

南华大学黄智伟 备战 2015 全国大学生电子设计竞赛

信号源类赛题分析

二、信号源类作品

2.1 信号源类赛题分析

2.1.1 历届的“信号源类”赛题

在 11 届全国大学生电子设计竞赛中, 信号源类赛题只有 5 题[1]:

- ① 信号发生器 (第 8 届, 2007 年, H 题, 高职高专组)
- ② 正弦信号发生器 (第 7 届, 2005 年, A 题)
- ③ 电压控制 LC 振荡器 (第 6 届, 2003 年, A 题)
- ④ 波形发生器 (第 5 届, 2001 年, A 题)
- ⑤ 实用信号源 (第 2 届, 1995 年,)

信号源类赛题在最近的几届竞赛中, 作为独立的赛题都没有出现, 但作为其他赛题中的一部分出现在赛题中。

例 1: 2013 年本科组 E 题 “简易频率特性测试仪” 设计要求:

根据零中频正交解调原理, 设计制作一个双端口网络频率特性测试仪, 包括幅频特性和相频特性。设计制作一个正交扫频信号源, 频率范围为 1MHz~40MHz, 频率稳定度 $\leq 10^{-4}$, 频率可以设置, 最小设置单位为 100kHz。频率特性测试仪输入阻抗 50Ω , 输出阻抗 50Ω 。

可以进行点频测量, 幅频测量误差的绝对值 $\leq 0.5\text{dB}$, 相频测量误差的绝对值 $\leq 5^\circ$ 。制作一个 RLC 串联谐振电路作为被测网络。并且指定了信号源采用的 DDS 芯片, AD9854ASVZ (与 AD9854ASQ 等同)。

例 2: 2011 年本科组 E 题 “简易数字信号传输性能分析仪” 设计要求:

设计并制作一个简易数字信号传输性能分析仪, 实现数字信号传输性能测试; 同时, 设计并制作一个低通滤波器和一个伪随机信号发生器用来模拟传输信道。

设计并制作一个数字信号发生器: 数字信号 V_1 为 $f_1(x) = 1 + x^2 + x^3 + x^4 + x^8$ 的 m 序列, 其时钟信号为 $V_{1\text{-clock}}$; 数据率为 10~100kbps, 按 10kbps 步进可调。输出信号为 TTL 电平。

设计并制作一个伪随机信号发生器用来模拟信道噪声: 伪随机信号 V_3 为 $f_2(x) = 1 + x + x^4 + x^5 + x^{12}$ 的 m 序列; 数据率为 10Mbps, 输出信号峰峰值为 100mV, 利用数字信号发生器产生的时钟信号 $V_{1\text{-clock}}$ 进行同步, 显示数字信号 V_{2a} 的信号眼图, 并测试眼幅度。

例 3: 2013 年全国大学生电子设计竞赛综合测评题设计要求:

使用题目指定的综合测试板上的 555 芯片和一片通用四运放 324 芯片, 设计制作一个波形发生器。设计制作要求如下:

同时四通道输出、每通道输出脉冲波、锯齿波、正弦波 I、正弦波 II 中的一种波形, 每通道输出的负载电阻均为 600 欧姆。四种波形的频率关系为 1: 1: 1: 3 (3 次谐波): 脉冲波、锯齿波、正弦波 I 输出频率范围为 8kHz—10kHz, 输出电压幅度峰峰值为 1V; 正弦波 II 输出频率范围为 24kHz—30kHz, 输出电压幅度峰峰值为 9V; 脉冲波、锯齿波和正弦波输出波形应无明显失真 (使用示波器测量时)。频率误差不大于 10%; 通带内输出电压幅度峰峰值误差不大于 5%。脉冲波占空比可调整。电源只能选用 +10V 单电源, 由稳压电源供给。

注意: 不能外加 555 和 324 芯片, 不能使用除综合测试板上的芯片以外的其他任何器件或芯片。

2.1.2 历届“信号源类”赛题的主要知识点

从历届“信号源类”赛题来看，主攻“信号源类”赛题方向的同学需要了解的主要知识点如下：

- 采用单片机+DAC 产生各种信号
- 采用专用的 DDS 芯片+单片机产生各种信号
- 采用 FPGA 产生各种信号
- DAC 电路设计与制作
- 滤波电路设计与制作
- DDS 接口电路设计与制作
- 功率放大器电路设计与制作
- 电源电路设计与制作
- 单片机最小系统设计与制作
- 频率、周期等参数测量电路设计与制作

例 1：信号发生器（2007 年 H 题，高职高专组）

要求设计并制作一台信号发生器（注：该赛题是以 2005 年 A 题正弦信号发生器为基础变化的）。需要掌握的知识点：

- 采用专用的 DDS 芯片（例如 AD9834、AD9852 等）和单片机产生正弦波、方波和三角波信号
- 采用 FPGA（Xilinx 公司的 DDS v5.0 DDS IP 核，Altera 公司的 DDS IP 核）实现 DDS 功能
- DAC（例如 MAX5181/MAX5184，AD9740）电路设计与制作
- 可变增益放大电路（例如 AD603）设计与制作
- 功率放大器电路（例如 THS3001 电流反馈放大器）设计与制作
- 电源电路设计与制作
- 单片机最小系统设计与制作

例 2：正弦信号发生器（2005 年 A 题）

要求设计并制作一台正弦信号发生器。需要掌握的知识点：

- 采用专用的 DDS 芯片（例如 AD9852 等）和单片机产生正弦波信号
- 采用 FPGA（Xilinx 公司的 DDS v5.0 DDS IP 核，Altera 公司的 DDS IP 核）实现 DDS 功能
- 滤波电路（例如采用电感和电容构成 7 阶切比雪夫滤波器）设计与制作
- DDS 接口电路设计与制作
- 放大器电路（例如 AD8320）设计与制作
- 电源电路设计与制作
- 单片机最小系统设计与制作

例 3：电压控制 LC 振荡器（2003 年 A 题）

要求设计并制作一台电压控制 LC 振荡器。需要掌握的知识点：

- 压控振荡器电路（例如压控振荡芯片 MC1648+变容二极管 MV209）设计与制作
- 数字锁相环频率合成器电路（例如，PLL MC145152+前置分频器 MC12022+VCO MC1648+环路滤波器 LM358 和 RC）设计与制作
- FPGA 最小系统的设计与制作
- 峰-峰值检测电路设计与制作
- 频率测量电路设计与制作
- 高频功率放大器电路设计与制作

- 滤波电路设计与制作
- 电源电路设计与制作
- 单片机最小系统设计与制作
- LED 或者 LCD 显示器电路设计与制作

例 4. 波形发生器（2001 年 A 题）

要求设计并制作一个波形发生器。需要掌握的知识点：

- 采用直接数字频率合成（DDFS）技术产生波形
- 晶体振荡器和锁相环电路设计与制作
- 特殊存储器双口 RAM 电路设计与制作
- 波形产生电路设计与制作
- 滤波器电路设计与制作
- 稳幅输出电路设计与制作
- 单片机最小系统设计与制作

例 5. 实用信号源（1995 年）

要求设计并制作一个实用信号源。需要掌握的知识点：

- 采用单片机+DAC 产生正弦波信号
- 比较器电路设计与制作
- 滤波器电路设计与制作

2.1.3 “信号源类”赛题培训的一些建议

虽然信号源类赛题在最近的几届竞赛中没有出现，但作为信号源可能在无线电类、仪器仪表类、数据采集与处理类等作品中出现。因此在竞赛培训中仍然是一个不能够忽视的重要培训内容。

涉及到信号产生的几个基础知识和技术、电路设计和制作（例如：DDS、FPGA、运算放大器构成的振荡器电路、功率放大器电路、滤波器电路、阻抗匹配等），是各竞赛队都必须掌握的。

这些内容作为竞赛的基础培训，可以放在分组（分赛题方向）以前进行。

根据 2011 年和 2013 年全国大学生电子设计竞赛综合测评题设计要求，有机会冲击国家一等奖的参赛队，在 4 天 3 晚的竞赛完成后，有必要加强这方面内容的培训。