

业

余

电

子

制

作

电

路

技

术

手

册

张殿阁 编译

科学出版社

业余电子制作电路技术手册

张殿阁 编译

科 学 出 版 社

1 9 9 1

(京)新登字092号

内 容 简 介

本书收集了电子爱好者常用的各类电子电路数百个，内容涉及电源、天线、信号接收与放大、无线电测量、数字设备、脉冲设备，以及医用电子装置、电子音乐装置、电子游戏机、电子玩具、汽车电子装置等电子制作技术。本书对各种电路除介绍其用途和特点外，还有简要的原理说明、元器件的规格型号、参考数据、元器件代换、装配和调整方法。对自制件本书还给出了相应数据和制做要点，以便读者根据需要选择电路进行设计、安装和调试，从而制成实用的无线电装置和设备。

本书内容广泛，实用性强，可供无线电爱好者、工程技术人员以及高、中等院校的师生参考使用。

业余电子制作电路技术手册

张殿阁 编译

责任编辑 王淑兰

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100707

一二〇一工厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1991年11月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1991年11月第一次印刷 印张：14 1/4

印数：0001—10 500 字数：325 000

ISBN7-03-002634-9/TN·117

定价：7.50元

前 言

在电子制作过程中，会遇到各种各样的技术问题，尤其是业余电子制作其作品具有多样化的特点，在制作过程中所遇到的问题往往是不能借助一般的电子电路教科书所能解决的；业余电子制作的另一个重要特点是实用性，很多作品都是直接面向工农业实践，甚至是面向家庭的。针对业余电子制作的这些特点，我们编译了这本《业余电子制作电路技术手册》，该手册内容广泛、实用性强，包括实用电路技术的主要问题，并向电子爱好者、工程技术人员提出了电子制作技术方面的建议。

从技术上说，本书包括电源、接收放大、脉冲数字以及测量等广泛内容，所有的技术内容都和应用实例联系在一起，读者可以通过这些电路实例举一反三，创造出更有自己特色的应用电路。书中提供的电路其实际应用领域包括家用音响装置、收音装置、自动控制装置、电子玩具、汽车电子装置和医用电子装置等。

本书的所有电路除了介绍其用途和特点之外，还有简要的原理说明和所用的元器件规格型号、参数数据、装配、代换及调整方法等要点。自制件还给出了相应数据和制作要点，便于读者根据自己的需要，选择相应的电路进行安装和调试，制成实用的电子装置和设备。

书后的附录部分给出了半导体器件的代换表，供读者选用器件时参考。

由于编译者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请读者批评指教。

编译者

1991年4月于北京

目 录

第一章 自制的电子装置	1
1.1 日常生活及国民经济中的电子装置	1
1.2 医用电子装置	29
1.3 电子游戏机和电子玩具	45
1.4 电子音乐装置	59
1.5 自制无线电电子装置的技术操作	72
第二章 无线电、自动化和遥控机械设备的基础元器件	83
2.1 信号传感器	83
2.2 继电器	91
2.3 电 池	98
第三章 电源和充电设备	105
3.1 整流器的电路选择和计算	105
3.2 无变压器电源设备及电压变换器	113
3.3 蓄电池及电池组的充电设备	114
3.4 稳压电源和直流变换器	119
第四章 业余无线电自动装置	126
4.1 模型和装置的控制	126
4.2 业余无线电自动装置	133
4.3 电机旋转频率控制装置	145
第五章 无线电接收机的天线和天线放大器	148
5.1 天线的技术特性	148
5.2 无线电接收设备用的天线	149
5.3 外部附加天线和信号再辐射天线	157
5.4 电视天线	160

5.5	天线放大器	166
第六章	无线电接收设备的构成单元	170
6.1	射频放大器和中频放大器	170
6.2	音频放大器	175
6.3	品质因数倍增器	185
6.4	短波变频器	187
6.5	敏感开关	192
6.6	音乐彩色灯光装置	196
6.7	调谐指示器	200
6.8	改善音响质量的装置	202
第七章	无线电技术设备的组成单元	205
7.1	乘-除器	205
7.2	整流器和信号检波器	210
7.3	对信号取对数的电路	216
7.4	变频器	218
7.5	倍频器	221
7.6	信号比较器	224
7.7	鉴频器	228
7.8	移相器	230
7.9	信号的幅度调制器和解调器	233
7.10	频率调制器和解调器	235
7.11	相位检波器和调制器	237
7.12	模拟积分和微分电路	240
第八章	无线电接收设备	244
8.1	无线电接收机的技术要求	244
8.2	最简单的晶体管接收机和集成电路接收机	245
8.3	超外差接收机	249
8.4	直接变频式接收机	253
8.5	无线电运动员用的接收机	260

8.6	无线电接收的抗干扰	264
8.7	无线电接收机的调整	268
第九章	脉冲设备	272
9.1	信号的非线性变换	272
9.2	脉冲形成器和脉冲延时元件	276
9.3	矩形脉冲产生器	279
9.4	锯齿波发生器	284
9.5	各种波形脉冲发生器的构成示例	286
9.6	各种脉冲装置的构成示例	288
第十章	数字设备	291
10.1	数字设备中数的表示方法	291
10.2	逻辑代数和逻辑电路	293
10.3	触发器、计数器、寄存器	299
10.4	运算器	305
10.5	存储器	310
10.6	电子计算机的构成	314
10.7	微处理器	318
10.8	数/模和模/数转换器	323
第十一章	数字滤波器	328
11.1	数字滤波器的种类及其应用范围	328
11.2	时域法构成的数字滤波器	329
11.3	频域法构成的数字滤波器	334
第十二章	汽车无线电电子装置	339
12.1	防止汽车被盗的装置	339
12.2	电子点火系统	349
12.3	电子电压调节器	357
12.4	汽车自动装置	361
12.5	汽车发动机和汽车电气设备的故障诊断装置	372
第十三章	无线电工程和无线电电子学中的测量	386

13.1	测量误差及其类型	386
13.2	电流、电压和功率测量	387
13.3	信号时间间隔、重复周期和频率及频偏的测量	390
13.4	相位测量	399
13.5	电容和电感的测量	400
13.6	电路特性的测量	406
13.7	半导体器件参数的测量	408
13.8	无线电设备调整和调谐时的测量	411
13.9	非正弦波电流的测量	422
13.10	测量仪表	425
附录	431

第一章 自制的电子装置

1.1 日常生活及国民经济中的电子装置

1.1.1 助听器(图1.1)

它是为听力不好的人研制的。它的参数是：放大系数5000；工作频带300—7000Hz；当负载电阻为60Ω时，其输出端电压0.5V；要求的最大电流20mA。放大器由3个三极

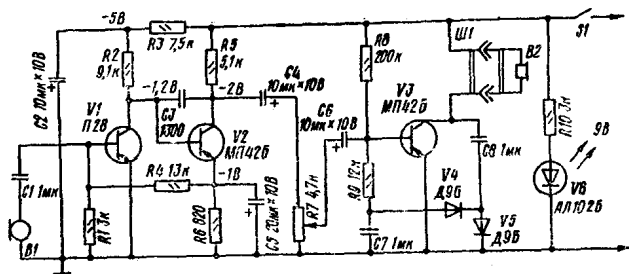


图1.1 助听器电路

管组成。为了稳定放大系数，前两级加有负反馈。电阻 R_7 起增益调整器的作用。信号从该电阻上取下以后，经过隔直电容器 C_6 加到三极管 V_3 的基极。 V_3 组成一个自给偏压放大级。这样，静态可把所需要的电流降低到7mA。

所用元器件：电阻器可用1/8W的；二极管采用普通的锗检波二极管，晶体管采用普通小功率锗低频管。 V_1 最好选择低噪声的。本机采用9V电池供电。

调试主要是调定工作状态：用电阻器R4和R6分别调定晶体管V1和V2的直流工作点；末级的静态电流为2—2.5mA，在断开送话器的情况下用电阻器R8调定；用R9调整信号增益，使失真最小；音色通过改变电容器C3的容量来调定。

1.1.2 对讲机(图1.2)

它用于双向扩音联络。它由一块低频放大集成块和4只晶体管V1、V2、V3、V4组成；V1和V2的型号分别为MΠ39-

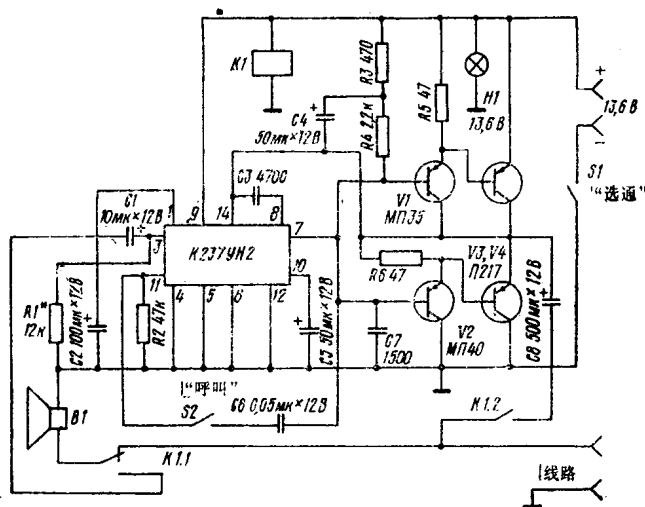


图1.2 对讲机电路

MΠ42和MΠ35—MΠ38，V3、V4的型号为Π213—Π217。在接收状态，对讲机的电源断开，而电动式扬声器通过继电器的常闭接点K1.1接到线路上。通信的对方也有一个类似的对讲机，那里的“发送”按钮应该接通。这时，放大器接上了电源，继电器接点K1.2把该放大器的输出端接到线路上，而接

点K1.2把扬声器接到放大器的输入端。呼叫时，“呼叫”按钮接通，使放大器转入低频振荡状态。

1.1.3 混合器(图1.3)

它的用途是在一台录音机上同时录制几个信号。它的电路图示于图1.3。该混合器可把三个信号源的信号混合起来。这三个信号分别加到X1、X2、X3三个输入接头上，其电压分别为50mV、10000mV和0.2mV。加到X3上的信号由晶体管V1预先放大，然后这三个信号在A点混合，并由V2和V3组成的线性放大器放大；最大输出电压0.5V。晶体管可用任何型号的小功率锗低频管。

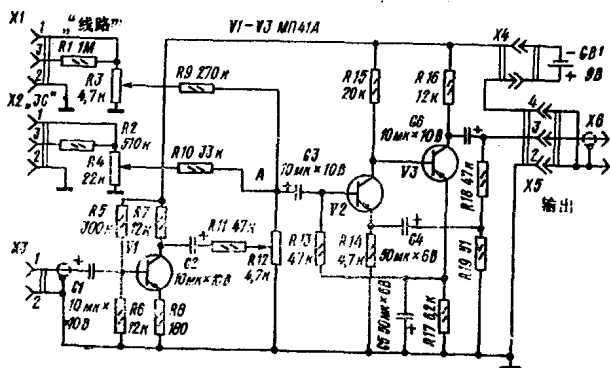


图1.3 混合器电路

1.1.4 声音开关(图1.4)

该声音开关能执行4个串行声音码(图1.4)。它由声音继电器和可控硅循环计数器构成；前者由晶体管V9—V13组成，后者由可控硅V1—V4组成。声音信号对受话器每作用一次，声音开关就动作一次，于是极化继电器K1吸合，产生一个作用在可控硅计数器输入端的正脉冲。在电容器C12充

电以后，继电器K1返回到初始状态。在下一个声音信号作用下，经晶体管V9和V10放大后的信号加到由晶体管V11组成的晶体管开关上，并使它导通。电容器C12通过集电极-发射极结放电，于是晶体管V12和V13的发射结有电流通过，继电器K1吸合，第二个开关脉冲加到循环计数器上(V1—V4)。为了启动计数器，必须通过按钮S1把一个正脉冲加到可控硅V4的控制极上。

所用元器件：作为受话器可采用高阻耳机，其音圈绕组电阻为1600—2000Ω；电容器C1—C4可以有极性的，也可

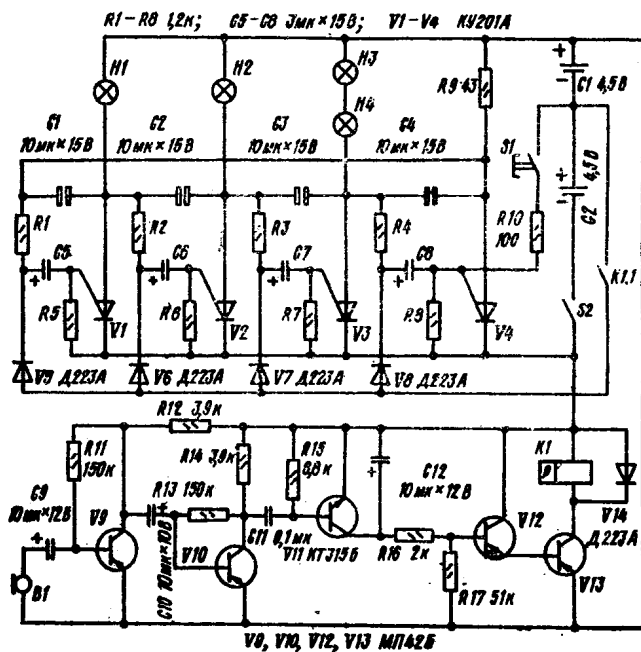


图1.4 声音开关电路

以是无极性的，每一个由两个双倍容量的电容器串联（相同引线串接）而成；晶体管可用任何小功率锗低频管。可控硅可选用电流1A，耐压100V的即可，V5—V8可选用普通开关二极管。

该装置无需调整。

1.1.5 彩灯装置(图1.5)

该装置的用途是为了产生“循环闪光”效应。它包括由继电器K1构成的多谐振荡器和带有偶数输入端的触发器；后者由继电器K1和K2构成〔图1.5(a)〕。该装置的工作原理如下：电源接通以后，电容器C1经过电阻R1和二极管V1充电。当充电电压达到给定值以后，继电器K1动作，其接点K1.1将部分充电电路短路，电容器通过继电器的绕组放电。当放电电流达到继电器释放电流值时，接点K1.1断开，于是循环过程开始重复。继电器式多谐振荡器的脉冲宽度取决于电容器C1的容量和继电器的电阻值，而间歇时间取决于C1的容量和电阻R1的阻值。改变R1的阻值可把脉冲宽度和间歇时间调得相等。

继电器K1的第二组接点K1.2控制着触发器的工作。在继电器K1吸合以后，其接点K1.2把继电器K2的电源接通，K2通过常闭接点K3.1自锁。当继电器K1释放以后，具有开关功能的接点K1.2把继电器K3接到电源上，K3由接点K3.1自锁。这时K2仍然接着电源。当继电器K1再一次吸合时，接点K1.2将二极管V2和V3断开，继电器K2的电源被切断，而继电器K3通过闭合的接点仍然接在电源上。在继电器K1释放以后，其接点K1.2将继电器K3的电源切断，于是整个装置反回到初始状态。

为了产生“循环闪光”效应，灯泡串按图1.5(b)的方法通

过继电器的自由接点接向220V电源。

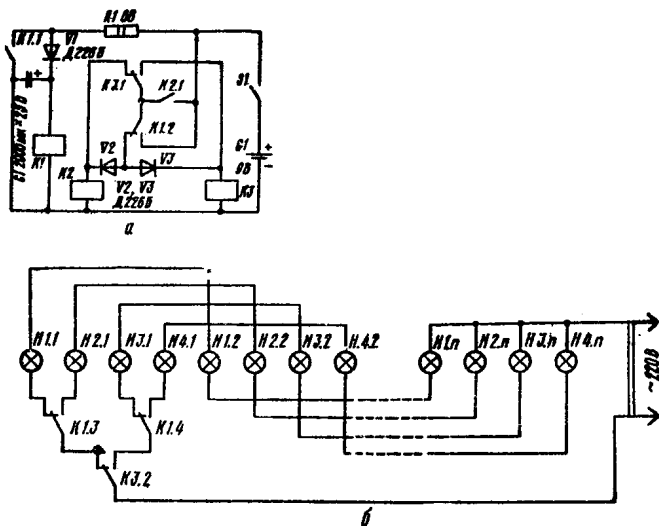


图1.5 彩灯装置电路

1.1.6 照明自动开关(图1.6)

本装置的用途是当白天光线比较好时把照明自动关掉。它由照度传感器、执行电路和双向整流器组成。传感器由光敏电阻和光继电器(晶体管V1、V2)构成；执行电路由V4和V10两个可控硅构成；双向整流器由二极管V6、V7构成。该装置的工作原理如下：随着照度的降低，光敏电阻R3的阻值从1—2kΩ增加到3—5MΩ，使V1和V2晶体管的集电极电流增加，结果可控硅V4导通，R7、C3、V9构成的电路产生一个脉冲，该脉冲使可控硅V10导通，从而接通照明灯。当照度增加时，光敏电阻器的电阻值减小，使晶体管V2的集电极电流减小，从而导致可控硅V4、V10关断，照明灯熄灭，而

电容器C3通过二极管V8和电阻R5、R6和R7放电。自动装置的接通门限由电阻R1调定。

所用元器件为任何一种 $\beta \geq 50$ 的PNP型低频晶体管，9V左右的稳压管，二极管用普通检波管即可，可控硅的耐压要在400V以上，其电流值取决于负载，可为1A或3A。

调试时通过选择R5—R7的阻值，使可控硅V10在光继电器给定动作门限(由电阻R1调定)下能可靠地导通。

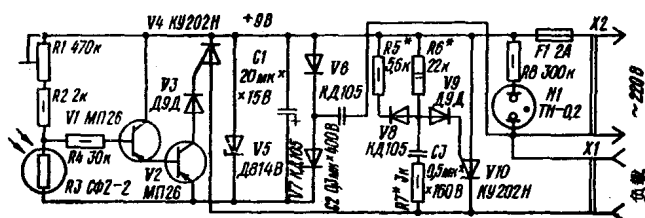


图1.6 照明自动开关电路

白炽灯的保险装置。照明灯的灯丝电阻在冷状态比在热状态小得多。因此当把灯泡接到电源时，在接通的瞬间流过灯泡的电流远远超过额定电流，这就可能造成灯丝被烧断。为了克服这一缺点，必须与白炽灯串联连接一个二极管(如耐压400V的1A整流管等)，而与该二极管并联连接一个断路器，以便必要时把二极管旁路。在灯泡接通的瞬间，二极管不被旁路，因而流过灯泡50%的电流。在灯泡加热(1—2秒)之后，断路器将二极管旁路，于是流过灯泡的电流达到额定值。

1.1.7 带传感器的照明开关(图1.7)

该装置能可靠地为功率达1000W的电器配电。它由三个MTX-90型冷阴极闸流管和一只耐压400V的3A可控硅组成。闸流管V1和V2构成一个触发器，闸流管V3构成一个弛张振

荡器；脉冲信号从该振荡器经过电容器 $C1$ 和 $C2$ 加到 $V1$ 和 $V2$ 两管的栅极，使它们从一种状态转换到另一种状态。当触摸传感器 $E1$ 时触发器即被触发。这时电容器 $C4$ 经过已点燃的闸流管 $V3$ 和电阻 $R9$ 放电，在 $R9$ 上产生一个正极性的脉冲，该脉冲加到 $V1$ 、 $V2$ 管的栅极，使触发器的状态发生转换。如果 $V2$ 点燃，则有电流通过可控硅 $V5$ 的控制极，使其导通。导通的可控硅 $V5$ 接通由 $V6$ — $V9$ 构成的电桥的对角线，并接通负载 $H1$ 。如果继续触摸传感器 $E1$ ，则经过2秒以后，触发器便转换到另一个稳定状态，以此类推。

该装置所用二极管 $V6$ — $V9$ ，其工作电压不低于300V，电流应满足负载要求。

调试：开始先借助电阻 $R10$ 和 $R6$ 按图上给出的电压调定直流电压，然后检查传感器的工作和测试负载上的电压。如果该电压低于电网电压5V以上，则必须减小电阻 $R4$ 的阻值，并重新调定+75V直流电压。

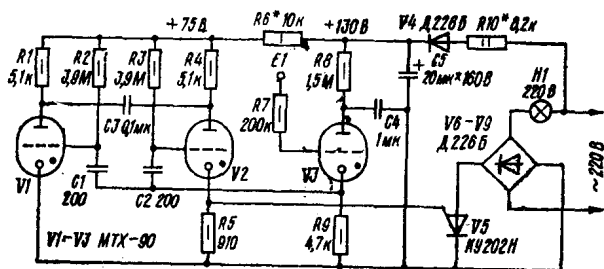


图1.7 带传感器的照明开关电路

1.1.8 时间继电器(图1.8)

该继电器能调定的最大延时达30秒，步长1秒。它的定