

●元器件卡片

LM2907 频率/电压转换器原理及应用

齐永利, 鲁云峰, 刘鸣

(天津大学 精密仪器与光电子工程学院, 天津 300072)

1 引言

在测量转速(频率)时,目前多采用数字电路,但有些场合则需要转速(频率)的变化与模拟信号输出相对应,这样便可在自动控制系统实验中用频/压转换器代替测速发电机,从而使实验设备简化。美国国家半导体公司推出的速度(频率)/电压转换芯片 LM2907/ LM2917 只需接少量的外围元件即可构成模拟式转速表,可用于测量电机转速,实现汽车超速报警等。

2 LM2907 芯片介绍

LM2907 为集成式频率/电压转换器,芯片中包含了比较器、充电泵、高增益运算放大器,能将频率信号转换为直流电压信号。LM2917 与 LM2907 基本相同,区别是:LM2917 内部有一只稳压管,用于提高电源的稳定性。

2.1 主要特点

LM2917 进行频率倍增时只需使用一个 RC 网络;以地为参考点的转速计(频率)输入可直接从输入管脚接入;运算放大器/比较器采用浮动三极管输出;最大 50mA 的输出电流可驱动开关管、发光二极管等;内含的转速计使用充电泵技术,对低纹波有频率倍增功能;比较器的滞后电压为 30mV,利用这个特性可以抑制外界干扰;输出电压与输入频率成正比,线性度典型值为 $\pm 0.3\%$;具有保护电路,不会受高于 V_{CC} 值或低于地参考点输入信号的损伤;在零频率输入时,LM2907 的输出电压可根据外围电路自行调节;当输入频率达到或超过某一给定值时,可将输出用于驱动继电器、指示灯等负载。

2.2 电性能参数

LM2907 的主要电性能参数如表 1 所列:

2.3 引脚排列及内部结构

LM2907/ LM2917 有 DIP8 和 DIP14 两种封装形式。LM2907 的 DIP14 的内部结构如图 1 所示,DIP 8

的内部结构及各引脚功能可参考图 2。各引脚功能如下:

●1 脚(F)和 11 脚(IN-)为运算放大器/比较器的输入端;

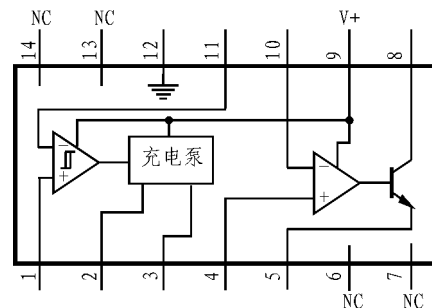


图 1 LM2907M/LM2907N 的原理框图

表 1 LM2907 的主要电性能参数 ($V_{CC} = 12VDC, T_A = 25^\circ C$)

参数	Min	Typ	Max	Units
转速计				
输入门限	± 10	± 25	± 40	mV
磁滞		30		mV
偏移电压				
LM2907/LM2917		3.5	10	mV
LM2907/LM2917-8		5	15	mV
输入基准电流		0.1	1	μA
V_{OH}		8.3		V
V_{OL}		2.3		V
输出电流	140	180	240	μA
漏电流			0.1	μA
增益系数	0.9	1.0	1.1	
线性度	-1.0	0.3	+1.0	%
OP/AMP 比较器				
V_{OS}		3	10	mV
I_{BIAS}		50	500	nA
共模输入电压	0		$V_{CC}-1.5V$	V
电压增益		200		V/mV
输出灌电流	40	50		mA
输出源电流		10		mA
饱和电压		0.1	0.5	V
			1.0	V
		1.0	1.5	V

- 2脚接充电泵的定时电容(C1);
- 3脚接充电泵的输出电阻和积分电容(R1/C2);
- 4脚(IN+)和10脚(U_{F1})为运算放大器的输入端;
- 5脚为输出晶体管的发射极(U₀);
- 8脚为输出晶体管的集电极,一般接电源(U_c);
- 9脚为正电源端(V_{CC});
- 12脚为接地端(GND);
- 6,7,13,14脚未用。

2.4 工作原理

当充电泵把从输入级输入来的频率转换为直流电压时,需外接定时电容 C1、输出电阻 R1 以及积分电容或滤波电容 C2,当第一级输出的状态发生改变时(这种情况可能发生在输入端上有合适的过零电压或差分输入电压时),定时电容在电压差为 V_{CC}/2 的两电压值之间被线性地充电或放电,在输入频率信号的半周期中,定时电容上的电荷变化量为 C1V_{CC}/2,泵入电容中的平均电流或流出电容中的平均电流为:

$$\Delta Q/T = i_{c(AVG)} = f_{IN} C1 V_{CC}$$

输出电路把这一电流准确地送到负载电阻(输出电阻)R1中,R1电阻的另一端接地,这样滤波后的电流被滤波电容积分后得到输出电压:

$$V_o = V_{cc} f_{IN} C1 R1 K$$

其中 K 为增益常数,典型值为 1。电容 C2 的值取决于纹波电压的大小和实际应用中所需要的响应时间。

3 应用电路

LM2907 的典型应用电路如图 2 所示,在应用中需注意电阻 R1 和电容 C1 的选取。定时电容 C1 可为充电泵提供内部补偿,为了获得准确的转换结果,其值应大于 500pF,太小的电容值会在 R1 上产生误差电流,特别在低温应用时更是如此。LM2907 引脚 3 的输出电流是内部固定的,因此 V_o/R1 值必须小于或等于此固定值。如果 R1 太大,将会影响引脚 3 的输出阻抗,频率/电压转换的线性度也会变差。此外,还要考虑输出纹波电压以及 R1 对 R2 值的影响,引脚 3 的纹波(V_{ripple})可用下式计算:

$$V_{RIPPLE} = (V_{cc}/2)(C1/C2)[1 - (V_{cc} f_{IN} C1/I_2)]$$

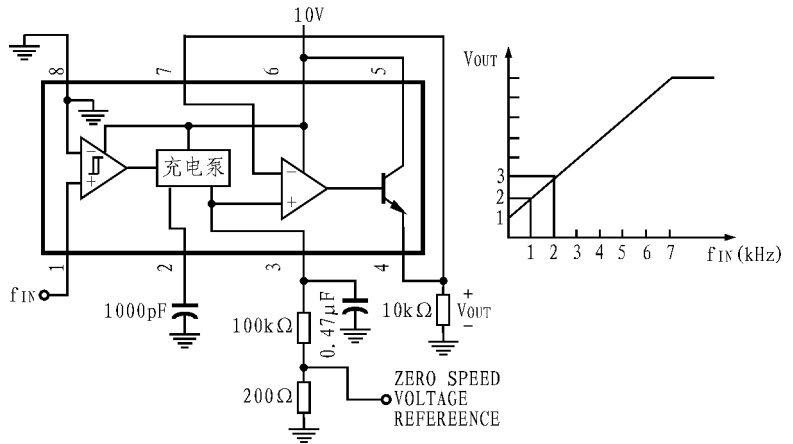


图 2 基于 LM2907(DIP8)的频率/电压转换电路

R1 的选择与纹波无关,但响应时间,即输出 V_{out} 稳定在一个新值上需要的时间会随着纹波值的增加而增加,因此必须在纹波、响应时间和线性度之间仔细地进行权衡。另外,器件所允许的输入信号的最大频率由 V_{CC}、C1 和 I₂ 决定。

DIP14 封装 LM2907 芯片的电路连接可参照图 3,只需将管脚 3、4,管脚 11、12 连接在一起即可。图中:C1 = 1000pF,R1 = 100kΩ,C2 = 0.47μF。用示波器观察波形,可以发现电路输出的线性度、灵敏度、准确度都比较好。实际应用中的输入频率信号可以是三角波、方波、正弦波信号。在保证零穿越的情况下都能比较理想的实现频率/电压转换,输入信号的幅值最好在 1V 以上,但不要超过电源电压。参考电压可以很好地调整输出的最小电压和带负载能力。

收稿日期:2004-09-24

咨询编号:050528

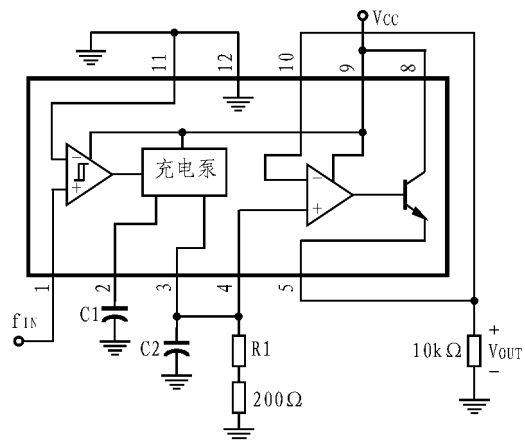


图 3 基于 LM2907(DIP14)频率/电压转换应用电路