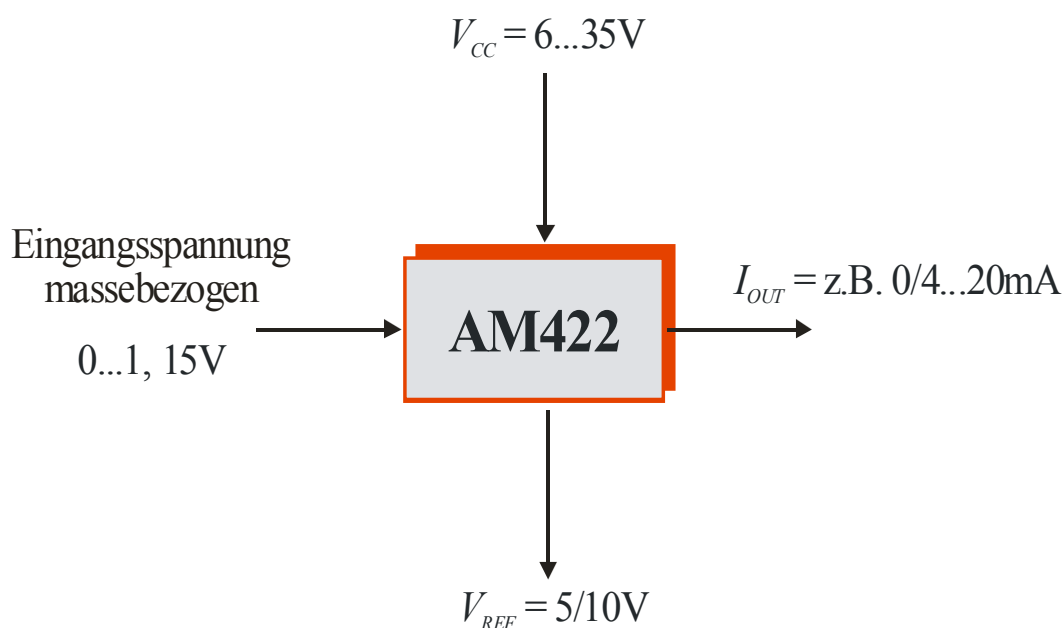


基本功能特点

单端接地电压信号转换成电流 **0/4-20mA** 输出
 集成了多种电路保护功能
 集成了可给外接电路提供的恒压源



Eingangsspannungmassebezogen=单端接地电压信号

典型应用

- 可调的电压转换电流电路(U/I)
- 可调的恒压源 (可对外提供)
- 带有保护的电压调整电路
- 微处理器的周边电路 (供电、保护、工业标准模拟输出)
- PWM 转换成电流输出
- 应用例子: 基本应用例子

Shanghai Yunsheng microelectronics CO., LTD.

上海芸生微电子有限公司

通讯地址: 上海市金都路 3000 号 1422 号
 邮政编码: 201108

电话: +86 (0)21/22816948

传真: +86 (0)21/33586462

E-Mail: zzhiyun@126..com

网址: www.sym-china.com

Mai 2010

1/14

Rev. 3.0

目录

特点	3
电路方框图	3
简介	3
外接元件的取值范围	5
工作原理介绍	6
AM422 的二线制或三线制电流输出	6
输出电流范围的调准	7
工作电压的选择	8
具体应用	9
典型的三线制应用 (输入 0 – 5/10V)	9
典型的三线方式输出应用 (输入信号: 0,5 – 4,5V)	10
典型的二线方式输出应用 (输入信号: 0 – 1V)	11
电路方框图和管脚示意图	12
封装外形	12
SO(8)的贴片外形尺寸	13
参考文献	13
备注	13
基本应用举例	14

特点

- 宽的工作电压范围：6...35V
- 宽的工作温度范围：-40°C...+85°C
- 可调的参考电压源：4.5 到 10V
- 运算放大器输入级
- 偏置可调
- 二线制输出：4...20mA
- 三线制输出：0/4...20mA
- 输出电流范围可调
- 极性保护
- 短路保护
- 输入电压限制保护
- 低成本
- 符合 RoHS 环保标准

简介

AM422 是一个用于单端接地电压信号转换成电流的专用接口集成电路。AM422 有四个功能模块组成：一个是具有较大输入动态范围的运算放大器输入级。一个 5-10V 可调的可用于外接电路供电电源的恒压源。一个电压电流转换电路。还有一个是输出调准级，用于输出电流的零点调准。AM422 具有完整的电路保护功能，使得它成为一个工业上用途广泛的电压电流的转换接口电路（4...20mA，0...20mA，12±8mA 或者其它）。

电路方框图

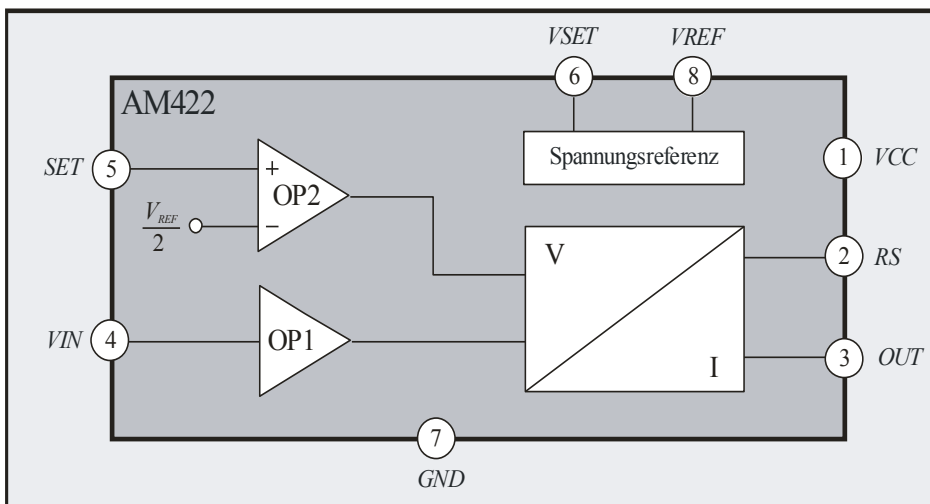


图 1 电路方框图

电路参数

$T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 24\text{V}$, $V_{REF} = 5\text{V}$, $I_{REF} = 1\text{mA}$ (除非另外注明)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电源范围	V_{CC}		6		35	V
静态电流	I_{CC}	$T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$, $I_{REF} = 0\text{mA}$			1.5	mA
温度参数						
可靠工作温度范围	T_{amb}		-40		85	$^{\circ}\text{C}$
存储温度	T_{st}		-55		125	$^{\circ}\text{C}$
冲击温度	T_j				150	$^{\circ}\text{C}$
热电阻	Θ_{ja}	DIL8 塑封		110		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
	Θ_{ja}	SO8 塑封		180		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
参考电压						
电压	V_{REF}	VSET 不接	4.75	5.00	5.25	V
	V_{REF}	VSET = 接地 GND, $V_{CC} \geq 11\text{V}$	9.5	10.0	10.5	V
可调范围	V_{R10}		4.5		V_{R10}	V
输出电流	I_{REF}^*		0		10	mA
V_{REF} 的温度系数	dV_{REF}/dT	$T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$		± 90	± 140	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
输出电压稳定特性	dV_{REF}/dV	$V_{CC} = 6\text{V}\dots 35\text{V}$		30	80	ppm/V
	dV_{REF}/dV	$V_{CC} = 6\text{V}\dots 35\text{V}$, $I_{REF} \approx 5\text{mA}$		60	150	ppm/V
输出电流电压稳定特性	dV_{REF}/dI			0.05	0.10	%/mA
	dV_{REF}/dI	$I_{REF} \approx 5\text{mA}$		0.06	0.15	%/mA
负载电容	C_L		1.9	2.2	5.0	μF
调整级 OP1						
内置增益	G_{IA}		0.94	1	1.06	
输入电压	V_{SET}	$I_{SET} = 4\text{mA}$, $R_0 = 25\Omega$		2.6		V
失调电压	V_{OS}			± 1	± 3	mV
V_{OS} 的温度系数	dV_{OS}/dT			± 5		$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
输入偏置电流	I_B			8	20	nA
I_B 的温度特性	dI_B/dT			6	15	pA/ $^{\circ}\text{C}$
输入级 OP2						
内置增益	G_{IN}		0.47	0.5	0.57	
输入电压	V_{IN}		0		1.15	V
失调电压	V_{OS}			± 0.5	± 2.5	mV
V_{OS} 的温度系数	dV_{OS}/dT			± 1.6	± 5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
输入偏置电流	I_B			8	20	nA
I_B 的温度特性	dI_B/dT			7	18	pA/ $^{\circ}\text{C}$

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V/I 转换						
内置增益	G_{VI}			1.00		
可调范围		通过 R_0 可调	0.75	1.00	1.25	
在 R_0 FS 上的电压范围	V_{R0FS}		400	500	580	mV
失调电压	V_{OS}	$\beta_F \geq 100$		± 2	± 6	mV
V_{OS} 的温度系数	dV_{OS}/dT	$\beta_F \geq 100$		± 7	± 20	$\mu V/^\circ C$
输出失调电流	I_{OUTOS}	3 线方式		-35	-50	μA
I_{OUTOS} 的温度系数	dI_{OUTOS}/dT	3 线方式		55	80	$nA/^\circ C$
输出失调电流	I_{OUTOS}	2 线方式		14	22	μA
I_{OUTOS} 的温度系数	dI_{OUTOS}/dT	2 线方式		22	35	$nA/^\circ C$
输出控制电流	I_{OUTC}	2 线方式, $V_{R0}/100mV$		5		μA
I_{OUTC} 的温度系数	dI_{OUTC}/dT	2 线方式		-9		$nA/^\circ C$
输出电压范围	V_{OUT}	$V_{OUT} = R_L I_{OUT}, V_{CC} < 16V$	0		$V_{CC} - 6$	V
	V_{OUT}	$V_{OUT} = R_L I_{OUT}, V_{CC} \geq 16V$	0		10	V
输出电流范围 FS	I_{OUTFS}	$I_{OUT} = V_{R0}/R_0$, 3 线方式		20		mA
输出阻抗	R_{OUT}		0.5	1.0		$M\Omega$
负载电容	C_L		0		500	nF
保护功能						
在 R_0 上的电压限制	V_{LIMR0}	$V_{R0} = V_{IN}/2, SET = V_{REF}/2$	580	635	690	mV
	V_{LIMR0}	$V_{IN} = 0, V_{R0} = V_{SET}/2 - V_{REF}/2$	580	640	700	mV
极性反接保护		Ground vs. V_S vs. I_{OUT}			35	V
电源反向时的电流		Ground = 35V, $V_S = I_{OUT} = 0$		3.8		mA
系统参数						
非线性		理想输入		0.05	0.15	%FS

表 1: AM422 的电路参数

**在 2 线方式工作时, 最大电流 $I_{OUTmin} - I_{CC}$ 是有效的。流向 IC 的电流为负。

外接元件的取值范围

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
探测电阻	R_0	$I_{OUTFS} = 20mA$	20	25	29	Ω
	R_0	$c = 20mA/I_{OUTFS}$	$c \cdot 20$	$c \cdot 25$	$c \cdot 29$	Ω
稳定电阻	R_5	$I_{OUTFS} = 20mA$	35	40	45	Ω
	R_5	$c = 20mA/I_{OUTFS}$	$c \cdot 35$	$c \cdot 40$	$c \cdot 45$	Ω
负载电阻	R_L	3 线方式时的极限值	0		500	Ω
偏置调整电阻之和	$R_3 + R_4$		20		200	$k\Omega$
V_{REF} 的电容	C_1		1.9	2.2	5.0	μF
输出电容	C_2	2 线方式时需要	90	100	250	nF
D_1 的击穿电压	V_{BR}		35	50		V
T_1 电流放大倍数	β_F	BCX54/55/56 e.g.	50	150		

表 2: 外接元件的取值范围

要注意外接三极管的电流放大倍数 β 在任何情况下不应该小于 50。

工作原理介绍

AM422 是一个应用于单端接地的输入信号转换处理的电压到电流的接口集成电路。通过少量的外接元件就可以使输出电流在一个很大的范围内可调。除了外接电阻 R_0 到 R_5 和电容 $C_1(C_2)$ 之外，要使电路正常工作还需要一个外接的三极管 T_1 和一个起保护作用的二极管 D_1 。外接的三极管降低了集成电路 AM422 的耗散功率。当外接电源的极性接反的话，二极管将起保护三极管的作用。在选择二极管和三极管时请注意它们的耗散功率。典型的外接元件数值将在下面的例子中一一列出（第 9 页开始）。

AM422 是由 4 个基本单元组成，如图 1 所示：

1. 一个的运算放大器输入级，由外接的电阻 R_1 和 R_2 的大小调准输入电压和输出电流的范围。
2. 一个输出偏置调准级 SET-Stage，通过外接电阻可以用来调准输出电流的零点偏置，比如 4mA。
3. 一个由电压控制的电流输出级。通过调节外接的电阻 R_{SET} 、 R_3 和 R_4 ，即调整偏置电压，就可以使输出电流在较宽的范围内可调。这几个电阻同时确定了偏置电流的输出，偏置电流的大小是依赖于参考电压的设定和所需要的最小输出电流。外接三极管的输出电流 I_{OUT} 是由集成电路的输出脚 3 所输出的电压来控制的。
4. 一个可调的参考电压级（管脚 VSET=空 5V 或管脚 VSET=接地 10V）可以供给需要常数电压的传感器使用或者可以作为外接电路的激励电源。通过外接的电阻分压电路可以获得 5-10V 之间的任意电压值。注意：电容 C1（建议使用非极性的瓷片电容）在任何时候都是必须要有的。

AM422 的二线制或三线制电流输出

AM422 可以用作为二线方式或者三线方式输出的电压到电流的接口电路。在二线制电流输出应用中，输出的带有零点偏置电流的信号比如 4..20mA 或者 6...18mA。在三线制电流输出应用中，可以是带有偏置电流的 4-20mA 也可以是偏置为零的 0...20mA。

因此在具体的应用中要分清楚。

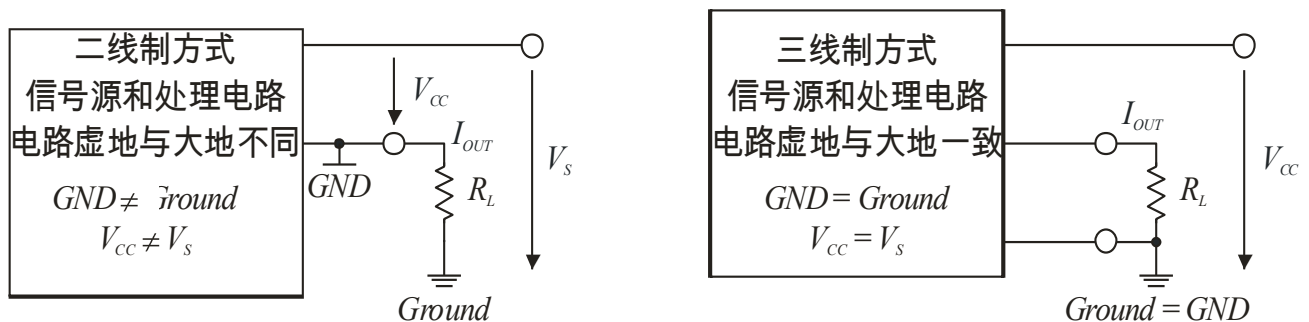


图 2: 二线制或三线制电流输出的原理

三线方式输出的工作原理见图 2 右。外接的参考点 Ground 是管脚 7 (GND) 一致的，此时集成电路

的工作电压和电源电压是一样的 $V_{CC}=V_S$ 。二线方式输出的工作原理见图 2 左和图 8，此时的管脚 7（GND 虚地）是接在的 R_5 和负载电阻 R_L 之间。在这种情况下，集成电路的工作电压 V_{CC} 和电源电压 V_S 的关系是：

$$V_{CC} = V_S - I_{OUT} \cdot R_L \quad (1)$$

输出电流范围的调准

输出电流 I_{OUT} 是由两个电流叠加而成，一个是可调的偏置电流 I_{SET} ，另一个是由输入信号 V_{IN} 控制的电流 $I_{IN}(V_{IN})$ ，式子如下：

$$I_{OUT}(V_{SET}, V_{IN}) = I_{SET}(V_{SET}) + I_{IN}(V_{IN}) \quad (2)$$

校准时要区分二种不同情况。

输入信号没有零点偏置

如果输入电压范围在（0...5V，或 0...10V）之内，没有零点偏置，那么最小的输出电流就是当输入电压为 $V_{IN}=0V$ 时，偏置电流 I_{SET} ，它是由偏置电压减去内置参考电压然后除以 R_1 （根据设计）得出，式子如下：

$$I_{SET}(V_{IN} = 0) = \frac{1}{R_0} \cdot \left(V_{SET} - \frac{V_{REF}}{2} \right) = \frac{V_{REF}}{R_0} \cdot \frac{(R_4 + R_{SET}) - R_3}{2(R_3 + R_4 + R_{SET})} \quad (3)$$

取 $R_3=R_4$ ，那么电阻 R_{SET} 是（忽略分母中的小量 $2R_0I_{SET}$ ）

$$R_{SET} \approx \frac{4R_0 R_4 I_{SET}}{V_{REF}} \quad (4)$$

输出电流的范围就可以通过式子（5）来算出

$$\Delta I_{OUT} = I_{OUTmax} - I_{SET} = \frac{V_{INmax}}{2R_0} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad (5)$$

R_1/R_2 的关系就是：

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{INmax}}{2R_0(I_{OUTmax} - I_{SET})} - 1 \quad (6)$$

输入信号带有零点偏置

如果输入电压范围在（比如 0.5...4.5V，要求 $V_{INmax}/V_{INmin}>5$ ）之内，带有零点偏置，那么所希望的输出电流范围 ΔI_{OUT} 就是：

$$\Delta I_{OUT} = \frac{\Delta V_{PIN4}}{2R_0} \quad \Rightarrow \quad \Delta V_{PIN4} = 2R_0 \Delta I_{OUT} \quad (7)$$

输入电压 V_{IN} 与管脚 4 的电压（ V_{PIN4} ）的关系是：

$$\Delta V_{PIN4} = \Delta V_{IN} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad (8)$$

换算后得到 R_1/R_2 为:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\Delta V_{IN} - \Delta V_{PIN4}}{\Delta V_{PIN4}} \quad (9)$$

偏置电流算得为:

$$I_{SET} = I_{OUTmin} - I_{INmin} = I_{OUTmin} - \frac{V_{INmin}}{2R_0} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad (10)$$

偏置调整电阻 R_{SET} 则由式子 4 给出。

工作电压的选择

电源电压 V_S 和集成电路的最小工作电压 V_{CCmin} 以及和负载电阻 R_L 之间的关系必须满足下面的式子，整个电路才能正常工作。

$$V_S \geq I_{OUTmax} R_L + V_{CCmin} \quad (11)$$

其中 $V_{CCmin} \geq V_{REF} + 1V \quad (12)$

图 3 给出了电源电压 V_S 和负载电阻 R_L 之间的关系，阴影部分是可靠的工作范围。外接元件的数值大小和计算方法将在下面的应用例子中介绍。

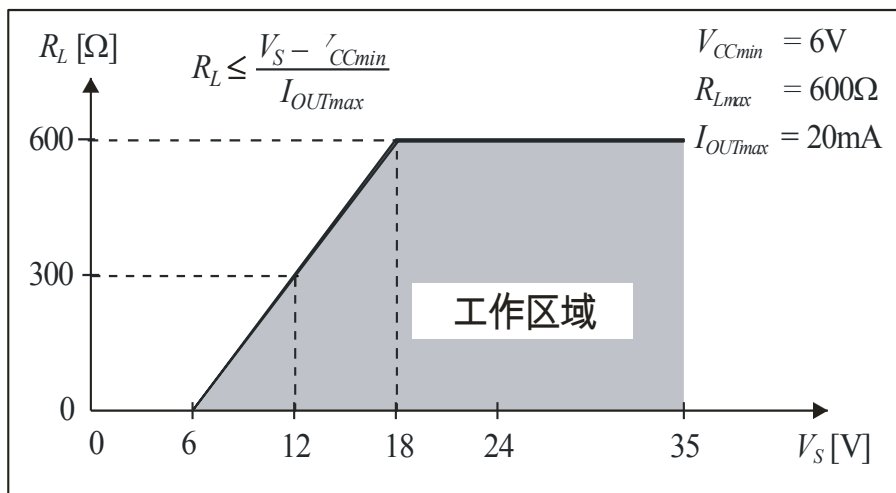


图 3: 负载电阻与工作电压的关系

具体应用

典型的三线制应用（输入 0 – 5/10V）

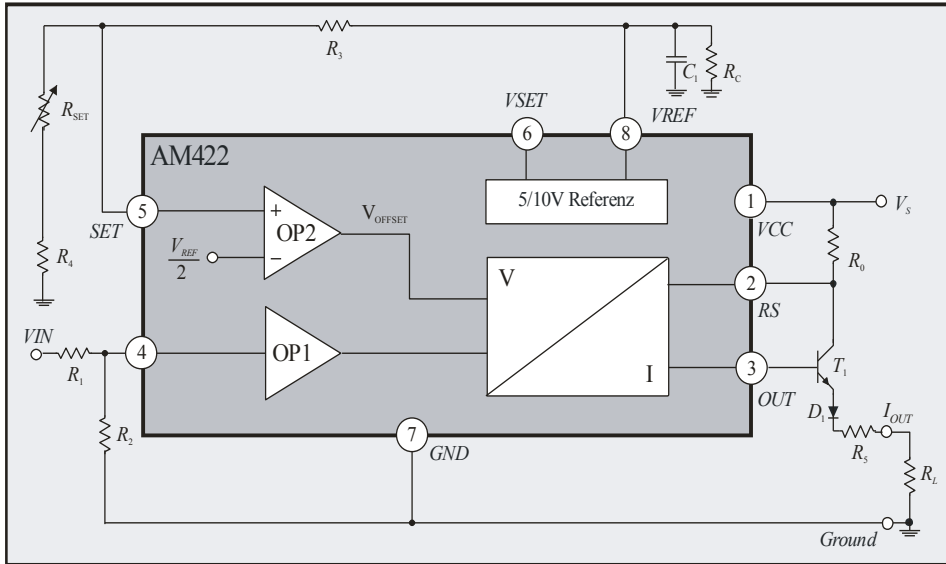


图 4: 输入偏置为零的三线制应用

在三线方式输出时(AM422-1)，管脚 7 (GND) 与接地 Ground (图 4) 相连。R₁/R₂ 的关系由式子 6 给出：

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{INmax}}{2R_0(I_{OUTmax} - I_{SET})} - 1$$

偏置电流 I_{SET} 是作为输出偏置电流（输出最小电流），它由式子 3 给出：

$$I_{SET}(V_{IN} = 0) = \frac{V_{REF}}{R_0} \cdot \frac{(R_4 + R_{SET}) - R_3}{2(R_3 + R_4 + R_{SET})}$$

取 R₃=R₄，那么电阻 R_{SET} 是（忽略分母中的小量 2R₀I_{SET}）（式子错误！未找到引用源。）：

$$R_{SET} \approx \frac{4R_0R_4I_{SET}}{V_{REF}}$$

例子 1：输出电流范围 I_{OUT}=4...20mA：

如果输入电压范围 V_{IN}=0...5V，V_{REF} = 5V，算得的外接元件的数值是：

$$\begin{aligned} R_0 &= 25\Omega & R_3 = R_4 &= 33k\Omega & R_{SET} &\approx 2,64k\Omega & R_5 &= 40\Omega \\ R_1/R_2 &\approx 5,25 & R_L &= 0...500\Omega & C_1 &= 2,2\mu F \end{aligned}$$

例子 2：输出电流范围 I_{OUT}=0...20mA：

如果输入电压范围 V_{IN}=0...10V，V_{REF} = 5V，算得的外接元件的数值是：

$$\begin{aligned} R_0 &= 25\Omega & R_3 = R_4 &= 33k\Omega & R_{SET} &= 0\Omega & R_5 &= 40\Omega \\ R_1/R_2 &\approx 9 & R_L &= 0...500\Omega & C_1 &= 2,2\mu F \end{aligned}$$

典型的三线方式输出应用 (输入信号: 0,5 – 4,5V)

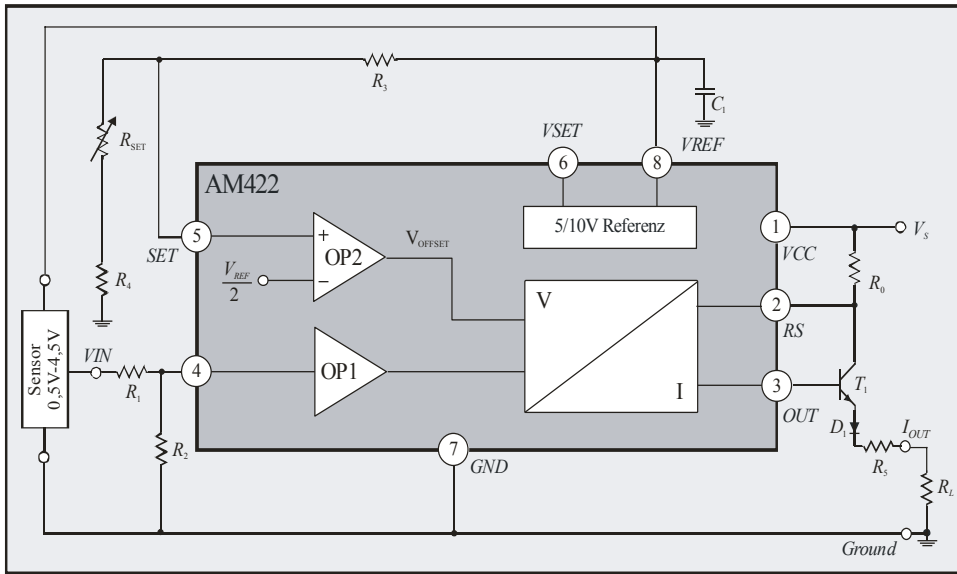


图 5: 输入偏置不为零的典型的三线制应用

例子 3: 输入偏置不为零 (0,5...4,5V) 的电流输出为 $I_{OUT} = 4...20mA$ 的应用

如果输入电压范围在 $V_{IN}=0.5...4.5V$ 之间 (零点不为零), 那么输出电流 I_{OUT} 就由式子 2 给出:

$$I_{OUT} = I_{SET} + I_{IN} = I_{SET} + \frac{V_{IN}}{2R_0} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

如果输入电压范围在 $V_{IN}=0.5...4.5V$ 之间(图 5), 那么输入电源变化 $\Delta V_{IN}=4V$, 如果要求输出电流范围是 $4...20mA$ (此时不能有零点输出), 那么输出电流的变化为 $\Delta I_{OUT}=16mA$ 。取 $R_0=25\Omega$, 根据式子 7 可算得在管脚 4 的电压变化 $\Delta V_{PIN4} = 800mV$, 再由式子 9 算得 R_1/R_2 的数值为:

$$\frac{\Delta V_{PIN4}}{\Delta V_{IN}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{800mV}{4V} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\Delta V_{IN} - \Delta V_{PIN4}}{\Delta V_{PIN4}} = 4$$

从而由式子 10 得出需要调整的偏置电流 I_{SET} 为:

$$I_{SET} = I_{OUTmin} - I_{INmin} = I_{OUTmin} - 2mA = 2mA$$

取 $R_3 = R_4$, 由式子 4 算得电阻 R_{SET} 为:

$$R_{SET} \approx \frac{4R_0R_4I_{SET}}{V_{REF}}$$

由 $V_{REF} = 5V$ 可以得出其它外接元件的数值:

$R_0 = 25\Omega$	$R_3 = R_4 = 33k\Omega$	$R_{SET} \approx 1,32k\Omega$	$R_5 = 40\Omega$
$R_1/R_2 \approx 4$	$R_1 \approx 68k\Omega$	$R_2 \approx 18k\Omega$	$R_L = 0...500\Omega$
			$C_1 = 2,2\mu F$

典型的二线方式输出应用（输入信号：0 - 1V）

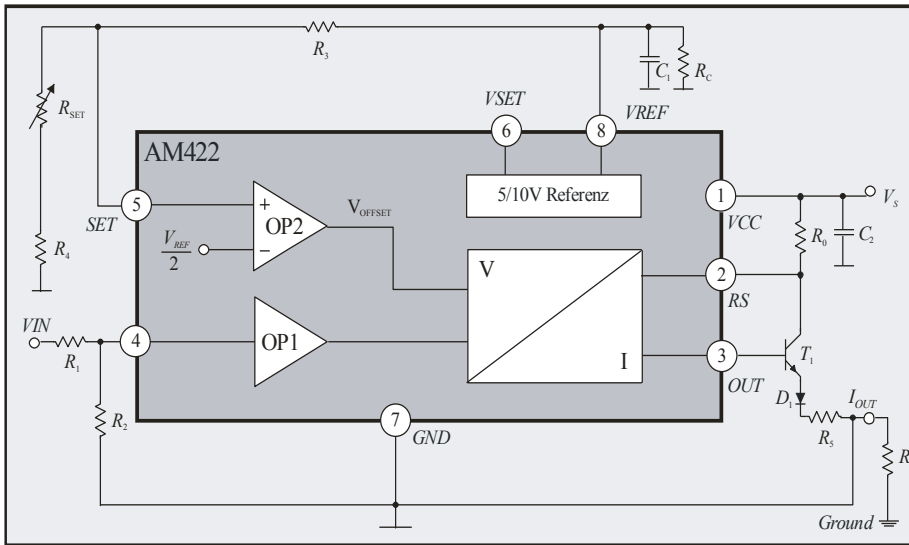


图 6: 输入偏置为零的二线制电流输出应用

在二线方式时（AM422-2），管脚 7（GND，⊥内置虚地）是接在电阻 R_5 和 R_L 之间（见图 6）。 R_1/R_2 的关系由式子 6 给出：

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{INmax}}{2R_0(I_{OUTmax} - I_{SET})} - 1$$

偏置电流 I_{SET} 是作为输出偏置电流（输出最小电流）它由式子 3 给出：

$$I_{SET}(V_{IN} = 0) = \frac{V_{REF}}{R_0} \cdot \frac{(R_4 + R_{SET}) - R_3}{2(R_3 + R_4 + R_{SET})}$$

取 $R_3=R_4$ ，那么电阻 R_{SET} 是（忽略分母中的小量 $2R_0I_{SET}$ ）（式子错误！未找到引用源。）：

$$R_{SET} \approx \frac{4R_0R_4I_{SET}}{V_{REF}}$$

例子 4: 输出电流范围 $I_{OUT}=4...20mA$

如果输入电压范围 $V_{IN}=0...1V$ ，算得的外接元件的数值是：

$R_0 = 25\Omega$	$R_3 = R_4 = 33k\Omega$	$R_{SET} \approx 2,64k\Omega$	$R_5 = 40\Omega$
$R_1/R_2 \approx 0,25$	$R_L = 0...500\Omega$	$C_1 = 2,2\mu F$	$C_2 = 100nF$

电路方框图和管脚示意图

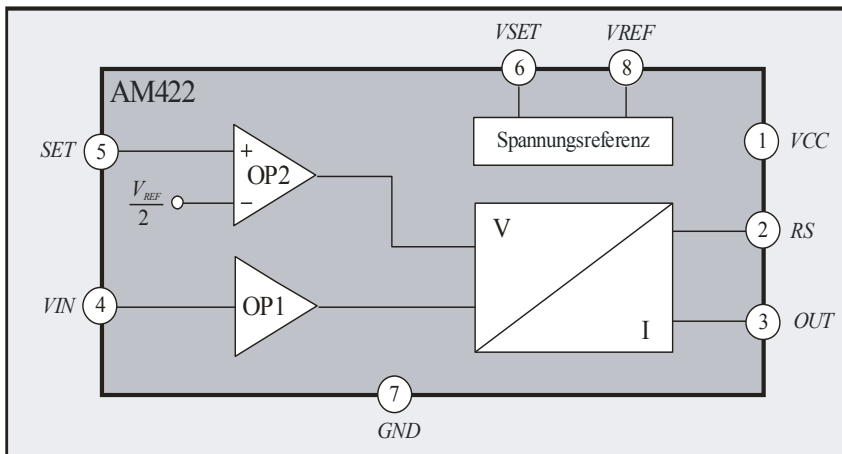


图 7: AM422 电路方框图

管脚	名称	简介
1	VCC	工作电压
2	RS	探测电阻
3	OUT	输出
4	VIN	电压输入
5	SET	偏置输出电流设定
6	VSET	参考电压选择
7	GND	IC 接地
8	VREF	参考电压输出

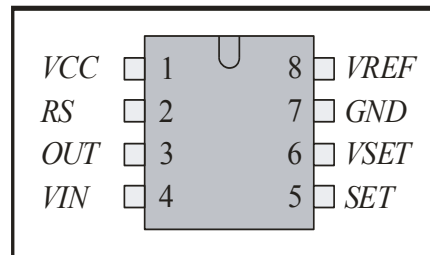


图 8: 管脚示意图

表 3: 管脚名称

封装外形

AM422 可以提供不同规格的封装外形：（注意：AM422-1 和 AM422-2 是不同的型号，AM422-1 只能用于三线输出，AM422-2 只能用于二线输出）

- 8 脚塑封 DIP
- 8 脚 SMD 塑封贴片 SO8 (n) (最大耗散功率 $P_D=300\text{mW}$)
- 管芯片 dice 在 6 英寸绷膜片上（已切割）

SO(8)的贴片外形尺寸

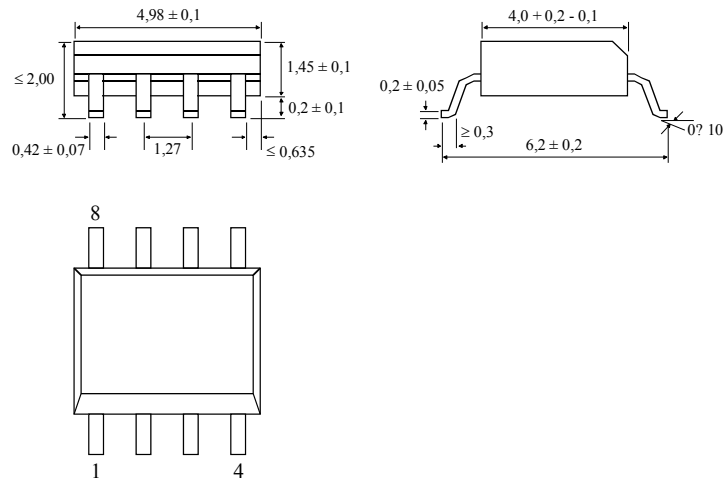


图 9: 封装尺寸

参考文献

- [1] 框架集成电路的设计: <http://www.Frame-ASIC.de/>
- [2] AMG 公司网站: <http://www.analogmicro.de/> www.sym-china.com/

备注

基本应用举例

- 作为电压电流转换电路

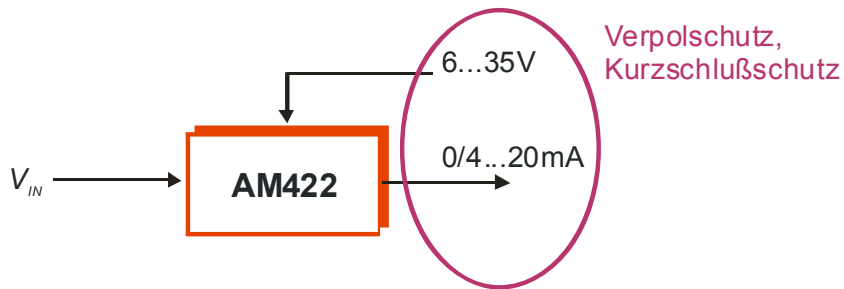


图 10: 作为电压电流转换电路

- 微处理器的周边电路（模拟标准电流输出，供电电源，保护功能）

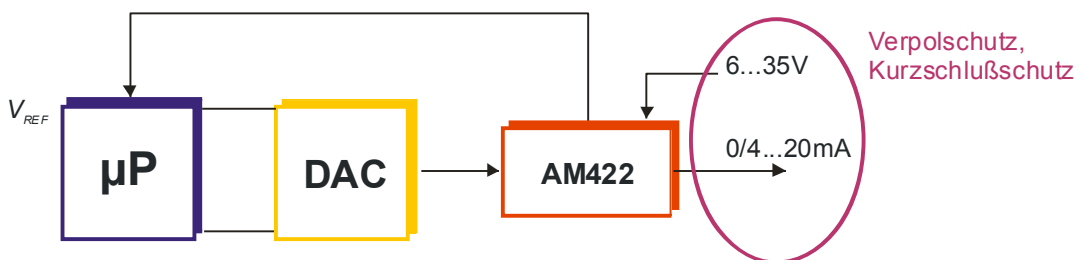


图 11: 微处理器的周边电路（模拟标准电流输出，供电电源，保护功能）

以上资料仅供参考!