



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110231849 B

(45) 授权公告日 2020. 11. 17

(21) 申请号 201910395866.X

(22) 申请日 2019.05.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110231849 A

(43) 申请公布日 2019.09.13

(73) 专利权人 深圳市雷能混合集成电路有限公司

地址 518055 广东省深圳市南山区桃源街
道留仙大道1213号众冠红花岭工业南
区2区5栋1-6楼

(72) 发明人 李酉 王海峰

(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.

G05F 1/625 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101667782 A, 2010.03.10

CN 107478947 A, 2017.12.15

CN 109739290 A, 2019.05.10

CN 102355145 A, 2012.02.15

CN 109450254 A, 2019.03.08

审查员 韩潇

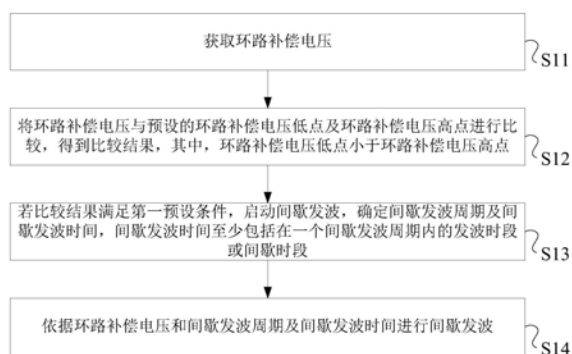
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种开关频率控制方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种开关频率控制方法及系统,获取环路补偿电压,将环路补偿电压与预设的环路补偿电压高点及低点进行比较,得到比较结果,若比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,依据环路补偿电压和间歇发波周期及间歇发波时间进行间歇发波。本方案通过当环路补偿电压与预设的高点及低点之间满足第一预设条件时,启动间歇发波,从而实现了开关频率PWM发波多少的控制,保证了传输能量的控制,避免了出现输出电压过冲的情况,保证了输出电压的稳定性。



1. 一种开关频率控制方法,其特征在于,包括:

获取环路补偿电压;

将所述环路补偿电压与预设的环路补偿电压低点及环路补偿电压高点进行比较,得到比较结果,其中,所述环路补偿电压低点小于所述环路补偿电压高点;

若所述比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,所述间歇发波时间至少包括在一个间歇发波周期内的发波时段或间歇时段,具体的,在第一场景下,所述环路补偿电压大于0,且小于所述环路补偿电压低点,启动间歇发波;或,在第二场景下,所述环路补偿电压大于所述环路补偿电压高点,启动间歇发波;

依据所述环路补偿电压和所述间歇发波周期及所述间歇发波时间进行间歇发波。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取环路补偿电压,包括:

通过环路补偿电压采样电路采集环路补偿电压;

和/或,

通过输出电压采样电路采集输出电压;

依据所述输出电压确定环路补偿电压。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述确定间歇发波周期,包括:

在第一场景下,确定间歇发波周期的数量N,所述环路补偿电压低点的 $1/N$ 即为一个间歇发波周期,所述N个间歇发波周期在0至所述环路补偿电压低点之间为连续的。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述依据所述间歇发波周期及所述间歇发波时间对所述环路补偿电压进行间歇发波,包括:

若所述间歇发波时间包括一个间歇发波周期内的发波时段,在每一个所述间歇发波周期的间歇发波时间进行发波,在每一个所述间歇发波周期的除所述间歇发波时间外的其他时间则不发波;

若所述间歇发波时间包括一个间歇发波周期内的间歇时段,在每一个所述间歇发波周期的非间歇发波时间进行发波,在每一个所述间歇发波周期的所述间歇发波时间则不发波;

其中,所述任一间歇发波周期的时长与所述间歇发波时间满足第二预设条件。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:

在第一场景或第二场景下,所述环路补偿电压大于所述环路补偿电压低点,且小于所述环路补偿电压高点,依据所述环路补偿电压的变化趋势确定是否启动间歇发波。

6. 一种开关频率控制系统,其特征在于,包括:获取单元,比较单元,启动单元及间歇发波单元,其中:

所述获取单元用于获取环路补偿电压;

所述比较单元用于将所述环路补偿电压与预设的环路补偿电压低点及环路补偿电压高点进行比较,得到比较结果,其中,所述环路补偿电压低点小于所述环路补偿电压高点;

所述启动单元用于若所述比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,所述间歇发波时间至少包括在一个间歇发波周期内的发波时段或间歇时段,具体的,在第一场景下,所述环路补偿电压大于0,且小于所述环路补偿电压低点,启动间歇发波;或,在第二场景下,所述环路补偿电压大于所述环路补偿电压高点,启动间歇发波;

所述间歇发波单元用于依据所述环路补偿电压和所述间歇发波周期及所述间歇发波时间进行间歇发波。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在於,所述获取单元用于:

通过环路补偿电压采样电路采集环路补偿电压;

和/或,

通过输出电压采样电路采集输出电压,依据所述输出电压确定环路补偿电压。

8. 根据权利要求6所述的系统,其特征在於,所述启动单元确定间歇发波周期,包括:

在第一场景下,所述启动单元确定间歇发波周期的数量 2^N ,所述环路补偿电压低点的 $1/N$ 即为一个间歇发波周期,所述 N 个间歇发波周期在0至所述环路补偿电压低点之间为连续的。

一种开关频率控制方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路领域,尤其涉及一种开关频率控制方法及系统。

背景技术

[0002] 在传统的开关频率控制模式下,通常,输出电压 V_{out} 在轻载时有可能会出现过冲的现象,从而导致轻载或空载时输出电压不稳定的情况。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本发明提供一种开关频率控制方法及系统,以解决现有技术中输出电压在轻载时出现过冲,导致输出电压不稳定的问题,其具体方案如下:

[0004] 一种开关频率控制方法,包括:

[0005] 获取环路补偿电压;

[0006] 将所述环路补偿电压与预设的环路补偿电压低点及环路补偿电压高点进行比较,得到比较结果,其中,所述环路补偿电压低点小于所述环路补偿电压高点;

[0007] 若所述比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,所述间歇发波时间至少包括在一个间歇发波周期内的发波时段或间歇时段;

[0008] 依据所述环路补偿电压和所述间歇发波周期及所述间歇发波时间进行间歇发波。

[0009] 进一步的,所述获取环路补偿电压,包括:

[0010] 通过环路补偿电压采样电路采集环路补偿电压;

[0011] 和/或,

[0012] 通过输出电压采样电路采集输出电压;

[0013] 依据所述输出电压确定环路补偿电压。

[0014] 进一步的,所述若所述比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,包括:

[0015] 在第一场景下,所述环路补偿电压大于0,且小于所述环路补偿电压低点,启动间歇发波;

[0016] 或,

[0017] 在第二场景下,所述环路补偿电压大于所述环路补偿电压高点,启动间歇发波。

[0018] 进一步的,所述确定间歇发波周期,包括:

[0019] 在第一场景下,确定间歇发波周期的数量 N ,所述环路补偿电压低点的 $1/N$ 即为一个间歇发波周期,所述 N 个间歇发波周期在0至所述环路补偿电压低点之间为连续的。

[0020] 进一步的,所述依据所述间歇发波周期及所述间歇发波时间对所述环路补偿电压进行间歇发波,包括:

[0021] 若所述间歇发波时间包括一个间歇发波周期内的发波时段,在每一个所述间歇发波周期的间歇发波时间进行发波,在每一个所述间歇发波周期的除所述间歇发波时间外的其他时间则不发波;

[0022] 若所述间歇发波时间包括一个间歇发波周期内的间歇时段,在每一个所述间歇发

波周期的非间歇发波时间进行发波,在每一个所述间歇发波周期的所述间歇发波时间则不发波;

[0023] 其中,所述任一间歇发波周期的时长与所述间歇发波时间满足第二预设条件。

[0024] 进一步的,还包括:

[0025] 在第一场景或第二场景下,所述环路补偿电压大于所述环路补偿电压低点,且小于所述环路补偿电压高点,依据所述环路补偿电压的变化趋势确定是否启动间歇发波。

[0026] 一种开关频率控制系统,包括:获取单元,比较单元,启动单元及间歇发波单元,其中:

[0027] 所述获取单元用于获取环路补偿电压;

[0028] 所述比较单元用于将所述环路补偿电压与预设的环路补偿电压低点及环路补偿电压高点进行比较,得到比较结果,其中,所述环路补偿电压低点小于所述环路补偿电压高点;

[0029] 所述启动单元用于若所述比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,所述间歇发波时间至少包括在一个间歇发波周期内的发波时段或间歇时段;

[0030] 所述间歇发波单元用于依据所述环路补偿电压和所述间歇发波周期及所述间歇发波时间进行间歇发波。

[0031] 进一步的,所述获取单元用于:

[0032] 通过环路补偿电压采样电路采集环路补偿电压;

[0033] 和/或,

[0034] 通过输出电压采样电路采集输出电压,依据所述输出电压确定环路补偿电压。

[0035] 进一步的,所述启动单元用于:

[0036] 在第一场景下,所述环路补偿电压大于0,且小于所述环路补偿电压低点,启动间歇发波;

[0037] 或,

[0038] 在第二场景下,所述环路补偿电压大于所述环路补偿电压高点,启动间歇发波。

[0039] 进一步的,所述启动单元确定间歇发波周期,包括:

[0040] 在第一场景下,所述启动单元确定间歇发波周期的数量 2^N ,所述环路补偿电压低点的 $1/N$ 即为一个间歇发波周期,所述 N 个间歇发波周期在0至所述环路补偿电压低点之间为连续的。

[0041] 从上述技术方案可以看出,本申请公开的开关频率控制方法及系统,获取环路补偿电压,将环路补偿电压与预设的环路补偿电压高点及低点进行比较,得到比较结果,若比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,依据环路补偿电压和间歇发波周期及间歇发波时间进行间歇发波。本方案通过当环路补偿电压与预设的高点及低点之间满足第一预设条件时,启动间歇发波,从而实现了对开关频率PWM发波多少的控制,保证了传输能量的控制,避免了出现输出电压过冲的情况,保证了输出电压的稳定性。

附图说明

[0042] 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。

[0043] 图1为本发明实施例公开的一种开关频率控制方法的流程图;

[0044] 图2为本发明实施例公开的一种环路补偿电压高点及环路补偿电压低点之间的数值大小示意图;

[0045] 图3为本发明实施例公开的一种开关频率控制方法的流程图;

[0046] 图4为本发明实施例公开的一种N个间歇周期的示意图;

[0047] 图5为本发明实施例公开的一种开关频率控制系统的结构示意图。

具体实施方式

[0048] 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。

[0049] 本发明公开了一种开关频率控制方法,其流程图如图1所示,包括:

[0050] 步骤S11、获取环路补偿电压;

[0051] 环路补偿电压可以为直接采集得到的电压值,也可以为通过计算得到的电压值。

[0052] 具体的,可以为:通过环路补偿电压采样电路直接采集环路补偿电压 C_{comp} ,其主要应用于对模拟电源的控制,即在模拟电路中,只需要一个环路补偿电压采样电路对环路补偿电压 C_{comp} 进行直接采集即可;

[0053] 也可以为:通过输出电压采样电路采集输出电压 V_{out} ,依据输出电压 V_{out} 确定环路补偿电压,其主要应用于对数字电源的控制,即在数字电路中,需要一个输出电压采样电路对输出电压 V_{out} 进行采集,并在采集了输出电压 V_{out} 之后,通过环路计算模块对输出电压 V_{out} 进行计算,从而得到环路补偿电压。在这一方案中,并不需要环路补偿电压采样电路,只需要输出电压采样电路即可。

[0054] 进一步的,还可以为:在电路中既包括环路补偿电压采样电路,也包括输出电压采样电路,既可以通过环路补偿电压采样电路直接采集环路补偿电压,也可以通过输出电压采样电路采集输出电压,并依据输出电压确定环路补偿电压,针对不同的电源类型,选取不同的环路补偿电压获取方式。

[0055] 其中,采集到的值,可以为经过滤波后的采样值,也可是采样完成后进行数字滤波,或者,不经过滤波的瞬时值。其中,采集到的值可以为通过环路补偿电压采样电路采集到的环路补偿电压值,也可以为通过输出电压采样电路采集到的输出电压值。

[0056] 其中,环路计算方法包括但不限于:两极点两零点(2P2Z),三极点三零点(3P3Z),比例积分微分(PID)等方法。

[0057] 步骤S12、将环路补偿电压与预设的环路补偿电压低点及环路补偿电压高点进行比较,得到比较结果,其中,环路补偿电压低点小于环路补偿电压高点;

[0058] 预先设置环路补偿电压低点 C_{CompL} 及环路补偿电压高点 C_{CompH} ,其中,环路补偿电压低点小于环路补偿电压高点,如图2所示,该设置可以是在调试时选择数据设置完成的,也可以为根据用户经验选择数据设置完成,从而保证既能够采集到环路补偿电压,又能够满足控制的需求。

[0059] 其中,环路补偿电压低点与环路补偿电压高点的数值可以与调试时的数据相关,也可以与用户经验相关,具体的,环路补偿电压低点可以为环路补偿电压高点的一半,也可以为其他值。

[0060] 将环路补偿电压 C_{Comp} 与环路补偿电压低点 C_{CompL} 及环路补偿电压高点 C_{CompH} 进行比较,得到比较结果,其中,比较结果具体包括:

[0061] 环路补偿电压 C_{Comp} 等于0,即 $C_{\text{Comp}}=0$;

[0062] 或者,环路补偿电压 C_{Comp} 大于0,且小于环路补偿电压低点 C_{CompL} ,即 $0 < C_{\text{Comp}} < C_{\text{CompL}}$;

[0063] 或者,环路补偿电压 C_{Comp} 大于环路补偿电压低点 C_{CompL} ,且小于环路补偿电压高点 C_{CompH} ,即 $C_{\text{CompL}} < C_{\text{Comp}} < C_{\text{CompH}}$;

[0064] 或者,环路补偿电压 C_{Comp} 大于环路补偿电压高点 C_{CompH} ,即 $C_{\text{Comp}} > C_{\text{CompH}}$ 。

[0065] 步骤S13、若比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,间歇发波时间至少包括在一个间歇发波周期内的发波时段或间歇时段;

[0066] 比较结果满足第一预设条件,可以为:比较结果为上述比较结果中的某一种或几种时,启动间歇发波,比较结果为其他情况时,不启动间歇发波,可以为连续发波,或,不发波。

[0067] 例如:比较结果为环路补偿电压 C_{Comp} 等于0,此时可以不启动连续发波,也不持续发波,为使开关频率PWM不发波;也可以为:让开关频率发一个或有限个波形;

[0068] 比较结果为环路补偿电压 C_{Comp} 大于0,且小于环路补偿电压低点 C_{CompL} ,此时,启动间歇发波;

[0069] 比较结果为环路补偿电压 C_{Comp} 大于环路补偿电压低点 C_{CompL} ,且小于环路补偿电压高点 C_{CompH} ,此时,可以为启动间歇发波,也可以为启动连续发波;

[0070] 比较结果为环路补偿电压 C_{Comp} 大于环路补偿电压高点 C_{CompH} ,此时,启动连续发波。

[0071] 在确定了启动间歇发波模式之后,就需要确定间歇发波周期及间歇发波时间。

[0072] 其中,间歇发波周期即在需要进行间歇发波的环路补偿电压范围内,需要以一个时段或者一个电压差为一个间歇发波的周期,该间歇发波周期与需要进行间歇发波的环路补偿电压的范围相关,也可以为预先设定好间歇发波周期。

[0073] 一个间歇发波周期包括一个发波时段和一个间歇时段,在一个发波时段及一个间歇时段完成之后,即进入下一个间歇发波周期。

[0074] 间歇发波时间可以为一个间歇发波周期内的发波时段或间歇时段,根据该间歇发波时间确定在一个间歇发波周期内何时发波,何时间歇。

[0075] 步骤S14、依据环路补偿电压和间歇发波周期及间歇发波时间进行间歇发波。

[0076] 在确定间歇发波时间之后,即可确定在一个间歇发波周期内何时发波,何时间歇;在确定间歇发波周期之后,即可确定在需要进行发波的电压范围内,有几个间歇发波周期,每一个间歇发波周期内何时发波、何时间歇,从而实现了开关频率PWM的发波多少的控制。

[0077] 若间歇发波时间为一个间歇发波周期的发波时段,在每一个间歇发波周期的间歇发波时间进行发波,在每一个间歇发波周期的除间歇发波时间外的其他时间不发波;

[0078] 若间歇发波时间为一个间歇发波周期内的间歇时段,在每一个间歇发波周期的非间歇发波时间进行发波,在每一个间歇发波周期的间歇发波时间不发波。

[0079] 即在每一个间歇发波周期的发波时段发波,在间歇时段不发波。

[0080] 其中,任一间歇发波周期的时长与间歇发波时间满足第二预设条件。

[0081] 具体的,第二预设条件可以为:预设的第一公式,即间歇发波周期的时长与间歇发波时间这两个时间数值满足第一公式。其中,该第一公式可以为线性公式,如: $y=kx$,其中, y 为间歇发波周期的时长, x 为间歇发波时间, k 为非0系数;

[0082] 另外,第一公式也可以为非线性公式,如:指数公式,双曲线公式,抛物线公式,折线公式等。

[0083] 根据第一公式的不同,任意两个间歇发波周期内间歇发波时间与间歇发波周期的时长之间的比值可能相同,也可能不同,其与该具体的第二预设条件相关。

[0084] 开关频率PWM发波的多少,决定了电源从输入向输出传递了多少能量,发波多,即代表传输的能量多,发波少,即代表传输的能量少,从而实现对输出电压的控制,保证了输出电压的稳定性,避免了在轻载或空载时出现过冲的现象。

[0085] 本实施例公开的开关频率控制方法,获取环路补偿电压,将环路补偿电压与预设的环路补偿电压高点及低点进行比较,得到比较结果,若比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,依据环路补偿电压和间歇发波周期及间歇发波时间进行间歇发波。本方案通过当环路补偿电压与预设的高点及低点之间满足第一预设条件时,启动间歇发波,从而实现了开关频率PWM发波多少的控制,保证了传输能量的控制,避免了出现输出电压过冲的情况,保证了输出电压的稳定性。

[0086] 本实施例公开了一种开关频率控制方法,其流程图如图3所示,包括:

[0087] 步骤S31、获取环路补偿电压;

[0088] 步骤S32、将环路补偿电压与预设的环路补偿电压低点及环路补偿电压高点进行比较,得到比较结果,其中,环路补偿电压低点小于环路补偿电压高点;

[0089] 步骤S33、若比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,在第一场景下,确定间歇发波周期的数量 2^N ,环路补偿电压低点的 $1/N$ 即为一个间歇发波周期, N 个间歇发波周期在0至环路补偿电压低点之间为连续的,并确定间歇发波时间;

[0090] 其中,比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,可以具体为:

[0091] 在第一场景下,环路补偿电压大于0,且小于环路补偿电压低点,启动间歇发波;

[0092] 或,

[0093] 在第二场景下,环路补偿电压大于环路补偿电压高点,启动间歇发波。

[0094] 即间歇发波的启动条件是根据不同应用场景而不同的。

[0095] 例如:在LLC拓扑中,只有当环路补偿电压大于环路补偿电压高点时,才会启动间歇发波,而当环路补偿电压大于0,且小于环路补偿电压低点时,启动连续发波;在硬开关电路中,只有当环路补偿电压大于0,且小于环路补偿电压低点时,才会启动间歇发波,而当环路补偿电压大于环路补偿电压高点时,启动连续发波。

[0096] 而对于环路补偿电压大于环路补偿电压低点,且小于环路补偿电压高点的情况,

无论是在第一场景下,还是在第二场景下,均需要依据环路补偿电压的变化趋势确定是否启动间歇发波。

[0097] 若环路补偿电压是由距离连续发波侧较近的位置向距离间歇发波侧较近的位置变化,则启动间歇发波;若环路补偿电压是由距离间歇发波侧较近的位置向距离连续发波侧较近的位置变化,则启动连续发波。

[0098] 即,在第一场景下,若环路补偿电压是由大变小的,由于第一场景下,环路补偿电压小于环路补偿电压低点时,间歇发波,大于环路补偿电压高点时,连续发波,那么,在环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间,且由大变小时,是启动间歇发波,使得在环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间时,为间歇发波的过渡期;若环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间,且由小变大时,则启动连续发波;

[0099] 在第二场景下,若环路补偿电压是由大变小的,由于第二场景下,环路补偿电压小于环路补偿电压低点时,连续发波,大于环路补偿电压高点时,间歇发波,那么,在环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间,且由大变小时,是启动连续发波,使得在环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间时,为连续发波的过渡期;若环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间,且由小变大时,则启动间歇发波。

[0100] 现以第一场景为例,确定间歇发波周期,可以具体为:确定间歇发波周期的数量 2^N ,环路补偿电压低点的 $1/N$ 即为一个间歇发波周期, N 个间歇发波周期在0至环路补偿电压低点之间为连续的。

[0101] 具体的,间歇发波周期的数量 2^N 与调试结果相关,如: N 为9,即 $2^9=512$ 。

[0102] 以环路补偿电压低点 C_{ompL} 为一个点,在0点与环路补偿电压低点 C_{ompL} 之间画一条线段,将此线段进行 N 等分,每一个等分后的线段即为一个间歇周期,如图4所示,包括:起点0,及终点 C_{ompL} ,将这一线段 $0C_{\text{ompL}}$ 进行8等分,得到0A,AB,BC,CD,DE,EF,FG, GC_{ompL} 共8段长度相同的短线段,每一个等分后的短线段为一个间歇周期,在这一间歇周期内包括一次间歇及一次发波。

[0103] 步骤S34、依据环路补偿电压和间歇发波周期及间歇发波时间进行间歇发波。

[0104] 本实施例公开的开关频率控制方法,获取环路补偿电压,将环路补偿电压与预设的环路补偿电压高点及低点进行比较,得到比较结果,若比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,依据环路补偿电压和间歇发波周期及间歇发波时间进行间歇发波。本方案通过当环路补偿电压与预设的高点及低点之间满足第一预设条件时,启动间歇发波,从而实现了开关频率PWM发波多少的控制,保证了传输能量的控制,避免了出现输出电压过冲的情况,保证了输出电压的稳定性。

[0105] 本实施例公开了一种开关频率控制系统,其结构示意图如图5所示,包括:

[0106] 获取单元51,比较单元52,启动单元53及间歇发波单元54。

[0107] 其中,获取单元51用于获取环路补偿电压;

[0108] 环路补偿电压可以为直接采集得到的电压值,也可以为通过计算得到的电压值。

[0109] 具体的,可以为:通过环路补偿电压采样电路直接采集环路补偿电压 C_{omp} ,其主要应用于对模拟电源的控制,即在模拟电路中,只需要一个环路补偿电压采样电路对环路补

偿电压 C_{comp} 进行直接采集即可；

[0110] 也可以为：通过输出电压采样电路采集输出电压 V_{out} ，依据输出电压 V_{out} 确定环路补偿电压，其主要应用于对数字电源的控制，即在数字电路中，需要一个输出电压采样电路对输出电压 V_{out} 进行采集，并在采集了输出电压 V_{out} 之后，通过环路计算模块对输出电压 V_{out} 进行计算，从而得到环路补偿电压。在这一方案中，并不需要环路补偿电压采样电路，只需要输出电压采样电路即可。

[0111] 进一步的，还可以为：在电路中既包括环路补偿电压采样电路，也包括输出电压采样电路，既可以通过环路补偿电压采样电路直接采集环路补偿电压，也可以通过输出电压采样电路采集输出电压，并依据输出电压确定环路补偿电压，针对不同的电源类型，选取不同的环路补偿电压获取方式。

[0112] 其中，采集到的值，可以为经过滤波后的采样值，也可是采样完成后进行数字滤波，或者，不经过滤波的瞬时值。其中，采集到的值可以为通过环路补偿电压采样电路采集到的环路补偿电压值，也可以为通过输出电压采样电路采集到的输出电压值。

[0113] 比较单元52用于将环路补偿电压与预设的环路补偿电压低点及环路补偿电压高点进行比较，得到比较结果，其中，环路补偿电压低点小于环路补偿电压高点；

[0114] 预先设置环路补偿电压低点 C_{compL} 及环路补偿电压高点 C_{compH} ，其中，环路补偿电压低点小于环路补偿电压高点，如图2所示，该设置可以是在调试时选择数据设置完成的，也可以为根据用户经验选择数据设置完成，从而保证既能够采集到环路补偿电压，又能够满足控制的需求。

[0115] 其中，环路补偿电压低点与环路补偿电压高点的数值可以与调试时的数据相关，也可以与用户经验相关，具体的，环路补偿电压低点可以为环路补偿电压高点的一半，也可以为其他值。

[0116] 将环路补偿电压 C_{comp} 与环路补偿电压低点 C_{compL} 及环路补偿电压高点 C_{compH} 进行比较，得到比较结果，其中，比较结果具体包括：

[0117] 环路补偿电压 C_{comp} 等于0，即 $C_{\text{comp}}=0$ ；

[0118] 或者，环路补偿电压 C_{comp} 大于0，且小于环路补偿电压低点 C_{compL} ，即 $0 < C_{\text{comp}} < C_{\text{compL}}$ ；

[0119] 或者，环路补偿电压 C_{comp} 大于环路补偿电压低点 C_{compL} ，且小于环路补偿电压高点 C_{compH} ，即 $C_{\text{compL}} < C_{\text{comp}} < C_{\text{compH}}$ ；

[0120] 或者，环路补偿电压 C_{comp} 大于环路补偿电压高点 C_{compH} ，即 $C_{\text{comp}} > C_{\text{compH}}$ 。

[0121] 启动单元53用于若比较结果满足第一预设条件，启动间歇发波，确定间歇发波周期及间歇发波时间，间歇发波时间至少包括在一个间歇发波周期内的发波时段或间歇时段；

[0122] 比较结果满足第一预设条件，可以为：比较结果为上述比较结果中的某一种或几种时，启动间歇发波，比较结果为其他情况时，不启动间歇发波，可以为连续发波，或，不发波。

[0123] 例如：比较结果为环路补偿电压 C_{comp} 等于0，此时可以不启动连续发波，也不持续发波，为使开关频率PWM不发波；也可以为：让开关频率发一个或有限个波形；

[0124] 比较结果为环路补偿电压 C_{comp} 大于0，且小于环路补偿电压低点 C_{compL} ，此时，启动间歇发波；

[0125] 比较结果为环路补偿电压 C_{comp} 大于环路补偿电压低点 C_{compL} ,且小于环路补偿电压高点 C_{compH} ,此时,可以为启动间歇发波,也可以为启动连续发波;

[0126] 比较结果为环路补偿电压 C_{comp} 大于环路补偿电压高点 C_{compH} ,此时,启动连续发波。

[0127] 在确定了启动间歇发波模式之后,就需要确定间歇发波周期及间歇发波时间。

[0128] 其中,间歇发波周期即在需要进行间歇发波的环路补偿电压范围内,需要以一个时段或者一个电压差为一个间歇发波的周期,该间歇发波周期与需要进行间歇发波的环路补偿电压的范围相关,也可以为预先设定好间歇发波周期。

[0129] 一个间歇发波周期包括一个发波时段和一个间歇时段,在一个发波时段及一个间歇时段完成之后,即进入下一个间歇发波周期。

[0130] 间歇发波时间可以为一个间歇发波周期内的发波时段或间歇时段,根据该间歇发波时间确定在一个间歇发波周期内何时发波,何时间歇。

[0131] 其中,启动单元53确定间歇发波周期,可具体为:在第一场景下,启动单元确定间歇发波周期的数量 2^N ,环路补偿电压低点的 $1/N$ 即为一个间歇发波周期, N 个间歇发波周期在0至环路补偿电压低点之间是连续的。

[0132] 其中,比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,可以具体为:

[0133] 在第一场景下,环路补偿电压大于0,且小于环路补偿电压低点,启动间歇发波;

[0134] 或,

[0135] 在第二场景下,环路补偿电压大于环路补偿电压高点,启动间歇发波。

[0136] 即间歇发波的启动条件是根据不同应用场景而不同的。

[0137] 例如:在LLC拓扑中,只有当环路补偿电压大于环路补偿电压高点时,才会启动间歇发波,而当环路补偿电压大于0,且小于环路补偿电压低点时,启动连续发波;在硬开关电路中,只有当环路补偿电压大于0,且小于环路补偿电压低点时,才会启动间歇发波,而当环路补偿电压大于环路补偿电压高点时,启动连续发波。

[0138] 而对于环路补偿电压大于环路补偿电压低点,且小于环路补偿电压高点的情况,无论是在第一场景下,还是在第二场景下,均需要依据环路补偿电压的变化趋势确定是否启动间歇发波。

[0139] 若环路补偿电压是由距离连续发波侧较近的位置向距离间歇发波侧较近的位置变化,则启动间歇发波;若环路补偿电压是由距离间歇发波侧较近的位置向距离连续发波侧较近的位置变化,则启动连续发波。

[0140] 即,在第一场景下,若环路补偿电压是由大变小的,由于第一场景下,环路补偿电压小于环路补偿电压低点时,间歇发波,大于环路补偿电压高点时,连续发波,那么,在环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间,且由大变小时,是启动间歇发波,使得在环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间时,为间歇发波的过渡期;若环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间,且由小变大时,则启动连续发波;

[0141] 在第二场景下,若环路补偿电压是由大变小的,由于第二场景下,环路补偿电压小于环路补偿电压低点时,连续发波,大于环路补偿电压高点时,间歇发波,那么,在环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间,且由大变小时,是启动连续发波,使得在环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间时,为连续发波的过渡

期;若环路补偿电压处于环路补偿电压低点与环路补偿电压高点之间,且由小变大时,则启动间歇发波。

[0142] 现以第一场景为例,确定间歇发波周期,可以具体为:确定间歇发波周期的数量 2^N ,环路补偿电压低点的 $1/N$ 即为一个间歇发波周期, N 个间歇发波周期在0至环路补偿电压低点之间为连续的。

[0143] 具体的,间歇发波周期的数量 2^N 与调试结果相关,如: N 为9,即 $2^N=512$ 。

[0144] 以环路补偿电压低点 C_{compL} 为一个点,在0点与环路补偿电压低点 C_{compL} 之间画一条线段,将此线段进行 N 等分,每一个等分后的线段即为一个间歇周期,如图4所示,包括:起点0,及终点 C_{compL} ,将这一线段 $0C_{\text{compL}}$ 进行8等分,得到0A,AB,BC,CD,DE,EF,FG, GC_{compL} 共8段长度相同的短线段,每一个等分后的短线段为一个间歇周期,在这一间歇周期内包括一次间歇及一次发波。

[0145] 间歇发波单元54用于依据环路补偿电压和间歇发波周期及间歇发波时间进行间歇发波。

[0146] 在确定间歇发波时间之后,即可确定在一个间歇发波周期内何时发波,何时间歇;在确定间歇发波周期之后,即可确定在需要进行发波的电压范围内,有几个间歇发波周期,每一个间歇发波周期内何时发波、何时间歇,从而实现了开关频率PWM的发波多少的控制。

[0147] 若间歇发波时间为一个间歇发波周期的发波时段,在每一个间歇发波周期的间歇发波时间进行发波,在每一个间歇发波周期的除间歇发波时间外的其他时间不发波;

[0148] 若间歇发波时间为一个间歇发波周期内的间歇时段,在每一个间歇发波周期的非间歇发波时间进行发波,在每一个间歇发波周期的间歇发波时间不发波。

[0149] 即在每一个间歇发波周期的发波时段发波,在间歇时段不发波。

[0150] 其中,任一间歇发波周期的时长与间歇发波时间满足第二预设条件。

[0151] 具体的,第二预设条件可以为:预设的第一公式,即间歇发波周期的时长与间歇发波时间这两个时间数值满足第一公式。其中,该第一公式可以为线性公式,如: $y=kx$,其中, y 为间歇发波周期的时长, x 为间歇发波时间, k 为非0系数;

[0152] 另外,第一公式也可以为非线性公式,如:指数公式,双曲线公式,抛物线公式,折线公式等。

[0153] 根据第一公式的不同,任意两个间歇发波周期内间歇发波时间与间歇发波周期的时长之间的比值可能相同,也可能不同,其与该具体的第二预设条件相关。

[0154] 开关频率PWM发波的多少,决定了电源从输入向输出传递了多少能量,发波多,即代表传输的能量多,发波少,即代表传输的能量少,从而实现对输出电压的控制,保证了输出电压的稳定性,避免了在轻载或空载时出现过冲的现象。

[0155] 本实施例公开的开关频率控制系统,获取环路补偿电压,将环路补偿电压与预设的环路补偿电压高点及低点进行比较,得到比较结果,若比较结果满足第一预设条件,启动间歇发波,确定间歇发波周期及间歇发波时间,依据环路补偿电压和间歇发波周期及间歇发波时间进行间歇发波。本方案通过当环路补偿电压与预设的高点及低点之间满足第一预设条件时,启动间歇发波,从而实现了开关频率PWM发波多少的控制,即保证了传输能量的控制,避免了出现输出电压过冲的情况,保证了输出电压的稳定性。

[0156] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0157] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0158] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0159] 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。

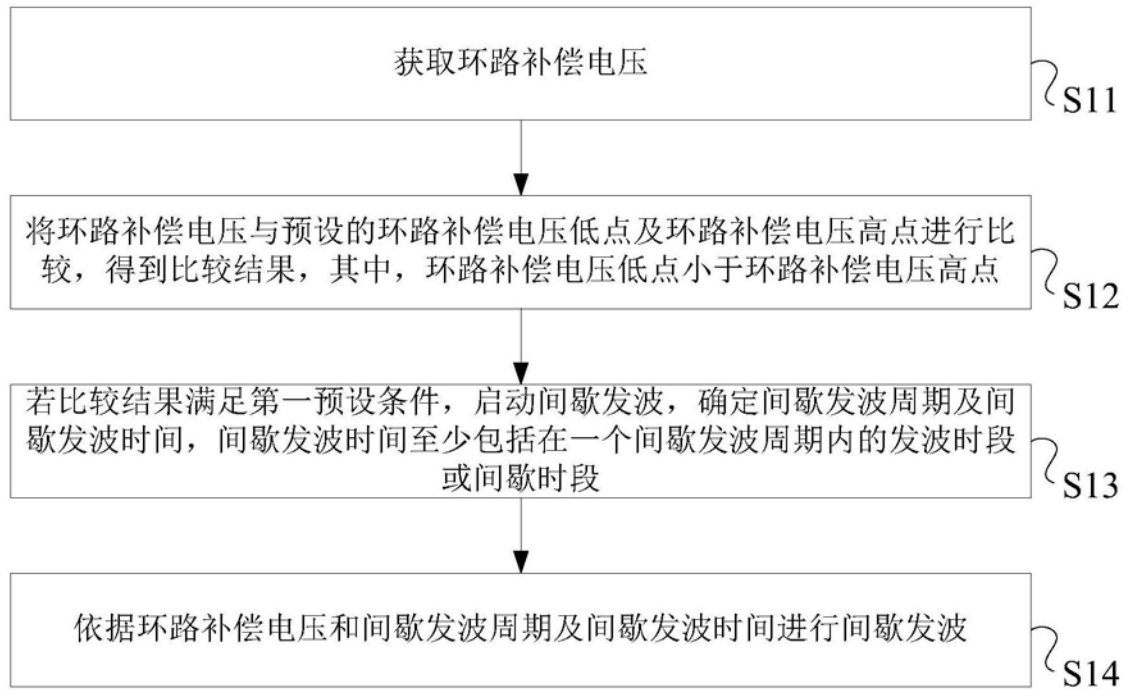


图1

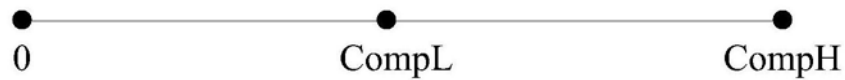


图2

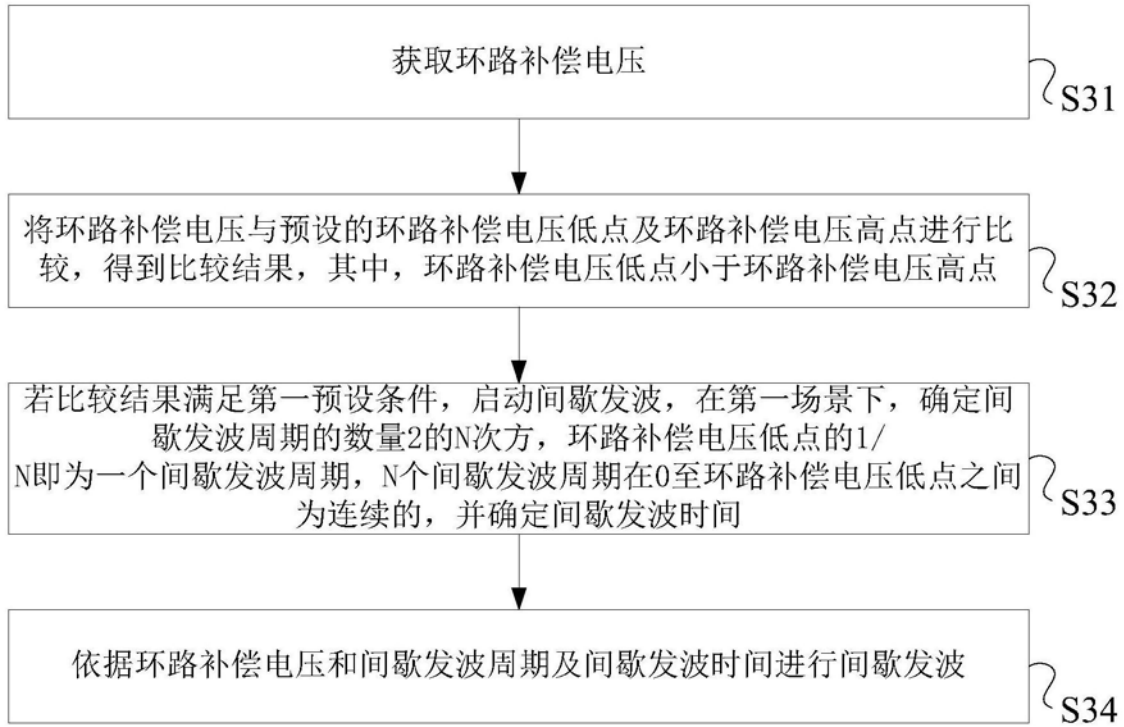


图3



图4



图5