



# 无线电爱好者电路

[苏] Э. П. 鲍尔诺沃洛科夫 著  
B. B. 弗罗洛夫 著  
孙义鹤 冯波 译

人民邮电出版社

Э.П.БОРНОВОЛОКОВ

В.В.ФРОЛОВ

РАДИО—  
ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ  
СХЕМЫ

Киев «Техніка» 1982

内 容 提 要

本书列出四百多种用半导体器件构成的各种业余无线电装置的线路图与主要技术数据。其中有在国民经济和日常生活中广泛应用的多种仪器、专供高质量播放音乐用的低频放大器、无线电广播接收机和电视接收机、磁带录音机和电唱机、电子乐器和彩色音乐装置、无线电测量仪器和电源等各种装置的线路与技术说明。

本书可供广大无线电爱好者和其他有关读者阅读、参考。

无线电爱好者电路

Wuxiandian Aihaozhe Dianlu

〔苏〕 Э.П.鲍尔诺沃洛科夫 著  
В. В. 弗罗洛夫 著

孙义鹤 冯波 译

欣竞 审校

责任编辑：孙中臣

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：850×1168 1/32 1985年11月第一版

印张：19 16/32 页数：312 1985年11月天津第一次印刷

字数：519千字 印数：1—40,000册

统一书号：15045·总3089—无6344

定价：3.80元

## 作 者 序

业余无线电爱好是一种具有最广泛群众性的技术创造形式。广大的无线电爱好者常常把自己的余暇用来制作各种各样无线电电子装置。

在自己的实践活动中，业余无线电爱好者经常要看一些专门为爱好者编写的有关书籍。而且他们首先关心的是刊登在各种书籍和杂志上的线路图和主要的技术数据。但是，这样的文献资料暂时还出版得很少，许多无线电爱好者不得不把线路图及其主要的参数和其他技术数据描绘和抄写在自己的笔记本上。

作者在这本书中介绍了业余无线电实践的最新成就，扼要地介绍了各个线路中独创的部分，而不赘述那些重复的内容。书中给出的每一个线路都包含有独创部分。作者希望本书能在无线电爱好者选择线路时提供指导。这些线路都是用容易得到的和廉价的成套元器件装成的。对许多线路均指明了可能代用的晶体管和二极管。书中介绍了一些功能相同，但输入和输出特性各不相同的线路，这使得无线电爱好者在自己的设计中有可能利用这样一些部件和线路，它们最可能满足无线电爱好者的要求。这样就为业余无线电活动提供了创新的机会。

书中叙述的所有设计都是有实用价值的。其中大部分都在展览会上展出过，并且得过奖。

本书可供具有中等水平的无线电爱好者阅读参考。书中所列的数据足以满足具有一定经验的无线电爱好者独立装配某种装置的需要。

作者希望这本书能给无线电爱好者以实际的帮助。

# 目 录

作者序

<b>第一章</b>	<b>在国民经济和日常生活中广泛应用的电子仪器</b>	1
1.	供工业和农业使用的电子仪器	1
2.	温度计和调温器	19
3.	光电仪器	24
4.	声学仪器	29
5.	电子守卫器及电子锁	33
6.	供汽车使用的电子仪器	38
7.	供业余电影摄影爱好者使用的装置	48
<b>第二章</b>	<b>低频放大器</b>	62
1.	单声道放大器	62
2.	立体声放大器	85
3.	低频放大器的部件	119
<b>第三章</b>	<b>无线电广播接收机及其部件、接收机的附件</b>	130
1.	直接放大式接收机	130
2.	中波段、短波段、长波段超外差式接收机	169
3.	超短波调频接收机	203
4.	无线电广播设备的部件、接收机的附件	230
<b>第四章</b>	<b>电视接收机〔注〕</b>	254
1.	电视接收机	254
2.	天线放大器，变频器和频道选择器	265
3.	现代电视接收机的部件	280
4.	遥控	301
<b>第五章</b>	<b>无线电运动设备</b>	310
1.	电子电报电键	310

2.	收报机和发报机 .....	315
3.	“猎狐”设备(无线电测向设备) .....	330
4.	辅助装置 .....	351
<b>第六章</b>	<b>磁带录音机及放音设备、电唱机装置的部件 .....</b>	<b>365</b>
1.	磁带录音机及交混回响器 .....	365
2.	磁带录音机的部件 .....	380
3.	磁带录音机的附件 .....	386
4.	电唱机设备的部件 .....	392
<b>第七章</b>	<b>电子乐器及彩色音乐装置 .....</b>	<b>402</b>
1.	电吉他及其附件 .....	402
2.	电子乐器及其部件 .....	412
3.	供调整乐器用的节拍器和仪器 .....	436
4.	彩色音乐装置 .....	441
<b>第八章</b>	<b>测量设备 .....</b>	<b>449</b>
1.	供测量直流电压和电流用的仪表 .....	449
2.	供测量交流电压用的仪表 .....	453
3.	供测量电阻用的仪表 .....	457
4.	伏特计和万用表 .....	460
5.	供测量无线电零件参数用的仪表 .....	469
6.	音频和超音频信号发生器 .....	476
7.	高频信号发生器和振荡器的谐振指示器 .....	485
8.	摆动频率发生器 .....	498
9.	频率计 .....	504
10.	示波器及其部件、示波器的附件 .....	508
11.	半导体器件的测试器 .....	529
12.	其他几种仪表、探测器 .....	540
13.	数字技术元件、十进记数器 .....	547
<b>第九章</b>	<b>电源 .....</b>	<b>554</b>
1.	整流器 .....	554

2. 稳压器.....	566
3. 电压变换器及电压调整器 .....	584
附录* .....	589

# 第一章 在国民经济和日常生活中广泛应用的电子仪器

## 1. 供工业和农业使用的电子仪器

**通用湿度计**<sup>[46]</sup> 它的电原理图如图 I·1 所示。这种湿度计称为是通用的，是因为其中所采用的传感器有可能测量出各种物质和材料（木材、硬纸板、纸张、皮革、面粉，石英砂等）的湿度。

湿度计由电容测量计和表面型电容传感器所组成。湿度计的作用原理如下：由晶体管  $T1$  和  $T4$  装配而成的多谐振荡器产生矩形电压脉冲。由晶体管  $T2$  和  $T3$  组成的射极输出器是低阻负载（微安表  $M24$ ）它可以与多谐振荡器的输出相匹配当传感器与湿的物料相接触时，传感器的电容会增加；与此相应，由多谐振荡器所产生的脉冲的填充系数（占空比）会发生变化。流过微安表的直流电流分量与脉冲的填充系数（占空比）成正比，因而也与材料的湿度成正比。

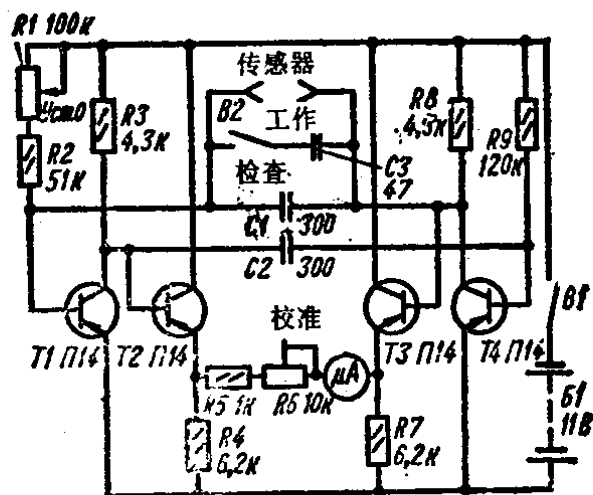


图 I·1

测量的顺序是这样的：接通电源，借助于调零电位器  $R1$  将微安表的指针调到刻度零点。这样做是为了补偿传感器和连接导线的初始电容。然后，将开关  $B2$  闭合，这对应于“检查”位置。调节电位器  $R6$ （“校准”）的阻值，使微安表的指针偏转到满刻度（100微安），此后，断开  $B2$ （“工作”位置），并使传感器紧紧地贴在要进行测试的材料上。记下微安表的读数，再根据分度曲线确定出材料的

湿度。

传感器是两块宽度为16毫米、长度为120毫米的钢板，它们彼此相距10毫米，放在绝缘底座上。板的厚度为3毫米。这两块板构成了一个电容器，它的电容量与材料的湿度有关。传感器的工作表面要磨光，并涂上环氧树脂。

**颗粒状物料的湿度测定器**<sup>[19]</sup> 双频率的湿度计（图 I·2）可直接在取样的地方测定颗粒状物料的湿度。测量的范围是10—30%，分成两个量程。在第一个量程（10—20%）中，测量误差不大于0.4%；而在第二个量程（20—30%）中，测量误差不大于0.5%。仪器由3336JI型电池供电。消耗电流约为20毫安。仪器重量约2公斤。

湿度计由电感-电容传感器、两个高频发生器、两个测量部件、两个整流器和表头所组成。湿度的电感-电容传感器是带有一组电极的直径60毫米、高度110毫米的金属容器，所考察的物料借助于弹簧

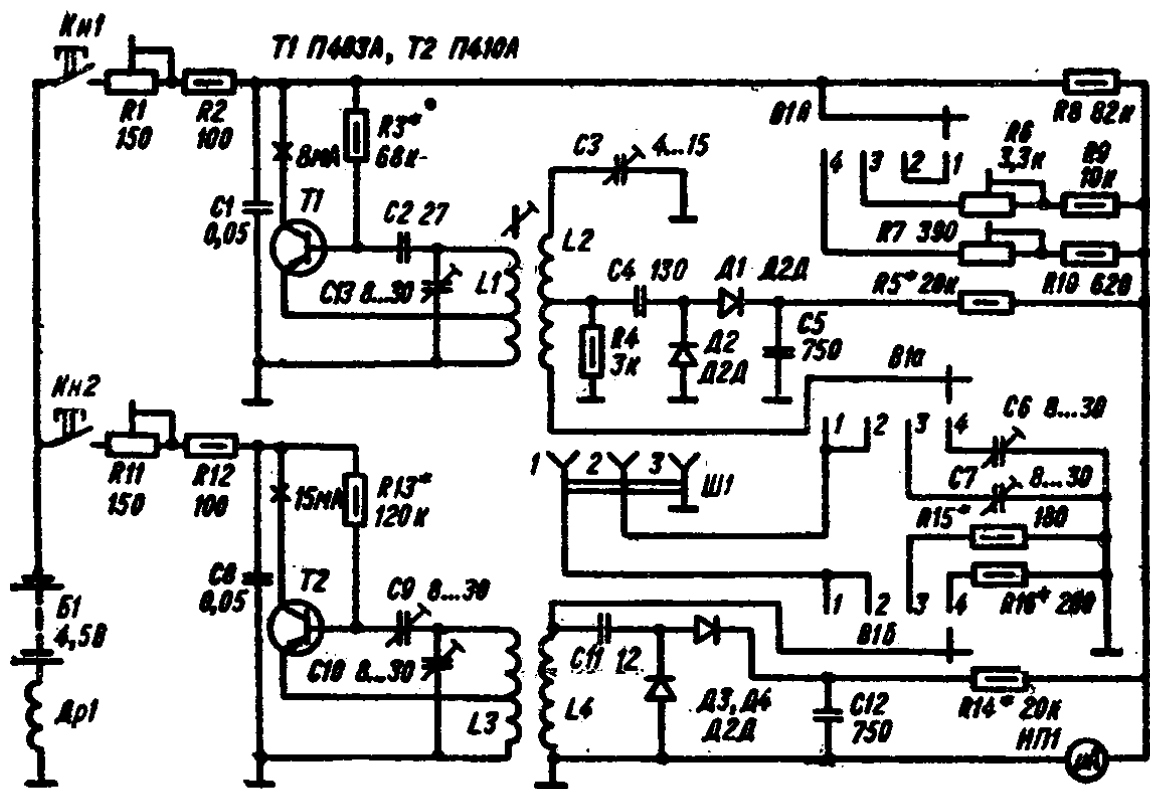


图 I·2



装置压紧在该金属容器中。

第一个高频发生器是由晶体管 $T1$ 构成的，它产生频率为6兆赫的信号。信号通过线圈 $L2$ 加在电感-电容电桥的一个对角线上。该电感-电容电桥由线圈 $L2$ 的两个半边、电容 $C3$ 以及（根据开关 $B1a$ 的位置）电容 $C6$ 、 $C7$ 或接向插头 $III$ 的电容传感器所组成。在电桥的另一对角线中接有电阻 $R4$ ，不平衡电压从电阻 $R4$ 经过电容 $C4$ 加在整流器上。整流器是按倍压线路用二极管 $\Pi1$ 、 $\Pi2$ 构成的。电容 $C5$ 、电阻 $R5^*$ 和表头 $ИП1$ 是整流器的负载。当接入标准电容 $C6$ 、 $C7$ 来代替电容传感器（开关 $B1a$ 的位置3和4）时，分别进行对表头刻度起始点和终点读数的检查。电容传感器的灵敏度由电阻 $R1$ 来调节。

第二个高频发生器是由晶体管 $T2$ 构成的，并产生频率为50兆赫的信号。发生器的回路经过线圈 $L4$ 与接向插头 $III$ 的电感传感器（在开关 $B16$ 的位置1和2上）。连接在一起。信号从线圈 $L4$ 经过电容 $C11$ 加在用二极管 $\Pi3$ 、 $\Pi4$ 按同样倍压线路构成的第二个整流器上。电容 $C12$ 、电阻 $R14$ 和表头 $ИП1$ 是整流器的负载。仪器的电感传感器参数的变化会影响到发生器回路的品质因数，因而会影响到所产生的振荡电压的幅值。当分别对表头刻度的起始点及终点进行检查时，可以象利用电容 $C6$ 、 $C7$ 那样利用电阻 $R15$ 和 $R16$ 进行。电感传感器灵敏度的调节是由电阻 $R11$ 来实现的。电阻 $R6$ - $R10$ 是当测量标准试样的湿度而对仪表进行刻度时，为把表头指针调整到刻度零点及满刻度而必需设置的。

线圈 $L1$ 和 $L2$ 绕在直径为4毫米的有机玻璃制的四节骨架上。线圈的铁心是由标号为100 $HH$ 、型号尺寸为 $CC2.8 \times 2$ 的铁氧体制成的。线圈 $L1$ 、 $L2$ 的匝数都是32匝，分别用线径为0.32毫米的高强度漆包线绕成。线圈 $L1$ 有抽头，它是从与“地”相连接的终端算起第12匝的地方抽出来的；而线圈 $L2$ 的抽头是从中点抽出来的。线圈 $L3$ 、 $L4$ 绕在直径为12毫米的有机玻璃骨架上。线圈 $L3$ 和 $L4$ 的匝数都是9匝，由线径为1.2毫米的高强度漆包线绕制而成。线圈 $L3$

也有抽头，它是从与“地”线连在一起的终端开始算起第4匝的地方抽出来的。去耦线圈ДP1没有骨架，它是用16匝线径为1.2毫米的高强度漆包线绕制而成的，这个线圈的内径为8毫米。

**晶体管回声探测仪**<sup>[25]</sup> 它可用来测定从0.5米到30米范围内水的深度（图 I·3）。回声探测仪是基于河底或海底的超声波定位原

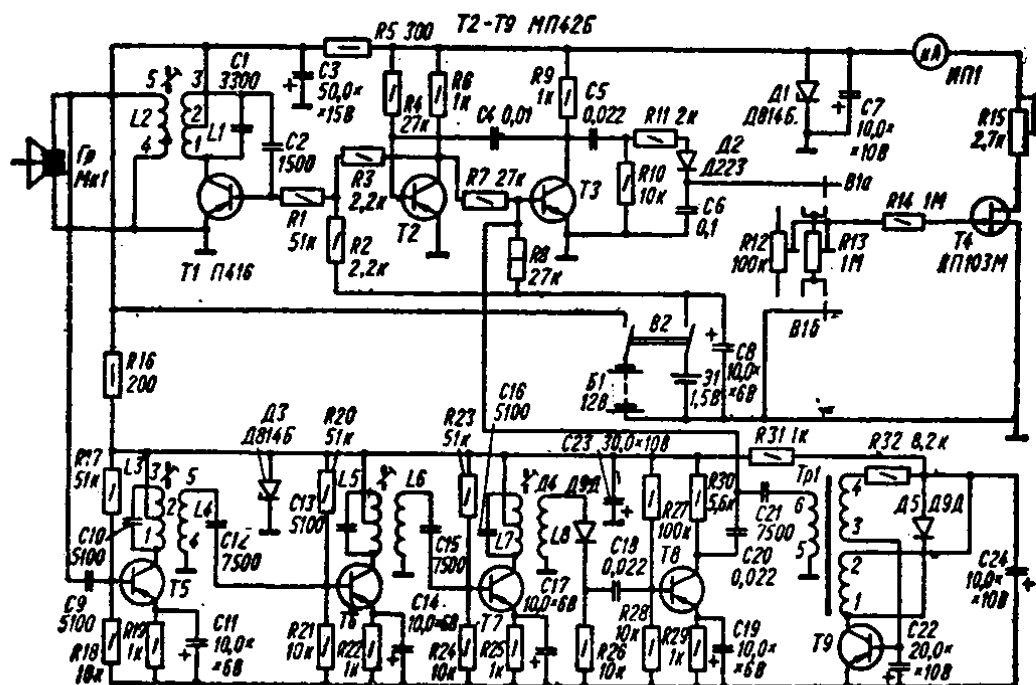


图 I·3

理来进行工作的。回声探测仪发送的脉冲宽度是200微秒，脉冲的重复频率为100千赫。消耗电流是30毫安。谐振频率为100千赫的由钛酸钡制成的压电陶瓷板是回声探测仪的辐射器。超音频振荡发生器用晶体管T1构成，辐射器（扬声器-送话器Гр-Мк1）是它的负载。在开始状态，晶体管T1被来自电源 $\Theta$ 1的正电压所截止。当外激式多谐振荡器（T2、T3）动作时，负脉冲电压经过电阻R1、R3加在晶体管T1基极上。晶体管T1在这个脉冲持续时间（200微秒）内开启，发生器产生频率为100千赫的连续脉冲群。外激式多谐振荡器由于受到自触发脉冲发生器来的脉冲而动作，触发脉冲发生器是由晶体管T9构成的。

反射脉冲接收器由三个相同的放大级（T5-T7）、检波器（Д4）

和用晶体管 $T_8$ 构成的终端放大器所组成。外激式多谐振荡器由于接收到反射脉冲而动作。

显示部件由晶体管 $T_4$ 、二极管 $\Pi_2$ 和表头 $\Pi\Pi_1$ （任何满刻度电流为1-3毫安的磁电式表头）所组成。幅值和宽度为恒定的正电压脉冲，以与所测的深度相应的频率，从晶体管 $T_3$ 的集电极加到显示部件的输入端。这些脉冲将电容 $C_6$ 充电到由脉冲重复频率所决定的某一电平。电阻 $R_{15}$ 可用来对仪器进行校准，而电阻 $R_{12}$ 和 $R_{13}$ 可用来获得两个量程。

辐射器的压电陶瓷板的尺寸为 $30 \times 30 \times 11$ 毫米。压电陶瓷装由多孔橡皮制成的衬垫物上，并用环氧树脂密封。辐射器安装在小船或汽艇底上，并用同轴电缆与仪器相连接。仪器的线圈的结构数据，列于表 I·1。如果用具有其他尺寸的钛酸钡板作为辐射器，辐射的谐振频率将有所不同，并需改变线圈的数据。

表 I·1

线路图符号 (图 I·3)	抽头编号	匝数	漆包线类别及线径 (毫米)	铁心
L1	1-2-3	170+20	单丝耐久漆包线, 0.12	
L2	4-5	150	高强度漆包线, 0.1	CB-23-17a型
L3, L5, L7	1-2-3	180+20	单丝耐久漆包线, 0.12	
L4, L6, L8	4-5	20	单丝耐久漆包线, 0.12	CB-9a型
TP1	1-2	150		
	3-4	50	高强度漆包线, 0.12	III4×6型, 坡莫合金
	5-6	100		

由于接收机可能过载，最好不测量小于0.5米的深度。

**地震波自动记录仪**<sup>[42]</sup> 将超低频的地震波记录下来，就有可能确定出在地球的各个不同区域中所发生的地震的强度，有可能预测地震，有可能用人为激起的爆炸作出地震波分布图。根据所产生的波的强度，可以识别移动着的轻运输工具和重运输工具，并确定出

它对路基的影响。

在这种仪器中，СПЭН-1型地震传感器用来记录地震波，并把地震波转换成电信号。地震传感器接在晶体管放大器的输入端上，晶体管放大器线路如图 I·4 所示。从这个放大器输出端取出的电脉冲使СБ-1М/50型脉冲计数器动作。仪器由七节3336Л型电池供电。当所记录的振动强度为最大时，放大器所消耗的电流不超过8毫安。可变电阻R10是灵敏度调节器。

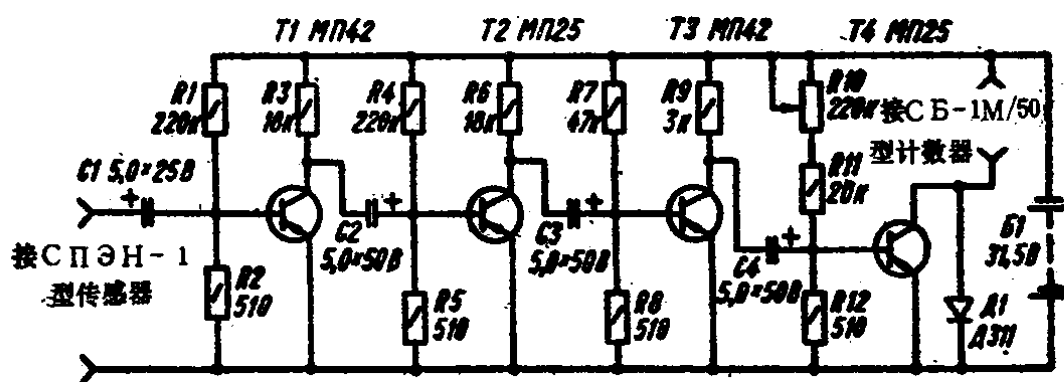


Рис.

图 I·4

当仪器仅用来记录地震波的存在时，可用吸合电流为3-7毫安的继电器来代替СБ-1М/50型脉冲计数器。可用自己制作的，由直线辐射电动式扬声器制成的传感器来代替СПЭН-1型地震传感器。这时，采用标准输出变压器作为匹配变压器，把它的高阻绕组接到放大器的输入端。在进行这种改装时，需提高扬声器纸盆的刚度。为此，将扬声器纸盆涂上БФ-2型胶水层。将厚纸盘粘贴在扬声器顶部，使异物不致落入扬声器的磁隙中。这时，由于扬声器纸盆的加重而使它的惯性增加了。

经济的校正耳塞<sup>[11]</sup> 口吃是最大的语言缺陷之一。借助于不太复杂的装置可以部分地甚至是完全地校正口吃。患有口吃的人往往紧张地注意本人的说话。如果用外来噪声的作用吸引他的注意力，并使他不可能注意自己的发音，那么，有时可以做到恢复正常的说话。为了进行这种治疗，需要有噪声发生器——校正耳塞（图 I·5）。

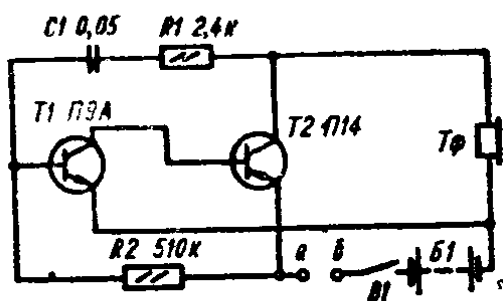


图 I · 5

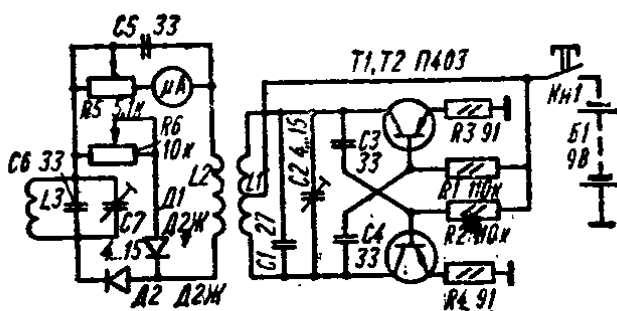


图 I · 6

校正耳塞是根据多谐振荡器线路装配而成的，多谐振荡器用 p-n-p 型和 n-p-n 型晶体管构成。由于这两种晶体管导电性的不同，隔直电容和某些其他零件可以省去。助听器的耳塞是振荡器的负载，此耳塞用有机玻璃制成，可以固定在耳廓上。振荡器产生的振荡的频率约 150 赫。此装置由两节总电压为 2.8 伏的 П-0.06 型电池供电。消耗电流约为 1 毫安。完全充足电的电池能够连续工作 40—50 小时。

**电子测微计<sup>[36]</sup>** 仪器由高频振荡器和测量装置所组成（图 I · 6），并可用来测量漆包线或安装用线的厚度。进行测量时不考虑绝缘层的厚度。用晶体管 T1、T2 构成的振荡器工作在 15 兆赫频率下。这个电压经过高频变压器 L1、L2 加到测量装置上。在高频电压正半周时，电流只流过二极管 П2，回路 L3、C6、C7，电阻 R5 和微安表。在负半周时，电流流经二极管 П1，可变电阻 R6、R5 和微安表。调电位器 R6 可以使这些反向流动的电流相等，微安表指示在零点。如果测量导线是线圈 L3 时，那么，回路 L3、C6、C7 的谐振频率发生变化，因而流过回路的电流（正半周期）发生变化。电流的变化与导线的直径成比例。

M494 型微安表的满刻度电流为 100 微安。线圈 L1 在直径为 10 毫米的聚苯乙烯骨架上绕一层，线圈的宽度为 10 毫米。线圈是用线径为 0.31 毫米的耐久漆包线绕制 21 匝而成的，并从中点抽出一个抽头。线圈 L2 绕在线圈 L1 上面，并用同样的漆包线绕制 10 匝而成。线圈 L3 绕在外径为 4 毫米、内径为 2 毫米的陶瓷骨架上。线圈绕成一

层，线圈的宽度为10毫米，用线径为0.2毫米的耐久漆包线绕制42匝。电阻R6用来调整零点。

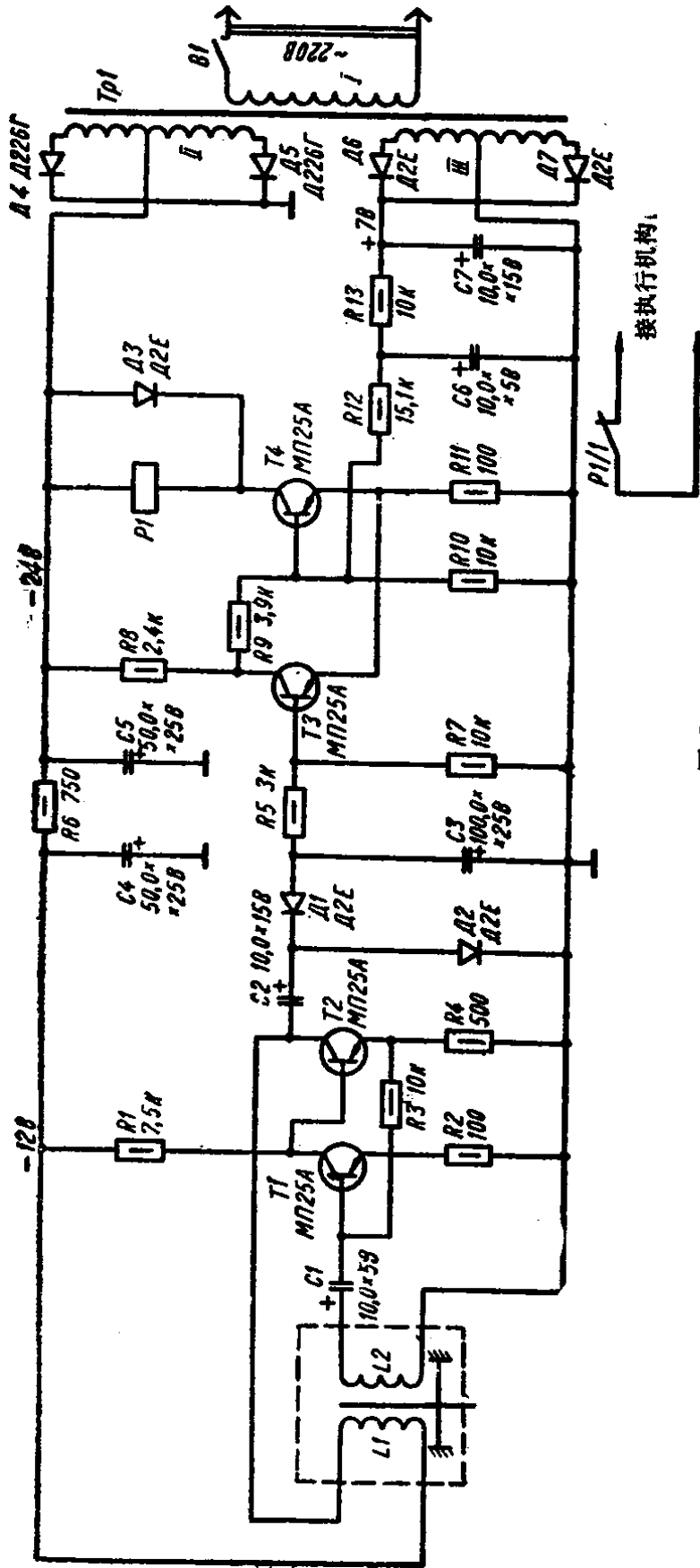


图 1·7

**颗粒状物料料位的振动信号器**<sup>[88]</sup> 这种信号器用来确定料仓装载颗粒状物料的给定的料位。它的特点是结构简单，工作可靠。

整个设备由振动型传感器 ( $L_1$ 、 $L_2$ )，两级振荡放大器 ( $T_1$ 、 $T_2$ )，用二极管  $\Pi_1$ 、 $\Pi_2$  构成的信号电压整流器，用晶体管  $T_3$ 、 $T_4$  构成的触发器和电源——用二极管  $\Pi_4$ — $\Pi_7$  构成的整流器所组成 (图 I·7)。信号器的传感器是这样作成的，使得在接通电源时有电流流经线圈  $L_1$ ，此电流把位于线圈  $L_1$  和  $L_2$  之间间隙内的振荡薄片吸向线圈  $L_1$ 。由于薄片的位移，磁通量发生了变化，这会引引起在线圈  $L_2$  中产生电动势。所产生的这个电压加在晶体管  $T_1$  基极上，经过放大，加到线圈  $L_1$ ，使吸引挠性薄片的力增加。当线圈  $L_1$  中电流减少时，薄片在弹性力作用下开始向相反方向位移。当薄片接近线圈  $L_2$  时，它的位移速度减慢了。磁通量变化速度减小，引向晶体管  $T_1$  基极的电压也减小。这会引引起电磁吸力减小，薄片在某一瞬间停止不动，并开始回复到原来位置。这时放大器输入端的电压极性发生改变，于是薄片达到振荡状态，从而实现了放大器中的正反馈，使它变成一个振荡发生器。它的振荡频率等于薄片的固有机机械频率。

电振荡由二极管  $\Pi_1$ 、 $\Pi_2$  进行整流，并使触发器保持在这样的状态，使得晶体管  $T_4$  截止，继电器的线圈处于断电状态。一俟料仓的料位达到传感器的安装位置，挠性薄片的振荡立即停止。电振荡中断，触发器改变自己的状态，继电器  $P_1$  动作，并把执行机构接通。

可以利用高阻的头戴式耳机的线圈和整个电磁系统作为传感器。振荡薄片是由弹性的软磁材料 (型号为 50XГA, 50H2MΦ 的钢) 制成的。薄片的长度为 40 毫米，宽度为 20 毫米，厚度为 0.2 毫米。它与厚度为 0.2 毫米、直径为 30—40 毫米的膜片及敏感元件——长度为 40 毫米、直径为 7—8 毫米的棒连在一起。线圈都用线径为 0.1 毫米的高强度漆包线绕制 1500 匝而成。电源变压器用 III16×40 型铁

心制成。绕组 I 用线径为 0.12 毫米的高强度漆包线绕制 1840 匝而成；绕组 II 用线径为 0.15 毫米的高强度漆包线绕制  $175 \times 2$  匝而成；而绕组 III 用线径为 0.12 毫米的高强度漆包线绕制  $90 \times 2$  匝而成。继电器  $P_1$  的型号是  $\Pi\Theta-23$  或  $MKY-48$  等。

**金属探测器<sup>[5]</sup>** 该仪器能找到深达 0.8 米的沉重的金属物体而不受覆盖物（雪、土壤、沥青等）的性质的限制。金属探测器由测量振荡器、标准振荡器、混频级、射极输出器、施密特触发器和头戴式耳机所组成（图 I·8）。

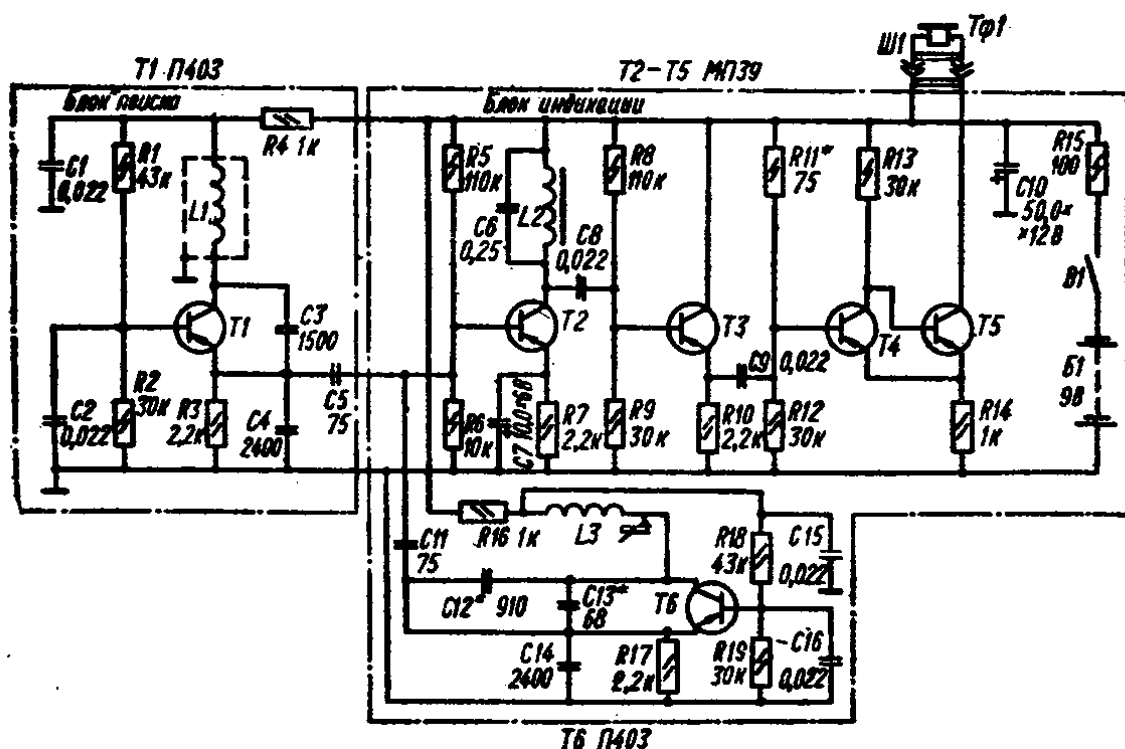


图 I·8

测量振荡器的线圈  $L_1$  是对金属物件起反应的传感器。在离这种物件较近的地方，振荡器的信号频率发生变化，这会引引起混频器输出端上信号频率发生变化。因为混频器回路已调谐到 1 千赫（当不存在金属物件时，测量振荡器与标准振荡器的差频），所以，测量振荡器频率的改变会引起信号差频的减小和混频器输出端上信号幅度的下降。在头戴式耳机中，可以听到响度逐渐减小的变化的信号音。在离开大块金属很近的地方，信号电压已不足以使触发器动



作，声音完全消失。

测量振荡器由晶体管 $T_1$ 构成，它的振荡频率为510千赫。振荡器的振荡回路由线圈 $L_1$ 和电容 $C_3$ 、 $C_4$ 所组成。标准振荡器是用晶体管 $T_6$ 构成的，它的振荡回路由线圈 $L_3$ 和电容 $C_{12}$ — $C_{14}$ 所组成。混频器用晶体管 $T_2$ 装配而成，差频振荡在混频器负载（谐振回路 $L_2$ 、 $C_6$ ）中分离出来。射极输出器（ $T_3$ ）的用途是使混频器与用晶体管 $T_4$ 、 $T_5$ 构成的触发器相匹配。当电压为0.5伏时触发器动作。

搜索线圈做成直径为300毫米的圆环形状。线圈放在直径为8毫米的杜拉铝制的静电屏蔽中。为制作线圈，选出线径为0.96毫米、长度为1250毫米的高强度漆包线10段，这个线束先穿过长度为1000毫米的聚氯乙烯套管，然后，穿过长度为960毫米的杜拉铝管，并弯曲成圆环形。导线的末端依次相互串联。屏蔽不应与线圈回路形成短路。

混频器的线圈（ $L_2$ ）绕在由标号为M2000HMA、型号尺寸为 $K-38 \times 24 \times 7$ 毫米的铁氧体制成的环状铁心上。线圈用线径为0.47毫米的高强度漆包线绕制200匝而成。线圈 $L_3$ 用线径为0.1毫米的单股丝漆包线绕制135匝而成。线圈 $L_3$ 中装有微调黄铜芯。

**水位信号器<sup>[84]</sup>** 当水箱里的水上升到给定水位时，晶体管 $T_1$ 开启，换向信号灯 $\Pi_1$ （KM-2型，12伏105毫安）亮（图1·9），给定的水位由装在水箱中并与水箱壁绝缘的电极 $\Theta$ 的位置来决定。当水位下降时，灯熄灭，因为晶体管的基极回路是断开的。电极 $\Theta$

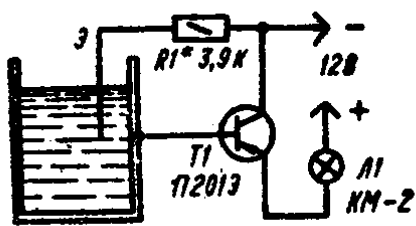


图 1·9

最好是由不易氧化的金属制成的金属棒。

**电栅栏<sup>[52]</sup>** 为了把牧牛的地方暂时围起来，可以采用电栅栏，它是由裸露的导线制成的单线线路和电压产生装置组成的。金属支杆——线路的支座——具有一个磨得十分锋利的尖端，另一端具有