

第三章

常用传感器实用电路

第一节 RLC 传感器实用电路

一、由电阻应变式压力传感器构成的电子秤电路

图 3-1 是由电阻应变式压力传感器构成的电子秤电路，适用于电子汽车秤、电子天平、电子体重秤和商业计价秤等领域。

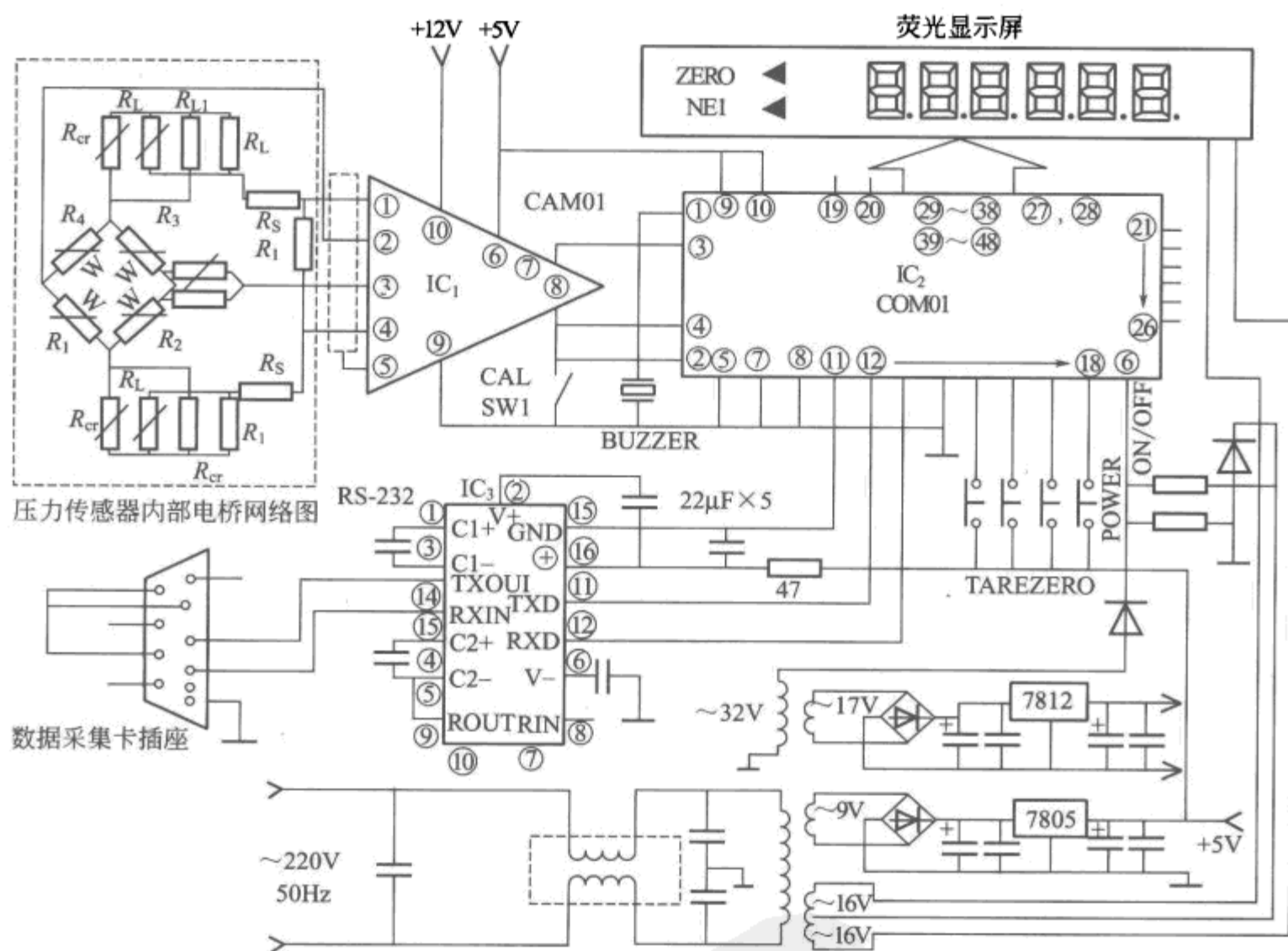


图 3-1 由电阻应变式压力传感器构成的电子秤电路

图 3-1 中虚线框内为电阻应变式压力传感器内部电桥网络图， R_{cr} 为弹性模量补偿电阻， R_s 为线性补偿电阻，同时在其内部还设置了输入阻抗调整电阻。其电缆为四芯屏蔽线，网线由仪表端单点接地。IC₁ 为一块厚膜模拟放大集成电路，它把电桥输出的电信号以一定方

差动变压器的一次绕组的阻抗为几十到几百欧,激励电路的输出阻抗必须低于此阻抗,否则输出电平就会降低。为此电路中增设了升压电路,由 A_7 与 VT_1 、 VT_2 组成。为了保证波形对称, VT_1 和 VT_2 要采用对管。 VT_1 和 VT_2 的基极偏置采用小信号硅二极管,以免信号失真。 47Ω 的发射极电阻为晶体管过流保护电阻。

2. 差动变压器的相敏检波电路

差动变压器的相敏检波电路通常为二极管环形电路,也可用运放构成,这里采用 LM1496 集成电路,使电路更加简单。LM1496 是一个双差分模拟乘法器,可广泛用于信号的混频和检波等。LM1496 的工作电压为 30V,功耗为 500mW,最大输入电压在信号输入端(差动)为 $\pm 5V$,在载波输入端(差动)为 $+5V$,偏置电流为 12mA,工作温度为 $0\sim 70^{\circ}C$ 。图 3-2 中电路连接即为 LM1496 的标准应用。由于 LM1496 的 1 (SIG) 脚加有直流偏压,因此用电容 C_1 隔直流耦合,以免影响差动变压器的工作。差动变压器的交流激励信号作为载波信号加到 LM1496 的 7 (CAR) 脚,用 VS_3 稳压管降低并限定载波信号的电平。

LM1496 的标准工作电压可为 $\pm 8V$ 或 $12V$ 、 $-8V$,但常用 $\pm 9V$ 。电路中用稳压管 VS_1 和 VS_2 为 LM1496 提供工作电压。

接在 2 脚与 3 脚间的 R_1 和 R_{P1} 用来调整 LM1496 的增益。LM1496 的 9 脚和 6 脚为对称输出,再通过 A_2 变为非对称(单端)输出。

3. 差动变压器的信号放大电路

由 LM1496 相敏检波后的信号经 A_2 和 A_3 进行放大。 A_2 的增益调整要进行均衡调整,要保证负反馈电阻和同相端的平衡电阻相等,因此要采用同轴电位器分别串入负反馈电阻($10k\Omega$)和同相端接地电阻($10k\Omega$)进行调整。 A_3 为缓冲放大器,并能通过 R_{P4} 适当调整增益,使输出为 $0\sim \pm 10V$ 的电压。 A_2 和 A_3 均选用 FET 输入型运放 LF356,这样,工作稳定,输入阻抗高,对前级电路的影响小。

4. 电路的调整

电位器要选用多圈电位器, R_{P1} 调增益, R_{P2} 调载波的对称性, R_{P4} 调增益, R_{P7} 调激励电源电平。将示波器接到 TP_1 端,观察有 500Hz 的正弦波波形即可。示波器接到 TP_2 端,调 R_{P6} 可改变振荡频率,调 R_{P7} ,观察到 TP_2 测试端信号为 TP_1 的 $1/3$ 即可。若用手触及 A_4 的输入端,则 TP_1 端的信号电平发生变化,这时 TP_2 的信号也能跟着变,即 AGC 电路能正常工作。示波器接到 TP_4 端,移动差动变压器的磁芯, TP_4 端的波形大小变化,若没有最小点,可能是二次侧的两个绕组接反了。若观察到最小点,就不要移动磁芯。示波器和数字万用表接到 TP_5 端,调 R_{P2} ,使观察到的与振荡频率相同的交流分量最小,这时万用表上应显示为 0V 电压。若不为 0V,可减小 LM1496 7 脚的载波输入,输入必须为正负对称的交流波形。这时若稍移动磁芯,万用表显示正负直流电压信号,则电路工作正常。若用示波器观察的波形最小,稍有些直流信号,不能完全为 0V 时,调 R_{P3} 使其为 0V 即可。调 R_{P4} , A_3 的输出可获得与差动变压器位移相应的电压。

三、交流水位检测器

一般的水位检测电路,作为传感器的电极流过的都是直流电流,使电极处于电镀状态,在电极表面形成一层氧化膜。由于氧化膜的非导电性,传感器会失去作用,导致整个检测电路不能正常工作。

为了克服上述缺点,本电路使传感器中流过交流电流,从而不会形成氧化膜,保证检测器长期正常工作。

电路如图 3-3 所示。两个晶体管 VT_1 、 VT_2 组成振荡电路，它的输出流经传感器。若传感器被水浸湿，电阻减小，连接成达林顿管的 VT_3 、 VT_4 放大电路导通，振荡电路的音频信号经晶体管 VT_5 放大并推动扬声器，发出响亮的声音。

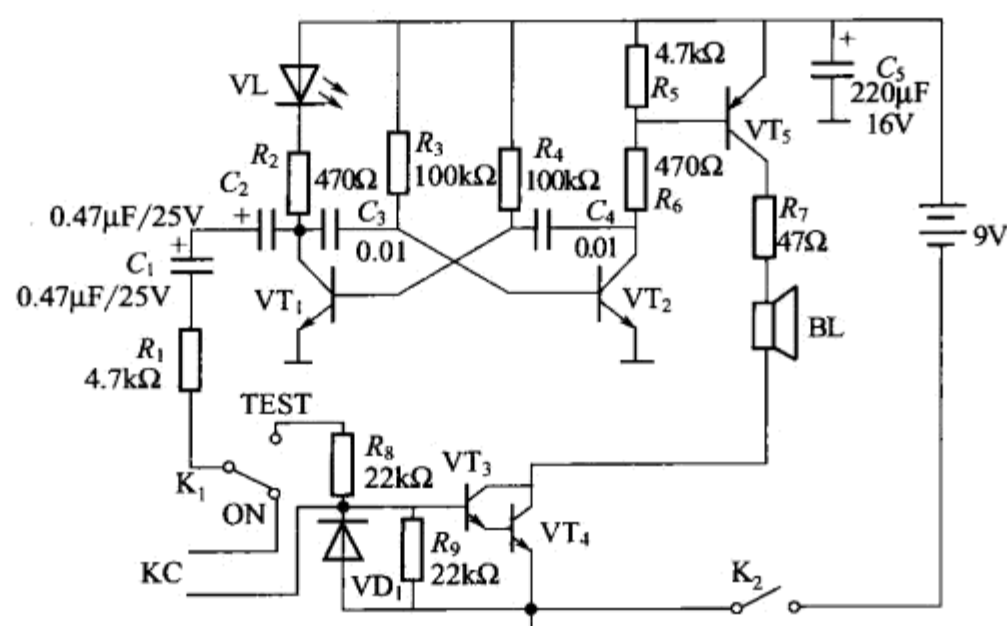


图 3-3 交流水位检测器

本电路对各元件无特殊要求，具体参数如图 3-3 所示。传感器 KC 需自制：可用 $\phi 10 \sim 16\text{mm}$ 的不锈钢制作，亦可使用其他金属材料。两极间距 $5 \sim 10\text{mm}$ ，视控制状态决定传感器的安装高度。晶体管 VT_1 、 VT_2 选用 2SC2001 型。 VT_3 、 VT_4 选用 2SC2235 型。 VT_5 选用 9015 型。发光二极管 VL 选用 BT301A 型。二极管 VD_1 选用 1N60 型。扬声器 BL 选用 8Ω 、 0.5W 的。

电路装好后， K_2 闭合接通电源，在振荡电路的集电极回路中所接的发光二极管 VL 应发光。若将试验开关 K_1 接 TEST 时，检测电路应连续发声，表明电路工作是正常的。

四、电容式液位传感器制作的自动抽水系统电路

在保持储水池水位的自动抽水系统中，通常采用浮标或电极式传感器。浮标传感器的缺点是有活动部件，在冬季易冻结；电极式传感器虽然没有活动部件，但在冬季也被冰块覆盖。利用电容式液位传感器，可克服以上缺点，且运行、保养简单。电容式液位传感器利用储水池的金属壁和垂直放入储水池的金属探杆作为电极，传感器的总电容与水池储水的液位有关。

1. 工作原理

自动抽水站系统的电路如图 3-4 所示。电容传感器 C_X 与 R_7 、 R_8 和 R_{P1} 组成交流测量电桥。 $IC_{1.1}$ 和 $IC_{1.2}$ 构成振荡器，经 $IC_{1.3}$ 放大、 $IC_{2.1}$ 和 $IC_{2.2}$ 组成的 RS 触发器整形，再经晶体管 VT_1 和 VT_2 电流放大，为电桥提供交流电源。测量桥输出的信号加在由比较器 $IC_{3.1}$ 、 $IC_{3.2}$ 和运算放大器 A_1 构成的同步检波器上，检波器将交流信号的幅度变化转换成正比于传感器电容 C_X 的直流电平。调节 R_{P2} 可调整同相信号部分的衰减系数。直流放大器 A_2 、 A_3 将信号电压放大到所需要的电平。RC 滤波器 (R_{18} 、 C_5) 抑制已放大直流信号中的交流分量。电位器 R_{P3} 为直流放大器调平衡。已放大的信号加在水位上限比较器 A_4 的同相输入端和水位下限比较器 A_5 的反相输入端。 A_4 的阈值电位高于 A_5 的阈值电位，它们分别由 R_{P4} 、 R_{P5} 调整。由于二极管 VD_1 、 VD_2 的限幅作用， A_4 和 A_5 输出的低电位不低于 -0.7V 。

当储水池中无水或水位很低时，信号电压低于 A_5 的阈值电位， A_4 输出为低电平， A_5

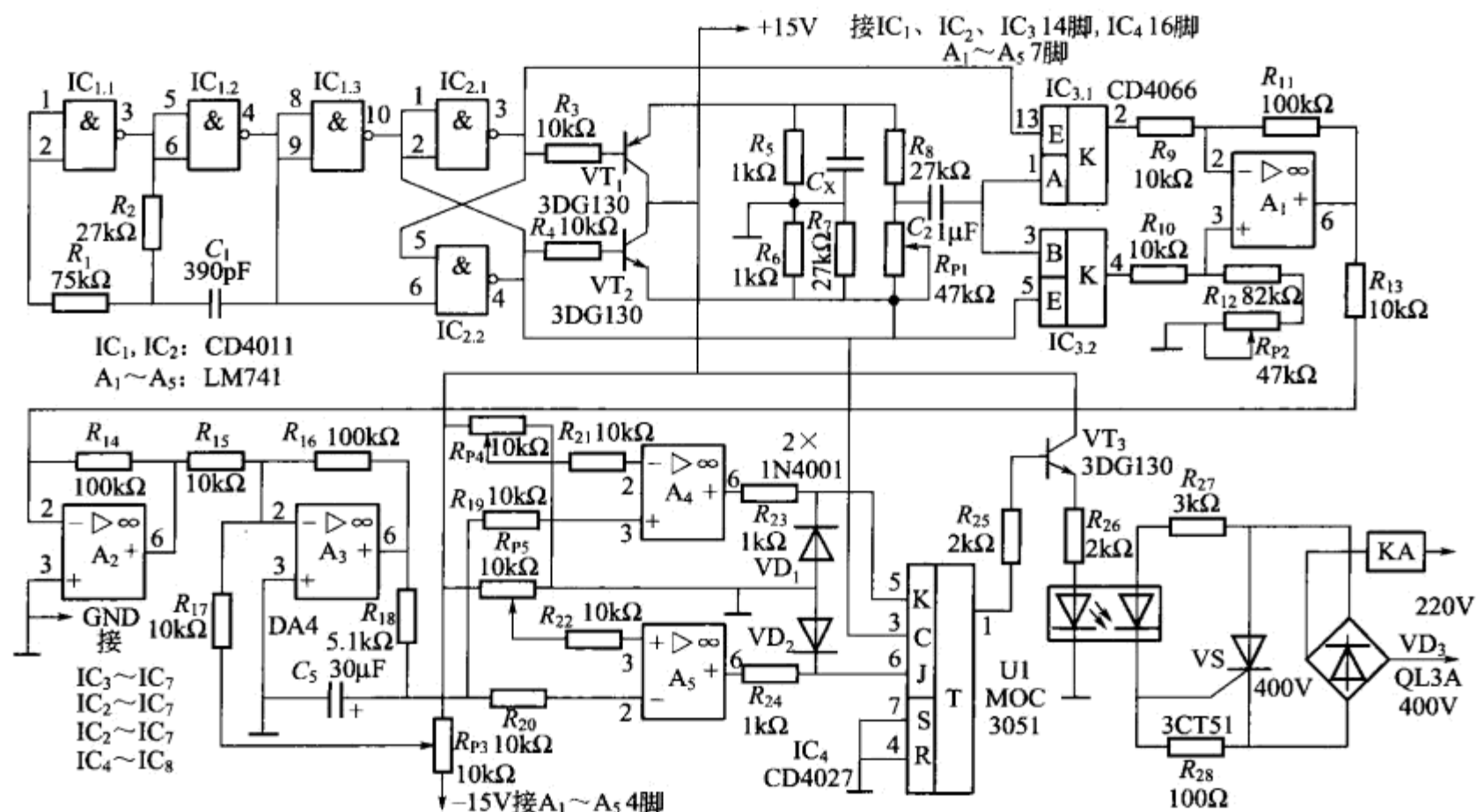


图 3-4 电容式液位传感器制作的自动抽水系统电路

输出为高电平。该液位信号电压直接加到触发器 IC₄ 的 K、J 输入端，即 K=0、J=1，JK 触发器 IC₄ 输出高电平。VT₃ 和晶闸管 VS 导通，水泵电动机开始工作，向水池注水。

随着水位上升，传感器电容增大，水位检测电路输出电压升高，当达到低液位标志时，A₅ 输出低电平，A₄ 仍输出低电平，即 K=0、J=0，JK 触发器 IC₄ 输出状态不变，水泵继续工作。

当水位达到上限标志时，A₄ 输出高电平，A₅ 仍输出低电平，即 K=1、J=0，JK 触发器 IC₄ 输出转换到低电平，VT₃ 截止，VS 关断，水泵断电停止工作。

在水消耗过程中，水位变低，A₄ 输出为低电平，触发器 IC₄ 的 K=0、J=0，IC₄ 的输出状态不变。直至水位下降到低位标志时，触发器 IC₄ 的 K=0、J=1，IC₄ 输出高电平，重新接通水泵电源。

电容传感器是垂直放入水池中而与水绝缘的导体（如带外皮的导线），传感器的长度与储水池的深度有关，其位置相对于水池中各点无严格要求。但是传感器的位置必须固定，以保证在运行过程中电容不发生改变。如果储水池由混凝土制成，必须在水池中垂直放入两个导体，彼此间隔一定的距离。

自动抽水控制系统由 ±15V 双极性稳压电源供电，消耗的电流不大于 2×100mA。

2. 调试

首先将比较器 IC_{3.1}、IC_{3.2} 输出之间短路，调节 R_{P2} 使 C₅ 上电压最小，然后调 R_{P3} 使直流放大器平衡，电容器 C₅ 上的电压等于零。此后断开比较器输出端。在空的储水池里安装传感器并将其接至电路 C_x 处。调 R_{P1} 平衡测量电桥，使 C₅ 上的电压最小。此时液位比较器 A₅ 输出高电平，而上限液位比较器 A₄ 输出低电平。然后向水池注水，当水位达到低位标志时，调 R_{P5} 使比较器 A₅ 输出为低电平。当储水液位达到上限标志时，调 R_{P4} 使比较器 A₄ 输出为高电平。最后，在储水池水位变化的情况下，检查接通继电器和水泵的控制部件的工作是否正常。