

# 学习型红外遥控器的设计和实现

## 一、基本任务

家用电器中普遍使用红外遥控器控制家电运行，本课题利用 FPGA 实验板上的红外收发模块，接收任意一种红外遥控器的信号并解码；再使用 FPGA 实验板发送遥控信号控制家用电器。要求如下：

1. 使用 FPGA 实验板上的红外收发模块和 QuartusII 软件中的 SignalTap 模块，读取红外遥控器的信号并解码；
2. 使用 FPGA 实验板和硬件描述语言，仿制红外遥控器，发送遥控信号来控制家用电器；
3. 使用 WEBENCH 仿真设计电源管理电路，电源电路的输入可选用充电宝、电源适配器、电池中的其中一种，要求电路可输出的电压（电流）分别为：3.3V（100mA）、5V（1A）和±12V（200mA），且输出电压允许的波动范围为±5%。

## 二、提高任务

1. 自制红外收发模块：使用红外对管、面包板（或 PCB 板）、FPGA 实验板自制红外收发器，并利用它代替 FPGA 实验板上的红外收发模块，实现基本任务中的功能。
2. 远程红外遥控系统：使用 FPGA 实验板 + MIPS CPU、远程桌面软件、串口调试助手等软硬件工具完成一个异地远程遥控系统。这部分内容可以两人一组。

## 三、任务细则

系统硬件设备由 PC 机、FPGA 实验板等组成；主要设计软件为 QuartusII 和其内嵌的 SignalTap 模块。工作流程见图 1。

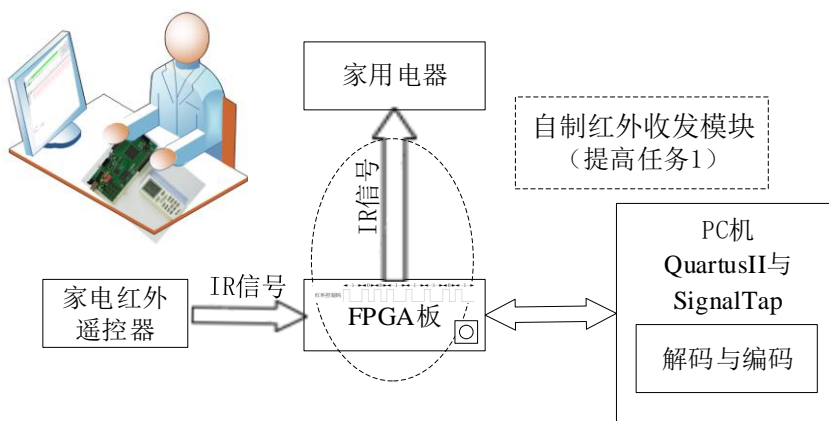


图 1 学习型红外遥控器工作流程图

具体说明：

1. 测量红外遥控器信号的编码和载波频率

使用 FPGA 实验板上的 HSDL-3201 型低功耗红外（IR）收发器，和 QuartusII 中的 SignalTap 模块可以测出红外遥控器的信号编码。常见的红外信号载波频率有 26kHz、36kHz、38kHz、40kHz、56kHz、80kHz；测量信号编码时，可以根据遥控器说明书中的红外频率信息，调整 SignalTap 的参考时钟（根据采样定理，参考时钟频率应是采样信号频率的两倍以上）。采集

和分析红外遥控器中的一种编码即可。

2. 使用 QuartusII 软件和 FPGA 实验板发射红外信号，从而实现红外遥控功能。

(1) 分析信号编码。本次设计中不需要了解红外编码规则，但需要读懂红外信号波形表示的编码，图 2 是红外信号波形的编码图，供参考。

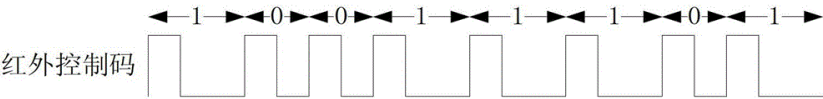


图 2 红外控制信号编码举例

(2) 编写载波信号。

(3) 点击独立按键（例 key0），发射红外信号。

(4) 检验遥控效果。

图 3 展示了使用 signalTap 对一辆红外遥控小车的‘上’、‘下’、‘左’、‘右’键所采集的波形。红外遥控信号的频率是 38kHz，采样频率约为 1.5MHz，使用 SignalTap 采集的波形如下：

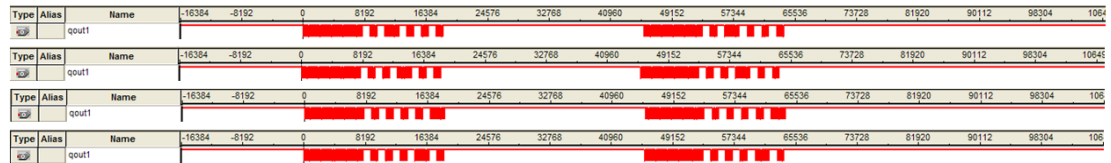


图 3 红外信号采集举例

### 3. 红外收发模块

这部分内容为选做，限制 1 人一组完成。图 4a 给出了 FPGA 实验板中红外收发模块的原理图。从原图中可以看出红外发射功率很小，不能远距离遥控家用电器。请按图 4b 给出的框图，利用实验盒中的元件与 FPGA 实验板，自行设计红外收发模块，提高遥控距离。

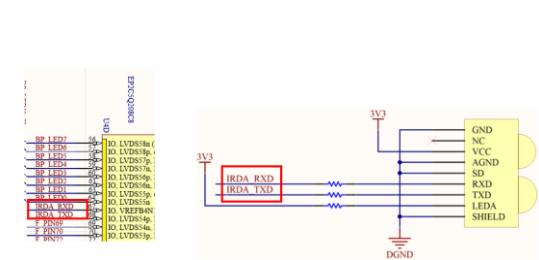


图 4a 红外收发模块原理图

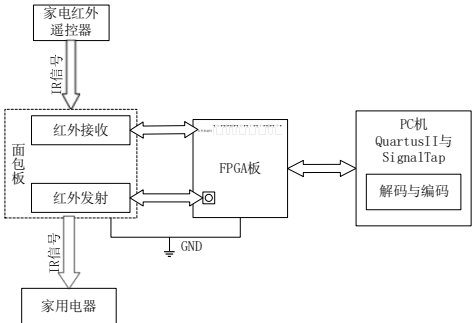


图 4b 红外收发模块设计框图

### 4. 远程遥控

这部分内容为选做，可以两人一组完成。要求 FPGA 内使用 MIPS CPU 为核心电路，将红外信号通过串口传到本地 PC 机内；再经过远程桌面类软件将数据传到远程计算机内；远程计算机将接收的信号通过串口传入 FPGA 实验板，经过红外发射模块控制家用电器。

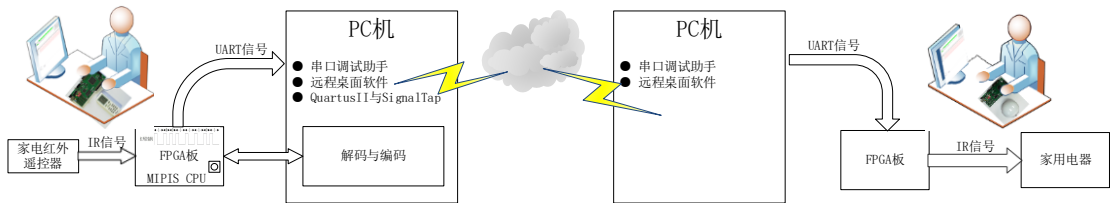


图 5 远程遥控系统框图

四、实验说明

1. RS232 协议

如图 6 所示，RS232 传输数据只需要两条信号线（TXD、RXD），但要制定相应的协议，使接收和发送之间能协调一致。图 6 给出了 RS232 通信中一个字符的传输格式，传输开始前，线路处于空闲状态，信号持续为“1”。传输开始时首先发一个“0”作为起始位，然后传输 8 个数据位，最后发送表示停止位的“1”信号（注意，协议中没有校验位）。至此，一个字符传送完毕线路进入空闲状态，信号持续为“1”。



图 6 RS232 协议传输格式示意图

2. 波特率

RS232 传输数据的快慢用波特率表示。

3. 串口调试助手

串口调试助手负责 PC 机端的数据输入、发送、接收和显示。串口调试助手的工作界面如图 7 所示。操作步骤如下：

① 参数设置

串口选 COM1；波特率为 9600；检验位选 NONE；数据位选 8 位；停止位选 1 位。

② 输入字符

从计算机键盘输入字符，在发送字符显示区显示键盘输入的字符。

③ 发送字符

点击“手动发送”按钮，串口调试助手将字符转成 ASCII 码，经 COM1 口发送给 FPGA。

④ 接收字符

在接收字符显示区接收传入的数据并显示。

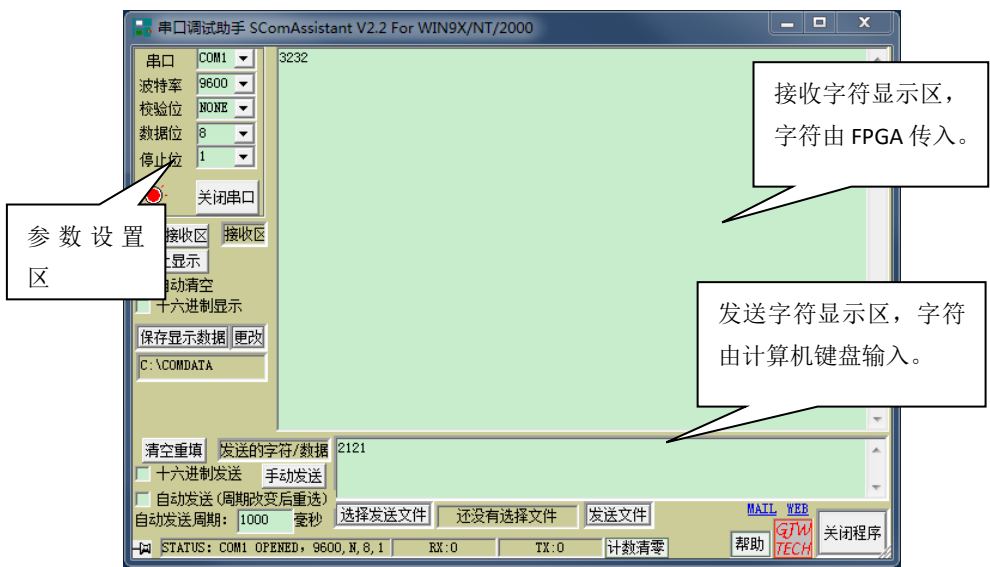


图 7 串口调试助手

4. FPGA 中的接收模块

FPGA 接收模块接收串行数据并完成以下工作：

- 对输入的串行数据采样,采样时钟示意图如图 8 所示

- 将串行数据转成并行数据
- 将并行数据传输到后续模块中

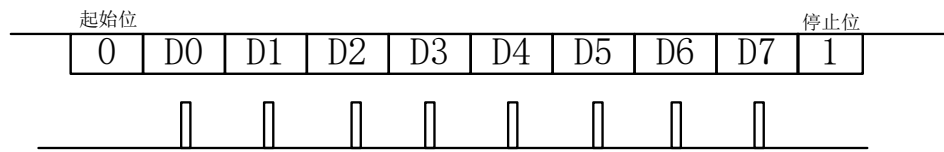


图 8 接收机的时钟示意图

## 5. FPGA 中的发送模块

FPGA 中的发送模块作用是:将输入的数据转换成 RS232 协议的数据, 并将数据发送到 PC 机。