

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101989074 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 10

(21) 申请号 200910305061. 8

(22) 申请日 2009. 07. 31

(73) 专利权人 成都芯源系统有限公司

地址 611731 四川省成都市高新西区科新路
8号

(72) 发明人 徐鹏

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理
有限公司 51214

代理人 詹永斌 徐宏

(51) Int. Cl.

G05B 19/04 (2006. 01)

H03K 17/687 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5773966 A, 1998. 06. 30,

审查员 窦艳鹏

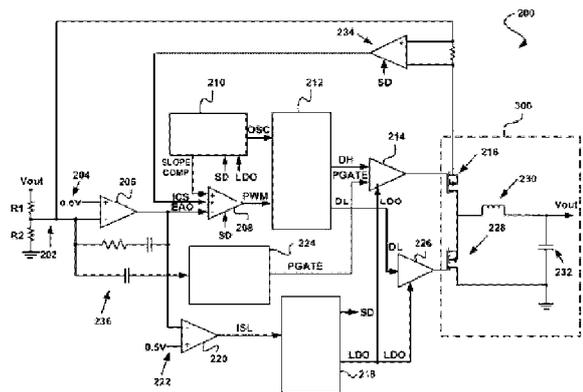
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种开关调节电路及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种开关调节电路及方法。所述开关调节电路由一个控制器来控制所述工作在开关模式还是无源模式。此外,所述开关调节器电路还包括晶体管,该晶体管在开关模式下作为一个开关器件,在无源模式下作为一个无源器件。



1. 一种开关调节电路,包括:

控制器,根据所述开关调节电路输出信号的电压反馈信号切换所述开关调节电路工作在开关模式或无源模式;以及

晶体管,电耦接在所述开关调节电路的输入端和输出端之间,所述晶体管的控制端电耦接至所述控制器,根据控制器输出的控制信号,在所述开关模式下作为开关器件,在所述无源模式下作为无源器件。

2. 如权利要求 1 所述的开关调节电路,其中所述开关调节电路还包括同步整流管,电耦接在所述开关调节电路的输出端和地之间,所述同步整流管的控制端电耦接至所述控制器。

3. 如权利要求 1 所述的开关调节电路,其中所述无源模式为低压差线性调节模式,所述开关模式为脉冲宽度调制模式。

4. 如权利要求 1 所述的开关调节电路,其中所述控制器包括

模式切换逻辑电路,基于所述反馈信号提供其输出信号;

电压传导器,基于所述反馈信号产生无源模式信号;

多路转换器,与所述模式切换逻辑电路和电压传导器耦合在一起;其中

所述模式切换逻辑电路控制多路转换器在无源模式下通过无源模式信号;在开关模式下通过开关模式信号。

5. 如权利要求 4 所述的开关调节电路,其中所述无源模式信号控制所述晶体管工作在无源器件状态。

6. 如权利要求 4 所述的开关调节电路,其中所述控制器包括

至少一个误差放大器,将所述反馈信号和参考信号的差值放大;和

一个比较器,将所述放大结果和另一个参考电压比较,得到一个逻辑信号,

所述模式切换逻辑电路基于所述逻辑信号提供其输出信号,所述电压传导器基于所述逻辑信号产生所述无源模式信号。

7. 如权利要求 2 所述的开关调节电路,其中所述控制器包括

误差放大器,接收第一参考信号和所述开关调节电路输出信号的反馈信号,输出误差放大信号;

第一比较器,接收所述误差放大信号、反馈放大信号和斜率补偿信号,输出 PWM 信号;

PWM 控制逻辑电路,接收所述 PWM 信号和时钟信号,输出第一开关信号和第二开关信号;

LDO 栅极电压传导缓冲器,接收所述误差放大信号,输出无源模式信号;

第二比较器,接收所述误差放大信号和门限参考信号,输出比较信号;

模式切换和计时逻辑电路,接收所述比较信号,输出低压差信号;

多路驱动转换器,接收所述第一开关信号、所述低压差信号和所述无源模式信号,输出第一驱动信号至所述晶体管的控制端;

栅极驱动器,接收所述低压差信号和所述第二开关信号,输出第二驱动信号至所述同步整流管的控制端;

振荡器,提供所述时钟信号和所述斜率补偿信号;

电流感应放大器,接收流过所述晶体管的采样电流,输出所述反馈放大信号。

8. 如权利要求 7 所述的开关调节电路,其中所述模式切换和计时逻辑电路进一步输出关断信号,当所述开关调节电路工作在无源模式时,关闭所述第一比较器、所述振荡器和所述电流感应放大器的工作。

9. 一种开关调节方法,包括:

接收输入信号;

通过开关调节电路的主电路提供输出信号;

反馈所述输出信号的电压反馈信号;

放大所述电压反馈信号与第一参考信号的差值,提供误差放大信号;

基于所述误差放大信号提供低压差信号;

基于所述低压差信号切换所述开关调节电路的主电路工作于开关模式和无源模式。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其中所述无源模式为低压差线性调节模式,所述开关模式为脉冲宽度调制模式。

11. 如权利要求 9 所述的方法,进一步包括:

比较所述误差放大信号与门限参考电压的大小,提供比较信号;

基于所述比较信号提供所述低压差信号;

比较反馈放大信号与斜率补偿信号之和,与所述误差放大信号的大小,提供 PWM 信号;

基于所述 PWM 信号提供第一开关信号和第二开关信号;

基于所述误差放大信号提供无源模式信号;

基于所述低压差信号,通过多路转换器选择所述第一开关信号和所述无源模式信号,用以控制主电路中的主控开关管在开关模式下为开关器件,在无源模式下为无源器件;

基于所述低压差信号,通过第二开关信号控制主电路中的同步整流管在无源模式下被关断。

一种开关调节电路及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及调节电路,特别地,本发明涉及开关调节电路及方法。

背景技术

[0002] 开关调节电路的开关器件在使用中通常工作在开关状态。为了达到这个目的,一个典型的开关调节电路通常包括一个由上晶体管和下晶体管组成的输出级,这两个晶体管内部相连的栅极,内部相连的漏极分别作为该输出级的输入和输出。然而,这种开关调节电路,尤其是开关频率较高的开关调节电路在轻载状况下效率很低。

[0003] 为了使这种调节电路在轻载状况下达到更高的效率,现有技术通常采用低压差线性调节(LDO)模式来减小流过上述开关调节器输出级的电流。在这种 LDO 模式下,开关调节器工作在低的开关频率,功耗减少,效率提高。然而现有技术的开关调节电路不能自动切换电路退出 LDO 模式,使开关调节电路自动工作于开关模式或无源模式。

发明内容

[0004] 因此本发明的目的在于提供一种可自动切换电路工作于开关模式或无源模式的开关调节电路。

[0005] 为实现上述目的,本发明公开了一种工作在开关模式和无源模式的开关调节电路。该开关调节电路包括:控制器,根据所述开关调节电路输出信号的电压反馈信号切换所述开关调节电路工作在开关模式还是无源模式;晶体管,电耦接在电路的输入端和输出端之间,其控制端电耦接至所述控制器,根据控制器输出的控制信号,在开关模式下作为开关器件,在无源模式下作为无源器件。

[0006] 为实现上述目的,本发明还公开了一种开关调节方法,包括接收输入信号;通过开关调节电路的主电路提供输出信号;反馈输出信号的电压反馈信号;放大电压反馈信号与第一参考信号的差值,提供误差放大信号;基于误差放大信号提供低压差信号;基于低压差信号切换开关调节电路的主电路工作于开关模式和无源模式。

[0007] 本发明的优点在于,所提供的开关调节电路能自动切换其工作于开关模式或无源模式,并且当该开关调节电路工作在 LDO 模式下时,允许轻载或空载时流过低的静态电流。同时,在轻载情况下由于关断信号关断了无用的器件,该电路工作效率更高,实现更小功耗。

附图说明

[0008] 图 1 示出了根据本发明一个实施例的一种在开关模式下是一种开关器件,在无源模式下是一种无源器件的电路 100。

[0009] 图 2 示出了根据本发明另一个实施例一种在开关模式下是一种开关器件,在无源模式下是一种无源器件的电路 200。

[0010] 图 3 示出图 2 所示电路 200 的主电路部分 300 运行在脉冲宽度调制(PWM)模式下

的等效电路图。

[0011] 图 4 示出图 2 所示电路 200 的主电路部分 300 运行在低压差线性调节(LDO)模式下的等效电路图。

具体实施方式

[0012] 图 1 示出根据本发明的一个实施例的电路 100。如图 1 所示,电路 100 包括控制器 102,用以切换电路 100 工作在开关模式或无源模式。电路 100 还包括晶体管 104,其在开关模式下作为开关器件,在无源模式下作为无源器件。本领域的技术人员应该认识到,这里晶体管 104 可以是任何能够作为开关器件和无源器件的晶体管,例如在本实施例中,晶体管 104 可以是场效应晶体管(FET),例如金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)等。

[0013] 根据本发明的说明书所述,无源模式指的是晶体管 104 作为无源器件时的任何模式。例如在一个实施例中,无源模式是当电路工作在轻载或空载(例如阻性负载,容性负载,感性负载等)下的一种模式;在一个实施例中,无源模式为 LDO 模式。

[0014] 在一个实施例中,LDO 模式指的是电路作为或能够作为低压差线性调节电路使用的任何模式。此外,开关模式涉及到任何具有信号开关或调制的模式。例如在一个实施例中,开关模式为脉冲宽度调制(PWM)模式。

[0015] 如图 1 所示,电路 100 还包括同步开关 108、输出电感 110 和输出电容 112。电路 100 运行时,控制器 102 可以自动切换电路 100 的工作模式,使其工作在开关模式或无源模式。在一个实施例中,控制器 102 根据输出信号 106 使电路 100 的工作模式在开关模式和无源模式之间切换。这种情况下,输出信号 106 可以是某一负载(例如一个阻性负载等)的输出信号或其反馈信号。作为一种选择,控制器 102 还可以根据输出电流的情况来自动控制电路 100 在开关模式和无源模式之间切换工作。

[0016] 在不同的实施例中,控制器 102 可以具有模式切换逻辑电路,和 / 或电压传导器,来产生一个无源模式信号。在一个实施例中,控制器 102 可以包括一个或多个具有不同控制逻辑和 / 或功能的控制模块。例如,控制器 102 可以代表具有模式切换逻辑电路的第一控制模块,和具有电压传导器的第二控制模块,通过两个控制模块来产生无源模式信号。

[0017] 在一个实施例中,无源模式下,模式切换逻辑电路可以控制一个多路转换器(图中未示出)来传输无源模式信号。这种情况下,无源模式信号控制晶体管 104 工作为无源器件。同样,模式切换逻辑电路可以在开关模式下,控制这个多路转换器,来传输开关模式信号。这种情况下,开关模式信号控制晶体管 104 工作为开关器件。

[0018] 在另外一个实施例中,模式切换逻辑电路的输出可以是一个反馈信号的函数。在这种情况下,控制器至少包括一个误差放大器,将所述反馈信号与一个参考电压的差值放大,和一个比较器,将所述放大结果和另一个参考电压比较,得到一个逻辑信号,模式切换逻辑和时序电路则基于该逻辑信号变化提供其输出信号,当然,让模式切换逻辑电路的输出作为反馈信号的函数进行工作只是一种选择,因为模式切换逻辑电路还依赖于其他不同的信号。

[0019] 图 2 示出了根据本发明的另一个实施例的电路 200。电路 200 可以作为图 1 所述功能和结构的一种选择。当然,电路 200 可以应用到任何需要的系统中。下文的说明内容引用了前述的定义。

[0020] 电路 200 包括控制器和主电路部分 300。其中主电路部分包括主控晶体管 216 和同步整流管 228。主控晶体管 216 电耦接在电路 200 的输入端和输出端之间,接收输入信号(图中未示出),同步整流管 228 电耦接在电路 200 的输出端和地之间。即主控晶体管 216 与同步整流管 228 串联连接在电路 200 的输入端和地之间,两者的串联连接点作为电路 200 的输出端。在本实施例中,输出端通过输出电感 230 连接至主控晶体管 216 和同步整流管 228 的串联连接点,并通过输出电容 232 与地连接。所述控制器包括误差放大器 206,接收电路 200 输出 V_{OUT} 的反馈信号 202。其中反馈信号 202 通过串联连接的电阻 R1 和 R2 实现。误差放大器 206 输出的误差放大信号 EAO 一方面被输送至第一比较器 208 的第一输入端,另一方面,也被输送至第二比较器 220 的反相输入端和 LDO 栅极电压传导缓冲器 224 的输入端。电路 200 的第一比较器 208,其第二和第三输入端分别接收反馈放大信号 ICS 和斜率补偿信号 SLOP COMP,并输出信号 PWM 至 PWM 控制逻辑电路 212 的一个输入端;LDO 栅极电压传导缓冲器 224,接收误差放大信号 EAO,并输出无源信号 PGATE 至多路驱动转换器 214;PWM 控制逻辑电路 212,其一个输入端接收第一比较器 208 的输出信号 PWM,另一个输入端接收时钟信号 OSC,并输出第一开关信号 DH 至多路驱动转换器 214 的第一输入端,输出第二开关信号 DL 至栅极驱动器 226;多路驱动转换器 214,其第一输入端接收第一开关信号 DH,第二输入端接收无源信号 PGATE,第三输入端接收低压差信号 LDO,输出第一驱动信号至主控晶体管 216 的控制端;第二比较器 220,其反相输入端接收误差放大信号 EAO,同相输入端接收门限参考电压 222,输出比较信号 ISL 至模式切换逻辑和时序电路 218;模式切换逻辑和时序电路 218,接收比较信号 ISL,输出低压差信号 LDO 至多路驱动转换器 214 和栅极驱动器 226;栅极驱动器 226,接收低压差信号 LDO 和第二开关信号 DL,输出第二驱动信号至同步整流管 228 的控制端;振荡器 210,输出斜率补偿信号 SLOP COMP 信号和时钟信号 OSC;电流感应放大器 234,接收流过主控晶体管 216 的采样电流,输出反馈放大信号 ICS。为了保证系统稳定性,误差放大器 206 的反馈回路包括无源器件 236(例如电阻,电容等)。

[0021] 电路 200 运行时,误差放大器 206 放大反馈信号 202 和第一参考信号 204 的差值,并将其输出信号 EAO 输送至第一比较器 208 的第一输入端。

[0022] 在第一比较器 208 处,斜率补偿信号 SLOPE COMP 与反馈放大信号 ICS 相加后,与信号 EAO 做比较。当斜率补偿信号 SLOPE COMP 与反馈放大信号 ICS 的和大于信号 EAO 时,第一比较器 208 的输出 PWM 变高。这个变高的 PWM 信号将 PWM 控制逻辑电路 212 输出的第一开关信号 DH 复位为低,即逻辑“0”,将第二开关信号 DL 置位为高,即逻辑“1”;而当振荡器 210 输出的时钟信号 OSC 为高时,其将 PWM 控制逻辑电路 212 输出的第一开关信号 DH 置位为高,即逻辑“1”,将第二开关信号 DL 复位为低,即逻辑“0”。但是在一些情况下,PWM 控制逻辑电路 212 输出的第一开关信号 DH 和第二开关信号 DL 具有相同的逻辑值,这可能是由信号的延时造成的。

[0023] 第一开关信号 DH 被输送至多路驱动转换器 214,进而通过能提供足够大功率的多路驱动转换器 214 来驱动主控晶体管 216。当第一开关信号 DH 为高电平时,晶体管 216 被导通;当第一开关信号 DH 为低电平时,晶体管 216 被关断。

[0024] 在第二比较器 220 处,第二比较器 220 比较信号 EAO 与门限参考电压 222 的大小。当信号 EAO 低于门限参考电压 222 时,第二比较器的输出 ISL 变高。此变高的信号 ISL 将模式切换逻辑和时序电路 218 输出的低压差信号 LDO 置为高电平,即逻辑“1”。此时变高的

低压差信号 LDO 将多路驱动转换器 214 的输出定为无源信号 PGATE。

[0025] 同时,在 LDO 栅极电压传导缓冲器 224 处,LDO 栅极电压传导缓冲器 224 将其输入信号 EAO 按比例调整或变换产生足以驱动主控晶体管 216 的无源信号 PGATE。即 LDO 栅极电压传导缓冲器 224 具有电压互感器的功能,将其输入信号放大后输出。而当低压差信号 LDO 为高电平时,多路驱动转换器 214 的输出为无源信号 PGATE,即此时使电路工作在无源模式;当低压差信号 LDO 为低电平时,多路驱动转换器 214 的输出为信号 DH,即此时使电路工作在开关模式。通过这种方法,低压差信号 LDO 被用来控制电路在开关模式(例如 PWM 模式)和无源模式(例如 LDO 模式)间切换。

[0026] 在模式切换逻辑和时序电路 218 处,其除了输出低压差信号 LDO 之外,还输出另一路信号 SD,即关断信号。当信号 ISL 为高(即当信号 EAO 低于门限参考电压 222)时,信号 SD 被输出并作为某些特定器件的关断信号。例如,当 LDO 模式被激活,即低压差信号 LDO 为高电平时,模式切换和计时逻辑电路 218 输出关断信号 SD 到第一比较器 208、振荡器 210 和电流感应放大器 234,以无效这些器件的工作。这样,LDO 模式下可以节省无用器件的损耗,提高电路 200 的工作效率。

[0027] 低压差信号 LDO 和第二开关信号 DL 还被输送至栅极驱动器 226 中。若低压差信号 LDO 是高电平,栅极驱动器 226 被关断,进而同步整流管 228 也被关断;而若低压差信号 LDO 为低电平,栅极驱动器 226 被使能,这使得同步整流管 228 在低压差信号 LDO 为低电平时工作。换言之,只有电路 200 工作在 PWM 模式时,同步整流管 228 才工作。同时,在 PWM 模式下,PWM 控制逻辑电路 212 控制主控晶体管 216 作为开关器件工作。在 LDO 模式(即当信号 LDO 为高电平)下,主控晶体管 216 作为一个无源器件工作。

[0028] 图 3 示出图 2 所示电路 200 的主电路部分 300 运行在 PWM 模式下等效电路图。如图 3 所示,当主控晶体管 216 被导通时,同步整流管 228 被关断(例如示例 310 所示)。相应的,当同步整流管 228 被导通时,主控晶体管 216 被关断(例如示例 320 所示)。这种情况下,当 PWM 控制逻辑电路 212 输出的第二开关信号 DL 为高电平并且低压差信号 LDO 为低电平时,同步整流管 228 被导通。

[0029] 同时,图 3 描述的是 PWM 模式被激活的情况。换言之,图 3 描述的是误差放大器 206 的输出 EAO(即负载/反馈信号)高于门限参考电压 222 的情况,说明这是一种正常负载的情况。而当误差放大器 206 的输出 EAO 低于门限参考电压 222,说明是一种轻载的情况,LDO 模式被激活。

[0030] 图 4 示出图 2 所示电路 200 的主电路部分 300 运行在 LDO 模式下的等效电路图。如图 4 所示,在 LDO 模式下由于栅极驱动器 226 被关断,同步整流管 228 相应地被关断。另一方面,LDO 模式下主控晶体管 216 是作为无源器件被导通的;并且无源信号 PGATE 可以调节流过主控晶体管 216 的电流 I_D 。因此,通过 LDO 栅极电压传导缓冲器 224 来调制无源信号 PGATE,流过主控晶体管 216 的电流 I_D 即可被调节。

[0031] 电路 200 的主电路部分 300 还包括输出电感 230 和输出电容 232。应用中,电感 230 和电容 232 可以取任何适当的电感值和电容值。甚至,电感 230 和电容 232 可以代表一个供电线或一个系统的电感值和电容值。

[0032] 应该注意的是,电路 200 运行在 LDO 模式下时,允许轻载或空载时流过的静态电流。同时,在轻载情况下由于关断信号(例如信号 SD 等)无效了无用的器件,电路 200 工作

效率更高,实现更小功耗。此外,如图 2~图 4 所示,晶体管(例如主控晶体管 216)在 PWM 模式下作为开关器件,在 LDO 模式下作为无源器件。这样,在 LDO 模式下调制信号(例如无源信号 PGATE)就可以调制流过主电路的电流(例如 I_p)。

[0033] 还有,基于负载输出信号(例如信号 EAO),电路 200 能够实现在无源模式(例如 LDO 模式)和开关模式(例如 PWM 模式)之间的自动切换。因此,电路 200 能够自动检测到负载的变化,并根据检测的结果使能/无效相应的器件。

[0034] 在本发明的一个实施例中,对一些元器件的值做了标识,如第一参考信号 204 标注为 0.6V,门限参考电压 222 标注为 0.5V,实际上第一参考信号 204 和门限参考电压 222 可以取其他值;等等。

[0035] 需要声明的是,上述发明内容及具体实施方式意在证明本发明所提供技术方案的实际应用,不应解释为对本发明保护范围的限定。本领域技术人员在本发明的精神和原理内,当可作各种修改、等同替换、或改进。本发明的保护范围以所附权利要求书为准。

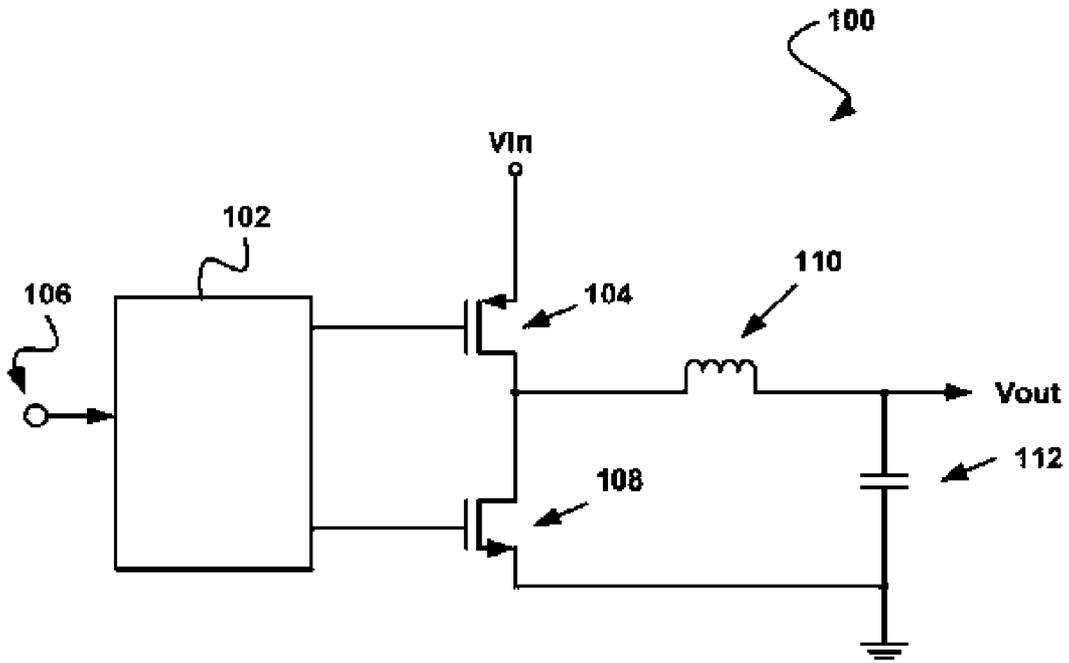


图 1

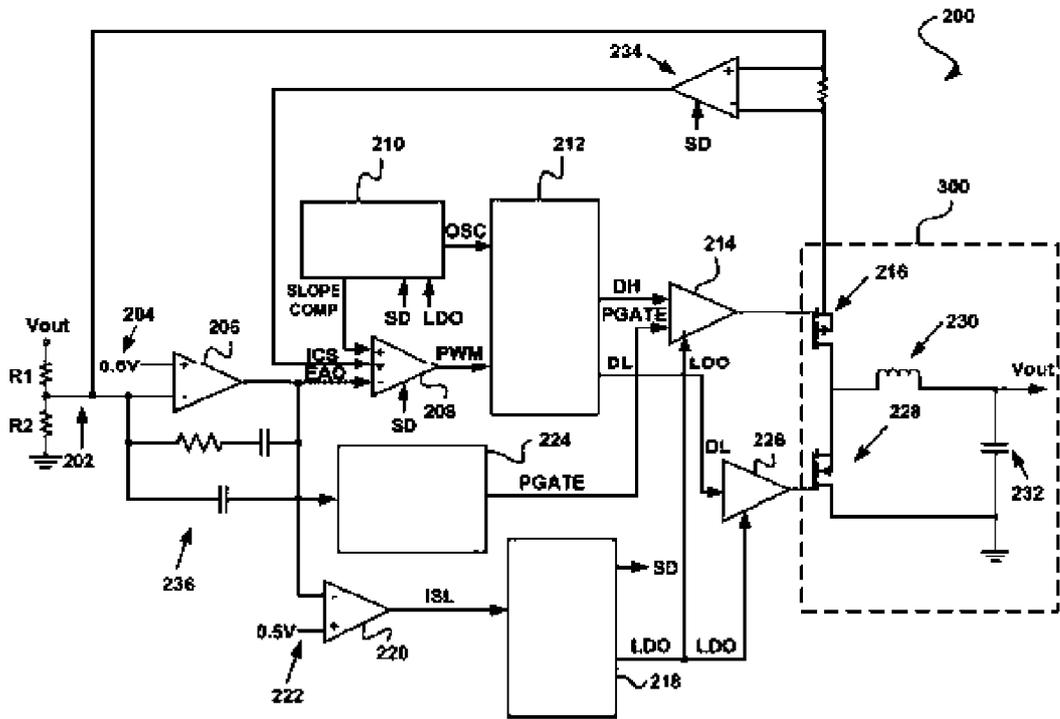


图 2

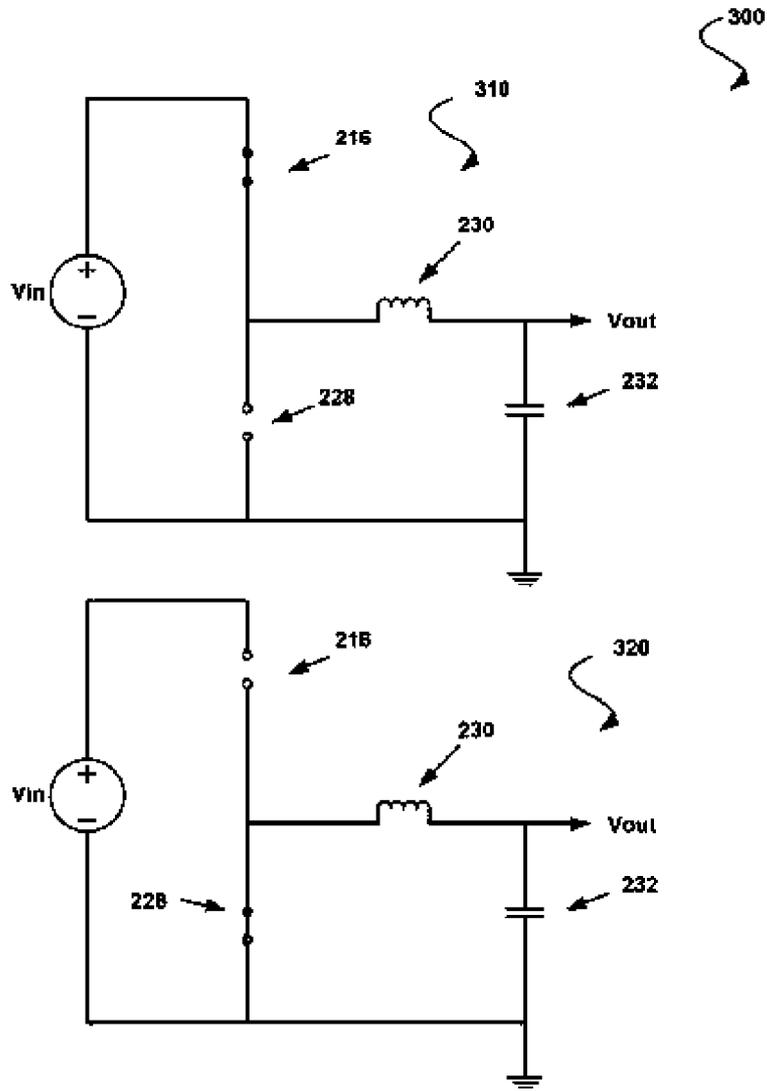


图 3

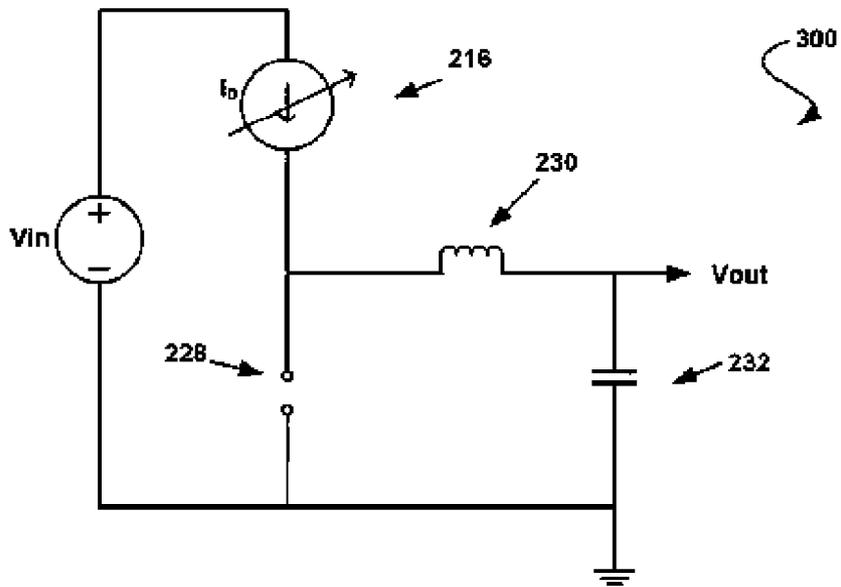


图 4