



---

## 摘要

## 目录

<b>一、 设计概述 .....</b>	<b>3</b>
1.1 功能与特性 .....	3
1.2 应用领域 .....	3
1.3 主要技术特点 .....	3
1.4 主要性能指标 .....	4
1.5 主要创新点 .....	4
1.6 设计流程 .....	4
<b>二、 整体架构 .....</b>	<b>4</b>
<b>三、 硬件系统 .....</b>	<b>4</b>
3.1 硬件整体介绍 .....	4
3.2 电路各模块介绍 .....	4
3.2.1 串行协议转换 .....	4
3.2.2 数字信号测量 .....	4
3.2.3 模拟信号采集分析（以太网传输） .....	4
3.2.4 模拟信号发生器 .....	4
3.2.4.1 特定波形 .....	4
3.2.4.2 手绘波形 .....	5
3.2.5 多通道循环自定义序列输出 .....	5
<b>四、 软件系统 .....</b>	<b>5</b>
4.1 软件整体介绍 .....	5
4.2 软件各模块介绍 .....	5
<b>五、 完成情况及性能参数 .....</b>	<b>5</b>
5.1 整体介绍 .....	5
5.2 工程成果（分硬件实物、软件界面等设计结果） .....	5
5.3 特性成果 .....	5
<b>六、 总结 .....</b>	<b>5</b>
6.1 可扩展之处 .....	5
6.2 心得体会 .....	6
<b>七、 参考文献 .....</b>	<b>6</b>

## 一、设计概述

### 1.1 功能与特性

400 字内 (可加重要图);

### 1.2 应用领域

本多功能协议调制器的设计可以适用于多个领域，具有广泛的市场需求和应用前景，包括但不限于：

- 1、**工业产线测试**: 按固定协议发出并接收信号，完成上电自检和链路回环测试，生成质量统计结果，便于快速定位并复现问题。
- 2、**嵌入式与物联网开发**: 应用于嵌入式系统的联调验证，作为稳定的协议对端，开展接口兼容性与负载边界测试，缩短原型到样机的迭代周期。
- 3、**教学与工程实训**: 面向电子信息类专业的实践训练，提供从观测波形与协议字段到硬件调试与问题定位的完整训练平台，用于工程化训练。
- 4、**科研实验室与新架构验证**: 提供数据采集、分析与回放能力，在已实现的固定协议范围内开展硬件在环验证和方案对比。
- 5、**现场工程与系统运维**: 在项目交付和运维阶段充当便携式协议源与解析工具，形成从问题采集到复现再到定位的闭环排障与标准化维护流程。

### 1.3 主要技术特点

本多功能协议调制器的主要技术特点有：

#### 1、模块化架构

系统的控制平面统一基于 AXI4 总线实现寄存器配置与状态回读，数据平面采用以太网完成 ADC 数据上行。整个系统由主机与多个从机组成，接口以标准握手与 FIFO 或总线实现解耦，便于分工开发、单元验证与后续扩展。

#### 2、硬件实时性

协议分析的采样、解析与发送全部由 FPGA 硬件逻辑完成，关键路径受片上时钟与状态机约束。通过打拍、跨时钟同步与适度流水化控制组合深度，使延迟与抖动保持可预测，满足长时间在线联调与闭环验证的稳定运行要求。

#### 3、功能多样性



---

本系统不仅可以完成 UART, I<sup>2</sup>C, SPI 和多路 PWM 输出等协议输出, 还可以进行驱动 DAC 波形输出(特定波形与手绘波形)和 ADC 信号采集与波形显示, 同时完成数字信号测量与多通道自定义序列输出等功能。

#### 4、上位机的灵活控制与友好的控制页面

基于 AXI4 总线的寄存器映射, 用户可以通过上位机发送指令来实现对调制器的实时控制, 整洁的控制界面确保用户操作的便捷性以及满足不同场景的用户需要。

### 1.4 主要性能指标

200 字内 (建议用表格);

### 1.5 主要创新点

200 字以内 (逐点给出)

### 1.6 设计流程

200 字内 (可加重要图);

## 二、整体架构

给出系统整体框图, 各子模块标注清楚, 并进行整体的文字说明, 需要表达出各模块之间的关系。

## 三、硬件系统

### 3.1 硬件整体介绍

### 3.2 电路各模块介绍

#### 3.2.1 串行协议转换

#### 3.2.2 数字信号测量

#### 3.2.3 模拟信号采集分析 (以太网传输)

#### 3.2.4 模拟信号发生器

##### 3.2.4.1 特定波形

### 3.2.4.2 手绘波形

### 3.2.5 多通道循环自定义序列输出

(从总体到局部, 逐级给出各模块的具体设计图, 并标记出关键的输入、输出信号线, 可以是电路图、SCH 原理图、PCB 版图等截图);

## 四、软件系统

### 4.1 软件整体介绍

(含 PC 端或云端, 结合关键图片);

### 4.2 软件各模块介绍

(根据总体框图, 给出各模块的具体设计说明。从顶层到底层逐次给出各函数的流程图及其关键输入、输出变量);

## 五、完成情况及性能参数

阐述最终实现的成果 (图文结合, 实物照片为主)

### 5.1 整体介绍

(整个系统实物的正面、斜 45° 全局性照片)

### 5.2 工程成果 (分硬件实物、软件界面等设计结果)

3.2.1 机械成果; (实物照片)

3.2.2 电路成果; (实物照片)

3.2.3 软件成果; (界面照片)

### 5.3 特性成果

(逐个展示功能、性能参数等量化指标)

(可加重要仪器测试或现场照片);

## 六、总结

### 6.1 可扩展之处

300 字内;



---

## 6.2 心得体会

1000 字内，可包括研发和制作细节；

## 七、参考文献

按照标准格式，限 20 篇以内。