

# 基于超声波传感器的平面测绘系统

本实验要求设计制作超声波应用电路，实现超声波测距，并将其应用至二维环境测绘。

## 1. 超声波测距原理

激励信号通过超声波发射器发射超声波，声波在空气中传播，经障碍物反射或者直接传播至超声波接收器，获得收发信号间的时间差 $\Delta t$ ，结合声波在空气中的传播速度 $v$ ，即可得出发射器与障碍物及接收器的距离 $d$ ，如图 1 所示为超声波收发器，T 为发射器，R 为接收器，且管脚中更靠近外壳的为负。



图 1 超声波收发器

## 2. 超声测距参考电路

如图 2 所示为测距的电路结构，核心控制器产生激励信号，为能更好得振荡超声波发射器，将激励信号经过电平转换后加至发射器，接收器接收的声波信号，声波信号经过信号调理模块进行滤波，比较和电平转换，送至核心控制器，核心控制器记录收发时间差，计算距离。

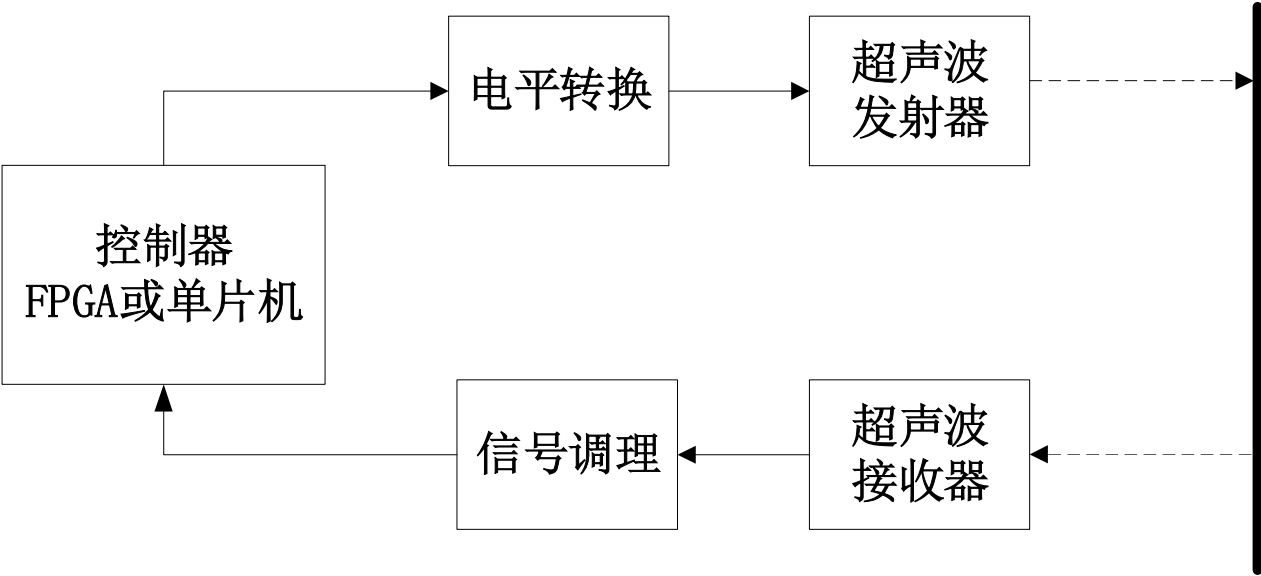


图 2 超声测距系统结构

### (1) 发射端

发射激励信号一般选择  $n$  个 40KHz 的脉冲激励信号，如图 3 所示为通过 Max232 芯片进行电平转换的参考电路，控制器输出两路反相的脉冲激励信号，经过 Max232 转换为电压更高的差分信号激励超声波发射器。

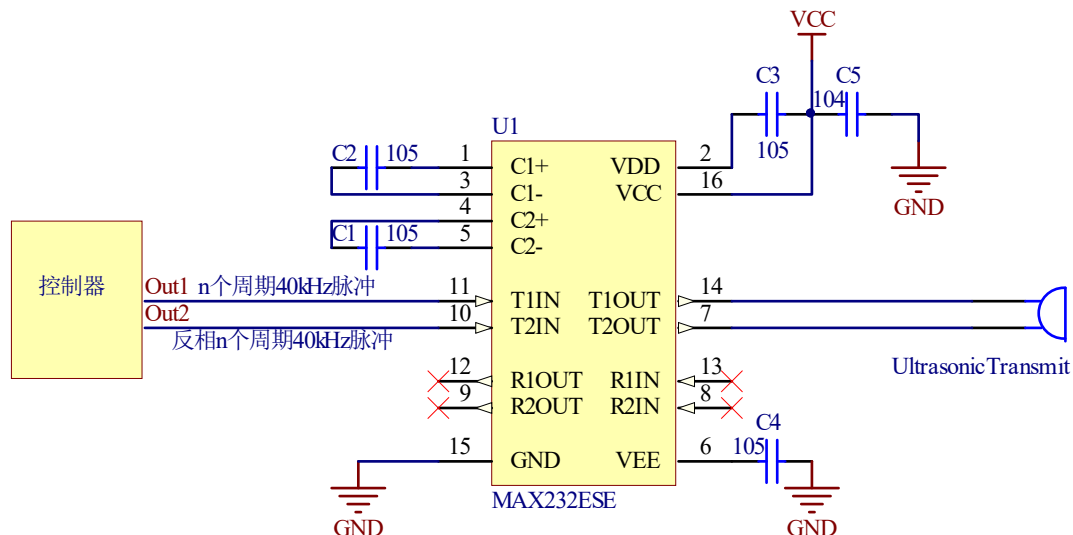


图 3 MAX232 构成发射端参考电路

### (2) 接收端

超声波接收器受到声波振荡后经过滤波电路，滤出与发射段同频信号，经过比较电路、电平转换电路整形出 40kHz 脉冲信号送至控制器进行识别。

如图 4 所示为接收端的滤波参考电路。

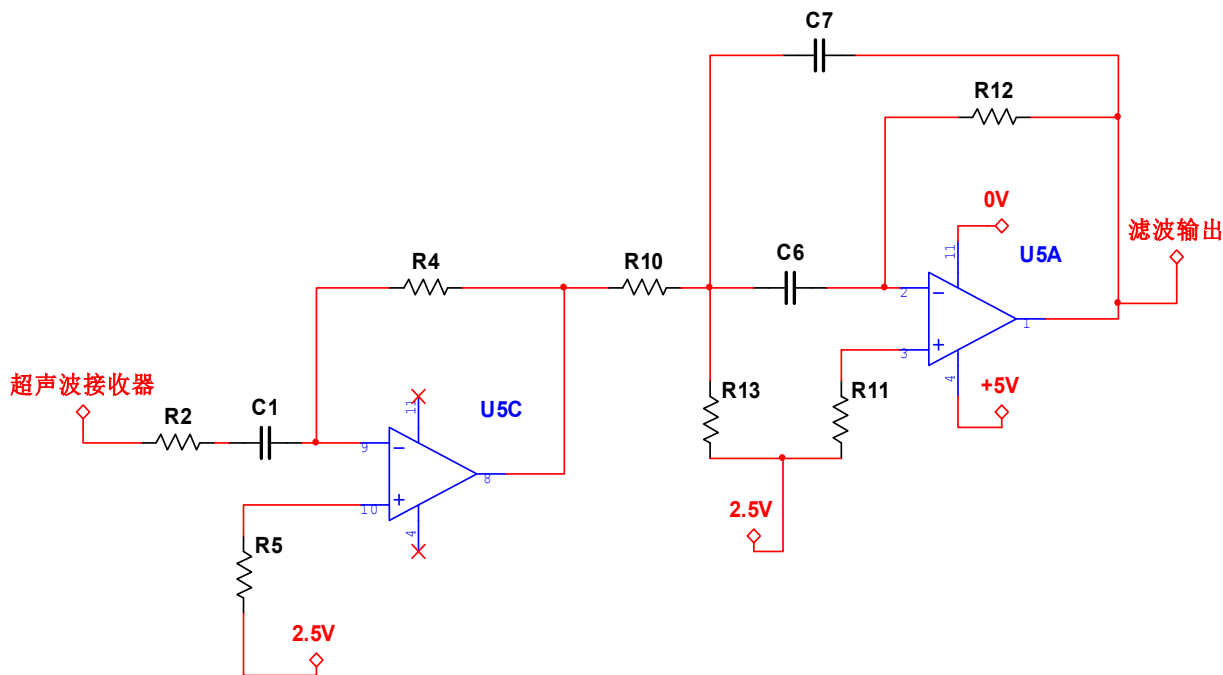


图 4 接收端滤波电路

滤波电路由高通滤波级联带通滤波电路构成，运放使用 LM324，电路采用单电源低电压 5V 供电，将信号进行电压抬高至 2.5V，如图 5 所示为 TL431 构成的 2.5V 基准电路。

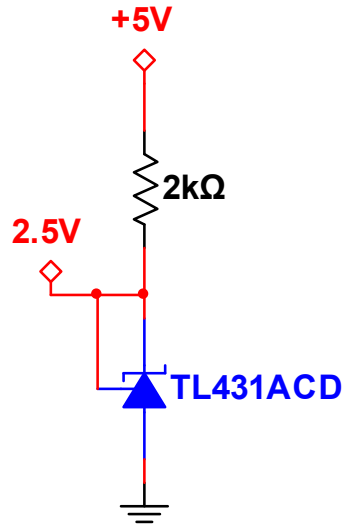


图 5 2.5V 基准电路

如图 6 所示为信号整形电路，由比较电路和 NPN 晶体管构成的电平转换电路组成，将滤波输出信号整形为 40kHz 脉冲信号，高电平为 5V，若需 3.3V 电平可将晶体管供电改为 3.3V。

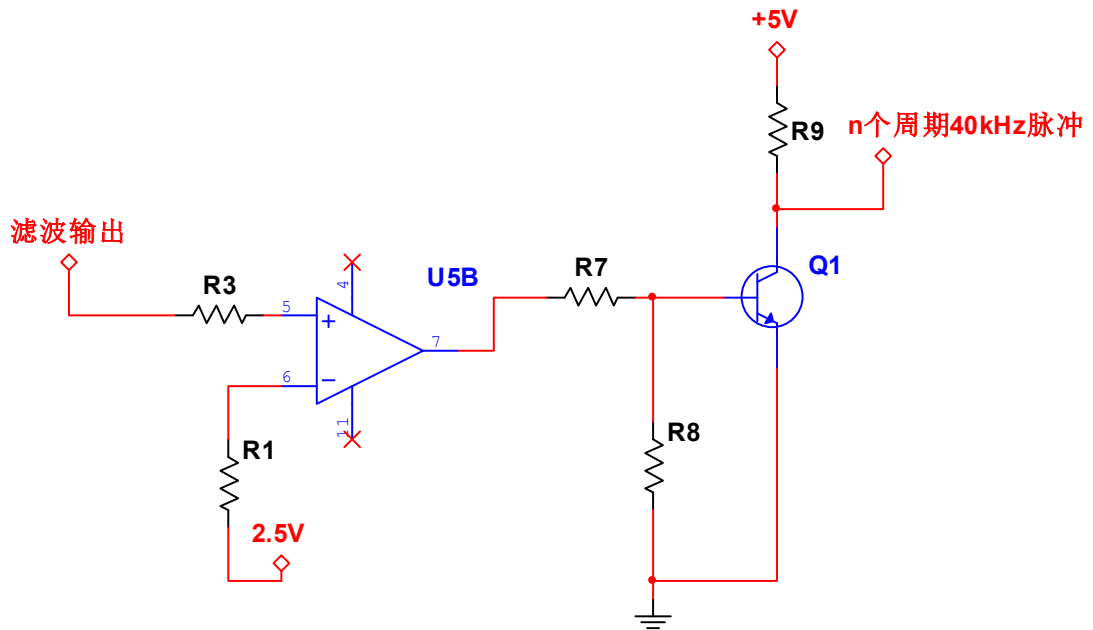


图 6 接收端信号整形电路

如图 7 所示为单次测距接收端实测信号参考，通道 2 为超声波接收器管脚处波形，通道 1 为信号调理输出的 40kHz 脉冲信号波形。

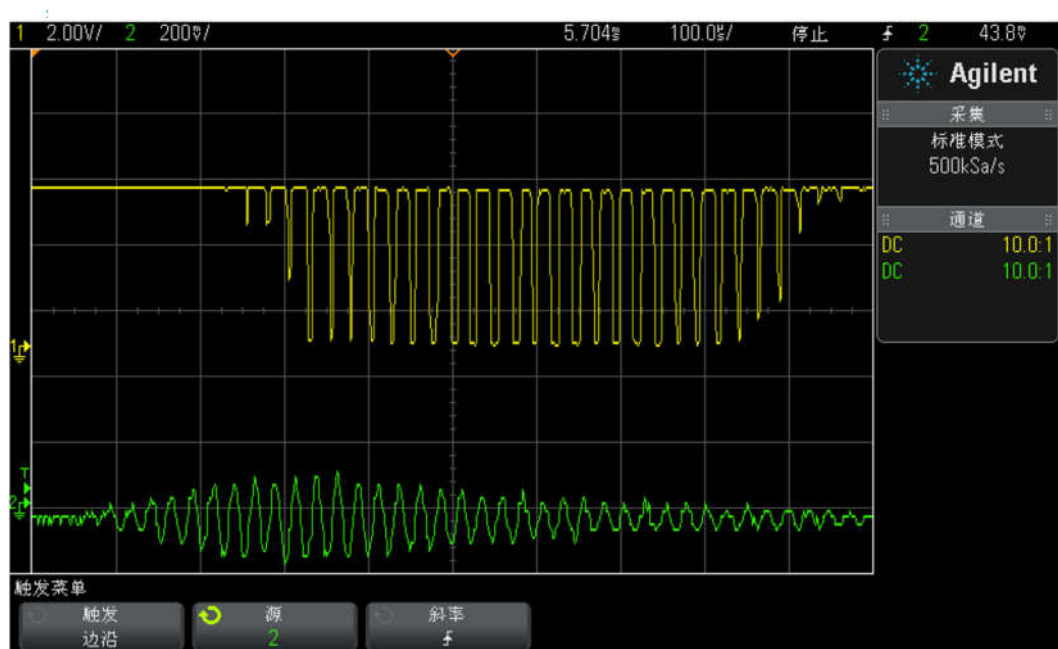


图 7 接收端信号调理实测波形参考

### (3) 控制器软件设计

控制器可根据情况选择 FPGA 板、单片机或其他开发平台，控制器软件设计需要完成：

- 测距激励信号的输出及时间标识；
- 测距接收信号的输入、识别及时间标识；
- 测距的距离计算及结果显示；
- 其他自行扩展内容。

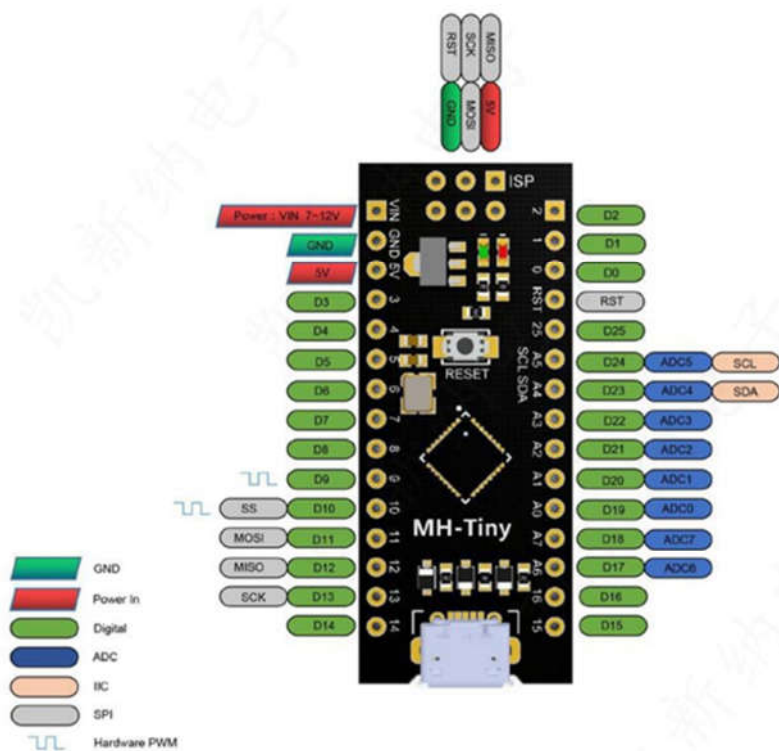
## 3. 二维环境测绘

将超声波测距电路安装在舵机云台上，如图 8 所示为 2 自由度的小型舵机云台，控制器控制水平方向上的舵机转动，可使云台在二维空间内转动，根据转动过程中的测距数据，绘制出适当范围内二维环境的平面图。



图 8 舵机云台

平面图可采用 MH-TINY 单片机控制器外接小屏幕 (LCD5110 等) 或 EGO1FPGA 板 + 标准 VGA 显示器显示。



MH-Tiny 板管脚图

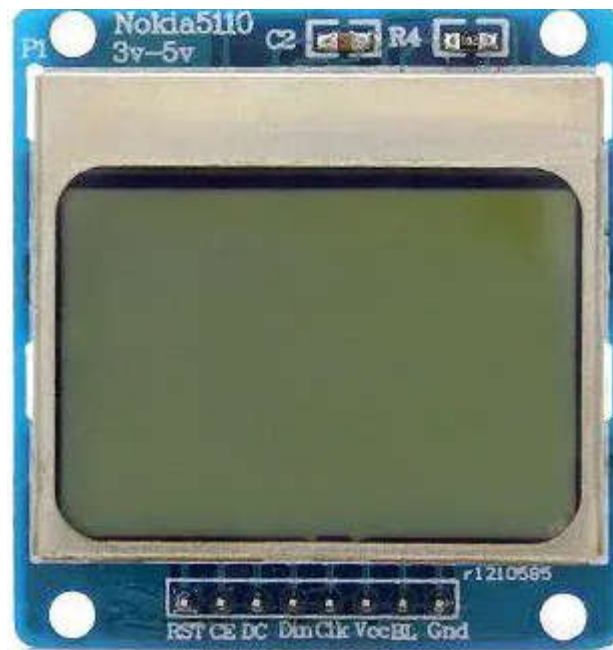


图 9 LCD5110 模块

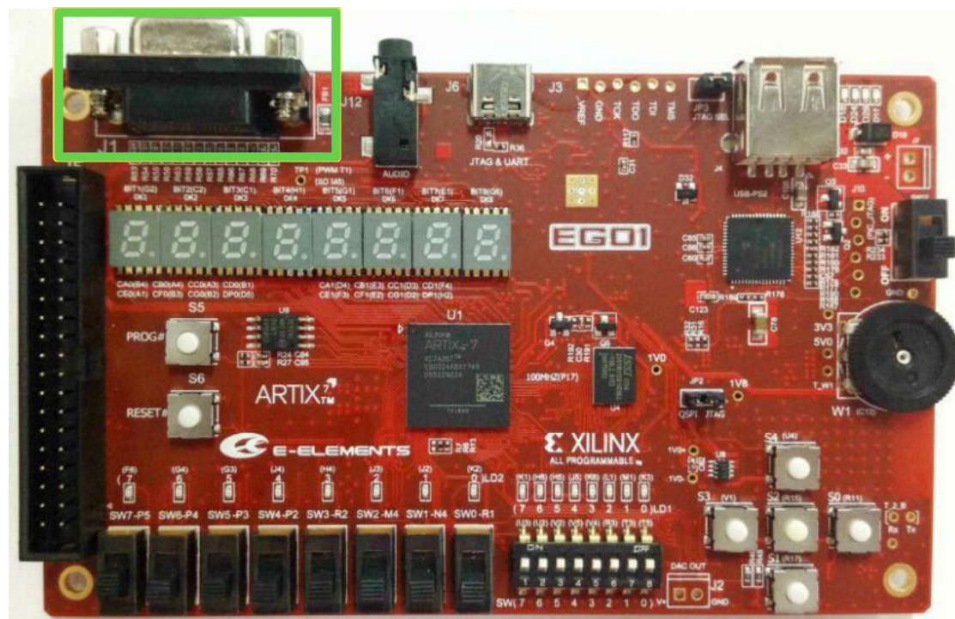


图 10 EGO1 板 VGA 接口

#### **4. 基本要求**

- (1) 采用洞洞板或面包板自制超声波测距硬件电路（不得采用成品超声波测距模块）；
- (2) 设计控制器程序实现超声波测距并显示距离；
- (3) 实现适当范围内自动二维平面图测绘；
- (4) 完成作品展示，撰写实验报告。

#### **5. 扩展要求**

- (1) 控制舵机云台在 2 自由度上的转动；
- (2) 实现适当范围内三维空间图测绘；
- (3) 其他自拟功能