

(c) 半导体型

按此类型顺序,越往下,越可获得小型、大容量的产品。

低介质常数型陶瓷电容器,其容量温度系数被严格控制,除了温度系数平直的产品之外,还有各种正温度系数的和负温度系数的产品(图4-9)。为了达到温度补偿的目的,必须选择具有与此目的相适应的温度系数。这种陶瓷电容器常用作晶振电路⑤、A/D变换⑥及V/F变换⑦电路中的积分电容器等。

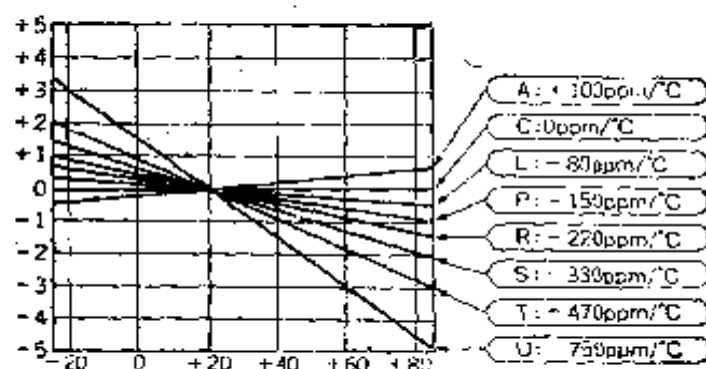


图4-9 温度补偿型陶瓷电容器的温度特性

高介质常数型和半导体型是指容量误差很大,并且温度特性呈非线性变化的陶瓷电容器。它们不能使用在高精度场合,其主要用途为高频电路、旁路电容、噪声抑制电路等。最近,叠层陶瓷电容器⑧发展很快,可使这类电容器越来越小型化,甚至可以获得100 μ F的大容量陶瓷电容器。

- ⑤ 晶振电路: 使用石英晶体确定其振荡频率的振荡电路,频率特性较好。石英表就利用了这种电路。
- ⑥ A/D变换: 指将模拟信号变换成为数字信号。其逆过程叫做D/A变换。
- ⑦ V/F变换: 指将电压变换为频率。
- ⑧ 叠层电容器: 采取将绝缘膜与电极相互交替重叠结构的电容器。这种电容器能实现小型、大容量化。

⑥·其他电容器：作为不属于上述分类范围之中的电容器，还有使用纸为介质的纸介电容器、云母为介质的云母电容器、采用双电层原理的双电层电容器^①等。特别是双电层电容器，它的容量能够达到1F以上，所以作为存贮后备^②。近年来，使用量得到迅速扩大。图4-10给出了日本电气公司出品的双电层电容器的规格，以供参考。

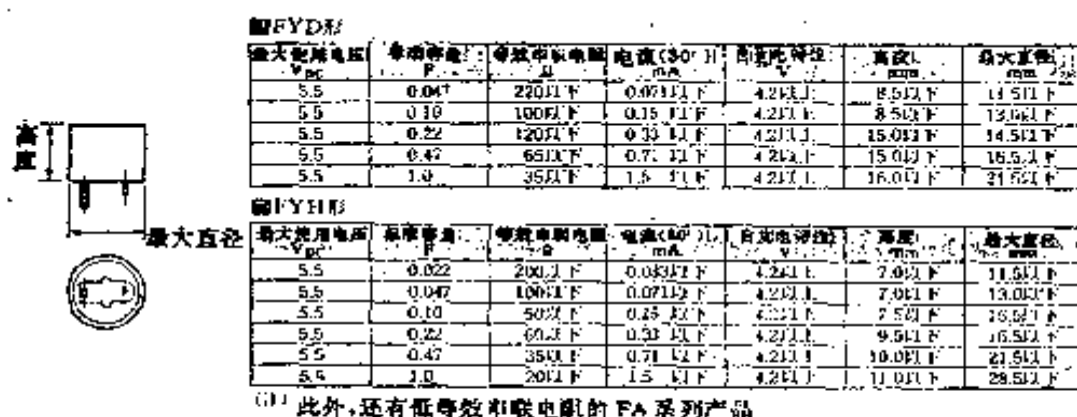


图4-10 双电层电容器规格(日本电气公司)

(2) 电容量的表示方法

电容器的容量与电阻器不同，不能使用色码表示，但是除采用直接表示电容量的方法之外，还有很多别的表示方法。对于大容量电解电容器来讲，一般采用直接表示电容量的方法，而1μF以下的电容器则常常采用其他的表示方法。

- ① 双电层电容器：若使不同两种相态(如液体与固体)相互接触时，其界面处将有⊕和⊖电荷在极短的距离内相对排列，这种现象叫做双电层，利用这种双电层的电容器叫做双电层电容器。这种电容器可获得极大的容量(1F以上)。
- ② 存贮后备：是指只是在存贮器上(静态RAM)加上电压，使得即便切断电源，数据也不会消失的现象。这时的维持电流非常小。

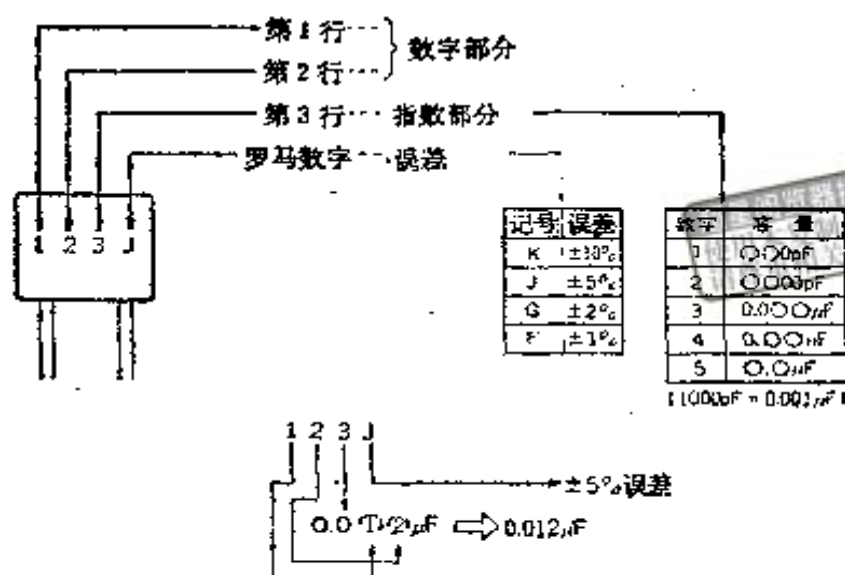


图4-11 电容器的表示方法

这种表示方法如图4-11所示，采用三位数字和一个罗马字母表示。但对陶瓷电容器来讲，文字部分也可采用两个罗马字表示，后者表示温度系数。

在三位数字中，左边的两位表示容量数字部分。最后一位为指数部分。该指数部分决定容量为几百微微法或是几千微微法。

现在我们来讨论三位数字为“123”的电容器的容量值。由于左边的两位数字直接表示数字部分，即“12”，第三位数字“3”即表示“ $0.0 \times \times \mu F$ ”，因此将“12”代入上述 $\times \times$ 符号处，结果就成了“ $0.012 \mu F$ ”。如果第三位数字为“2”，则容量为“ $1200 pF$ ”；若第三位数字为“4”，则容量为“ $0.12 \mu F$ ”。

对于 $1000 pF$ 数量级的电容器来讲，其容量也可直接表示，如 $470 pF$ 的电容器，即可表示为“471”，也可表示为“470”。

当其容量值小于 $1000 pF$ 时，则不能用三位数字表示其容

量,而是直接表示。例如,470pF的产品表示为“47”,若为1pF时,则表示为“1”。

使用本复制品
请尊重相关知识产权!

电解电容器的容量值表示方法是采用直接表示法。

在这类电容器中,能够获得的容量值一般有表4-2所列的E12系列,除此之外的容量值是不易简单获得的。而且,对电解电容器来讲,通常再将E12系列的容量值分为6类(1、1.5、2.2、3.3、4.7、 6.8×10^N)。

(3) 耐 压

讲到电容器的耐压问题时,不仅仅电解电容器有耐压问题,而且对于其他电容器也是适用的。

首先来讨论问题较为突出的电解电容器的耐压问题。由于这种电容器具有极性,因此外加直流电压的极性绝不能弄错。由于这类电容器必须标明其耐压值,因此即使是瞬时值,也不准超过其耐压值。如果外加电压超过耐压值,或加上了反向电压,则将会随着一声“叭”的响声发生,同时电解液将喷出(称为击穿)。所加电压极性弄错,而电压不高时,即使没有达到击穿,也会导致漏电流极增,使电路无法正常工作(图4-12)。

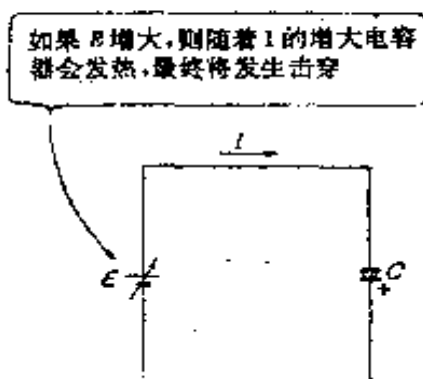


图4-12 电解电容器上加以反向电压时

钽电解电容器也与铝电解电容器一样，用极性与耐压特性来表征。这种电容器对于极性接反，或对于超过耐压值的承受能力比铝电解电容器更差。因此，希望在使用钽电解电容器时，要比使用铝电解电容器时更为慎重。

其他的薄膜电容器或陶瓷电容器的情况又怎样呢？这些电容器没有极性，但也有耐压的问题。这些电容器的耐压值，有的是直接表示在电容器上，也有的是以符号表示。

种类	容量范围	耐压范围	耐压值	耐压值	耐压值	耐压值	耐压值
铝电解电容器	0.1 μ ~1000 μ F	1~50V	1~50V	1~50V	1~50V	1~50V	1~50V
钽电解电容器	0.1 μ ~100 μ F	1~50V	1~50V	1~50V	1~50V	1~50V	1~50V
薄膜电容器	数据	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V
	聚丙烯	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V
陶瓷电容器	数据	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V
	瓷质	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V
其他电容器	数据	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V
	其他	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V	10~100V

* 耐压值在(AA) 4中表4-3所示电容器的一些数据，此外还有其它电容器。

氧化薄膜电容器的耐压可达到50V。当(脉动电压时，按其最大瞬时值)时，电容器的耐压值符合要求之后方可使

如表4-3所示，随着种类的不同，其最低耐压值将发生变化。容量小于1000pF时，可考虑为50V；当容量超过1000pF时，耐压可能为25V或12V。因此，当其外加电压超过以上值时，必须弄清所用电容器的实际耐压值。

表4-3 各种电容器的特性

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

制 作 篇

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

第一章 电源电路的设计

在第一章中，先研究可以称作电路心脏的电源电路。并首先讨论在今后的制作与试验中将经常使用的 $0 \sim \pm 18V$ 、 $1A$ 的跟踪电源●(Tracking Regulator)。

在稳压电路中，最简单的是图1-1所示的三端稳压器●。在此情况下，输出电压、电流仅从所确定的数值中选取，也有电压值可变的集成电路，或通过若干外加电路，使电压、电流能变化的集成电路。

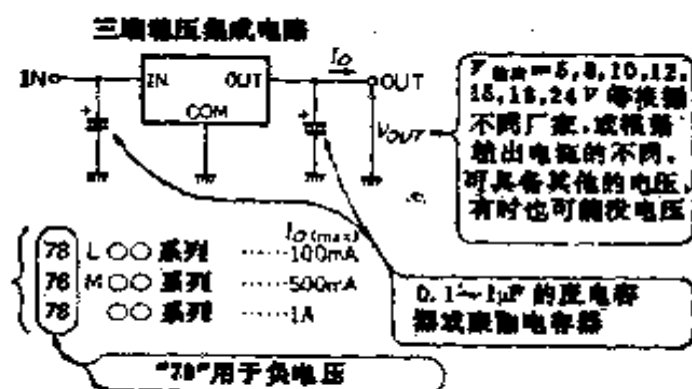


图1-1 三端稳压器集成电路的使用方法

- 跟踪电源(Tracking Regulator)：为具有多输出的电源。这种电源如果使一个主设定电源输出工作，则其他输出也随之跟踪工作。跟踪意味着与电车的轨道(线路)意思相同。这里所制作的电源中，由于负输出电压跟踪正电压工作，所以能获得其绝对值相同，极性相反的两组输出。
- 三端稳压器：为具有三端子的稳压电源集成电路。具有正电压输出和负电压输出型产品。输出电压固定，具有 $2.6 \sim 24V$ 的产品。电流容量一般为 $0.1A$ 、 $0.5A$ 、 $1A$ 等类型。

其中,由于设计上的自由度大,应用面广,所以采用运算放大器与晶体管组合而成的稳压电路。完成后的电路见图1-2。

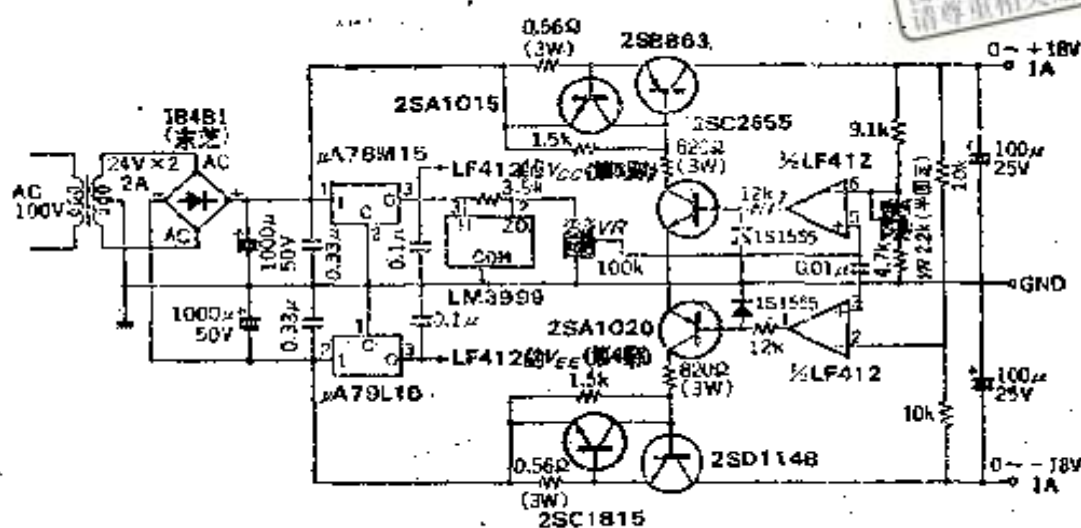


图1-2 0±18V、1A跟踪电源

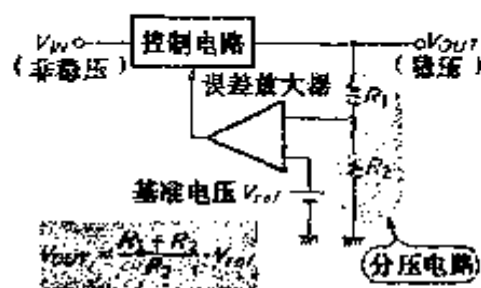


图1-3 稳压电路的基本组成

1.1 跟踪电源的电路设计

跟踪电源必须具备正负两组电路,其构成大致一样。因此,首先讨论正电路部分,而其负电路部分则以不同之处为重点,加以简要说明。图1-3所示为稳压电路的基本组成情况。将基准电压与输出电压的分压部分相对比,加上反馈电路,使它们相等,稳压电路见图1-4。此电路与图1-3基本相

同。其中，增加了输出短路保护电路③。

浏览器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

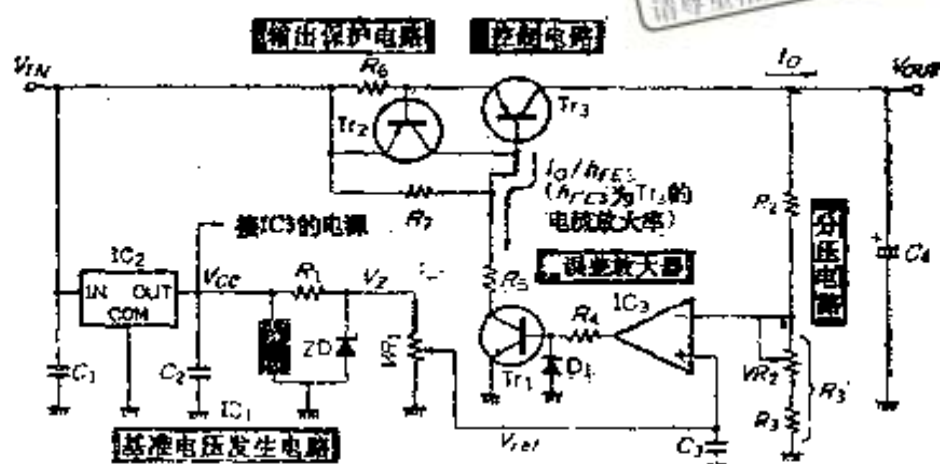


图1-4 稳压电路的组成(正电路部分)

(1) 基准电压发生电路

① IC_1 的选择：基准电压 V_{ref} 为输出电压 V_{OUT} 的基准，电路选用基准电压专用的IC LM3999。LM3999如图1-5所示，其内部具有加热器和齐纳二极管。由于它的内部温度保持恒定，因此，相对于环境温度变化，其温度特性非常稳定。

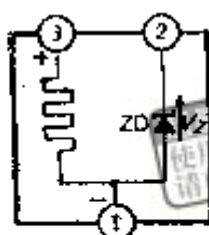
② IC_2 的选择与 C_1 、 C_2 值：运算放大器的电源，使用 $\pm 15V$ 的三端稳压器IC $\mu A78M15$ 。温度上升时，在IC上仅有十几毫安的漏电流。接通几秒钟后，在LM3999上，有大电流通过。电路采用0.5A型的产品。

C_1 、 C_2 可按厂家的推荐值选用， $C_1=0.33\mu F$ 、 $C_2=0.1\mu F$ 。此电容器是为了防止三端稳压器在高频区（几百千赫至几兆赫）发生寄生振荡而放置的。这种电容器应使用频率特性良好的云母电容器或钽电容器，以便能够充分降低高频下的阻抗值。

- ③ 输出短路保护电路：在稳压电路中，由于存在输出短路等造成大电流流过的缺点，所以为保护晶体管，而采用这种控制输出电流的保护电路。



最高电压: 36V



加热器

电特性(注)

参 数	条 件	最低	一般	最高	单位
反向击穿电压	$0.6\text{mA} \leq I_R \leq 10\text{mA}$	6.6	6.95	7.3	V
反向击穿电压随电流的变化	$0.6\text{mA} \leq I_R \leq 10\text{mA}$		8	20	mV
反向动态阻抗	$I_R = 1\text{mA}$		0.6	2.2	Ω
反向击穿温度系数	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$		0.0002	0.0005	%/ $^\circ\text{C}$
RMS噪声	$10\text{Hz} \leq f \leq 10\text{kHz}$		7		μV
长期稳定性	稳定度: $22^\circ\text{C} \leq T_A \leq 28^\circ\text{C}$, 1000小时, $I_R = 1\text{mA} \pm 0.1\%$		20		ppm
温度稳定器	$T_A = 25^\circ\text{C}$, 静止空气, $V_S = 30\text{V}$		12	18	mA
温度稳定器电压				36	V
变化0.05%的加热时间	$V_S = 30\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$		5		秒
起始电流	$9 \leq V_S \leq 40$, $T_A = 25^\circ\text{C}$		140	200	mA

注: 这些特性适应于加30V的温度稳定器, 并且 $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$ 。

图1-5 LM3989的等效电路及电特性

③ R_1 、 VR_1 值： R_1 的阻值是由LM3999的 Z_1 中流过的电流 I_Z 所决定的。由数据表可查得LM3999的齐纳二极管的齐纳电流 I_Z 为0.6~10mA。这里若选 $I_Z=2\text{mA}$ ，则 $V_Z=6.95\text{V}$ 。

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_Z}{I_Z} = \frac{15 - 6.95}{2\text{mA}} = 4.03\text{k}\Omega \rightarrow 3.9\text{k}\Omega$$

流过 VR_1 的电流应远远小于 I_Z ，但若太小，则稳定性会恶化。如果流过的电流过大，则齐纳二极管的齐纳电流会太小，不利于电压的稳定，这里取 $VR_1=100\text{k}\Omega$ 。

(2) 分压电路

由于运算放大器的 IN^+ (非反转输入)与 IN^- (反转输入)电压相等，则输出电压 V_{OUT} 与基准电压 V_{REF} 的关系为：

$$V_{OUT} = \left[1 + \frac{R_2}{R_3'} \right] \cdot V_{REF}$$

当 V_{REF} 达到最大($V_{REF}=V_Z$)时， V_{OUT} 可达到18V，而实际上 V_Z 达到6.6~7.3V。所以必须满足：

$$\left[1 + \frac{R_2}{R_3} \right] \times 6.6 \geq 18\text{V} \rightarrow \frac{R_2}{R_3} \geq 1.727$$

$$\left[1 + \frac{R_2}{R_3 + VR_2} \right] \times 7.3 \leq 18\text{V} \rightarrow \frac{R_2}{R_3 + VR_2} \leq 1.466$$

并且，对于 R_2 、 R_3' 来讲，与 VR_1 一样，必须考虑稳定性和发热的问题，一般允许流过几百微安至几毫安的电流。综合以上条件，设

$$R_2 = 9.1\text{k}\Omega, R_3 = 4.7\text{k}\Omega$$

$$VR_2 = 2.2\text{k}\Omega (\text{半可变电阻器})$$

并且，如果此电阻变化时，会使输出电压漂移，所以 R_2 、 R_3 应采用金属膜电阻器， VR_2 应使用金属陶瓷型产品。

(3) 误差放大电路

① IC_3 的选择: 旋转 VR_1 , IN^+ 端的阻抗变化。如果为场效应管输入运算放大器^①, 则可忽略输入偏流。按表1-1, 选用低偏置型 LF412 场效应管输入运算放大器。此时, 若采用高偏置运算放大器, 则即使采用基准电压下的高稳定性产品, 也是没有意义的。表1-2是 LF412 的特性, 以供参考。

表1-1 各种场效应管输入运算放大器的偏压特性

型 名	厂 家	电路数	输入偏压 V_{IO} (mV)		输入偏压温度系数 $\Delta V_{IO}/\Delta T$ ($\mu V/^\circ C$)		参 考
			典型	最大	典型	最大值	
LF355/356	NS	1	3	10	5		
LF411	NS	1	0.2	2	7	20	低偏压型
LF412	NS	2	1	3	7	20	低偏压型
LF441	NS	1	1	5	10	20	低偏压型
LF442	NS	2	1	5	7		低偏压型
TL060~066	TI	1~4	3	15	10		低功耗型
TL070~075	TI	1~4	3	10	10		低噪声型
TL080~084	TI	1~4	5	15	10		
TL092/094	TI	2/4	5	15	10		单电源运算放大器
TL0271~4	TI	1~4		10			L型 10.7 $\mu V/^\circ C$, M型 5 $\mu V/^\circ C$
CA3130	RCA	1	8	15	10		耐压 $\pm 7.5V$

(V_{IO} , $\Delta V_{IO}/\Delta T$ 是各种集成电路的近似值)

② V_{OUT} 的温度特性:

V_{OUT} 的温度系数为:

$$\frac{\partial V_{OUT}}{\partial T} = \left[1 + \frac{R_2}{R_3'} \right] \cdot \left[\frac{\partial V_Z}{\partial T} + \frac{\partial V_{IO}}{\partial T} \right]$$

① 场效应管输入运算放大器: 为采用场效应管组成输入端的运算放大器。其特点为输入偏流几乎为0。

表1-2 LF412的特性

绝对最大值

	LF412A	LF412
电源电压	±22V	±18V
差分输入电压	±30V	±30V
输入电压范围	±10V	±10V

静态特性

符号	参数	状态	LF412A			LF412			单位
			最低	平均	最高	最低	平均	最高	
V_{OS}	输入补偿电压	$R_2 = 10 \text{ k}\Omega, T_A = 25^\circ\text{C}$		0.5	1.0		1.0	3.0	mV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	补偿电压温度系数	$R_2 = 10 \text{ k}\Omega$		7	10		7	20	$\text{mV}/^\circ\text{C}$
I_{OS}	输入补偿电流	$V_S = \pm 15\text{V}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	25	100		25	100	μA
			$T_J = 70^\circ\text{C}$		2		2		nA
			$T_J = 125^\circ\text{C}$		25		25		nA
I_S	静态输入电流	$V_S = \pm 15\text{V}$	$T_J = 25^\circ\text{C}$	50	200		50	200	μA
			$T_J = 70^\circ\text{C}$		4		4		nA
			$T_J = 125^\circ\text{C}$		50		50		nA
R_{in}	输入电阻	$T_J = 25^\circ\text{C}$		10^{12}			10^{12}	Ω	
A_{VOL}	大信号电压增益	$V_S = \pm 15\text{V}, V_O = \pm 10\text{V}, R_2 = 2\text{k}, T_A = 25^\circ\text{C}$	50	200		25	200		V/mV
		Over Temperature	25	200		15	200		V/mV
V_O	输出驱动电压	$V_S = \pm 15\text{V}, R_L = 10\text{k}$	± 12	± 13.5		± 12	± 13.5		V
V_{CM}	输入共模电压范围		± 15	$+19.5$ -16.5		± 11	$+14.5$ -11.5		V
									V
CMRR	共模抑制比	$R_2 \leq 10\text{k}$	80	100		70	100		dB
PSRR	电源电压抑制比		80	100		70	100		dB
I_S	电源电流			3.8	5.8		3.8	5.8	mA

⑥

$$= \left[1 + \frac{9.1\text{k}}{4.7\text{k} + 1.1\text{k}} \right] \cdot (34.8\mu + 20\mu)$$

$$= 0.14\text{mV}/^\circ\text{C}$$

设 R_3' 位于 V_{R_2} 中点位置, 则

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial V_Z}{\partial T}: \text{LM3999 的温度系数} [^\circ\text{V}/^\circ\text{C}] \\ \frac{\partial V_{IO}}{\partial T}: \text{LF412 的输入偏压温度系数} [^\circ\text{V}/^\circ\text{C}] \end{aligned} \right\} \text{最大值}$$

此值为 $V_{OUT} = 18\text{V}$ 时的最大值, 亦典型值, 如果 $V_{OUT} < 18\text{V}$, 则其值将更小。

③ R_1 、 R_5 和 C_3 : R_1 、 R_5 是为了在出现故障时, 限制过

大的电流流过 D_1 、 T_{r1} 和 IC_3 而设置的。

如果设流过 R_5 的最大电流为 $20\text{mA} \left(\approx \frac{I_{O(\max)}}{h_{FE3(\min)}} \right)$, 则

$$R_5 \leq \frac{V_{IN(\min)} - 2V_{BE} - V_{CE(\text{sat})}}{I_{R5(\max)}} = \frac{19 - 2 \times 0.7 - 0.3}{20 \times 10^{-3}} = 865\Omega$$

根据上式 $R_5 = 820\Omega$, 并且最大功耗 P_{R5} 为:

$$P_{R5} = \frac{[V_{IN(H)} - 2V_{BE} - V_{CE(\text{sat})}]^2}{R_5} = \frac{(34.2 - 2 \times 0.7 - 0.3)^2}{820} = 1.28\text{W}$$

从发热角度考虑, 额定功率可确定为功耗的2~4倍, 这里设为3W。

并且, 如设流过 R_4 的最大电流 $I_{R4(\max)}$ 为 $1\text{mA} (\geq I_{R^3}(\max)/h_{FE1(\min)})$, 则

$$R_4 < \frac{V_{OM}}{I_{R4(\max)}} = \frac{12}{1\text{mA}} = 12\text{k}\Omega$$

(V_{OM} : IC_3 的最大输出电压[V])。

C_3 是为了降低 IC_3 的 IN^+ 端的阻抗, 减小噪声而设置的。按照经验, $C_3 = 0.01\mu\text{F}$ 。

④ T_{r1} 、 D_1 : 如果不使用 T_{r1} , 则 IC_3 的输出能够直接驱动 T_{r3} (此时, IC_3 的 IN^+ 与 IN^- 端的输入互换), 则 IC_3 要求与 V_{IN} 值相同的耐压(正侧), 所以采用 T_{r1} , 能使得即使在一般耐压下也能工作。 T_{r1} 所要求的额定参数值如下:

$$V_{CEO} \geq V_{IN(\max)} = 38\text{V}, \quad (V_{IN(\max)} \text{将后述})$$

$$I_C(\max) \geq \frac{V_{IN(\max)}}{R_5} = \frac{38}{820} = 46.3\text{mA}$$

$$P_C(\max) \geq \alpha \cdot \frac{V_{IN^2(H)}}{4R_5} = 1.5 \times \frac{34.2^2}{4 \times 820} = 0.53\text{W}$$

($P_C(\max)$ 按 $T_a=25^\circ\text{C}$ 考虑时, $\alpha=1.5$)

能满足此额定值的晶体管, 可选用 2SC2655($V_{CE0}=50\text{V}$ 、 $I_C(\max)=2\text{A}$ 、 $P_C(\max)=900\text{mW}$)。

D_1 是为了在从外部向输出端加上超过 V_{OUT} 的电压值时, 防止 T_{r1} 的B-E之间加上过大的反向电压, 使 T_{r1} 遭到损坏而设置的。应该注意, 晶体管B-E之间的反向电压, 不管是何类型的管子, 也仅仅只有几伏。 D_1 所需要的额定参数如下:

$$V_R(\max) \geq V_{BE} = 0.7\text{V}$$

$$I_F(\max) \geq \frac{V_{OM}}{R_4} = \frac{12}{12\text{k}} = 1\text{mA}$$

这里使用IS1555($V_R(\max)=30\text{V}$ 、 $I_F(\max)=100\text{mA}$)。

(4) 输出短路保护电路

该电路的作用在于, 当 I_O 超过规定值时, R_6 的电压下降, 使 T_{r2} 导通, 限制 T_{r3} 的基极电流通过, 以防止 I_O 超过前述规定值。

① R_6 的计算: 由于 $I_O(\max)$ 的影响, R_6 上的电压下降为 $V_{BE(ON)}$, 所以

$$R_6 = \frac{V_{BE(ON)}}{I_O(\max)} = \frac{0.6}{1} = 0.6\Omega \rightarrow 0.5\Omega$$

$$P_{R6} = \frac{V_{BE}^2}{R_6} = \frac{0.7^2}{0.5} = 0.9\text{W} \rightarrow 3\text{W}$$

② T_{r2} 的选择: T_{r2} 所要求的额定参数值为:

$$V_{CE0} \geq 2V_{BE} = 2 \times 0.7 = 1.4\text{V}$$

$$I_O(\max) \geq \frac{V_{IN(\max)}}{R_5} = \frac{38}{820} = 46.3\text{mA}$$

$$P_O(\max) \geq \alpha \cdot 2V_{BE} \cdot \frac{V_{IN(H)}}{R_5} = 1.5 \times 2 \times 0.7 \times \frac{34.2}{820}$$

$$=87.6\text{mW}$$

这里选用 2SA1015 ($V_{CE0}=50\text{V}$ 、 $I_c(\text{max})=150\text{mA}$ 、 $P_c(\text{max})=400\text{mW}$)。

(5) 控制电路

通常, T_{r3} 多使用NPN晶体管。如电路所示,使用PNP晶体管时,即使电压降落($V_{IN}-V_{OUT}$)为0.3V,电路也能工作。

这是由于,对NPN晶体管来讲,至少 $V_{BE}+V_{CE(\text{sat})}$ 才能达到1V的电压降,然而,对PNP晶体管而言,仅 $V_{CE(\text{sat})}$ 即可达到此数值。如果将 V_{OUT} 固定不变,而将 V_{IN} 设定为必须的最小限度,则与使用NPN晶体管时的情况相比,能够使损耗降至非常小。

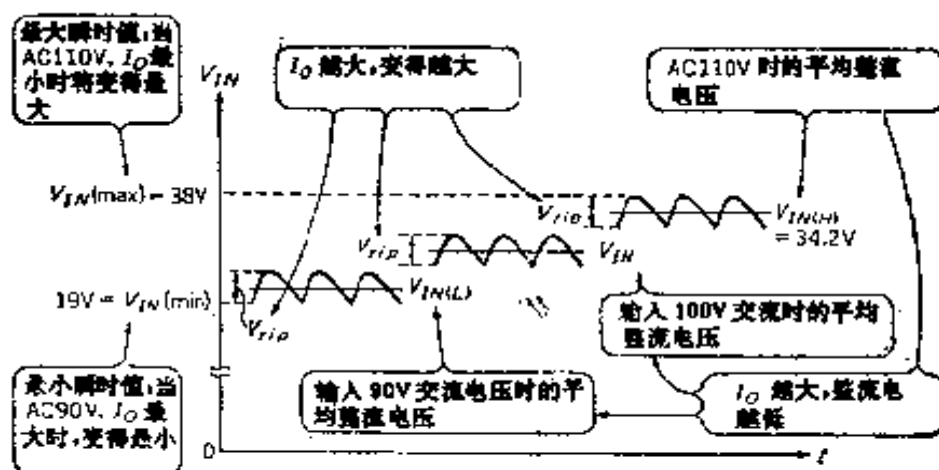


图1-6 整流之后的电压波形

① V_{IN} : V_{IN} 为整流电路的输出电压。由于不是恒定电压,所以将随AC110V电压和 I_O 的变化而变化,如图1-6所示,成为脉动电压②。其中,尤其重要的是最小瞬时值 $V_{IN}(\text{min})$,

② 脉动(Ripple):即使使交流电流整流,也不可能使其完全变为直流,而仍残留着交流成分。这种交流成分叫做脉动电流。

当AC90V、 I_o 为最大，处于脉动波谷时， V_{IN} 为最小。此时，稳压电路必须工作，此电压如下：

$$\begin{aligned} V_{IN}(\min) &\geq V_{OUT}(\max) + V_{BE} + V_{CE(sat)} \\ &= 18 + 0.7 + 0.3 = 19V \end{aligned}$$



对最大额定值和散热器的计算来讲， $V_{IN}(\max)$ 和 $V_{IN(II)}$ 十分重要。即使是对于能给出同于 $V_{IN}(\min)$ 的整流电路，上述 $V_{IN}(\max)$ 和 $V_{IN(II)}$ 也会随着所使用的晶体管的特性、整流方式和滤波电容器容量等值的变化而变化。虽不能一概而论，但当使用全波整流电路所要求的变压器、滤波电容器时，一般为：

$$V_{IN}(\max) = 2 \cdot V_{IN}(\min) = 2 \times 19 = 38V$$

$$V_{IN(II)} = 0.9 \cdot V_{IN}(\max) = 0.9 \times 38 = 34.2V$$

② T_{r3} 的选择：用于控制电路的晶体管 T_{r3} 所要求的额定值如下：

$$V_{CEO} \geq V_{IN}(\max) = 38V$$

$$I_C(\max) \geq I_o(\max) = 1A$$

$$P_C = V_{IN(II)} \cdot I_o(\max) = 34.2 \times 1 = 34.2W$$

关于 V_{CEO} 、 $I_C(\max)$ ，从降额定使用①的角度来考虑，必需为上述值的1.2倍。如果 P_C 没有余量，则应尽量使用足够大的散热器， $P_C(\max)$ 应为 P_C 的2~4倍。因此， T_{r3} 可选用2SB863($V_{CEO} = 140V$ ， $I_C(\max) = 10A$ 、 $P_C(\max) = 100W$ 、 $T_j = 150^\circ C$)。

③ R_7 和 C_4 ： R_7 是为了即使在 $I_C = 0$ 时，使 T_{r1} 上有一定的电流通过而设置的。若设此电流为0.5mA，则

① 额定值下降(Derating)：从可靠性和寿命考虑，并不希望器件工作于满额定情况下，所以必须留有一定的余量。这叫做降额定使用。

$$R_7 = \frac{V_{BE}}{I} = \frac{0.7}{0.5 \times 10^{-3}} = 1.4 \text{ k}\Omega \rightarrow 1.5 \text{ k}\Omega$$

此阻值是非严格性的，故且将 R_7 去掉电路也能工作。

C_4 是为了在高频区阻抗下降时，使电路能稳定地工作而设置的。如果重新绘成图1-7所示电路，即使是称为稳压电路，也是十分良好的放大电路。然而，如果 C_4 太小，则会产生振荡。

超星阅读器提醒您：
使用本复制品
请尊重相关知识产权！

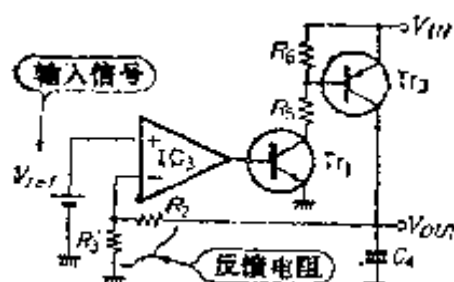


图1-7 稳压电路为直流放大电路

C_4 的容量值与控制晶体管的 f_T 、放大器的级数等控制回路的组成有关。于是，不能一概由输出电流量决定。例如，如前所述，如果由 IC_3 的输出能够直接驱动 T_{13} ，则不会有由于 T_{13} 的作用所产生的换态，因此 C_4 值可以取较小的数值。并且，以计算方式所求得的 C_4 值是不够实用的，而以实验方式确定为宜。这里取 $C_4 = 100 \mu\text{F}$ 。

(6) 负端稳压电路的设计

负端基本上与正端的情况相同，如图1-8所示，为了驱动电路，以接地为基准电位，而改变分压电路的接续端。当然，当其希望正负端能独立变化时，与正端时的情况一样，作为基准电压，也将分压电路的接续端定为接地点。

① $R_4' \sim R_7'$ 、 $C_1' \sim C_4'$ 的数值：上述数值能按照正端