

浙江大学

开题报告

课程名称：电子电路系统综合实验

姓 名：黄嘉欣 刘懿萱

学 院：信息与工程学院

系：信息与工程学系

专 业：信息工程

学 号：3190102060 3190102345

指导教师：楼东武 陈鹏飞 崔宁

2021 年 7 月 14 日

浙江大学开题报告

专业：信息工程
姓名：黄嘉欣 刘懿萱
学号：3190102060
3190102345
日期：2021 年 7 月 14 日
地点：东四-320

课程名称：电子电路系统综合实验 指导老师：楼东武 陈鹏飞 崔宁 成绩：_____

实验名称：基于单片机和蓝牙的心率计设计 实验类型：设计性实验

一、项目背景

随着全球科技与经济的飞速发展，关爱生命与健康已经成为全人类的共同追求。众所周知，心脑血管疾病是危害人类生命健康的主要疾病之一，且近年来，由于人们的饮食习惯不合理、生活节奏加快等原因，心脑血管疾病的发病率更是呈现出逐年上升的趋势。如何科学及时地对人体心血管健康进行监测，已成为一个越来越重要的研究课题。

自上世纪 80 年代以来，各种应用型人体心率传感器被不断开发，但大部分都被常用于大型医疗机构中，无法满足患者随时随地自我检测的需要。为了补足这方面的缺陷，本项目以设计出一款便携、功能齐全的心率计为目标，利用光电传感器检测人体内血液流动时对光的透过率或反射率不同而将其转换成电信号的方法对用户心率进行检测，为预防心血管疾病贡献出一份力量。

二、实验目的

- ① 学习掌握用 STC12C5616AD 单片机设计心率计；
- ② 学习掌握红外收发管、蓝牙模块及 LCD1602 液晶显示屏的使用；
- ③ 进一步掌握 PCB 电路板的设计和制作。

三、实验任务与要求

- ① 用 STC12C5616AD 设计心率计，要求实现功能：
 - a) 采用红外传感器，将人体心率脉动转变成为电信号，测量用户心率；
 - b) 设计有放大、整形电路，能够将微弱的模拟电信号放大、转换为数字信号；
 - c) 输出有 AO、DO 两种；
 - d) 将用户心率信息显示在 LCD1602 显示屏上，并通过蓝牙模块发送到手机 APP；

e) 按键功能：第一次按下开关后，开始测量用户心率；第二次按下开关后，结束测量；

第三次按下开关后，心率信息清零；

f) 当用户心率异常时，蜂鸣器警报。

② 设计电路，完成相应器件的选择和参数计算，制作电路板；

③ 编制与调试心率计程序。

四、实验原理与设计

本实验采用 STC12C5616AD 单片机设计心率计，主要功能部分由单片机直接驱动，其中，红外收发管用于收集用户心率，LCD 显示模块用于心率数据显示，蓝牙模块用于传输数据，蜂鸣器用于报警。此项目既涉及到 STC 单片机硬件设计，也涉及到软件功能调试，其中硬件参考电路图如下(未使用单片机)：

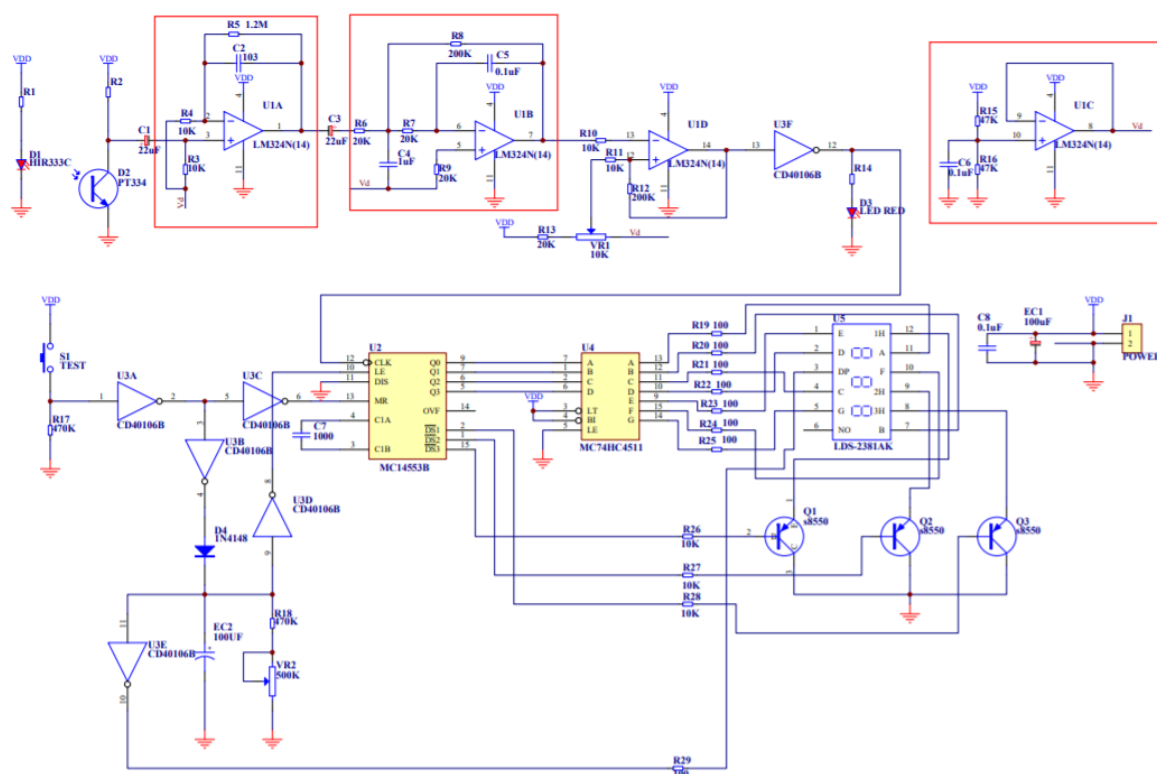


图 4.1 硬件设计参考电路图

根据实验设计要求，可以将心率计电路分为如下图四个部分，即：

① 光电转换电路，由红外光电传感器将血液脉动引起的光信号变化转换为微弱的电信号，信号幅度约为 2mV，频率为 0.7-3.5Hz；

② 放大、滤波电路，将传感器传递出来的电信号进行放大、滤波；

③ 整形电路，进一步将电信号转换为数字信号；

④ 单片机控制电路，由单片机对数字信号进行分析、处理，并将结果输出到蓝牙模块与 LCD 显示屏。

电路流程图如下：

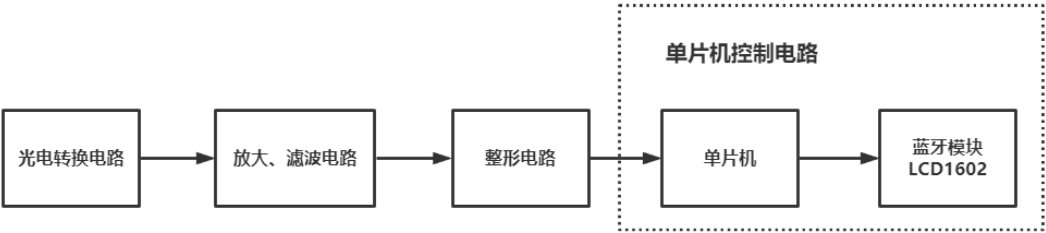


图 4.2 硬件设计电路流程图

五、实验设备

- ① STC12C5616AD
- ② 面包板
- ③ 红外收发管、LCD1602、蓝牙模块
- ④ 开关、导线、电阻、蜂鸣器、LED 灯等

六、实验步骤与设计结果

① 原理图设计

根据参考电路图和示例代码，结合单片机实物，我们可以确定各个功能模块与单片机管脚接口的对应连线关系为：

表 6.1.1 功能模块与单片机接口

功能模块 Pin	单片机 Pin	功能模块 Pin	单片机 Pin	功能模块 Pin	单片机 Pin
LCD VSS	GND	LCD DB0	P1.0	LCD DB5	P1.5
LCD VDD	5V	LCD DB1	P1.1	LCD DB6	P1.6
LCD RS	P3.2	LCD DB2	P1.2	LCD DB7	P1.7
LCD R/W	P3.3	LCD DB3	P1.3	SW-PB4	P2.1
LCD E	P3.4	LCD DB4	P1.4	BEEP	P2.0

设计步骤：

- a) 放置元件，合理布局：如图，点击在 Altium Designer 菜单“放置(P)->器件(P)”，在弹框中选择“...”，从安装的元件库中选择所需要的元件（注意封装的正确），命

名并放置到画布的合适位置：

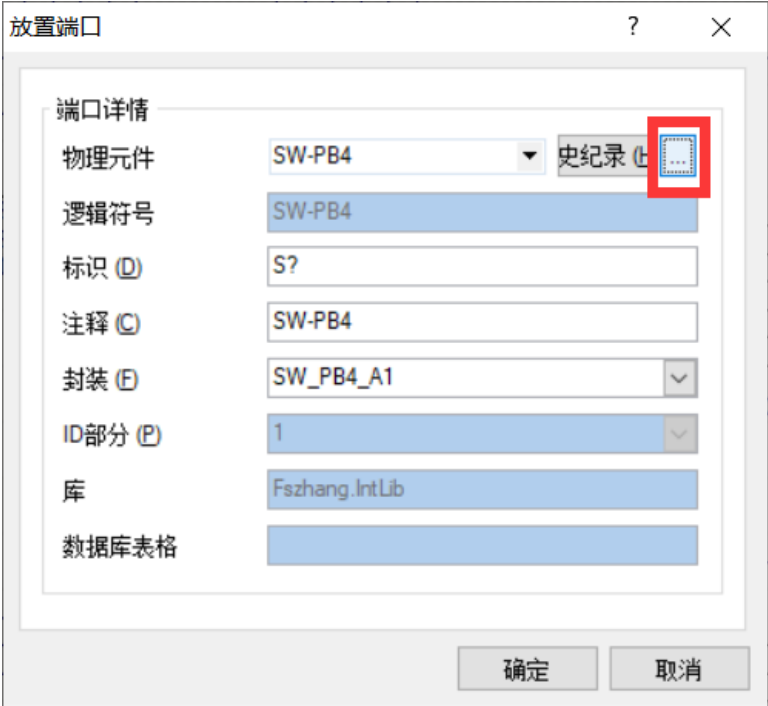


图 6.1.1 放置端口

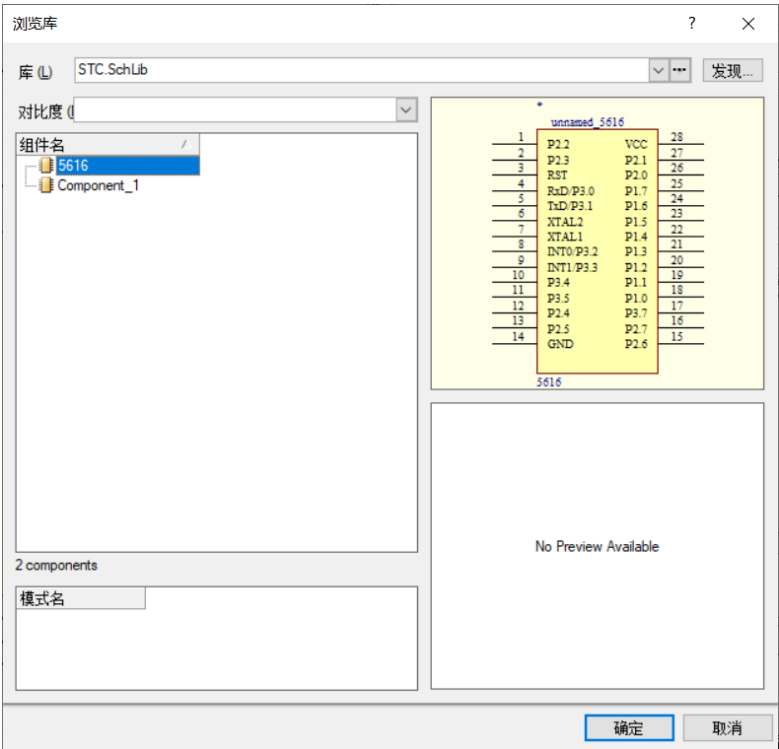


图 6.1.2 选择元件

b) 连线：所有元件放置完成后，根据管脚之间的对应连接关系进行连线。其中，元件管脚与单片机排针接口的对应关系如表 6.1 所示。在菜单中选择“放置线”，如下，

光标将变为十字形，此时可以选择连线的起点、转折点和终点，从而将具有连接关系的管脚连接起来；



图 6.1.3 放置线

- c) 编译与修改：在菜单中选择“工程(C)->Compile Document *.SchDoc”，编译文件，并在下方“System->Messages”中查看编译信息。若显示有 Error，则需要对对应部分进行修正，直到没有报错为止，如图所示：

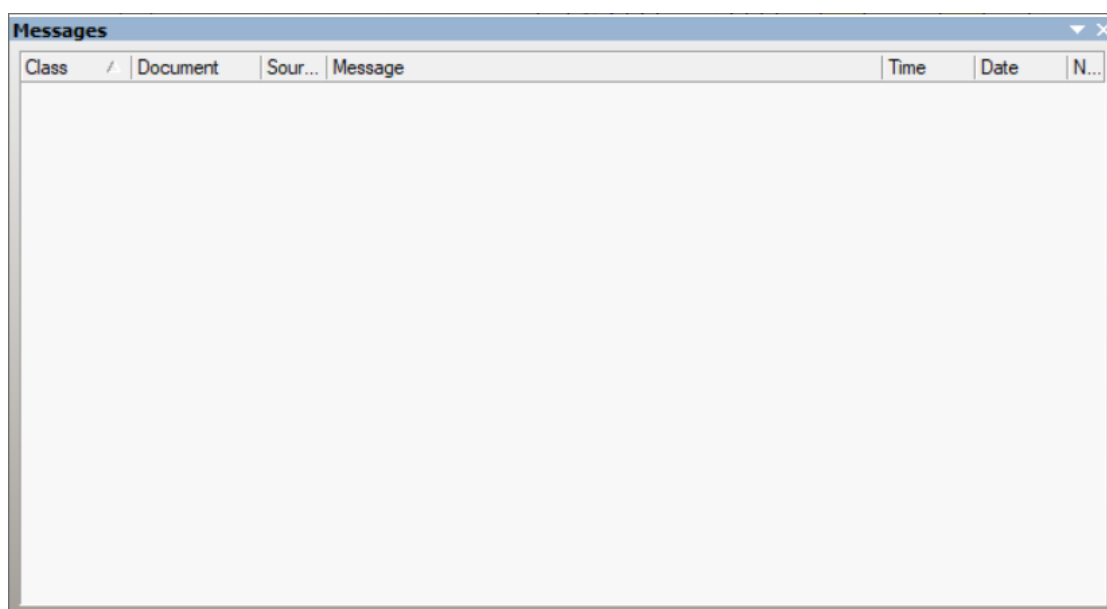


图 6.1.4 编译信息

最终得到的原理图如下图所示：

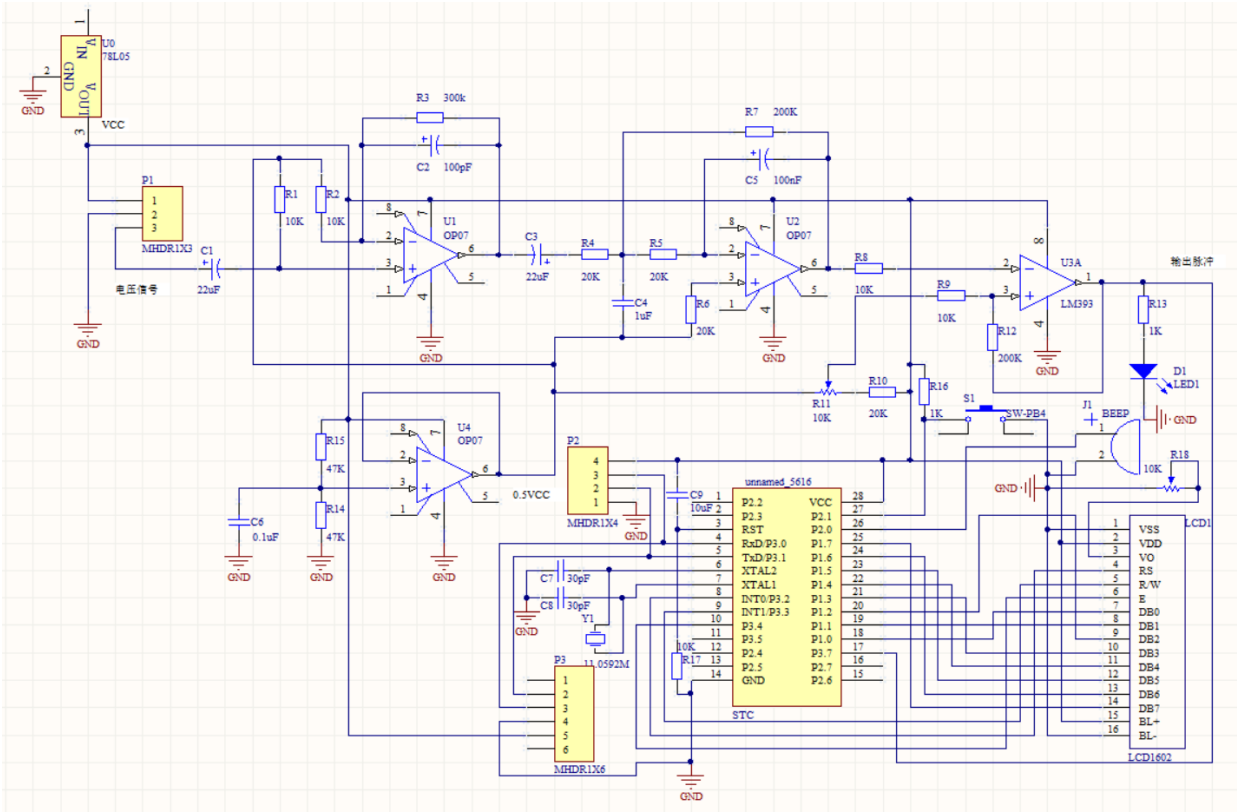


图 6.1.5 电路原理图

所用核心器件为：STC12C5616AD、红外收发管、LCD1602 液晶显示屏、蓝牙模块、单运放 OP07、双比较器 LM393、LED 灯、蜂鸣器、晶振、电阻、开关，列表如下：

表 6.1.2 所需元件列表

器件名称	数量
电源接口	1
红外收、发管	1
单运放 OP07	2
双比较器 LM393	2
蜂鸣器	1
单片机 STC12C5616AD	1
蓝牙模块	1
LED 管	1
滑动变阻器	2
开关	1

LCD1602 液晶显示屏	1
晶振	1
电阻	若干
电解电容、瓷片电容	若干

② 原理图电路说明

a) 电源接口与光电转换电路

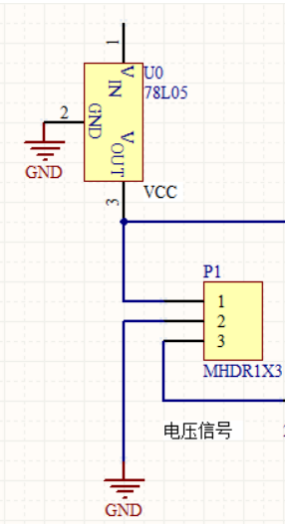


图 6.2.1 电源接口与光电转换电路

说明：电源接口采用 7805；使用三脚排针和杜邦线与红外收、发管相连，将由光信号转化而来的电压信号引到电路板上。

b) 2.5V 电压产生电路

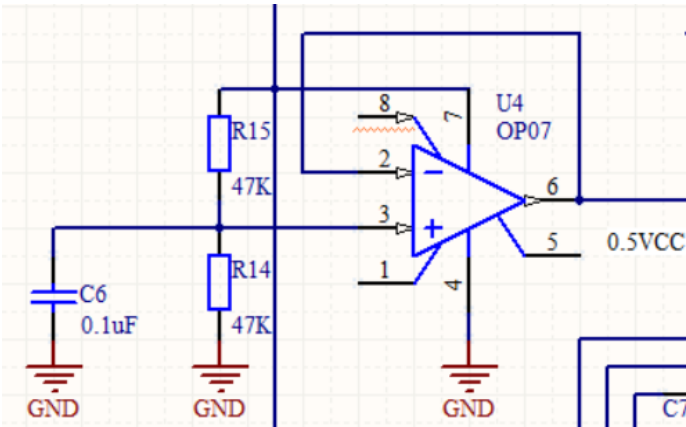


图 6.2.2 2.5V 电压产生电路

说明：输入 5V 电源，相等阻值电阻分压，由虚短可知，运放 2、3 两脚电压皆为 2.5V，从而输出也为 2.5V。

c) 第一级放大电路

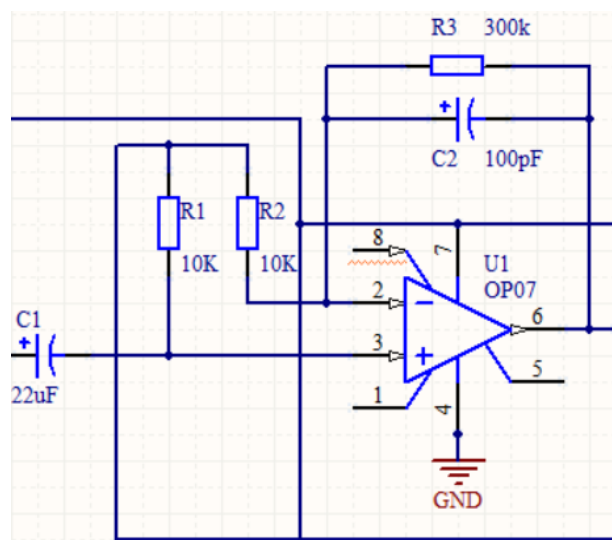


图 6.2.3 第一级放大电路

说明：先将输入电压信号隔直滤波，再进行放大，放大时直流分量上调 2.5V，交流幅度放大 30 倍。

d) 第二级滤波、放大电路

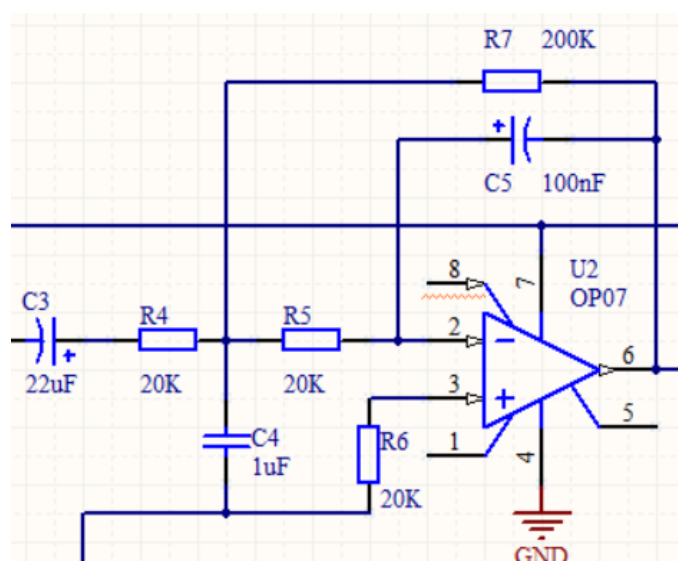


图 6.2.4 第二级滤波、放大电路

说明：将上一级的输出信号隔直后通过二阶反相型低通滤波器，放大倍数为 10 倍，

其中 R5、R7、C4、C5 构成了二阶低通电路。

e) 整形电路

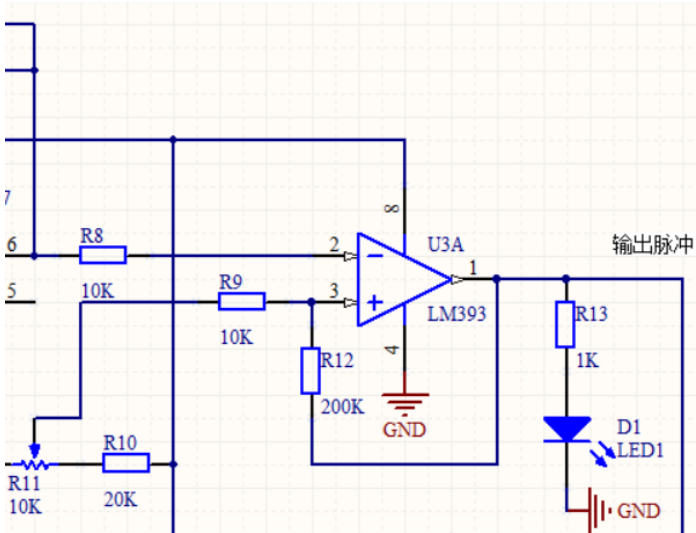


图 6.2.5 整形电路

说明：将放大后的信号通过迟滞比较器，其一端电压可受滑动变阻器阻值变化而调节，输出为脉冲信号。LED 灯可随用户心跳进行闪烁。

f) 单片机控制电路

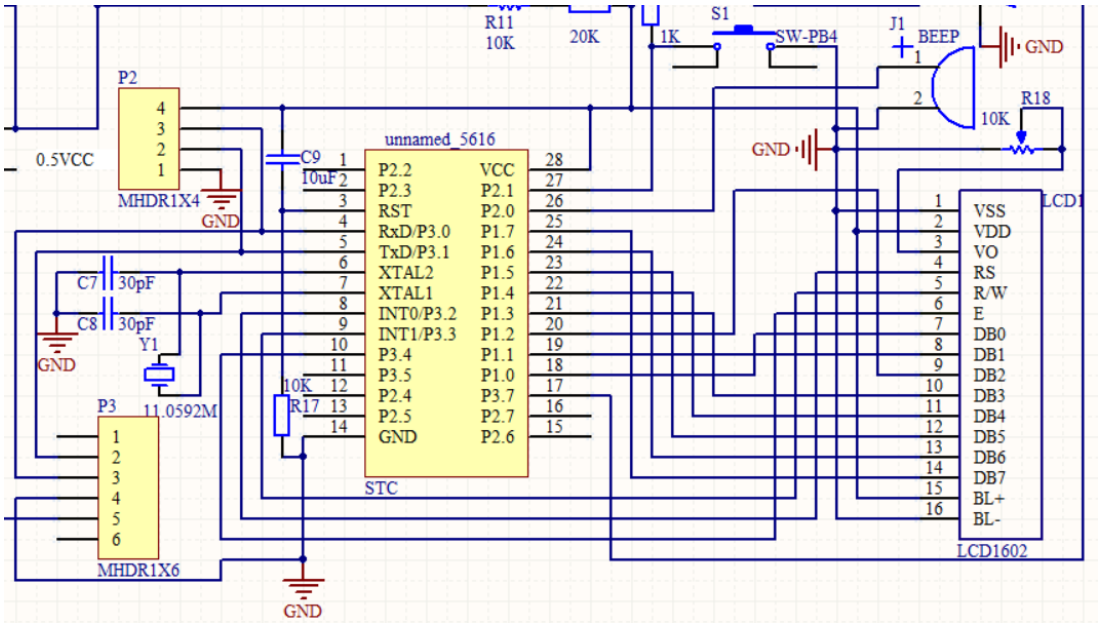


图 6.2.6 单片机控制电路

说明：将脉冲信号输入单片机，经分析、处理后，单片机能根据程序在 LCD 显示屏上输出指定的信息，并将数据发送给蓝牙模块。单片机具有上电复位与报警功能，

开关按键可以根据用户需要执行开始测量、结束测量、重置等功能。

③ OrCAD 仿真

a) OrCAD 仿真电路图:

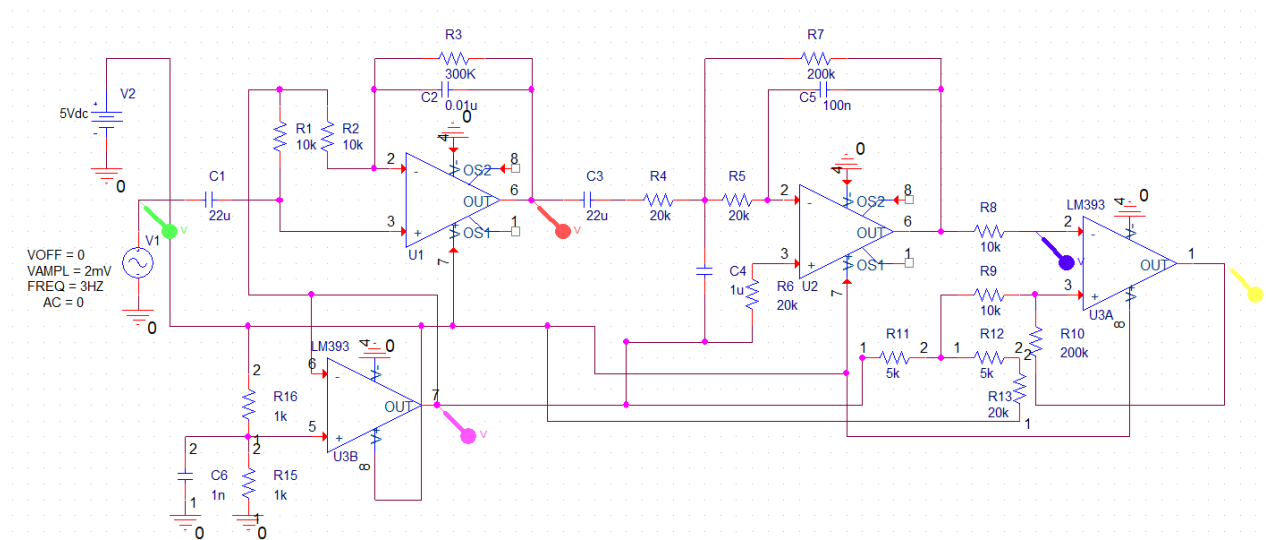


图 6.3.1 OrCAD 仿真电路图

b) 仿真波形如下:

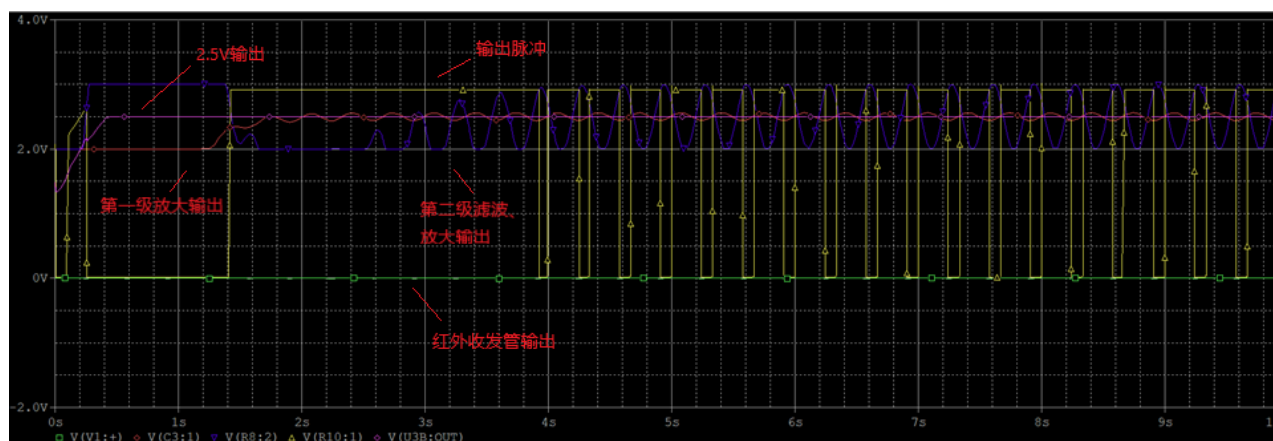


图 6.3.2 OrCAD 仿真输出波形

分析：如图，2.5V 电压产生电路的输出在一段时间后稳定在 2.5V 左右，满足设计要求；经过第一级放大电路后，电压信号的直流分量提高到 2.5V，幅度也有所放大，经过第二级滤波、放大电路后，电压幅度继续增大，从而在时间上与迟滞比较器的另一端输入电压存在周期性的差异，使得比较器输出为脉冲信号，并传输给 STC 单片机进行处理。综上所述，电路设计正确。

④ PCB 版图设计

由③可知，①中电路设计正确，故可以开始 PCB 版图绘制。其步骤如下：

- a) 导入原理图数据：在工程下新建 PCB 文件并保存，点击菜单“设计(D)->Update PCB document”，在弹出窗口中选择“生效更改”、“执行更改”，如图所示：

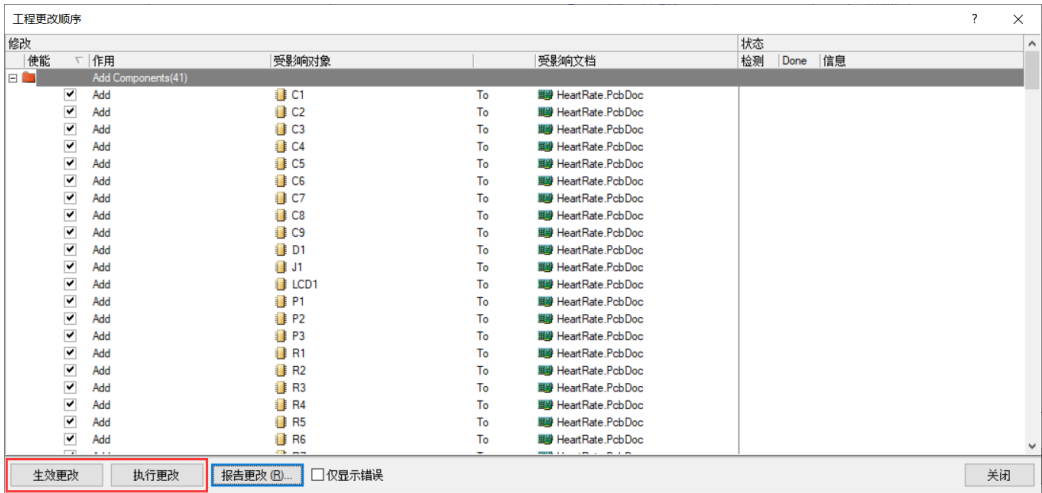


图 6.4.1 导入原理图数据

此时 PCB 文件中会出现所用元件的封装，注意：导入原理图数据前需要选择正确的元件封装。

- b) 设置 PCB 板大小、形状等：将板参数选项设置完成后，根据所需电路板大小，在菜单中选择“放置(P)->禁止布线->线径”，画出电路板的外形（10*10），如图：

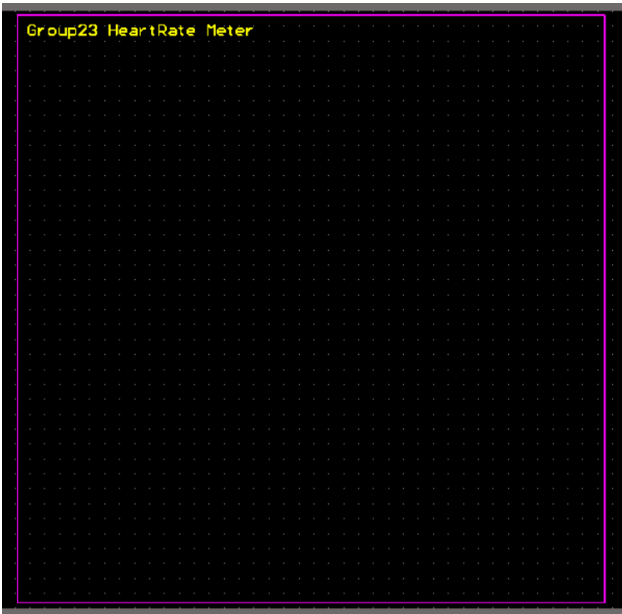


图 6.4.2 PCB 板形状

据此可以留出部分边距，选择“设计(D)->板子形状->按照选择对象定义”，裁剪出相应大小的 PCB 板：

- c) 合理放置元件(布局)、布线：将各元件放置在 PCB 板上合适的位置，尽可能使飞线短且交叉少，同时元件布局紧凑整洁；完成后，点击“放置(P)->Interactive Routing”，开始布线。在布线过程中，为了提高布通率和抗干扰能力，使电路联通更加整洁有序，我们选择了双面布线。最终得到的 PCB 版图如下：

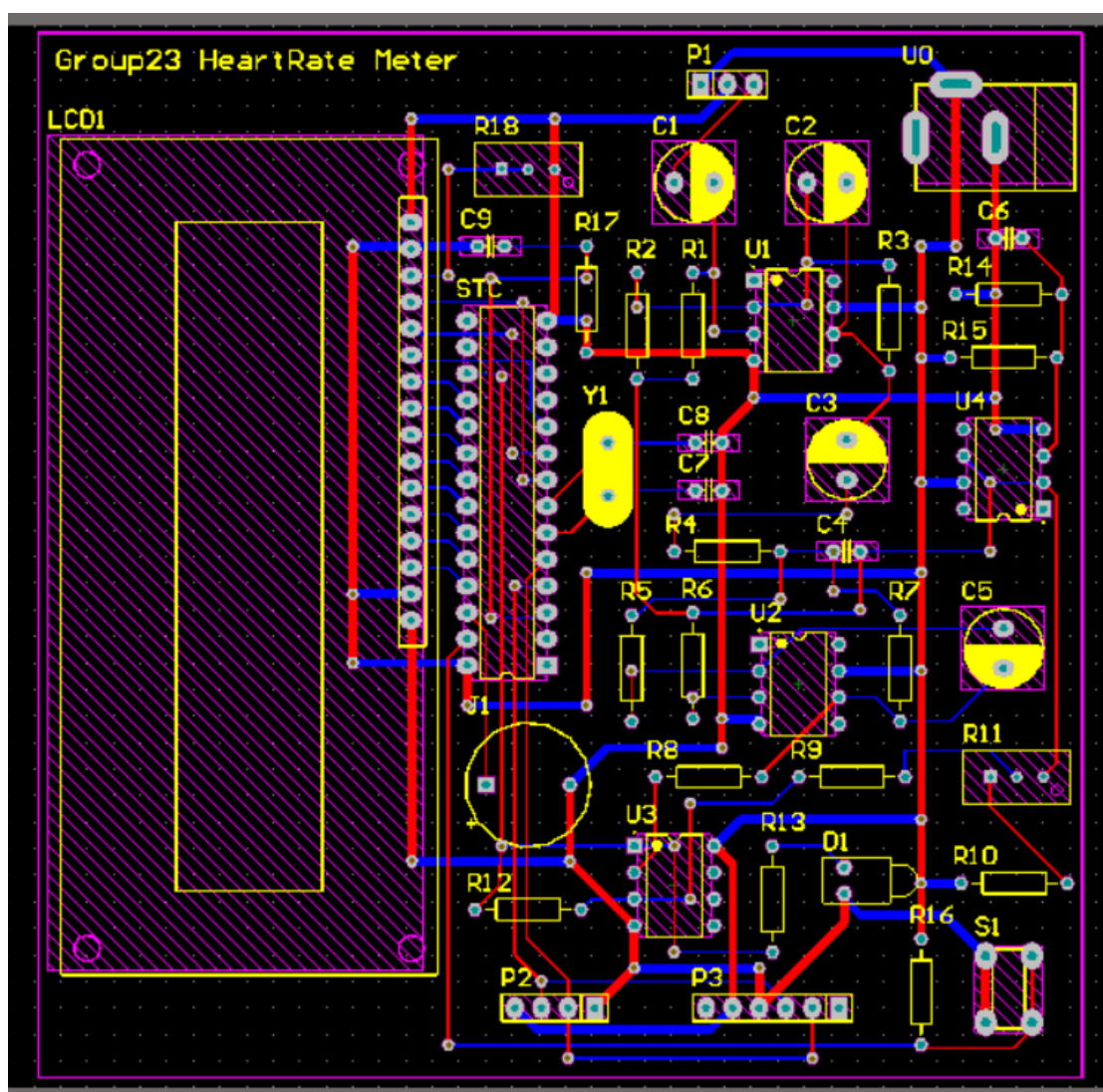


图 6.4.3 PCB 版图

七、实验进度安排

7 月 9 日-7 月 11 日：基础知识学习；

7 月 11 日-7 月 13 日：电路硬件设计、PCB 版图设计；

7 月 14 日-7 月 17 日：电路软件设计；

7 月 18 日-7 月 19 日：电路安装与调试；

7 月 20 日：实验总结、报告上交。

八、总结与体会

心率，反映了心脏的工作状态。心率计是医学检查中比较常用的一款设备，使用十分普遍，因而对其便携性、简便性提出了很高的要求。在本次实验当中，我们基于 STC12C5616AD 单片机设计了一款便携式心率计，其硬件电路主要由信号采集、信号放大、A/D 转换三部分构成，并将转换后得到的脉冲传入单片机进行处理与输出，通过程序，用户的心率信息将会在 LCD 显示屏及手机 APP 上得到展示。

心率计设计，既是对我们学习能力的一次锻炼，也为我们专业技能的掌握提供了机会。现如今，我们已经完成了电路 PCB 版图的设计，在此基础上，我们将进一步展开对单片机程序的学习和编写，将其功能转变为现实。相信，当电路完成之时，我们的综合能力，又将会得到一次巨大的提升。