



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101764515 A

(43) 申请公布日 2010.06.30

(21) 申请号 200910228088.1

(22) 申请日 2009.11.09

(71) 申请人 天津南大强芯半导体芯片设计有限公司

地址 300457 天津市开发区宏达街 23 号泰达学院五区四楼

(72) 发明人 戴宇杰 林鹏程 吕英杰 张小兴

(51) Int. Cl.

H02M 3/00 (2006.01)

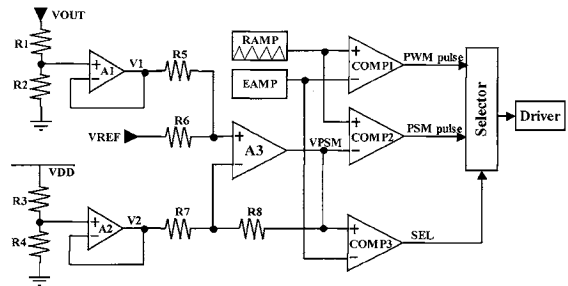
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种 PWM 与 PSM 自动切换电路及其切换方法

(57) 摘要

一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,它包括两个分压电路、两个缓冲器电路、减法器电路及三个比较器电路;其切换方法为:①采集电源电压及系统电压并分压;②采集偏置电压,得到电压 VPSM;③由信号发生器 RAMP 产生波信号,经比较器与误差放大器得到切换用选择信号 SEL;其优越性在于:①将电源及输出电压对转换效率的影响体现到脉冲宽度调制系统中的电路;②提高了低负载时的转换效率;③避免电源电压与输出电压的高低对也转换效率的影响;④构成简单,操作方便,可以应用于任何脉冲宽度的调制系统。



1. 一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,包括系统电源电压端子 VDD、输出电压端子 VOUT、偏置电压端子 VREF、信号发生器 RAMP、误差放大器 EAMP、选择器 Selector 及驱动器 Driver,其特征在于它包括两个分压电路、两个缓冲器电路、减法器电路及三个比较器电路;其中所说的两个分压电路的输入端分别连接系统电源电压端子 VDD 和输出电压端子 VOUT,其输出端分别连接两个缓冲器电路;所说的两个缓冲器电路的输出端连接减法器电路的输入端;所说的减法器电路的输出端连接比较器的一个输入端;所说的三个比较器的输入端分别连接减法器电路的输出端、信号发生器 RAMP 的输出端及误差放大器 EAMP 的输出端,其输出端产生的 PWM 信号、PSM 信号及选择信号 SEL 输出给选择器 Selector,经选择后最终提供给驱动器 Driver。

2. 根据权利要求 1 中所述一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,其特征在于所说的两个分压电路,其中一个分压电路由分压电阻 R1 和分压电阻 R2 构成,且分压电阻 R1 和分压电阻 R2 相互串联,一端与输出电压端子 VOUT 连接,另一端接地,其分压点则与一个缓冲器电路的输入端连接;另一个分压电路由分压电阻 R3 和分压电阻 R4 构成,且分压电阻 R3 和分压电阻 R4 相互串联,一端与系统电源电压端子 VDD 连接,另一端接地,其分压点则与另一个缓冲器电路的输入端连接。

3. 根据权利要求 1 中所述一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,其特征在于所说的两个缓冲器电路分别由放大器 A1 和放大器 A2 构成,其中放大器 A1 和放大器 A2 的正向输入端各连接一个分压电路的分压点,其负向输入端则与各自的输出端连接,其输出端与减法器电路的输入端连接。

4. 根据权利要求 1 或 3 中所述一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,其特征在于所说的减法器电路由电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7、电阻 R8 及放大器 A3 构成;其中,所说的电阻 R5 与电阻 R6 相互并联,连接放大器 A3 的正向输入端,而电阻 R5 的另一端连接 A1 的输出端,电阻 R6 的另一端则与偏置电压端子 VREF 连接;所说的电阻 R7 一端连接 A2 的输出端,另一端与放大器 A3 的负向输入端连接;所说的电阻 R8 两端分别连接放大器 A3 的负向输入端和输出端。

5. 根据权利要求 1 中所述一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,其特征在于所说的三个比较器电路是由比较器 COMP1、比较器 COMP2 和比较器 COMP3 构成;其中所说的比较器 COMP1 的正向输入端连接信号发生器 RAMP 的输出端,负向输入端与误差放大器 EAMP 的输出端连接,其输出端连接选择器 Selector 的输入端;所说的比较器 COMP2 的正向输入端连接信号发生器 RAMP 的输出端,负向输入端与放大器 A3 的输出端连接,其输出端连接选择器 Selector 的输入端;所说的比较器 COMP3 的正向输入端连接放大器 A3 的输出端,负向输入端与误差放大器 EAMP 的输出端连接,其输出端连接选择器 Selector 的选择端。

6. 根据权利要求 1 中所述一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,其特征在于它可以应用于脉冲宽度调制系统。

7. 一种 PWM 与 PSM 自动切换电路的切换方法,其特征在于它包括以下步骤:

①由系统电源电压端子 VDD、输出电压端子 VOUT 分别采集电源电压 VDD 及系统电压 VOUT,经过分压电路输出得到电压:

$$V1 = VOUT * R2 / (R1 + R2) = m * VOUT, V2 = VDD * R4 / (R3 + R4) = n * VDD$$

其中, $m = R2 / (R1 + R2)$, $n = R4 / (R3 + R4)$;

②由偏置电压端子 VREF 采集偏置电压 VREF, 经减法器电路, 得到电压 : $V_{PSM} = V_{REF} + V_1 - V_2 = V_{REF} + m \cdot V_{OUT} - n \cdot V_{DD}$;

③由信号发生器 RAMP 产生波信号, 经比较器 COMP1 与误差放大器 EAMP 的输出比较, 得到 PWM 脉冲信号 ;

④由信号发生器 RAMP 产生波信号, 经比较器 COMP2 与步骤②得到的电压信号 VPSM 比较, 得到 PSM 脉冲信号 ;

⑤由误差放大器 EAMP 的输出, 经比较器 COMP3 与步骤②得到的电压信号 VPSM 比较, 得到 PWM 与 PSM 切换用选择信号 SEL ;

8. 根据权利要求 7 中所述一种 PWM 与 PSM 自动切换电路的切换方法, 其特征在于所说的步骤③与④中信号发生器 RAMP 产生的波信号可以是三角波或斜波。

一种 PWM 与 PSM 自动切换电路及其切换方法

(一) 技术领域：

[0001] 本发明涉及一种切换电路及其切换方法,尤其是一种 PWM(Pulse Width Modulation 脉冲宽度调制)与 PSM(Pulse Skipping Modulation 脉冲跳跃调制)自动切换电路及其切换方法。

(二) 背景技术：

[0002] 现有技术中(见图 1),脉冲调制电路 PWM 与 PSM 切换方法大多是通过监测电流来实现,当检测的电流高于一定值时,输出 PWM 信号;当低于一定值时将其切换成固定脉冲宽度的间歇信号,即 PSM 信号,提供给后续的驱动电路,从而实现在轻重负载的情况下均有较高的转换效率。但是脉冲调制系统的电源电压与输出电压的高低也会影响其转换效率,为了充分发挥电路的能力,需要将二者的影响进行抵消。

(三) 发明内容：

[0003] 本发明的目的在于提供一种 PWM 与 PSM 自动切换电路及其切换方法,它可以克服现有技术的不足,通过使用减法器将电源及输出电压对转换效率的影响体现到脉冲宽度调制系统中的电路,使获得的脉冲宽度调制系统能充分发挥系统能力,更大限度地提高低负载时的转换效率,且操作起来简单,使用方便,是一种实用性很强的新型优化电路设计。

[0004] 本发明的技术方案:一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,包括系统电源电压端子 VDD、输出电压端子 VOUT、偏置电压端子 VREF、信号发生器 RAMP、误差放大器 EAMP、选择器 Selector 及驱动器 Driver,其特征在于它包括两个分压电路、两个缓冲器电路、减法器电路及三个比较器电路;其中所说的两个分压电路的输入端分别连接系统电源电压端子 VDD 和输出电压端子 VOUT,其输出端分别连接两个缓冲器电路;所说的两个缓冲器电路的输出端连接减法器电路的输入端;所说的减法器的输出端连接比较器的一个输入端;所说的三个比较器的输入端分别连接减法器电路的输出端、信号发生器 RAMP 的输出端及误差放大器 EAMP 的输出端,其输出端产生的 PWM 信号、PSM 信号及选择信号 SEL 输出给选择器 Selector,经选择后最终提供给驱动器 Driver。

[0005] 上述所说的两个分压电路,其中一个分压电路由分压电阻 R1 和分压电阻 R2 构成,且分压电阻 R1 和分压电阻 R2 相互串联,一端与输出电压端子 VOUT 连接,另一端接地,其分压点则与一个缓冲器电路的输入端连接;另一个分压电路由分压电阻 R3 和分压电阻 R4 构成,且分压电阻 R3 和分压电阻 R4 相互串联,一端与系统电源电压端子 VDD 连接,另一端接地,其分压点则与另一个缓冲器电路的输入端连接。

[0006] 上述所说的两个缓冲器电路分别由放大器 A1 和放大器 A2 构成,其中放大器 A1 和放大器 A2 的正向输入端各连接一个分压电路的分压点,其负向输入端则与各自的输出端连接,其输出端与减法器电路的输入端连接。

[0007] 上述所说的减法器电路由电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7、电阻 R8 及放大器 A3 构成;其中,所说的电阻 R5 与电阻 R6 相互并联,连接放大器 A3 的正向输入端,而电阻 R5 的另一端

连接 A1 的输出端,电阻 R6 的另一端则与偏置电压端子 VREF 连接;所说的电阻 R7 一端连接 A2 的输出端,另一端与放大器 A3 的负向输入端连接;所说的电阻 R8 两端分别连接放大器 A3 的负向输入端和输出端。

[0008] 上述所说的三个比较器电路是由比较器 COMP1、比较器 COMP2 和比较器 COMP3 构成;其中所说的比较器 COMP1 的正向输入端连接信号发生器 RAMP 的输出端,负向输入端与误差放大器 EAMP 的输出端连接,其输出端连接选择器 Selector 的输入端;所说的比较器 COMP2 的正向输入端连接信号发生器 RAMP 的输出端,负向输入端与放大器 A3 的输出端连接,其输出端连接选择器 Selector 的输入端;所说的比较器 COMP3 的正向输入端连接放大器 A3 的输出端,负向输入端与误差放大器 EAMP 的输出端连接,其输出端连接选择器 Selector 的选择端。

[0009] 一种 PWM 与 PSM 自动切换电路的切换方法,其特征在于它包括以下步骤:

[0010] ①由系统电源电压端子 VDD、输出电压端子 VOUT 分别采集电源电压 VDD 及系统电压 VOUT,经过分压电路输出得到电压:

$$[0011] \quad V1 = VOUT * R2 / (R1 + R2) = m * VOUT, V2 = VDD * R4 / (R3 + R4) = n * VDD$$

[0012] 其中, $m = R2 / (R1 + R2)$, $n = R4 / (R3 + R4)$;

[0013] ②由偏置电压端子 VREF 采集偏置电压 VREF,经减法器电路,得到电压: $VPSM = VREF + V1 - V2 = VREF + m * VOUT - n * VDD$;

[0014] ③由信号发生器 RAMP 产生波信号,经比较器 COMP1 与误差放大器 EAMP 的输出比较,得到 PWM 脉冲信号;

[0015] ④由信号发生器 RAMP 产生波信号,经比较器 COMP2 与步骤②得到的电压信号 VPSM 比较,得到 PSM 脉冲信号;

[0016] ⑤由误差放大器 EAMP 的输出,经比较器 COMP3 与步骤②得到的电压信号 VPSM 比较,得到 PWM 与 PSM 切换用选择信号 SEL;

[0017] 上述所说的步骤③与④中信号发生器 RAMP 产生的波信号可以是三角波或斜波。

[0018] 一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,其特征在于它可以应用于脉冲宽度调制系统。

[0019] 本发明的优越性:①使用减法器将电源及输出电压对转换效率的影响体现到脉冲宽度调制系统中的电路;②充分发挥系统能力,更大限度地提高低负载时的转换效率;③可以避免电源电压与输出电压的高低对也转换效率的影响;④电路构成简单,操作方便,实用性强,可以应用于任何脉冲宽度的调制系统。

(四)附图说明:

[0020] 图 1 为现有技术的普通 PWM 与 PSM 产生及切换电路结构图。

[0021] 图 2 为本发明所涉一种 PWM 与 PSM 自动切换电路的结构示意图。

[0022] 图 3 为本发明所涉一种 PWM 与 PSM 自动切换电路的一种实施例的结果一览表;

[0023] 图 4 为本发明所涉一种 PWM 与 PSM 自动切换电路的一种实施例中 VOUT 不同的仿真结果曲线图(其中,图 4-a 为 $VOUT = 1V$ 时的仿真结果图;图 4-b 为 $VOUT = 3V$ 时的仿真结果图)。

（五）具体实施方式：

[0024] 实施例：一种 PWM 与 PSM 自动切换电路（见图 2），包括系统电源电压端子 VDD、输出电压端子 VOUT、偏置电压端子 VREF、信号发生器 RAMP、误差放大器 EAMP、选择器 Selector 及驱动器 Driver，其特征在于它包括两个分压电路、两个缓冲器电路、减法器电路及三个比较器电路；其中所说的两个分压电路的输入端分别连接系统电源电压端子 VDD 和输出电压端子 VOUT，其输出端分别连接两个缓冲器电路；所说的两个缓冲器电路的输出端连接减法器电路的输入端；所说的减法器电路的输出端连接比较器的一个输入端；所说的三个比较器的输入端分别连接减法器电路的输出端、信号发生器 RAMP 的输出端及误差放大器 EAMP 的输出端，其输出端产生的 PWM 信号、PSM 信号及选择信号 SEL 输出给选择器 Selector，经选择后最终提供给驱动器 Driver。

[0025] 上述所说的两个分压电路，其中一个分压电路由分压电阻 R1 和分压电阻 R2 构成，且分压电阻 R1 和分压电阻 R2 相互串联，一端与输出电压端子 VOUT 连接，另一端接地，其分压点则与一个缓冲器电路的输入端连接；另一个分压电路由分压电阻 R3 和分压电阻 R4 构成，且分压电阻 R3 和分压电阻 R4 相互串联，一端与系统电源电压端子 VDD 连接，另一端接地，其分压点则与另一个缓冲器电路的输入端连接。

[0026] 上述所说的两个缓冲器电路分别由放大器 A1 和放大器 A2 构成，其中放大器 A1 和放大器 A2 的正向输入端各连接一个分压电路的分压点，其负向输入端则与各自的输出端连接，其输出端与减法器电路的输入端连接。

[0027] 上述所说的减法器电路由电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7、电阻 R8 及放大器 A3 构成；其中，所说的电阻 R5 与电阻 R6 相互并联，连接放大器 A3 的正向输入端，而电阻 R5 的另一端连接 A1 的输出端，电阻 R6 的另一端则与偏置电压端子 VREF 连接；所说的电阻 R7 一端连接 A2 的输出端，另一端与放大器 A3 的负向输入端连接；所说的电阻 R8 两端分别连接放大器 A3 的负向输入端和输出端。

[0028] 上述所说的三个比较器电路是由比较器 COMP1、比较器 COMP2 和比较器 COMP3 构成；其中所说的比较器 COMP1 的正向输入端连接信号发生器 RAMP 的输出端，负向输入端与误差放大器 EAMP 的输出端连接，其输出端连接选择器 Selector 的输入端；所说的比较器 COMP2 的正向输入端连接信号发生器 RAMP 的输出端，负向输入端与放大器 A3 的输出端连接，其输出端连接选择器 Selector 的输入端；所说的比较器 COMP3 的正向输入端连接放大器 A3 的输出端，负向输入端与误差放大器 EAMP 的输出端连接，其输出端连接选择器 Selector 的选择端。

[0029] 一种 PWM 与 PSM 自动切换电路的切换方法，其特征在于它包括以下步骤：

[0030] ①由系统电源电压端子 VDD、输出电压端子 VOUT 分别采集电源电压 VDD 及系统电压 VOUT，经过分压电路输出得到电压：

$$[0031] \quad V1 = VOUT * R2 / (R1 + R2) = m * VOUT, \quad V2 = VDD * R4 / (R3 + R4) = n * VDD$$

[0032] 其中， $m = R2 / (R1 + R2)$ ， $n = R4 / (R3 + R4)$ ；

[0033] ②由偏置电压端子 VREF 采集偏置电压 VREF，经减法器电路，得到电压： $V_{PSM} = VREF + V1 - V2 = VREF + m * VOUT - n * VDD$ ；

[0034] ③由信号发生器 RAMP 产生波信号，经比较器 COMP1 与误差放大器 EAMP 的输出比较，得到 PWM 脉冲信号；

[0035] ④由信号发生器 RAMP 产生波信号,经比较器 COMP2 与步骤②得到的电压信号 VPSM 比较,得到 PSM 脉冲信号;

[0036] ⑤由误差放大器 EAMP 的输出,经比较器 COMP3 与步骤②得到的电压信号 VPSM 比较,得到 PWM 与 PSM 切换用选择信号 SEL;

[0037] 上述所说的步骤③与④中信号发生器 RAMP 产生的波信号可以是三角波或斜波。

[0038] 一种 PWM 与 PSM 自动切换电路,其特征在于它可以应用于脉冲宽度调制系统。

[0039] 下面将参照附图对本发明做进一步详细说明。

[0040] 固定 VDD,改变 VOUT,调整 VPSM,记录得到要求的最低转换效率时的 VPSM 值,根据 VOUT 与 VPSM 的关系得到近似系数 m;同理,固定 VOUT,改变 VDD,调整 VSPM,记录得到要求的最低转换效率时的 VPSM 值,根据 VDD 与 VPSM 的关系得到近似系数 n。

[0041] 图 3、图 4 是作为 DCDC 应用时的结果,从结果可以看出,在负载电流只有 20mA 时负载电压从 3V 到 1V,最低转换效率仍大于 80%;

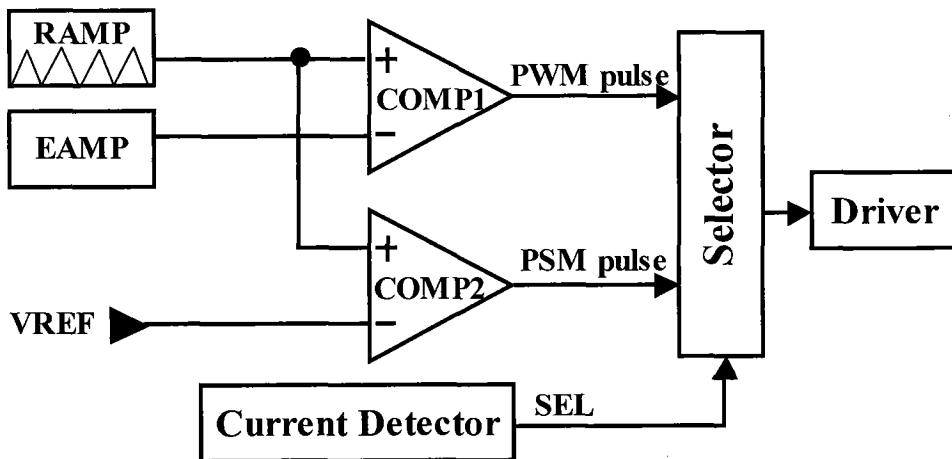


图 1

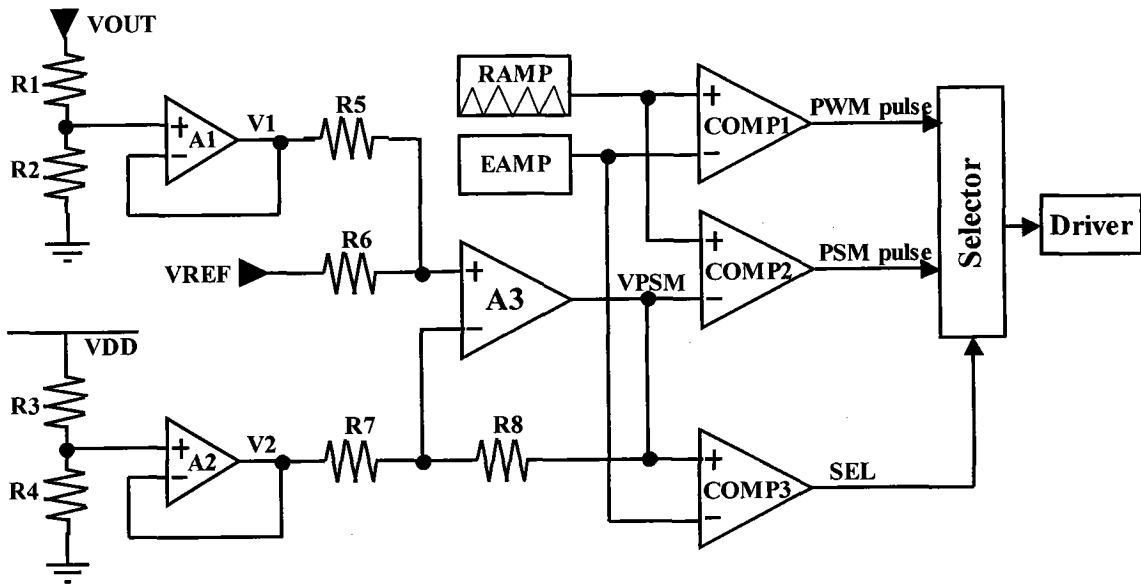


图 2

Item	Conditions	Simulation Results			Unit
		MIN	TYP	MAX	
Standby Current			0.0035	2.76	uA
VOUT @ 1V	Iload=20mA @TYP	0.998		1.024	V
	Iload=200mA @TYP	1.0014		1.0043	V
	Iload=600mA @TYP	1.0012		1.0043	V
VOUT @ 3V	Iload=20mA @TYP	2.997		3.069	V
	Iload=200mA @TYP	3.0024		3.0063	V
	Iload=600mA @TYP	3.0021		3.0059	V
Efficiency @ 1V	Iload=20mA @TYP		80.49		%
	Iload=200mA @TYP		90.72		%
	Iload=600mA @TYP		82.49		%
Efficiency @ 3V	Iload=20mA @TYP		93.18		%
	Iload=200mA @TYP		96.37		%
	Iload=600mA @TYP		92.97		%

图 3

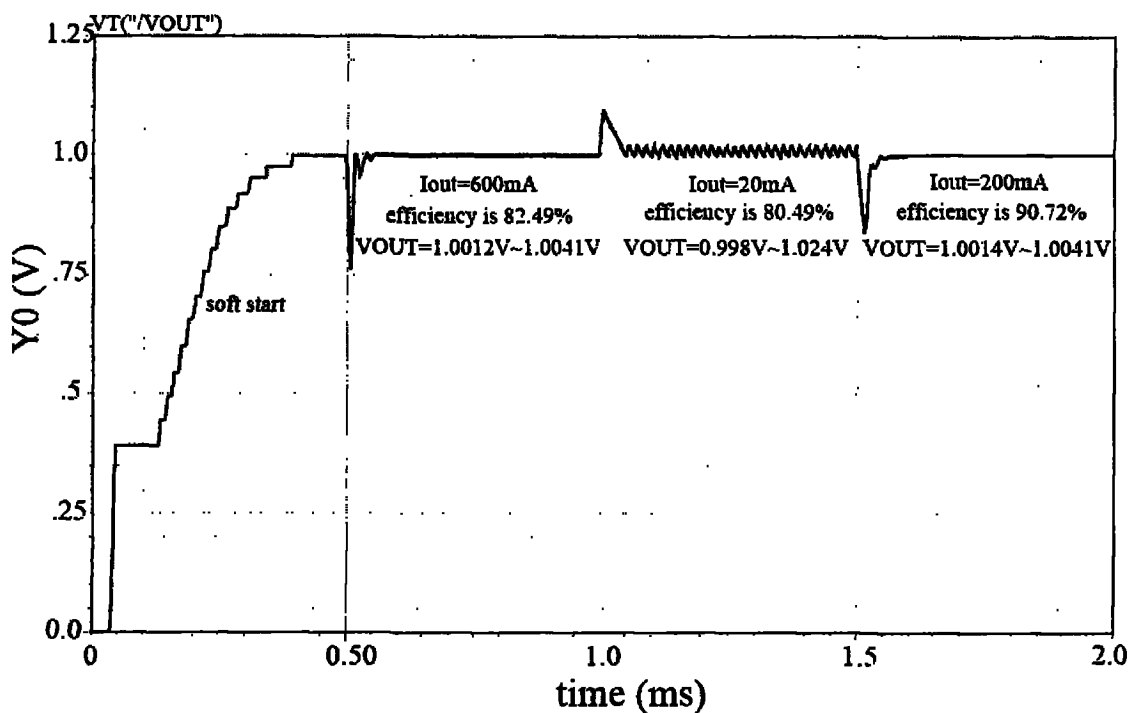


图 4-a

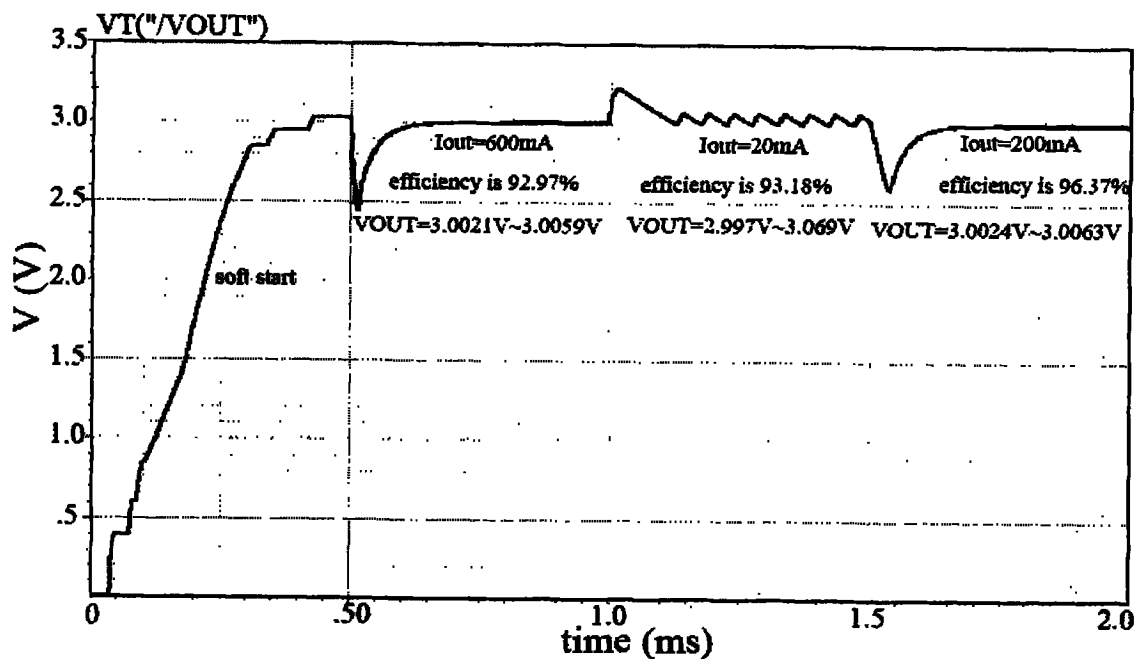


图 4-b