

实验四十六 DIY 实验一电磁混合磁悬浮实验

一、实验任务

1. 了解电磁悬浮的基本原理和技术实现途径，设计多谐振荡器和脉宽调制器；
2. 焊接非稳态多谐振荡器和脉宽调制器电路板，调整和测试各电路板的参数及波形；
3. 在面包板上按线路图连接各电路部分，悬起物体；
4. 拓展内容：改变实验参数，探究影响磁悬浮效果的因素。

二、操作要点

1. 焊接电路板之前，首先要计算并测试各分立电子元件的参数（电阻、电容的数值）。多谐振荡器周期公式为： $T_1 \approx 0.7(R_{V1} + R_1 + 2R_2)C_1$ ，本实验要求多谐振荡器输出时钟信号的频率大于 100 kHz。脉宽调制器周期公式为： $T_2 \approx 1.1(R_{V2} + R_4)C_3$ ，本实验要求脉宽调制器输出的频率大约为多谐振荡器输出频率的 1/10。

2. 将电子元件正确的插入线路板（PCB）相应的位置上，用电烙铁焊接元件。注意不要虚焊，也不能焊接时间太久，否则容易过热而损坏元件。

3. 焊接好线路板之后，将线路板安装进插件盒中。然后分别对线路板进行测试。首先选好电源电压（注意：集成电路组件的供电电压有严格要求，电压过高会瞬间烧毁组件），12V 和 5V 电源不要接错。然后测试组件供电是否正常，用示波器观察输出波形是否正确（输出幅度和频率等）。

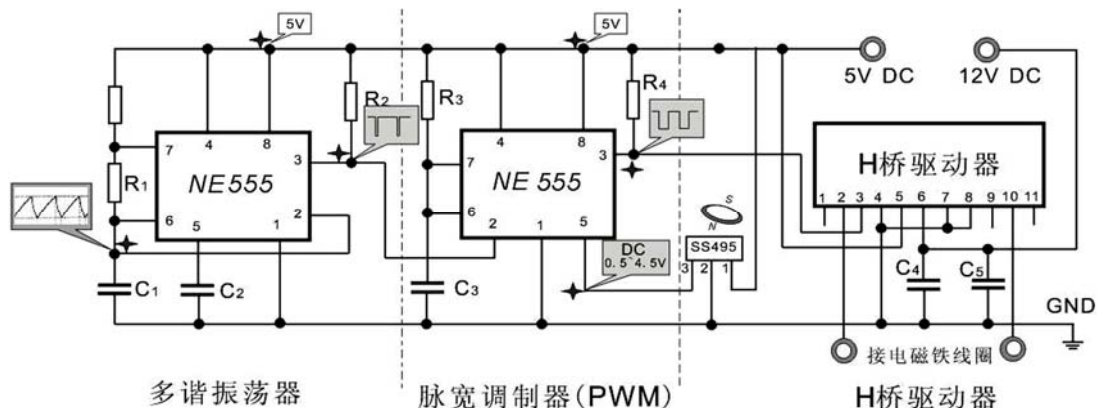
4. 用导线连接各线路板，继续用示波器观察各个线路板的输出波形是否正确。如果波形正确，可以试着将物体放在电磁铁的正下方并上下移动，感觉一下手受到的力是怎样的？如果明显的感觉到一直是斥力，可以将电磁线圈的两个接点对调一下，改变一下电磁铁的出力方向。然后慢慢地将物体由远至近靠近电磁铁，如果电磁铁出力方向正确，此时用手向上或者向下推动物体，都会感觉到方向相反的力。此时松开手，物体会在电磁铁下方的某一点悬浮。

5. 调试多谐振荡器和脉宽调制器输出参数，使物体能够稳定悬浮 10 秒以上。

6. 拓展内容：待物体稳定悬浮以后，改变多谐振荡器和脉宽调制器参数，观察输出波形和物体悬浮情况，探究影响磁悬浮效果的因素。

三、电路连线

按下图连线，并测试画星号各点的电压值或波形，记录数据。



四、注意事项

焊接好线路板之后，一定要在老师检查完线路之后方可通电测试及实验。由于本实验所用的集成电路组件较贵重，一旦烧毁将严重影响实验的继续进行，并可能造成其他同学无法继续实验，请同学们一定仔细检查线路的连接，并请老师检查后再通电。

五、报告要求

1. 稳定悬浮起物体后，记录多谐振荡器和脉宽调制器的频率，输出波形，幅度等信息。
2. 详细记录电路板的参数计算和选取过程，制作过程，实验中出现的故障现象和排除故障的方法，以及最后的悬浮效果，有条件的可以在实验报告中附上物体悬浮后的照片。

六、讨论题

1. 本实验中三部分实验电路的功能各是什么？
2. 本实验中影响物体悬浮效果的因素有哪些？
3. 除了霍尔传感器之外，你还能想到哪些位置（或距离）传感器，简述其原理。