

90年代 国际最新流行电路精萃

李工德 主编



电子工业出版社

内 容 提 要

本书精选了国际上 90 年代新出现的有代表性的流行实用电路 100 余例,主要包括视频与射频类电路、计数与分频电路、稳压与整流电路、语音及信号处理电路、温度及相关电路、充电电源电路、仪器仪表电路、家用电子电路等,每个电路都给出了具体电路结构、功能、原理、元器件参数、试调方法等。

本书收入的电路都具有设计思路新颖、功能完善和实用性强等特点,可供广大电子科研与工程技术人员、大中专院校师生、无线电爱好者和无线电维修人员阅读与参考。

90年代国际最新流行电路精萃

李文德 主编

友元 审校

责任编辑:文宏武

*

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京大中印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:13.125 字数:336 千字

1995年10月第一版 1995年10月北京第一次印刷

印数:8000册 定价:16.00元

ISBN7-5053-2933-2/TN·828

前 言

本书精选了国际上 90 年代有代表性的实用电路 110 余例,对每个电路均进行了详细的介绍,分别对其工作原理及主要特性做了描述,同时给出了每个电路所采用的元件型号和参数等。我们选择的实用电路范围较广,其中主要包括 Hi-Fi 音响电路、卫星接收电路、有线电视电路、语音及信号处理电路、通信及程控交换机电路、仪器仪表电路、家用电子电路等。

本书收入的电路均具有设计思路新颖、功能完善、实用性强的特点,我们相信,本书定会对那些从事新产品开发、设备及技术改造等工作的工程技术人员、大专院校师生有所裨益,同时我们也希望本书得到无线电爱好者和无线电维修人员的喜爱。

本书由李文德主编,此外参与电路收集及资料整理、编写工作的同志还有:赵文、郑志斌、高连生、林守江、王亚生等。

编 者

1995 年 7 月

目 录

第一章 视频与射频类电路	(1)
1.1 视频解调器	(1)
1.2 宽带 UHF 放大器	(1)
1.3 视频增强器	(4)
1.4 电视接收机用的 PLL 合成器	(4)
1.5 双视频放大器	(7)
第二章 频率、计数、定时分频电路	(10)
2.1 1.5GHz 频率计预比例器的制作	(10)
2.2 1.3GHz 预比例器的制作	(12)
2.3 烹调定时器	(16)
2.4 低频计数器	(19)
2.5 单片 IC 定时器	(24)
2.6 数字磁带计数器	(25)
2.7 电源开关定时器的制作	(26)
2.8 4 位计数器模块	(35)
2.9 日期计数器	(36)
2.10 倍频器	(37)
第三章 稳压、整流类及其相关电路	(39)
3.1 供电电源测试仪	(39)
3.2 简易对称电源	(41)
3.3 改进的 LM317 稳压器	(42)
3.4 电源扩展器	(42)
3.5 晶体管供电的低压降稳压器	(43)
3.6 3A 5V 的供电电源	(44)
3.7 由零伏开始供电的稳压源	(45)
3.8 240V 到 110V 交流电压转换器	(47)
3.9 无需散热装置的 3A 直流-直流转换器	(48)
3.10 电源稳压器	(49)
3.11 便携式供电电源的制作	(52)
3.12 开关式实验室电源的制作	(56)
3.13 20/50/100 瓦电源逆变器的制作	(61)
3.14 12V 直流至 240V 交流逆变器的制作	(68)
3.15 低耗稳压器	(76)
3.16 非对称负载的桥式电路	(77)
3.17 3V 便携式收音机用的电源	(78)
3.18 电源电压监控器	(78)

3.19	电压转换器	(79)
3.20	用 5V 驱动 25V 脉冲信号的简单驱动器	(80)
3.21	线性可变电源	(81)
3.22	低压降稳压器	(82)
3.23	限流过载保护稳压器	(82)
3.24	电压反相器	(83)
3.25	-48V 的低压变压器	(84)
3.26	电源的电容式分压器	(85)
3.27	电源输入电压调节器	(86)
3.28	输出可降到零的电源	(87)
第四章	温度及相关电路	(89)
4.1	充电温度监测器	(89)
4.2	热电偶到数字万用表的接口	(90)
4.3	温差指示器	(91)
4.4	光开关温度计	(92)
4.5	热监控器	(93)
4.6	二极管温度探头	(94)
4.7	快速精确的温度计的制作	(95)
4.8	温差计的制作	(100)
4.9	PT100 温度计的制作	(105)
第五章	充电电源电路	(111)
5.1	试验型快速 NiCd 充电器	(111)
5.2	自动 NiCd 电池充电器	(112)
5.3	充电电池测试仪	(113)
5.4	豪华型 NiCd 电池充电器	(114)
5.5	便携式 NiCd 充电器	(115)
5.6	9V NiCd 电池充电器	(116)
5.7	电池测试仪	(117)
5.8	价格便宜的稳压电池充电器	(118)
5.9	电池充电器	(120)
5.10	NiCd 电池自动充电器的制作	(122)
5.11	智能充电器的制作	(125)
5.12	太阳能系统的电池稳压器	(131)
第六章	信号发生器与振荡器类电路	(133)
6.1	用于视听记录的脉冲信号发生器	(133)
6.2	噪声发生器	(134)
6.3	慢斜坡发生器	(135)
6.4	三量化电平正弦波发生器	(135)
6.5	跨度为 DC 到 20MHz 的方波振荡器	(136)

6.6	边沿为 2ns 的 1:1 方波发生器	(138)
6.7	可触发的锯齿波发生器	(139)
6.8	可独立设定频率和占空比的脉冲发生器	(140)
6.9	带有锁相环的正弦波信号发生器的制作	(141)
6.10	间隔 5ns 的可编程脉冲发生器	(147)
6.11	锁相函数发生器	(148)
6.12	简易压控振荡器	(149)
6.13	廉价扫描/函数发生器的制作	(149)
6.14	重复脉冲发生器	(154)
6.15	脉冲器	(155)
6.16	稳定的正弦波振荡器	(156)
6.17	低频锯齿波发生器	(157)
6.18	矩形波/三角波波形转换器	(157)
6.19	100MHz TTL 兼容的晶体振荡器的制作	(159)
6.20	简易方波发生器	(160)
6.21	梳状信号发生器的制作	(161)
第七章	仪器、仪表、测试电路	(167)
7.1	数字电路测试仪	(167)
7.2	隔离放大器	(172)
7.3	经济实用的频谱分析方法	(180)
7.4	高阻抗万用表	(182)
7.5	电源电压表	(183)
7.6	50/75 欧姆驱动器	(185)
7.7	货车电路测试仪	(186)
7.8	价格便宜的晶体管测试仪	(186)
7.9	同轴电缆测试仪	(187)
7.10	锯齿波转换器	(188)
7.11	逻辑测试仪的制作	(190)
7.12	四通道滤波器	(191)
7.13	数字电位计	(192)
7.14	示波器用数字触发器的制作	(192)
7.15	示波器与打印机接口	(194)
7.16	电缆测试仪扩展电路	(195)
7.17	精确度为 5% 的简易均方根功率计	(197)
7.18	MIDI(电缆)测试仪	(197)
7.19	通断测试仪	(198)
7.20	保险丝监控器	(199)
7.21	电容计	(200)
7.22	数字脉冲宽度控制电路	(201)

第一章 视频与射频类电路

1.1 视频解调器

此解调器的核心是 TDA8341 芯片,它是 TDA2541 和 TDA3541 的更新换代产品。该芯片除具有解调功能外,还包含供调谐器用的 AGC 功能(其 AGC 电压正比于增益)和 AFC 功能。在此设计中,AFC 仅用作调谐指示。

AGC 的控制范围为 67dB,由于内电源稳压,该 IC 的输入灵敏度为 $40\mu\text{V}$ 。该芯片四脚的视频信号电压为 2.7V,此信号经 FG-Toko 低通滤波后,去除视频信号中残余载波频率分量。滤波器的插损约为 6dB。为能够在 75Ω 负载上得到 1Vpp 标准视频信号,滤波器后面应跟随一个视频放大器/缓冲器,诸如 NE5920,注意滤波器的输出阻抗约为 $1\text{k}\Omega$ 。

AGC 的工作点由 P1 设定。其 AGC 控制电压是经 R2 取自 4 脚。AGC 输出电流被限制到 10mA 左右。网络 R7-C11-C12 构成一个 AGC 检波器,它还还为采样保持电路提供脉冲信号。该电路保证了 AFC 的输出中不含视频信息。

采保电路的储能元件为 C6。若 6 脚直接接地,AFC 停止工作,5 脚电压约为电源电压的一半。AFC 用它自身的调谐回路 L2-C8 实现同步解调。

由于寄生电容(C9-C10)上参考放大器调谐回路 L1-C7 之间的耦合,AFC 边缘特性变得很陡,由于这里的 AFC 电压是作为调谐指示,因此陡峭的特性是不希望有的。故此应保持 C9 和 C10 尽可能的小。中心为零的电流表用作调谐指示器。

去除残余载波的参考回路的调节比较复杂,需要参考分析仪或调制参考发生器与频率计,如果使用晶体控制 PLL,那么调试时就可以省去这些试验仪器了。

一旦频道调谐和 L1-C7 的调整合乎要求后,接着可以调节 AFC 回路 C2-C8,使 MI 为零指示,电阻 R5 和 R6 使 MI 的另一端电压为电源半电压,同时限制通过 MI 的电流不超过 $100\mu\text{A}$ 。

由于电路布局的关系,可能导致视频输出和中频输入之间的串扰。解决方法是 12 脚上串接一个 $6.8\mu\text{H}$ 扼流圈,其位置应尽可能靠近 IC。

本解调器的耗流量约为 45mA。输入信号可取自声表面波(SAW)滤波器。整个电路见图 1.1。

1.2 宽带 UHF 放大器

除有经验的无线电/电视爱好者外,对于一般人要制作一个 UHF 放大器不是一件容易的事,这里给出一个频率范围为 $400\sim 850\text{MHz}$,增益为 10~15dB 的 UHF 放大电路(图 1.2),适合于弱电视信号的放大。

为了获得最佳性能和长的使用寿命,印制版的布线面应镀银或锡。

印制版中心开口用于放置晶体管,该晶体管有两个发射结管脚,这两个管脚均应联接到地。放大器的输入/输出端由电缆夹和 M3 螺帽和螺钉构成。

瓷片电容 C4、C5、C8 和 C9 直接焊到印制板上。焊接时,应使用大功率电烙铁。所有元件焊接时,均应把管脚尽可能地剪短。

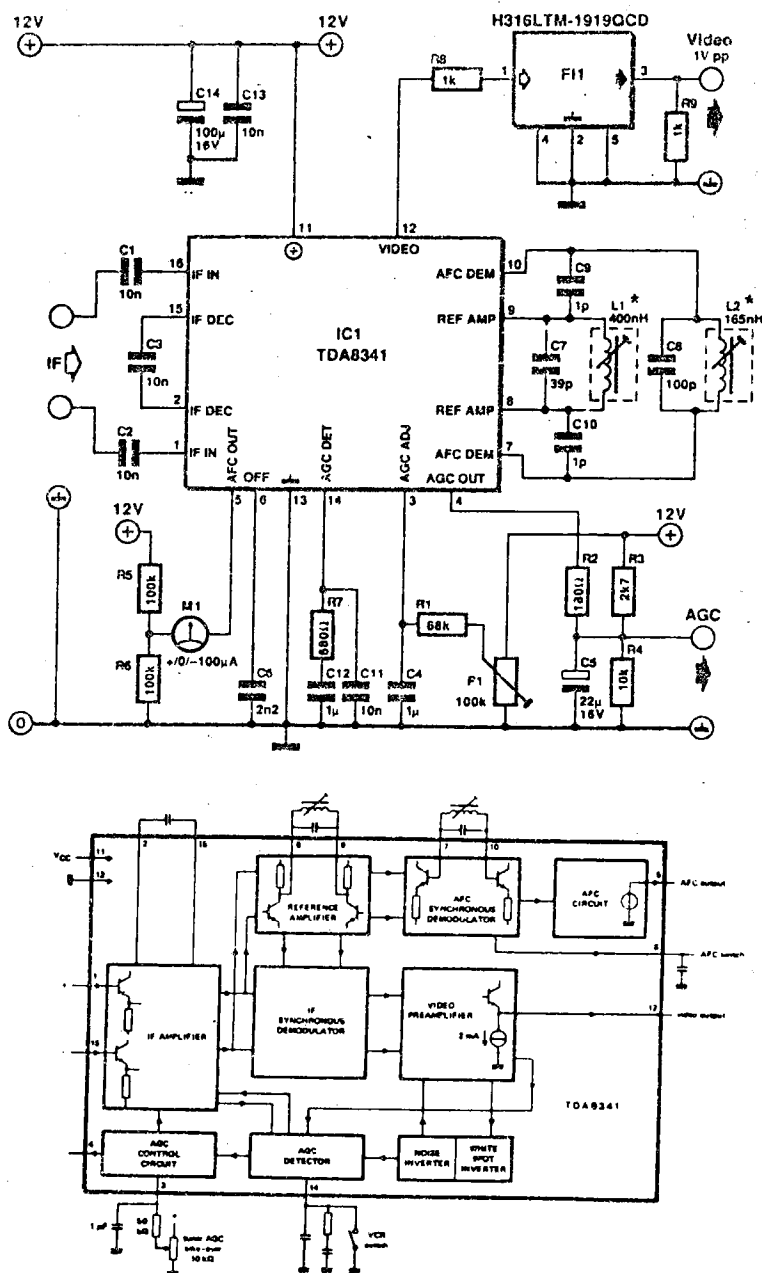


图 1.1

输入和输出电容 C1 和 C2、C6 和 C7 为表面封装器件。C1-C2-L1 构成输入滤波器，C6-C7-L2 构成一个输出滤波器。为获得合适的频率范围，电容值可降低至 3.9pF。

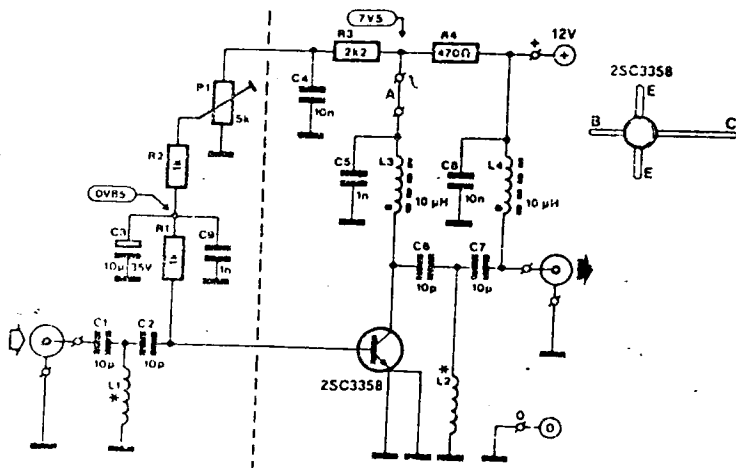


图 1.2

图中元件清单

电阻：

R1, R2=1k

R3=2k2

R4=470Ω

P1 为 5k 圆形电位器

电容：

C1, C2, C6, C7: 10p(表面封装)

C3 为 10μ/35V

C4, C8: 10n, 瓷片

C5, C9: 1n, 瓷片

电感：

L1, L2: 空心, 用直径 3mm 的刷漆铜线绕 2 圈

L3, L4 为 10μH, 扼流圈或在铁氧磁心上用直径 0.2mm 带漆铜线绕 10 圈

半导体：

T1 为 2SC3358

放大器可以放到一个防水盒中，装到靠近固定天线的杆子上。

该电路的供电可用一个 12V 稳压电源(置于室内)，也可以通过同轴电缆供电，此时需在馈线上插入一个 10~100μH 的扼流圈。

电视机和放大器之间的联接需经过一个隔直电容，见图 1.3 所示。放大器的校准很简单：把电位器 P1 滑动端调到中间位置，然后调节它，直至取得最佳图象质量，实际工作时，集电极电流约为 5~10mA。在电路中 A 处接入一个毫安表，就可以测得集电极电流。

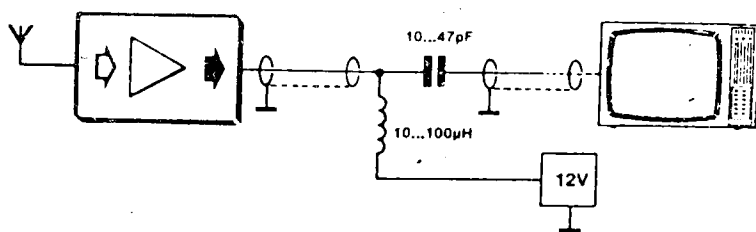


图 1.3

1.3 视频增强器

此增强器可以增加视频信号的高频分量,增强电视图象的对比度。可以把它接入到录象机的输出和电视机 SCART 输入端之间。

该电路设计原理简单,仅使用三个晶体管(见图 1.4)。第一个晶体管 T1 是作缓冲用。电阻 R1 保证该增强器的输入阻抗约为 25Ω 。接着信号加到放大级 T2 上,其增益取决于电位器 P2 的设置。T2 基极信号的频率特性受到 P1、R6 和 C6 的制约。固而在一定程度上可由用户控制(通过 P1),缓冲级 T3 提供足够电流,用于正确驱动绝大多数 75Ω 负载。

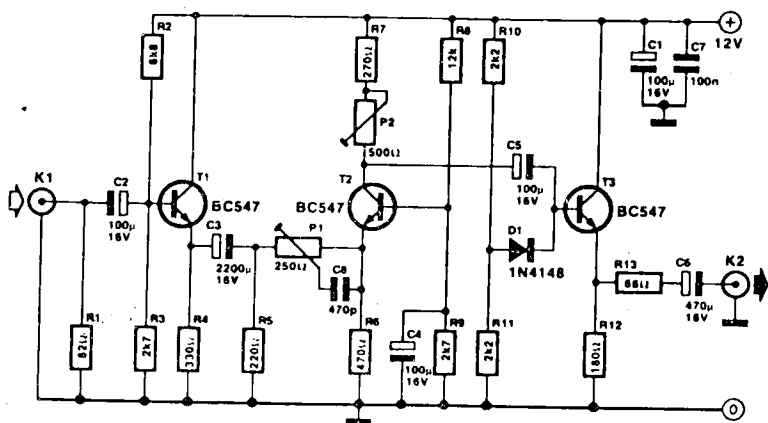


图 1.4

调节电位器 P2,使输出为 $1V_{pp}$ (终结输出;对开路输出,电平应为 $2V_{pp}$)。该增强器耗流为 $50mA$ 。注意 12V 电源应该是稳压的。

1.4 电视接收机用的 PLL 合成器

现代电视调谐器通常包含按比例递减 VCO 信号的电路。这里合成器所用的调谐器芯

片为 UV 816/6456,其比例因子可设为 64 或 256。可工作于 VHF 低端、高端以及 UHF 波段。

图 1.5 是基于 Siemens 公司的 SDA3002 频率合成电路,它可由计算机控制编程,把调谐器的 15 端断开,设置电路可作为一个 1 : 64 比例器。

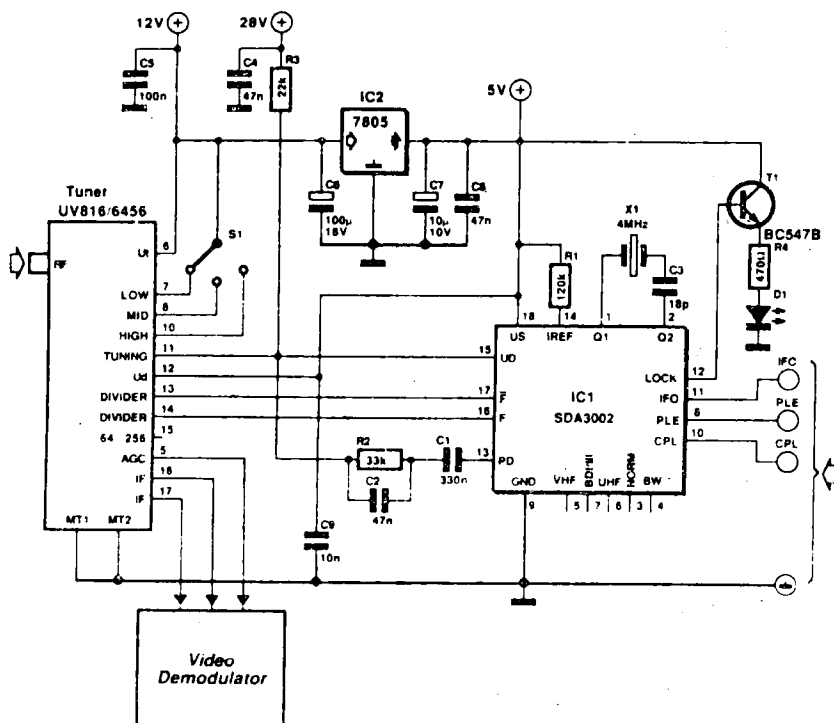


图 1.5

网络 R2-C2-C1 构成锁相环路的滤波器。该滤波器充电电流值由 R1 和 IC1 的 14 脚电压决定,见图 1.5 所示。在样机电路中,高或低电平电流均能使 PLL 稳定工作,但在高电流时,环路反应更敏捷。

SDA3002 内有一独立的振荡器,用于提供参考频率,晶振 X1 的频率经过内电路分频(比例因子为 4096),使得 PLL 的参考频率为 976.5652Hz。

PLL 的设置需要一个数据字、时钟(CPL)、使能信号(PLE)和数据信号(IFO)。在每一个时钟的边缘,若 PLE 为高电平,则有一位(bit)移到 IC 中(见图 1.6)。只有当 PLE 为低电平时,才把输入的数据放入到锁存器上。

总共需要 18 位移到芯片中。其中 14 位用于设置 PLL 的频率,第 15 位确定充电电流。当此位为高电平时,电流为 $10I_r$, I_r 为参考电流;当此位为低电平时,充电电流为 I_r 。第 16 位用于控制 NORM 端输出。最后两位用于频段输出选择(管脚 4-7)。最后四位设置见图 1.7 所示。

前 14 位的计算是比较简单的,如果已知期望频道的频率 f_c 、中频 $f_i (=38.9\text{MHz})$ 、调谐器比例因子 $E_a (=64)$ 和 PLL 参考频率 f_r ,那么总比例因子 E 为:

$$E = (f_c + f_i) / E_a f_r$$

将此结果归整到最接近的整数,然后将它分成两部分就可以得到 IC1 所需的位(IC1 内包含一双模预比例器)。最高的 9 位数(MSBS)就是把 E 除以 32,再略去小数点后面位数所得到的结果。

E 除以 32 的余数构成最后 5 位 LSBS。

举一个例子,假定要求的频道为 29,那么载波频率为 535.250MHz。则比例因子为:

$$E = (535.25 + 38.9) / 64 \times 976.5625 = 9186$$

将此数除 32 得 287,余 2。换成二进制码,即(MSB)1001111100010(LSB)。然而,该数据必须以负逻辑形式输入,即逻辑 1 对应低电平,逻辑 0 对应高电平。把最小位排在前面,则在数据输入端应出现下列电平:

HLHHHLLLLLHHHL

发光二极管 D1 在 LOCK 输出的控制下,用于指示 PLL 是否锁定。

最大调谐电压由电源电压决定,电源电压经 R3 加到环路滤波器上。UV816 需要的调谐电压范围为 0.7~28V。SDA3002 在它的 UD 输出端可以处理最大电压达 33V。

1.5 双视频放大器

MAX457 内含有两个单位增益稳定的视频放大器,它可驱动 75Ω 负载, -3dB 带宽不小于 70MHz。其特点是输入电容小(典型值 4pF),输入偏移电流约为 100pA,两个放大器之间隔离度高(在 5MHz 频率点上典型值为 72dB)。因此,它适合于制作一个高性能的视频分配/放大器。

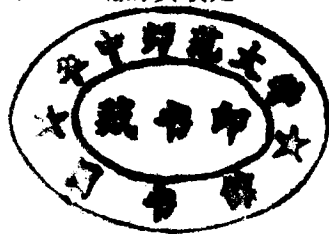
从图 1.8 的电路图可以看出,该放大器为 $\mu 5V$ 对称供电,功耗约为 350mW。MAX457 只须少量外围元件即可正常工作。此电路的电压增益为 2,负载阻抗约为 150Ω (在 R1、R2、R4、R5 为图中阻值时)。

变更 R1、R2、R4、R5 的阻值,可改变放大器的输出阻抗,见表 1.1。此外,表 1.1 还列出了闭环回路增益和带宽值。

在输出和负输入之间跨接小电容 C3 和 C4 是为了防止高频过峰(peaking)。为保证放大器不产生振荡,负载电阻额定值(R3,R6)应为 $75A_{vcl}$ 欧姆,这里 A_{vcl} 指的是闭环回路增益(见表 1.1)。遵守此规则,可以做到输出信号的最小过冲与振荡。通常使用小于 $150A_{vcl}$ 的负载是比较安全的。

表 1.1

Gain A_{vcl}	f_{-3dB} (MHz)	R1 (Ω)	R2 (Ω)	R_{LOAD} (Ω)
1	70	39	1000	75
2	50	1050	1000	150
3	40	4170	1000	390
10	25	9420	1000	750



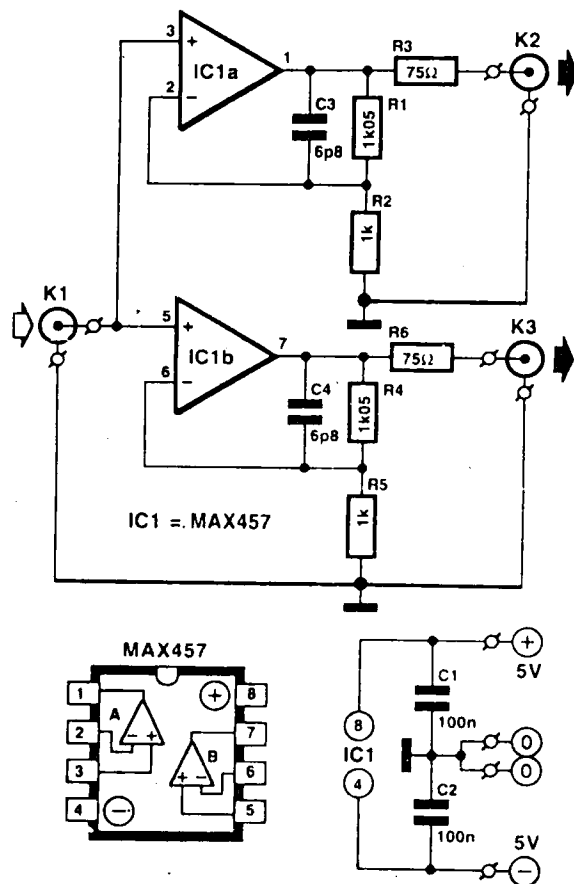


图 1.8 双视频放大器电路图

放大器的最佳阻抗为 75Ω 。当输入由同轴电缆驱动时, K1 应并上一个 75Ω 分流电阻。

图 1.8 中元件列表

电阻

R1, R4 $1k\Omega 05$

R2, R5 $1k\Omega$

R3, R6 75Ω

电容:

C1, C2 $100nF$

C3, C4 $6pF8$

半导体:

IC1 MAX457CPA

其它:

K1, K2, K3 PCB 用的 Phono 插孔

1590LB 金属盒, 如 Hammond

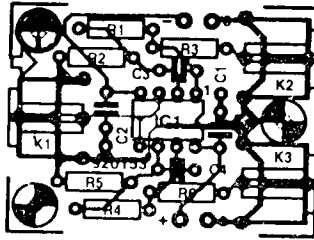
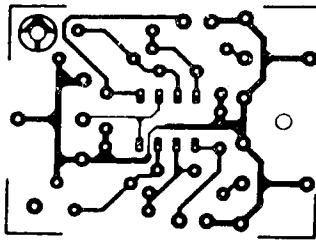


图 1.9 视频放大器单面印制板图

第二章 频率、计数、定时分频电路

2.1 1.5GHz 频率计预比例器的制作

多数简易和廉价的频率计的最大输出频率为 10MHz 或 100MHz。频率测量在千兆赫范围内进行的十进制预比例器(Prescaler)又很昂贵,而且通常需要一特殊型号的 RF 前置放大器。Siemens 公司的 SDA4212 型预比例器则不同,它是一个结构紧凑、价格比较便宜的 1.5GHz 1 : 100 预比例器。

SDA4212 预比例器具有输入灵敏度高,大信号效果好的特点。与其他预比例器不同,SDA4212 不要求输入信号在某一极限内以使内部除法器正常工作,在 70MHz 到 1200MHz 频段内,SDA4212 所接受的输入信号电平在 5mV 和 400mV 之间(典型值)。按下文给出的印刷电路板构造的产品原型电路频段为 20MHz 到 1600MHz。

SDA4212 的内部结构由图 2.1 所示。其输入电路由一差功放大器构成,高速除法器将信号缩小 64(管脚 5“高”)或 256 分之一(管脚 5“低”),ECL 电平输出信号(1V_{pp})通过一个对称的驱动级加到管脚 6 或 7。

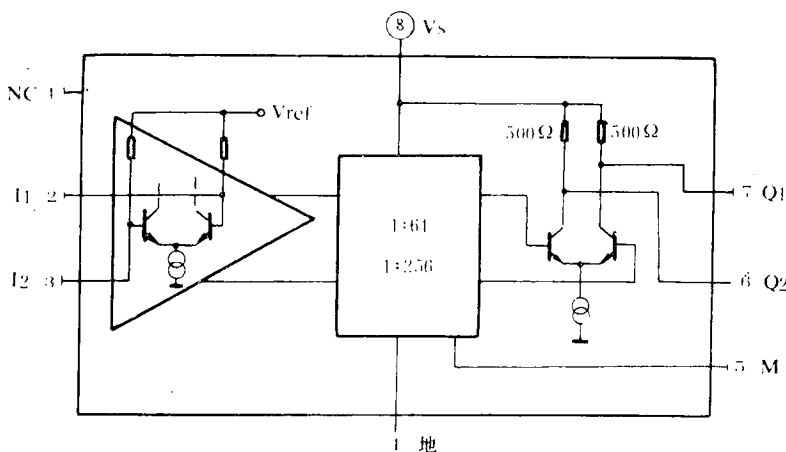


图 2.1 Siemens 公司 SDA4212 的电路原理图

电路说明

预比例器的电路图如图 2.2 所示。输入端的两个肖特基二极管保护 SDA4212,以抑制输入电压过高。芯片的 M(模式)输入接到正电源线,得到缩减系数 64。SDA4212 输出端的 ECL-TTL 电平转换器由 LS-TTL 门 N1、N2 和 N3 构成。第一个门 N1 是一个交流耦合线

性放大器,其增益通过反馈电阻 R1 和 R2 设置为 10 倍左右;门 N2 进一步放大,并提供一个标准的 TTL 信号。这里使用的 ECL-TTL 电平转换器很容易仿造,无须调节,几乎不受环境温度变化的影响。

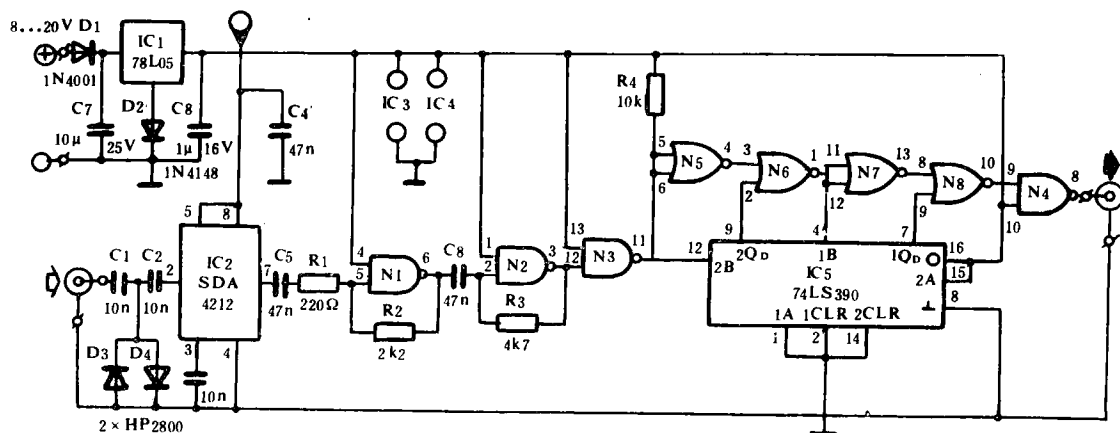


图 2.2 5GHz 预比例器的电路图(注意除法器芯片 IC2 前没有 RF 前置放大器)

元件列表

电阻:

R1=220 Ω
R2=2k2
R3=4k7
R4=10k

电容:

C1;C2;C3:10 μ F,SMA
C4:47 μ F,SMA
C5,C6:47 μ F,陶瓷
C7:10 μ F,25V
C8:1 μ F,16V

半导体:

D1:IN4001
D2:IN4148
D3,D4:HP2800
IC1:78L06
IC2:SDA4212
IC3:74LS00
IC4:74LS02
IC5:74LS390

在 SDA4212 之后的 74LS390 包括两个 1:5 计数器。第一个 Q_D 输出(管脚 9)在 1/5 时间内阻塞,4/5 时间内信号可通过,即 5 个输入脉冲中的 4 个到达第二个 1:5 计数器的输