[0042] 谐波补偿电路 204 包括 :相互串联连接的谐波补偿电阻 R_c 和谐波补偿电容 C_c ;其中,谐波补偿电阻 R_c 与谐波补偿电容 C_c 的连接点作为谐波补偿电路 204 的输出端,谐波补偿电阻 R_c 的另一端作为谐波补偿电路 204 的输入端,谐波补偿电容 C_c 的另一端作为谐波补偿电路 204 的接地端。

[0043] 谐波补偿电路 204 输入端的输入信号为对交流输入电压 v_{in} 进行整流得到的直流输入电压 v_g ,由谐波补偿电阻 R_c 和谐波补偿电容 C_c 组成一阶滤波电路,利用 RC 一阶滤波电路的特性,确定 RC 滤波的转折频率 f_c 的值。

[0044] 图 4 所示为本实施例中谐波补偿电路 204 的 Bode 图,从图 4 中可以看到,当转折频率 f_c 取 50Hz 时,相位图上对应的相位为 -45° ,表明谐波补偿电路 204 的输出电压的相位比输入端接收的直流输入电压 v_g 的相位滞后了 45° ,也即谐波补偿电路 204 的输出电压的相位比所述 PFC 电路的交流输入电压 v_{in} 的相位滞后了 45° ;再通过谐波补偿电路 204 的输出端输出至 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端,使得 PFC 控制电路 203 接收的直流输入电压 v_g 的相位比所述 PFC 电路的交流输入电压 v_{in} 的相位滞后了 45° ,根据所述 PFC 电路的特性抵消了输入功率中叠加的一个超前输入电压的相位 45° 的分量引起的相移。

[0045] 本实施例内其他元器件连接方式及工作原理与上述实施例相同,此处不再赘述。

[0046] 实施例三 :

[0047] 如图 5 所示,包括 :整流桥 201、输入电容 C_{in} 、PFC 变换器 202、PFC 控制电路 203 及谐波补偿电路 204 ;其中,谐波补偿电路 204 的输入端与整流桥 201 高电压输出端相连,其输出端与 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端相连,其接地端接地 ;且其转折频率 f_c 为 50Hz 时对应的相位为 -45° 。

[0048] 与上述实施例的区别在于 :

[0049] PFC 控制电路 203 包括 :

[0050] 电压采样电路 2031,电压采样电路 2031 的输入端为 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端 ;

[0051] 电流采样电路 2032,电流采样电路 2032 与 PFC 变换器 202 的输出端相连 ;

[0052] 误差信号放大电路 2033,误差信号放大电路 2033 的输入端与电流采样电路 2032 的输出端相连 ;误差信号放大电路 2033 还与电压采样电路 2031 的输出端相连 ;

[0053] 驱动信号产生电路 2034,驱动信号产生电路 2034 的输入端与误差信号放大电路 2033 的输出端相连 ;驱动信号产生电路 2034 的输出端与 PFC 变换器 202 的功率开关管相连。

[0054] PFC 控制电路 203 具体的工作原理为 :

[0055] 电压采样电路 2031 采样直流输入电压 v_g ,生成并输出第一采样电压 v_{g1} ;电流采样电路 2032 采样 PFC 变换器 202 的输出电流 i_o ,生成并输出第二采样电压 v_s ;误差信号放大电路 2033 接收第二采样电压 v_s ,误差信号放大电路 2033 还接收第一采样电压 v_{g1} 及表征输出电流 i_o 平均值的基准电压 v_{ref} ,并对第二采样电压 v_s 进行调节,生成并输出误差信号电

压；驱动信号产生电路 2034 接收所述误差信号电压；驱动信号产生电路 2034 还接收斜坡电压 v_{ramp} ，并对误差信号电压和斜坡电压 v_{ramp} 进行比较，生成并输出驱动信号，驱动 PFC 变换器 202 的功率开关管工作。

[0056] 本实施例内其他元器件连接方式及工作原理与上述实施例相同，此处不再赘述。

[0057] 实施例四：

[0058] 如图 6 所示，包括：整流桥 201、输入电容 C_{in} 、PFC 变换器 202、PFC 控制电路 203 及谐波补偿电路 204；其中，谐波补偿电路 204 的输入端与整流桥 201 高电压输出端相连，其输出端与 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端相连，其接地端接地；且其转折频率 f_c 为 50Hz 时对应的相位为 -45° 。

[0059] 且 PFC 控制电路 203 包括：

[0060] 电压采样电路 2031，电压采样电路 2031 的输入端为 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端；

[0061] 电流采样电路 2032，电流采样电路 2032 与 PFC 变换器 202 的输出端相连；

[0062] 误差信号放大电路 2033，误差信号放大电路 2033 的输入端与电流采样电路 2032 的输出端相连；误差信号放大电路 2033 还与电压采样电路 2031 的输出端相连；

[0063] 驱动信号产生电路 2034，驱动信号产生电路 2034 的输入端与误差信号放大电路 2033 的输出端相连；驱动信号产生电路 2034 的输出端与 PFC 变换器 202 的功率开关管相连。

[0064] 与上述实施例的区别在于：

[0065] 电压采样电路 2031 包括：相互串联连接的第一电阻 R_1 与第二电阻 R_2 ；

[0066] 第一电阻 R_1 与第二电阻 R_2 的连接点为电压采样电路 2031 的输出端，第一电阻 R_1 的另一端为电压采样电路 2031 的输入端，第二电阻 R_2 的另一端接地。

[0067] 在具体的实际应用中，电压采样电路 2031 并不限于上述实现形式，采用相互串联连接的第一电阻 R_1 与第二电阻 R_2 来实现电压采样电路 2031，只是一种较为简单的实现形式。

[0068] 优选的，电流采样电路 2032 采用电阻 R_s 来实现，如图 6 中 2032 虚线框内所示。

[0069] 本实施例内其他元器件连接方式及工作原理与上述实施例相同，此处不再赘述。

[0070] 实施例五：

[0071] 如图 7 所示，包括：整流桥 201、输入电容 C_{in} 、PFC 变换器 202、PFC 控制电路 203 及谐波补偿电路 204；其中，谐波补偿电路 204 的输入端与整流桥 201 高电压输出端相连，其输出端与 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端相连，其接地端接地；且其转折频率 f_c 为 50Hz 时对应的相位为 -45° 。

[0072] 且 PFC 控制电路 203 包括：

[0073] 电压采样电路 2031，电压采样电路 2031 的输入端为 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端；

[0074] 电流采样电路 2032，电流采样电路 2032 与 PFC 变换器 202 的输出端相连；

[0075] 误差信号放大电路 2033，误差信号放大电路 2033 的输入端与电流采样电路 2032 的输出端相连；误差信号放大电路 2033 还与电压采样电路 2031 的输出端相连；

[0076] 驱动信号产生电路 2034，驱动信号产生电路 2034 的输入端与误差信号放大电路

2033 的输出端相连 ;驱动信号产生电路 2034 的输出端与 PFC 变换器 202 的功率开关管相连。

[0077] 与上述实施例的区别在于 :

[0078] 误差信号放大电路 2033 包括 :运算放大器 G_m 和电容 C_1 ;

[0079] 运算放大器 G_m 的反相输入端与电流采样电路 2032 的输出端相连,接收第二采样电压 v_s ,运算放大器 G_m 的同相输入端接收基准电压 v_{ref} ;

[0080] 运算放大器 G_m 的输出端与电容 C_1 的一端相连,电容 C_1 的另一端与电压采样电路 2031 的输出端相连,运算放大器 G_m 的输出端与电容 C_1 的连接点为误差信号放大电路 2033 的输出端。

[0081] 电容 C_1 一端接收第一采样电压 v_{g1} ,另一端与运算放大器 G_m 输出端相连,运算放大器 G_m 将接收到的第二采样电压 v_s 与基准电压 v_{ref} 进行运算放大,生成误差信号电压,并输出至驱动信号产生电路 2034。

[0082] 本实施例内其他元器件连接方式及工作原理与上述实施例相同,此处不再赘述。

[0083] 实施例六 :

[0084] 如图 8 所示,包括 :整流桥 201、输入电容 C_{in} 、PFC 变换器 202、PFC 控制电路 203 及谐波补偿电路 204 ;其中,谐波补偿电路 204 的输入端与整流桥 201 高电压输出端相连,其输出端与 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端相连,其接地端接地 ;且其转折频率 f_c 为 50Hz 时对应的相位为 -45° 。

[0085] 且 PFC 控制电路 203 包括 :

[0086] 电压采样电路 2031,电压采样电路 2031 的输入端为 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端 ;

[0087] 电流采样电路 2032,电流采样电路 2032 与 PFC 变换器 202 的输出端相连 ;

[0088] 误差信号放大电路 2033,误差信号放大电路 2033 的输入端与电流采样电路 2032 的输出端相连 ;误差信号放大电路 2033 还与电压采样电路 2031 的输出端相连 ;

[0089] 驱动信号产生电路 2034,驱动信号产生电路 2034 的输入端与误差信号放大电路 2033 的输出端相连 ;驱动信号产生电路 2034 的输出端与 PFC 变换器 202 的功率开关管相连。

[0090] 与上述实施例的区别在于 :

[0091] 驱动信号产生电路 2034 包括 :比较器 ;

[0092] 比较器的反相输入端为驱动信号产生电路 2034 的输入端,接收所述误差信号电压 ;比较器的同相输入端接收斜坡电压 v_{ramp} ;比较器的输出端为驱动信号产生电路 2034 的输出端,产生并输出驱动信号,驱动 PFC 变换器 202 的功率开关管工作。

[0093] 本实施例内其他元器件连接方式及工作原理与上述实施例相同,此处不再赘述。

[0094] 实施例七 :

[0095] 如图 9 所示,包括 :整流桥 201、输入电容 C_{in} 、PFC 变换器 202、PFC 控制电路 203 及谐波补偿电路 204 ;其中,谐波补偿电路 204 的输入端与整流桥 201 高电压输出端相连,其输出端与 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端相连,其接地端接地 ;且其转折频率 f_c 为 50Hz 时对应的相位为 -45° 。

[0096] 与上述实施例的区别在于 :

[0097] 且谐波补偿电路 204 包括：相互串联连接的谐波补偿电阻 R_c 和谐波补偿电容 C_c ；其中，谐波补偿电阻 R_c 与谐波补偿电容 C_c 的连接点作为谐波补偿电路 204 的输出端，谐波补偿电阻 R_c 的另一端作为谐波补偿电路 204 的输入端，谐波补偿电容 C_c 的另一端作为谐波补偿电路 204 的接地端。

[0098] PFC 控制电路 203 包括：电压采样电路 2031、电流采样电路 2032、误差信号放大电路 2033 及驱动信号产生电路 2034；其中：

[0099] 电压采样电路 2031 包括：相互串联连接的第一电阻 R_1 与第二电阻 R_2 ；第一电阻 R_1 与第二电阻 R_2 的连接点为电压采样电路 2031 的输出端；第一电阻 R_1 的另一端为电压采样电路 2031 的输入端，也即 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端；第二电阻 R_2 的另一端接地。

[0100] 电流采样电路 2032 采用电阻 R_s 来实现。

[0101] 误差信号放大电路 2033 包括：运算放大器 G_m 和电容 C_1 ；运算放大器 G_m 的反相输入端与电流采样电路 2032 的输出端相连，接收第二采样电压 v_s ，运算放大器 G_m 的同相输入端接收基准电压 v_{ref} ；运算放大器 G_m 的输出端与电容 C_1 的一端相连，电容 C_1 的另一端与电压采样电路 2031 的输出端相连，运算放大器 G_m 的输出端与电容 C_1 的连接点为误差信号放大电路 2033 的输出端。

[0102] 驱动信号产生电路 2034 包括：比较器；比较器的反相输入端为驱动信号产生电路 2034 的输入端，接收所述误差信号电压；比较器的同相输入端接收斜坡电压 v_{ramp} ；比较器的输出端为驱动信号产生电路 2034 的输出端，产生并输出驱动信号，驱动 PFC 变换器 202 的功率开关管工作。

[0103] 具体的工作原理为：

[0104] 谐波补偿电路 204 输入端的输入信号为对交流输入电压 v_{in} 进行整流得到的直流输入电压 v_g ，由谐波补偿电阻 R_c 和谐波补偿电容 C_c 组成一阶滤波电路，利用 RC 一阶滤波电路的特性，确定 RC 滤波的转折频率 f_c 取 50Hz，使谐波补偿电路 204 的输出电压的相位比输入端接收的直流输入电压 v_g 的相位滞后了 45° ，也即谐波补偿电路 204 的输出电压的相位比所述 PFC 电路的交流输入电压 v_{in} 的相位滞后了 45° ；再通过谐波补偿电路 204 的输出端输出至 PFC 控制电路 203 的电压采样输入端，使得 PFC 控制电路 203 中的电容 C_1 一端接收的第一采样电压 v_{g1} 的相位也比交流输入电压 v_{in} 的相位滞后了 45° ；运算放大器 G_m 将接收到的第二采样电压 v_s 与基准电压 v_{ref} 进行运算放大，运算放大器 G_m 的输出端与电容 C_1 的另一端相连，生成并输出误差信号电压；驱动信号产生电路 2034 接收误差信号电压，并与斜坡电压进行比较，产生驱动信号来驱动 PFC 变换器的功率开关管工作。引入的谐波补偿电路，即抵消了输入功率中叠加的一个超前输入电压的相位 45° 的分量引起的相移。

[0105] 本实施例内其他元器件连接方式及工作原理与上述实施例相同，此处不再赘述。

[0106] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

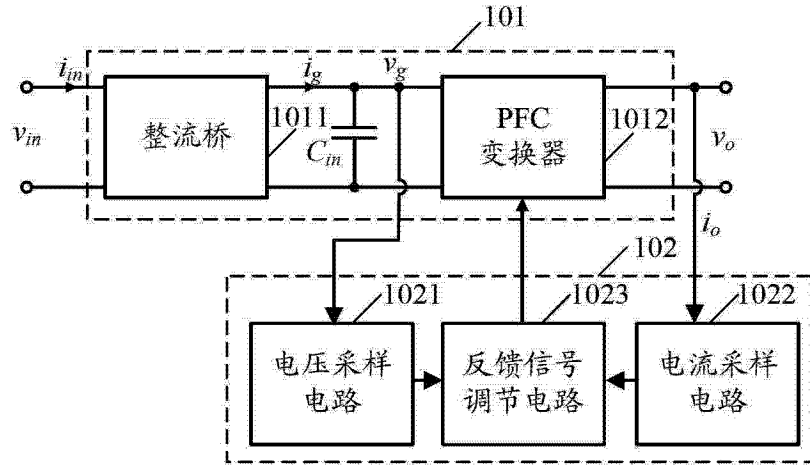


图 1

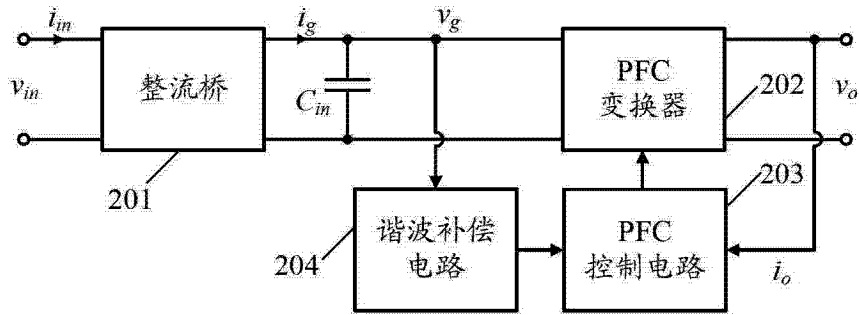


图 2

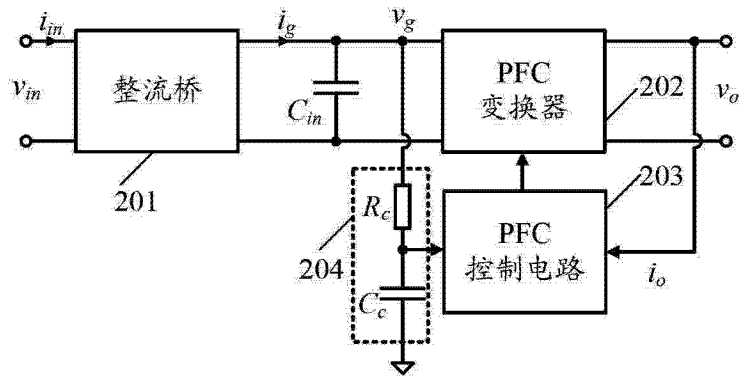


图 3

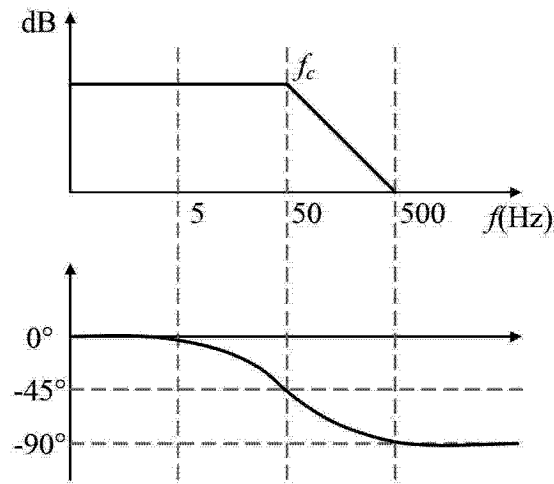


图 4

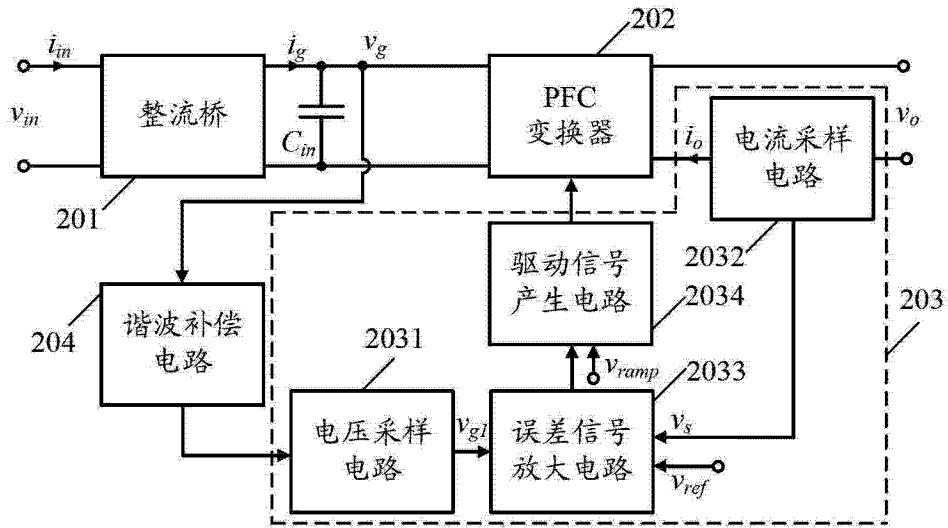


图 5

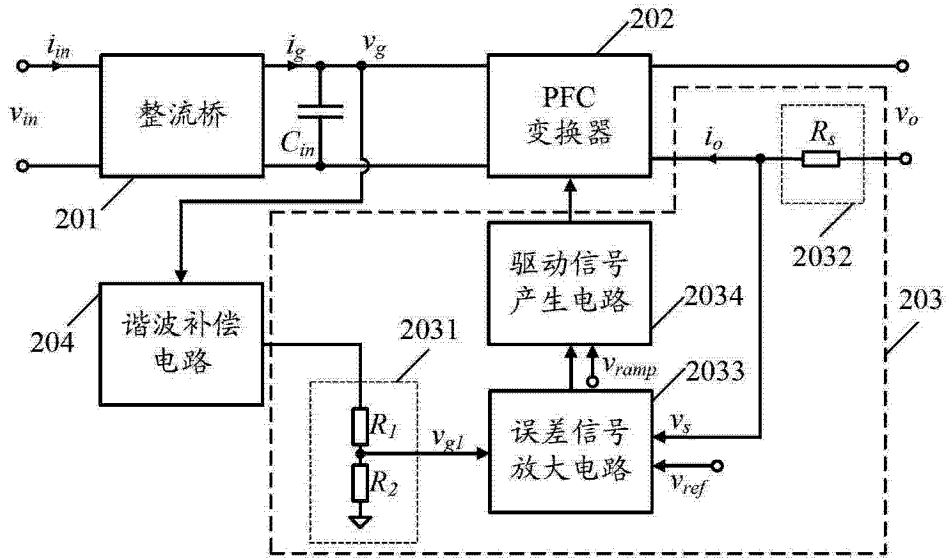


图 6

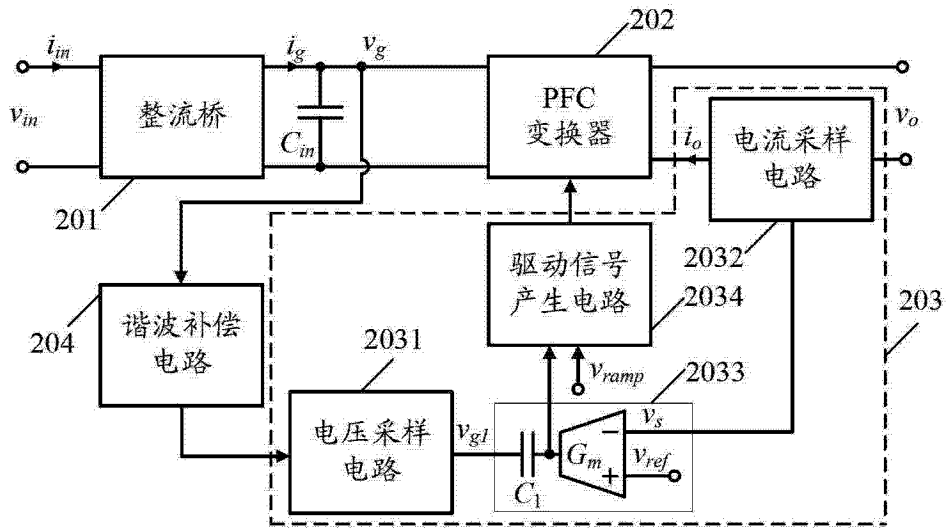


图 7

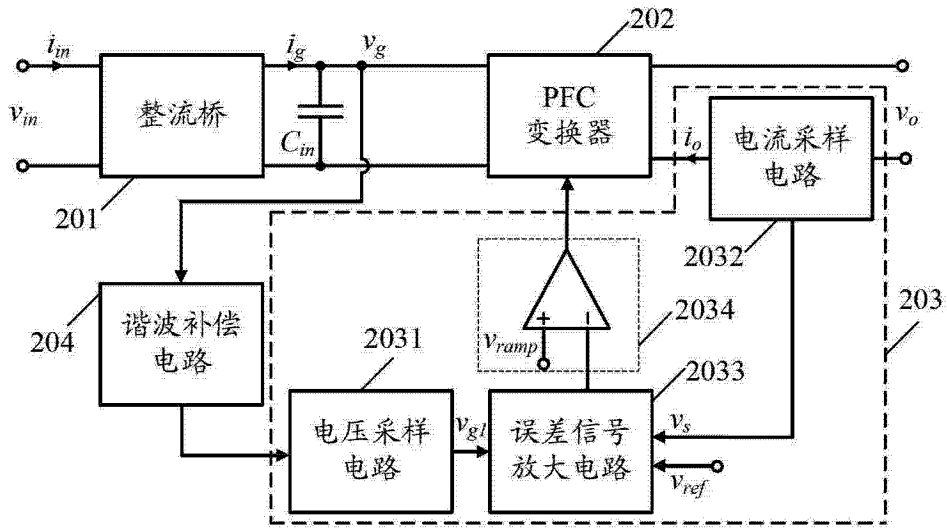


图 8

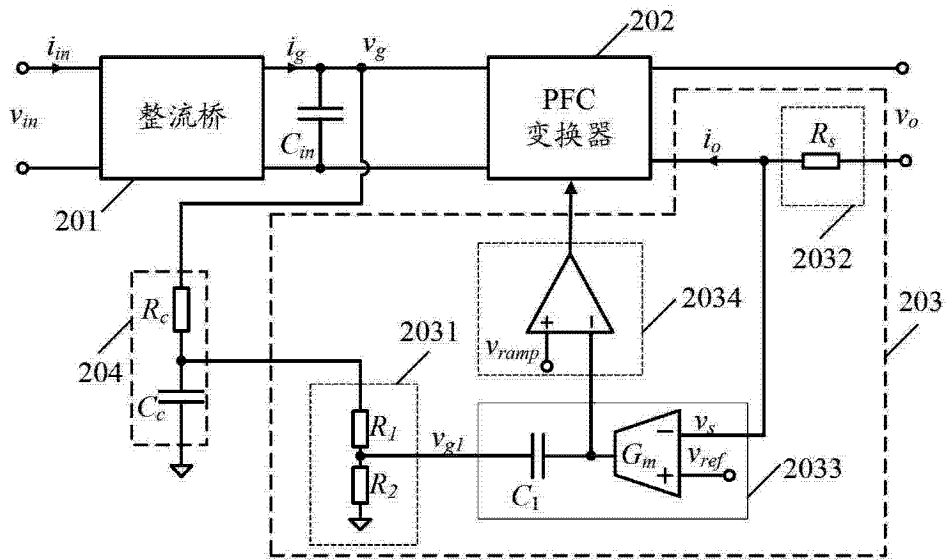


图 9