



# 2011 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 2011 年 8 月 31 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 参赛队必须在学校指定的竞赛场地内进行独立设计和制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 2011 年 9 月 3 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 简易数字信号传输性能分析仪（E 题）

### 【本科组】

### 一、任务

设计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，设计三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。

简易数字信号传输性能分析仪的框图如图 1 所示。图中， $V_1$  和  $V_{1\text{-clock}}$  是数字信号发生器产生的数字信号和相应的时钟信号； $V_2$  是经过滤波器滤波后的输出信号； $V_3$  是伪随机信号发生器产生的伪随机信号； $V_{2a}$  是  $V_2$  信号与经过电容  $C$  的  $V_3$  信号之和，作为数字信号分析电路的输入信号； $V_4$  和  $V_{4\text{-syn}}$  是数字信号分析电路输出的信号和提取的同步信号。

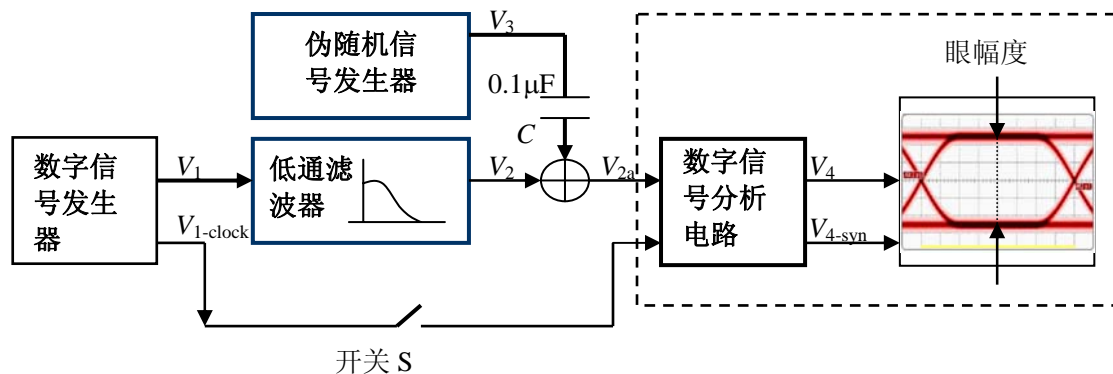


图 1 简易数字信号传输性能分析仪框图

### 二、要求

#### 1. 基本要求

- (1) 设计并制作一个数字信号发生器：

a) 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

$V_{1\text{-clock}}$ ；

- b) 数据率为 10~100kbps, 按 10kbps 步进可调。数据率误差绝对值不大于 1%;
  - c) 输出信号为 TTL 电平。
- (2) 设计三个低通滤波器, 用来模拟传输信道的幅频特性:
  - a) 每个滤波器带外衰减不少于 40dB/十倍频程;
  - b) 三个滤波器的截止频率分别为 100kHz、200kHz、500kHz, 截止频率误差绝对值不大于 10%;
  - c) 滤波器的通带增益  $A_F$  在 0.2~4.0 范围内可调。
- (3) 设计一个伪随机信号发生器用来模拟信道噪声:
  - a) 伪随机信号  $V_3$  为  $f_2(x) = 1 + x + x^4 + x^5 + x^{12}$  的 m 序列;
  - b) 数据率为 10Mbps, 误差绝对值不大于 1%;
  - c) 输出信号峰峰值为 100mV, 误差绝对值不大于 10%。
- (4) 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。

## 2. 发挥部分

- (1) 要求数字信号发生器输出的  $V_1$  采用曼彻斯特编码。
- (2) 要求数字信号分析电路能从  $V_{2a}$  中提取同步信号  $V_{4\text{-syn}}$  并输出; 同时, 利用所提取的同步信号  $V_{4\text{-syn}}$  进行同步, 正确显示数字信号  $V_{2a}$  的信号眼图。
- (3) 要求伪随机信号发生器输出信号  $V_3$  幅度可调,  $V_3$  的峰峰值范围为 100mV~TTL 电平。
- (4) 改进数字信号分析电路, 在尽量低的信噪比下能从  $V_{2a}$  中提取同步信号  $V_{4\text{-syn}}$ , 并正确显示  $V_{2a}$  的信号眼图。
- (5) 其他。

## 三、说明

- 1、在完成基本要求时, 数字信号发生器的时钟信号  $V_{1\text{-clock}}$  送给数字信号分析电路 (图 1 中开关 S 闭合); 而在完成发挥部分时,  $V_{1\text{-clock}}$  不允许送给数字信号分析电路 (开关 S 断开)。
- 2、要求数字信号发生器和数字信号分析电路各自制作一块电路板。
- 3、要求  $V_1$ 、 $V_{1\text{-clock}}$ 、 $V_2$ 、 $V_{2a}$ 、 $V_3$  和  $V_{4\text{-syn}}$  信号预留测试端口。
- 4、基本要求 (1) 和 (3) 中的两个 m 序列, 根据所给定的特征多项式  $f_1(x)$  和  $f_2(x)$ , 采用线性移位寄存器发生器来产生。
- 5、基本要求 (2) 的低通滤波器要求使用模拟电路实现。
- 6、眼图显示可以使用示波器, 也可以使用自制的显示装置。

7、发挥部分（4）要求的“尽量低的信噪比”，即在保证能正确提取同步信号  $V_{4\text{-syn}}$  前提下，尽量提高伪随机信号  $V_3$  的峰峰值，使其达到最大，此时数字信号分析电路的输入信号  $V_{2a}$  信噪比为允许的最低信噪比。

#### 四、评分标准

|          | 项 目        | 主要内容                                    | 满 分 |
|----------|------------|---|-----|
| 设计<br>报告 | 方案论证       | 比较与选择<br>方案描述                           | 2   |
|          | 理论分析与计算    | 低通滤波器设计<br>m 序列数字信号<br>同步信号提取<br>眼图显示方法 | 6   |
|          | 电路与程序设计    | 系统组成<br>原理框图与各部分的电路图<br>系统软件与流程图        | 6   |
|          | 测试方案与测试结果  | 测试结果完整性<br>测试结果分析                       | 4   |
|          | 设计报告结构及规范性 | 摘要<br>正文结构规范<br>图表的完整与准确性               | 2   |
|          | 总分         |   | 20  |
| 基本要求     | 实际制作完成情况   |   | 50  |
| 发挥<br>部分 | 完成第（1）项    |   | 8   |
|          | 完成第（2）项    |   | 15  |
|          | 完成第（3）项    |   | 6   |
|          | 完成第（4）项    |   | 16  |
|          | 其他         |   | 5   |
|          | 总分         |   | 50  |



# 2013 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 9月4日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 9月7日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 射频宽带放大器 (D 题)

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一个射频宽带放大器。

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

- (1) 电压增益  $A_v \geq 20\text{dB}$ ，输入电压有效值  $U_i \leq 20\text{mV}$ 。 $A_v$  在  $0 \sim 20\text{dB}$  范围内可调。
- (2) 最大输出正弦波电压有效值  $U_o \geq 200\text{mV}$ ，输出信号波形无明显失真。
- (3) 放大器  $BW_{-3\text{dB}}$  的下限频率  $f_L \leq 0.3\text{MHz}$ ，上限频率  $f_H \geq 20\text{MHz}$ ，并要求在  $1\text{MHz} \sim 15\text{MHz}$  频带内增益起伏  $\leq 1\text{dB}$ 。
- (4) 放大器的输入阻抗  $= 50\Omega$ ，输出阻抗  $= 50\Omega$ 。

##### 2. 发挥部分

- (1) 电压增益  $A_v \geq 60\text{dB}$ ，输入电压有效值  $U_i \leq 1\text{mV}$ 。 $A_v$  在  $0 \sim 60\text{dB}$  范围内可调。
- (2) 在  $A_v \geq 60\text{dB}$  时，输出端噪声电压的峰峰值  $U_{oNpp} \leq 100\text{mV}$ 。
- (3) 放大器  $BW_{-3\text{dB}}$  的下限频率  $f_L \leq 0.3\text{MHz}$ ，上限频率  $f_H \geq 100\text{MHz}$ ，并要求在  $1\text{MHz} \sim 80\text{MHz}$  频带内增益起伏  $\leq 1\text{dB}$ 。该项目要求在  $A_v \geq 60\text{dB}$ （或可达到的最高电压增益点），最大输出正弦波电压有效值  $U_o \geq 1\text{V}$ ，输出信号波形无明显失真条件下测试。
- (4) 最大输出正弦波电压有效值  $U_o \geq 1\text{V}$ ，输出信号波形无明显失真。
- (5) 其他（例如进一步提高放大器的增益、带宽等）。

三、说明

- 1. 要求负载电阻两端预留测试端子。最大输出正弦波电压有效值应在  $R_L=50\Omega$  条件下测试（要求  $R_L$  阻值误差 $\leq 5\%$ ），如负载电阻不符合要求，该项目不得分。
- 2. 评测时参赛队自备一台 220V 交流输入的直流稳压电源。
- 3. 建议的测试框图如图 1 所示，可采用点频测试法。射频宽带放大器幅频特性示意图如图 2 所示。

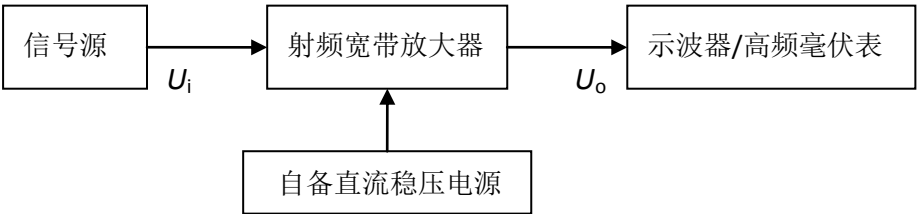


图 1 测试框图

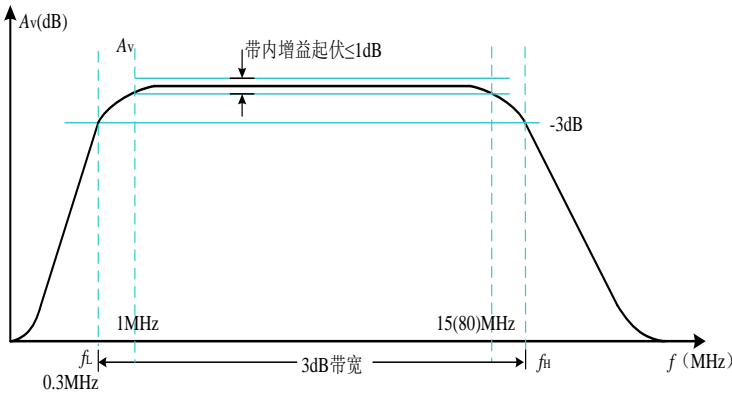


图 2 幅频特性示意图

四、评分标准

| 设计<br>报告 | 项 目     | 主要内容                                     | 分数 |
|----------|---------|--|----|
|          | 系统方案    | 比较与选择<br>方案描述                            | 2  |
|          | 理论分析与计算 | 宽带放大器设计<br>频带内增益起伏控制<br>射频放大器稳定性<br>增益调整 | 8  |
|          | 电路与程序设计 | 电路设计<br>程序设计                             | 4  |

|      |            |                                |    |
|------|------------|--------------------------------|----|
|      | 测试方案与测试结果  | 测试方案及测试条件<br>测试结果完整性<br>测试结果分析 | 4  |
|      | 设计报告结构及规范性 | 摘要<br>设计报告正文的结构<br>图表的规范性      | 2  |
|      | 总分         |                                | 20 |
| 基本要求 | 完成（1）      |                                | 19 |
|      | 完成（2）      |                                | 10 |
|      | 完成（3）      |                                | 21 |
|      | 总分         |                                | 50 |
| 发挥部分 | 完成（1）      |                                | 18 |
|      | 完成（2）      |                                | 2  |
|      | 完成（3）      |                                | 16 |
|      | 完成（4）      |                                | 6  |
|      | 其他         |                                | 8  |
|      | 总分         |                                | 50 |



# 2015 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 8 月 12 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 8 月 15 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 数字频率计 (F 题)

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一台闸门时间为 1s 的数字频率计。

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

- (1) 频率和周期测量功能
  - a. 被测信号为正弦波，频率范围为 1Hz~10MHz；
  - b. 被测信号有效值电压范围为 50mV~1V；
  - c. 测量相对误差的绝对值不大于  $10^{-4}$ 。
- (2) 时间间隔测量功能
  - a. 被测信号为方波，频率范围为 100Hz~1MHz；
  - b. 被测信号峰峰值电压范围为 50mV~1V；
  - c. 被测时间间隔的范围为 0.1  $\mu$ s~100ms；
  - d. 测量相对误差的绝对值不大于  $10^{-2}$ 。
- (3) 测量数据刷新时间不大于 2s，测量结果稳定，并能自动显示单位。

##### 2. 发挥部分

- (1) 频率和周期测量的正弦信号频率范围为 1Hz~100MHz，其他要求同基本要求 (1) 和 (3)。
- (2) 频率和周期测量时被测正弦信号的最小有效值电压为 10mV，其他要求同基本要求 (1) 和 (3)。

- (3) 增加脉冲信号占空比的测量功能，要求：
- 被测信号为矩形波，频率范围为 1Hz~5MHz；
  - 被测信号峰峰值电压范围为 50mV~1V；
  - 被测脉冲信号占空比的范围为 10%~90%；
  - 显示的分辨率为 0.1%，测量相对误差的绝对值不大于  $10^{-2}$ 。
- (4) 其他（例如，进一步降低被测信号电压的幅度等）。

### 三、说明

本题时间间隔测量是指 A、B 两路同频周期信号之间的时间间隔  $T_{A-B}$ 。测试时可以使用双通道 DDS 函数信号发生器，提供 A、B 两路信号。

### 四、评分标准

|          | 项 目        | 应包括的主要内容                                 | 分数  |
|----------|------------|--|-----|
| 设计<br>报告 | 系统方案       | 比较与选择<br>方案描述                            | 3   |
|          | 理论分析与计算    | 宽带通道放大器分析<br>各项被测参数测量方法的分析<br>提高仪器灵敏度的措施 | 8   |
|          | 电路与程序设计    | 电路设计<br>程序设计                             | 4   |
|          | 测试方案与测试结果  | 测试方案及测试条件<br>测试结果完整性<br>测试结果分析           | 3   |
|          | 设计报告结构及规范性 | 摘要<br>设计报告正文的结构<br>图表的规范性                | 2   |
|          | 小计         |  | 20  |
| 基本<br>要求 | 完成第（1）项    |  | 32  |
|          | 完成第（2）项    |  | 14  |
|          | 完成第（3）项    |  | 4   |
|          | 小计         |  | 50  |
| 发挥<br>部分 | 完成第（1）项    |  | 21  |
|          | 完成第（2）项    |  | 8   |
|          | 完成第（3）项    |  | 16  |
|          | 其他         |  | 5   |
|          | 小计         |  | 50  |
| 总分       |            |  | 120 |





# 2015 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 8 月 12 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 8 月 15 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 80MHz~100MHz 频谱分析仪 (E 题)

### 【本科组】

#### 一、任务

设计制作一个简易频谱仪。频谱仪的本振源用锁相环制作。频谱仪的基本结构图如图 1 所示。

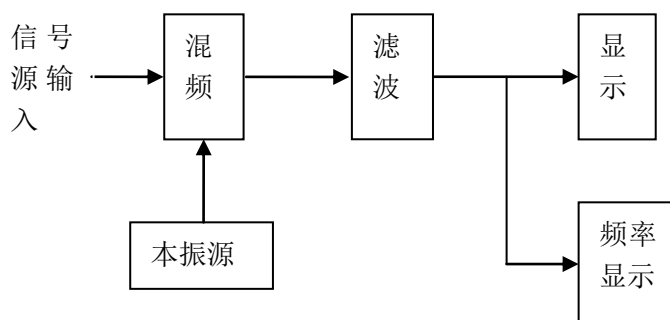


图 1 频谱仪的基本结构图

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

制作一个基于锁相环的本振源：

- (1) 频率范围 90MHz~110MHz；
- (2) 频率步进 100kHz；
- (3) 输出电压幅度 10~100mV，可调；
- (4) 在整个频率范围内可自动扫描；扫描时间在 1~5s 之间可调；可手动扫描；还可预置在某一特定频率；

- (5) 显示频率;
- (6) 制作一个附加电路, 用于观测整个锁定过程;
- (7) 锁定时间小于 1ms。

## 2. 发挥部分

制作一个 80MHz~100MHz 频谱分析仪:

- (1) 频率范围        80MHz~100MHz;
- (2) 分辨率         100kHz;
- (3) 可在频段内扫描并能显示信号频谱和对应幅度最大的信号频率;
- (4) 测试在全频段内的杂散频率(大于主频分量幅度的 2%为杂散频率)个数;
- (5) 其他。

## 三、说明

在频谱仪滤波器的输出端应有一个测试端子, 便于测量。

#### 四、评分标准

|          | 项 目        | 主要内容         | 分数         |
|----------|------------|--------------|------------|
| 设计<br>报告 | 系统方案       | 方案选择、论证      | 4          |
|          | 理论分析与计算    | 进行必要的分析、计算   | 4          |
|          | 电路与程序设计    | 电路设计<br>程序设计 | 4          |
|          | 测试方案与测试结果  | 表明测试方案和测试结果  | 4          |
|          | 设计报告结构及规范性 | 图表的规范性       | 4          |
|          | 小计         |              | <b>20</b>  |
|          | 基本<br>要求   | 完成第（1）项      |            |
| 完成第（2）项  |            | <b>10</b>    |            |
| 完成第（3）项  |            | <b>5</b>     |            |
| 完成第（4）项  |            | <b>10</b>    |            |
| 完成第（5）项  |            | <b>5</b>     |            |
| 完成第（6）项  |            | <b>5</b>     |            |
| 完成第（7）项  |            | <b>5</b>     |            |
| 小计       |            | <b>50</b>    |            |
| 发挥<br>部分 | 完成第（1）项    |              | 15         |
|          | 完成第（2）项    |              | 5          |
|          | 完成第（3）项    |              | 15         |
|          | 完成第（4）项    |              | 10         |
|          | 其他         |              | 5          |
|          | 小计         |              | <b>50</b>  |
| 总分       |            |              | <b>120</b> |



# 2017 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 8 月 9 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 8 月 12 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 调幅信号处理实验电路（F 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一个调幅信号处理实验电路。其结构框图如图 1 所示。输入信号为调幅度 50% 的 AM 信号。其载波频率为 250MHz~300MHz，幅度有效值  $V_{irms}$  为 10 $\mu$ V~1mV，调制频率为 300Hz~5kHz。

低噪声放大器的输入阻抗为 50 $\Omega$ ，中频放大器输出阻抗为 50 $\Omega$ ，中频滤波器中心频率为 10.7MHz，基带放大器输出阻抗为 600 $\Omega$ 、负载电阻为 600 $\Omega$ ，本振信号自制。

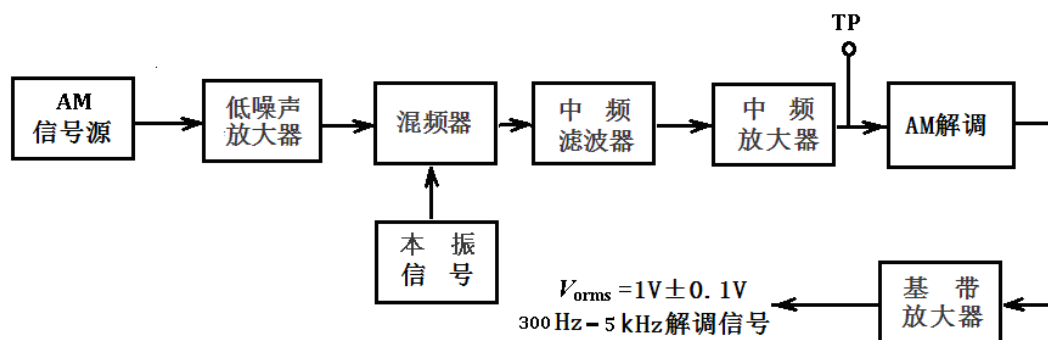


图 1 调幅信号处理实验电路结构框图

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

- (1) 中频滤波器可以采用晶体滤波器或陶瓷滤波器，其中频频率为 10.7MHz；

(2) 当输入 AM 信号的载波频率为 275MHz，调制频率在 300Hz~ 5kHz 范围内任意设定一个频率， $V_{\text{irms}}=1\text{mV}$  时，要求解调输出信号为  $V_{\text{orms}}=1\text{V}\pm0.1\text{V}$  的调制频率的信号，解调输出信号无明显失真；

(3) 改变输入信号载波频率 250MHz~300MHz，步进 1MHz，并在调整本振频率后，可实现 AM 信号的解调功能。

## 2. 发挥部分

(1) 当输入 AM 信号的载波频率为 275MHz， $V_{\text{irms}}$  在  $10\mu\text{V}\sim1\text{mV}$  之间变动时，通过自动增益控制(AGC)电路(下同)，要求输出信号  $V_{\text{orms}}$  稳定在  $1\text{V}\pm0.1\text{V}$ ；

(2) 当输入 AM 信号的载波频率为 250MHz~300MHz(本振信号频率可变)， $V_{\text{irms}}$  在  $10\mu\text{V}\sim1\text{mV}$  之间变动，调幅度为 50%时，要求输出信号  $V_{\text{orms}}$  稳定在  $1\text{V}\pm0.1\text{V}$ ；

(3) 在输出信号  $V_{\text{orms}}$  稳定在  $1\text{V}\pm0.1\text{V}$  的前提下，尽可能降低输入 AM 信号的载波信号电平；

(4) 在输出信号  $V_{\text{orms}}$  稳定在  $1\text{V}\pm0.1\text{V}$  的前提下，尽可能扩大输入 AM 信号的载波信号频率范围；

(5) 其他。

## 三、说明

1. 采用+12V 单电源供电，所需其它电源电压自行转换；

2. 中频放大器输出要预留测试端口 TP。

## 四、评分标准

|          | 项目        | 主要内容   | 分数 |
|----------|-----------|--|----|
| 设计<br>报告 | 系统方案      | 比较与选择<br>方案描述  | 2  |
|          | 理论分析与计算   | 低噪声放大器设计<br>中频滤波器设计<br>中频放大器设计<br>混频器的设计<br>基带放大器设计<br>程控增益的设计 | 8  |
|          | 电路与程序设计   | 电路设计与程序设计  | 4  |
|          | 测试方案与测试结果 | 测试方案及测试条件<br>测试结果完整性<br>测试结果分析                                 | 4  |
|          |           |  |    |

|      |            |                           |     |
|------|------------|---------------------------|-----|
|      | 设计报告结构及规范性 | 摘要<br>设计报告正文的结构<br>图表的规范性 | 2   |
|      | 合计         |                           | 20  |
| 基本要求 | 完成第（1）项    |                           | 6   |
|      | 完成第（2）项    |                           | 20  |
|      | 完成第（3）项    |                           | 24  |
|      | 合计         |                           | 50  |
| 发挥部分 | 完成第（1）项    |                           | 10  |
|      | 完成第（2）项    |                           | 20  |
|      | 完成第（3）项    |                           | 10  |
|      | 完成第（4）项    |                           | 5   |
|      | （5）其他      |                           | 5   |
|      | 合计         |                           | 50  |
| 总分   |            |                           | 120 |



# 2015 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 8 月 12 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 8 月 15 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 增益可控射频放大器（D 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一个增益可控射频放大器。

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

- (1) 放大器的电压增益  $A_V \geq 40\text{dB}$ ，输入电压有效值  $V_i \leq 20\text{mV}$ ，其输入阻抗、输出阻抗均为  $50\Omega$ ，负载电阻  $50\Omega$ ，且输出电压有效值  $V_o \geq 2\text{V}$ ，波形无明显失真；
- (2) 在  $75\text{MHz} \sim 108\text{MHz}$  频率范围内增益波动不大于  $2\text{dB}$ ；
- (3)  $-3\text{dB}$  的通频带不窄于  $60\text{MHz} \sim 130\text{MHz}$ ，即  $f_L \leq 60\text{MHz}$ 、 $f_H \geq 130\text{MHz}$ ；
- (4) 实现  $A_V$  增益步进控制，增益控制范围为  $12\text{dB} \sim 40\text{dB}$ ，增益控制步长为  $4\text{dB}$ ，增益绝对误差不大于  $2\text{dB}$ ，并能显示设定的增益值。

##### 2. 发挥部分

- (1) 放大器的电压增益  $A_V \geq 52\text{dB}$ ，增益控制扩展至  $52\text{dB}$ ，增益控制步长不变，输入电压有效值  $V_i \leq 5\text{mV}$ ，其输入阻抗、输出阻抗均为  $50\Omega$ ，负载电阻  $50\Omega$ ，且输出电压有效值  $V_o \geq 2\text{V}$ ，波形无明显失真；
- (2) 在  $50\text{MHz} \sim 160\text{MHz}$  频率范围内增益波动不大于  $2\text{dB}$ ；
- (3)  $-3\text{dB}$  的通频带不窄于  $40\text{MHz} \sim 200\text{MHz}$ ，即  $f_L \leq 40\text{MHz}$  和  $f_H \geq 200\text{MHz}$ ；
- (4) 电压增益  $A_V \geq 52\text{dB}$ ，当输入信号频率  $f \leq 20\text{MHz}$  或输入信号频率  $f \geq 270\text{MHz}$  时，实测电压增益  $A_V$  均不大于  $20\text{dB}$ ；
- (5) 其他。

### 三、说明

1. 基本要求（2）和发挥部分（2）用点频法测量电压增益，计算增益波动，测量频率点测评时公布。

2. 基本要求（3）和发挥部分（3）用点频法测量电压增益，分析是否满足通频带要求，测量频率点测评时公布。

3. 放大器采用+12V 单电源供电，所需其它电源电压自行转换。

### 四、评分标准

|          | 项目         | 主要内容                                     | 分数  |
|----------|------------|--|-----|
| 设计<br>报告 | 系统方案       | 比较与选择<br>方案描述                            | 2   |
|          | 理论分析与计算    | 射频放大器设计<br>频带内增益起伏控制<br>射频放大器稳定性<br>增益调整 | 8   |
|          | 电路与程序设计    | 电路设计与程序设计                                | 4   |
|          | 测试方案与测试结果  | 测试方案及测试条件<br>测试结果完整性<br>测试结果分析           | 4   |
|          | 设计报告结构及规范性 | 摘要<br>设计报告正文的结构<br>图表的规范性                | 2   |
|          | 小计         |  | 20  |
|          | 基本<br>要求   | 完成第（1）项                                  | 18  |
| 完成第（2）项  |            | 6  |     |
| 完成第（3）项  |            | 16                                       |     |
| 完成第（4）项  |            | 10                                       |     |
| 小计       |            | 50                                       |     |
| 发挥<br>部分 | 完成第（1）项    | 14                                       |     |
|          | 完成第（2）项    | 3  |     |
|          | 完成第（3）项    | 12                                       |     |
|          | 完成第（4）项    | 16                                       |     |
|          | （5）其他      | 5  |     |
|          | 小计         | 50                                       |     |
| 总分       |            |  | 120 |





# 2013 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 9月4日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛後不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 9月7日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 简易频率特性测试仪 (E 题)

### 【本科组】

#### 一、任务

根据零中频正交解调原理，设计并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，其示意图如图 1 所示。

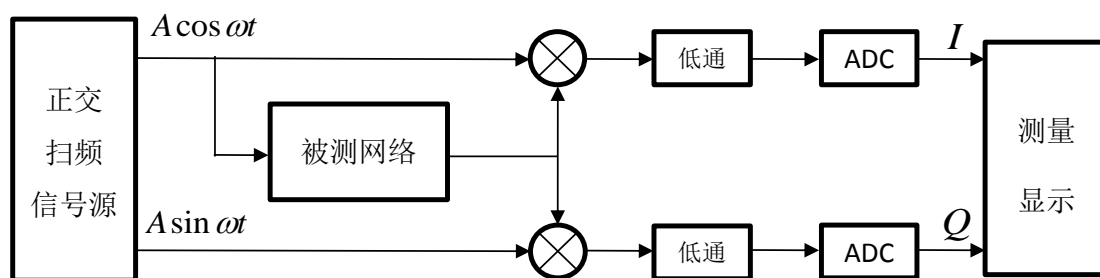


图 1 频率特性测试仪示意图

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

制作一个正交扫频信号源。

- (1) 频率范围为 1MHz~40MHz，频率稳定度 $\leq 10^{-4}$ ；频率可设置，最小设置单位 100kHz。
- (2) 正交信号相位差误差的绝对值 $\leq 5^\circ$ ，幅度平衡误差的绝对值 $\leq 5\%$ 。
- (3) 信号电压的峰峰值 $\geq 1V$ ，幅度平坦度 $\leq 5\%$ 。
- (4) 可扫频输出，扫频范围及频率步进值可设置，最小步进 100kHz；要求连续扫频输出，一次扫频时间 $\leq 2s$ 。

## 2. 发挥部分

- (1) 使用基本要求中完成的正交扫频信号源，制作频率特性测试仪。
  - a. 输入阻抗为  $50\Omega$ ，输出阻抗为  $50\Omega$ ；
  - b. 可进行点频测量；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  $\leq 5^\circ$ ；数据显示的分辨率：电压增益  $0.1\text{dB}$ ，相移  $0.1^\circ$ 。
- (2) 制作一个 RLC 串联谐振电路作为被测网络，如图 2 所示，其中  $R_i$  和  $R_o$  分别为频率特性测试仪的输入阻抗和输出阻抗；制作的频率特性测试仪可对其进行线性扫频测量。
  - a. 要求被测网络通带中心频率为  $20\text{MHz}$ ，误差的绝对值  $\leq 5\%$ ；有载品质因数为 4，误差的绝对值  $\leq 5\%$ ；有载最大电压增益  $\geq -1\text{dB}$ ；
  - b. 扫频测量制作的被测网络，显示其中心频率和  $-3\text{dB}$  带宽，频率数据显示的分辨率为  $100\text{kHz}$ ；
  - c. 扫频测量并显示幅频特性曲线和相频特性曲线，要求具有电压增益、相移和频率坐标刻度。

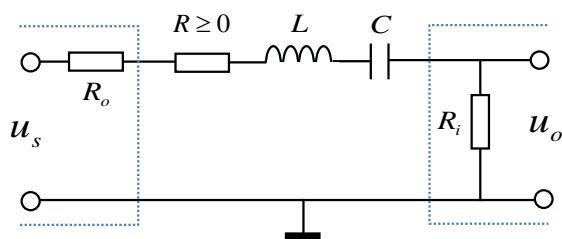


图 2 RLC 串联谐振电路

- (3) 其他。

## 三、说明

1. 正交扫频信号源必须自制，不能使用商业化 DDS 开发板或模块等成品，自制电路板上需有明显的覆铜“2013”字样。
2. 要求制作的仪器留有正交信号输出测试端口，以及被测网络的输入、输出接入端口。
3. 本题中，幅度平衡误差指正交两路信号幅度在同频点上的相对误差，定义

为： $\frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100\%$ ，其中  $U_2 \geq U_1$ 。

4. 本题中，幅度平坦度指信号幅度在工作频段内的相对变化量，定义为：

$$\frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\min}} \times 100\%。$$

5. 参考图 2，本题被测网络电压增益取： $A_v = 20\lg \left| \frac{u_o}{\frac{1}{2}u_s} \right|$
6. 幅频特性曲线的纵坐标为电压增益（dB）；相频特性曲线的纵坐标为相移（°）；特性曲线的横坐标均为线性频率（Hz）。
7. 发挥部分中，一次线性扫频测量完成时间 $\leq 30\text{s}$ 。

#### 四、评分标准

|          | 项目         | 主要内容  | 满分 |
|----------|------------|---|----|
| 设计<br>报告 | 方案论证       | 比较与选择<br>方案描述                               | 2  |
|          | 理论分析与计算    | 系统原理<br>滤波器设计<br>ADC 设计<br>被测网络设计<br>特性曲线显示 | 7  |
|          | 电路与程序设计    | 电路设计<br>程序设计                                | 6  |
|          | 测试方案与测试结果  | 测试方案及测试条件<br>测试结果完整性<br>测试结果分析              | 3  |
|          | 设计报告结构及规范性 | 摘要<br>设计报告正文的结构<br>图表的规范性                   | 2  |
|          | 总分         |   | 20 |
| 基本<br>要求 | 实际制作完成情况   |   | 50 |
| 发挥<br>部分 | 完成（1）      |   | 16 |
|          | 完成（2）      |   | 30 |
|          | 其他         |   | 4  |
|          | 总分         |   | 50 |



# 2019 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 8 月 7 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 8 月 10 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 双路语音同传的无线收发系统（G 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计制作一个双路语音同传的无线收发系统，实现在一个信道上同时传输两路语音信号。系统的示意图如图 1 所示。

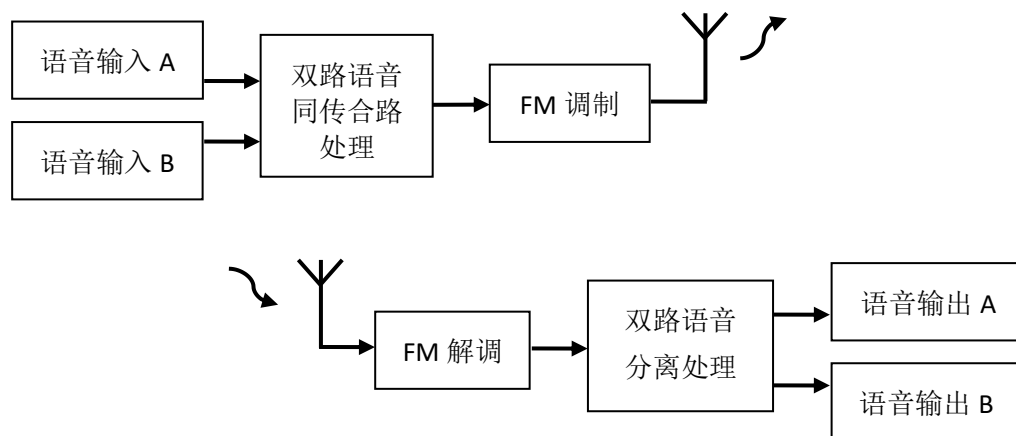


图 1 双路语音同传无线收发系统示意图

#### 二、要求

##### 1. 基本要求

- (1) 制作一套 FM 无线收发系统。其中，FM 信号的载波频率设定为

48.5MHz，相对误差的绝对值不大于 1‰；峰值频偏不大于 25kHz；  
天线长度不大于 0.5m。

- (2) 通过 FM 无线收发系统任意传输一路语音信号 A 或者 B，语音信号的带宽不大于 3400Hz。要求无线通信距离不小于 2m，解调输出的语音信号波形无明显失真。
- (3) 通过 FM 无线收发系统同时传输双路语音信号 A 和 B。要求无线通信距离不小于 2m，解调输出的双路语音信号波形无明显失真。

## 2. 发挥部分

- (1) 要求设计制作的发射电路中 FM 信号的载波频率能通过一个电压信号  $v_c(t)$  进行调节，用来模拟无线通信中载波频率漂移的情况。电压信号  $v_c(t)$  单位电压调节载波频率产生的频率漂移量，由参赛者自行设计。
- (2) 在保证系统能正确进行双路语音无线传输的前提下，通过  $v_c(t)$  信号调节 FM 信号的载波频率产生不小于 300 kHz 的漂移，要求调节时间  $\tau$  不超过 5s（秒）。
- (3) 在保证系统能正确进行双路语音无线传输的前提下，通过  $v_c(t)$  信号调节 FM 信号的载波频率，按照图 2 所示进行漂移，要求 FM 信号的载波频率漂移范围  $\Delta f_0$  越大越好。

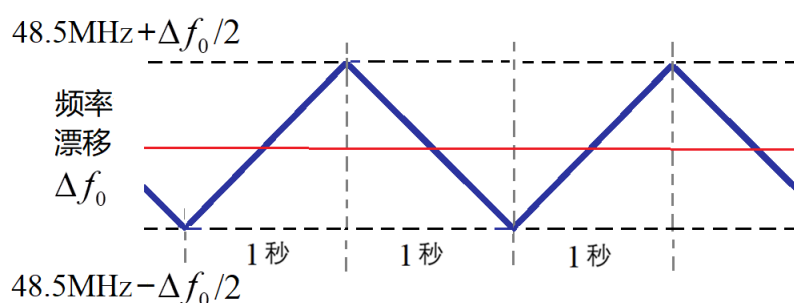


图 2：载波频率漂移的图示

- (4) 其他。

## 三、说明

- (1) 系统输入的语音信号，可以由标准的信号源产生；解调的语音信号输出应留有测试接口，以便示波器观测。
- (2) 制作的 FM 发射电路应在发射天线端引出测试端口，以便测试。

- (3) 控制 FM 信号的载波频率漂移的外加电压信号  $v_c(t)$  通过标准信号源外部输入。外加的  $v_c(t)$  信号为零时，FM 信号的载波频率漂移对应为零。

#### 四、评分标准

|      | 项 目        | 主要内容  | 满分  |
|------|------------|---|-----|
| 设计报告 | 系统方案       | 总体设计方案  | 3   |
|      | 理论分析与计算    | 发射的双路语音合路处理分析与计算<br>接收的双路语音信号分离处理分析与计算<br>无线收发系统频漂处理分析与计算 | 7   |
|      | 电路与程序设计    | 电路图和流程图   | 5   |
|      | 测试方案与测试结果  | 测试方法与仪器<br>测试数据完成性<br>测试结果分析                              | 3   |
|      | 设计报告结构及规范性 | 摘要<br>设计报告正文的结构<br>图标规范性                                  | 2   |
|      | 小计         |   | 20  |
| 基本要求 | 完成 (1)     |   | 6   |
|      | 完成 (2)     |   | 20  |
|      | 完成 (3)     |   | 24  |
|      | 小计         |   | 50  |
| 发挥部分 | 完成 (1)     |   | 10  |
|      | 完成 (2)     |   | 20  |
|      | 完成 (3)     |   | 15  |
|      | 完成 (4)     |   | 5   |
|      | 小计         |   | 50  |
| 总 分  |            |   | 120 |



# 2019 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 8 月 7 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 8 月 10 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 简易电路特性测试仪（D 题）

### 【本科组】

#### 一、任务

设计并制作一个简易电路特性测试仪。用来测量特定放大器电路的特性，进而判断该放大器由于元器件变化而引起故障或变化的原因。该测试仪仅有一个输入端口和一个输出端口，与特定放大器电路连接如图 1 所示。

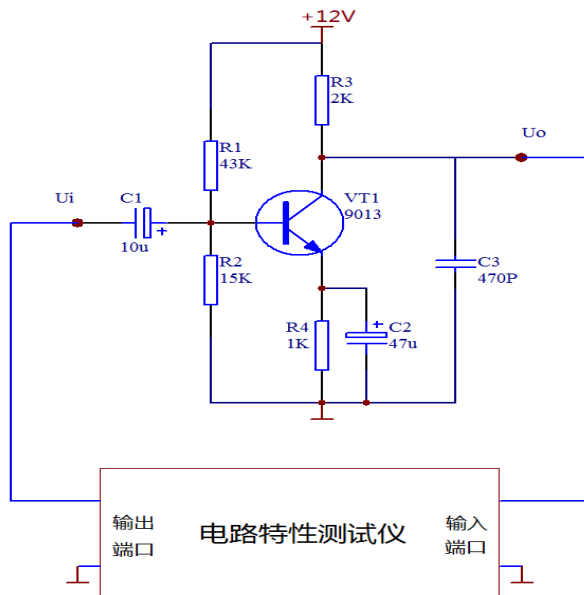


图 1 特定放大器电路与电路特性测试仪连接图

制作图 1 中被测放大器电路，该电路板上的元件按图 1 电路图布局，保留元件引脚，尽量采用可靠的插接方式接入电路，确保每个元件可以容易替换。电路中采用的电阻相对误差的绝对值不超过 5%，电容相对误差的绝对值不超过 20%。晶体管型号为 9013，其  $\beta$  在 60~300 之间皆可。电路特性测试仪的输出端口接放大器的输入端  $U_i$ ，电路特性测试仪的输入端口接放大器的输出端  $U_o$ 。

## 二、要求

### 1. 基本要求

- (1) 电路特性测试仪输出 1kHz 正弦波信号，自动测量并显示该放大器的输入电阻。输入电阻测量范围  $1k\Omega\sim50k\Omega$ ，相对误差的绝对值不超过 10%。
- (2) 电路特性测试仪输出 1kHz 正弦波信号，自动测量并显示该放大器的输出电阻。输出电阻测量范围  $500\Omega\sim5k\Omega$ ，相对误差的绝对值不超过 10%。
- (3) 自动测量并显示该放大器在输入 1kHz 频率时的增益。相对误差的绝对值不超过 10%。
- (4) 自动测量并显示该放大器的频幅特性曲线。显示上限频率值，相对误差的绝对值不超过 25%。

### 2. 发挥部分

- (1) 该电路特性测试仪能判断放大器电路元器件变化而引起故障或变化的原因。任意开路或短路  $R_1\sim R_4$  中的一个电阻，电路特性测试仪能够判断并显示故障原因。
- (2) 任意开路  $C_1\sim C_3$  中的一个电容，电路特性测试仪能够判断并显示故障原因。
- (3) 任意增大  $C_1\sim C_3$  中的一个电容的容量，使其达到原来值的两倍。电路特性测试仪能够判断并显示该变化的原因。
- (4) 在判断准确的前提下，提高判断速度，每项判断时间不超过 2 秒。
- (5) 其他。

## 三、说明

- (1) 不得采用成品仪器搭建电路特性测试仪。电路特性测试仪输入、输出端口必须有明确标识，不得增加除此之外的输入、输出端口。
- (2) 测试发挥部分 (1) ~ (4) 的过程中，电路特性测试仪能全程自动完成，中途不得人工介入设置测试仪。



#### 四、评分标准

|      | 项 目        | 主要内容                      | 满分  |
|------|------------|---------------------------|-----|
| 设计报告 | 系统方案       | 电路特性测试仪总体方案设计             | 4   |
|      | 理论分析与计算    | 测量理论及故障判断分析计算             | 6   |
|      | 电路与程序设计    | 总体电路图<br>程序设计框图           | 4   |
|      | 测试方案与测试结果  | 测试数据完整性<br>测试结果分析         | 4   |
|      | 设计报告结构及规范性 | 摘要<br>设计报告正文的结构<br>图表的规范性 | 2   |
|      | 总分         |                           | 20  |
| 基本要求 | 完成（1）      |                           | 10  |
|      | 完成（2）      |                           | 10  |
|      | 完成（3）      |                           | 10  |
|      | 完成（4）      |                           | 20  |
|      | 总分         |                           | 50  |
| 发挥部分 | 完成（1）      |                           | 10  |
|      | 完成（2）      |                           | 10  |
|      | 完成（3）      |                           | 15  |
|      | 完成（4）      |                           | 10  |
|      | 其他         |                           | 5   |
|      | 总分         |                           | 50  |
| 总 分  |            |                           | 120 |



# 2021 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 11 月 4 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 11 月 7 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 数字-模拟信号混合传输收发机（E 题）

### 【本科组】

### 一 任务

设计并制作在同一信道进行数字-模拟信号混合传输的无线收发机。其中，数字信号由 4 个 0~9 的一组数字构成；模拟信号为语音信号，频率范围为 100Hz~5kHz。采用无线传输，载波频率范围为 20~30MHz，信道带宽不大于 25kHz，收发设备间最短的传输距离不小于 100cm。

收发机的发送端完成数字信号和模拟信号合路处理，在同一信道调制发送。收发机的接收端完成接收解调，分离出数字信号和模拟信号，数字信号用数码管显示，模拟信号用示波器观测。

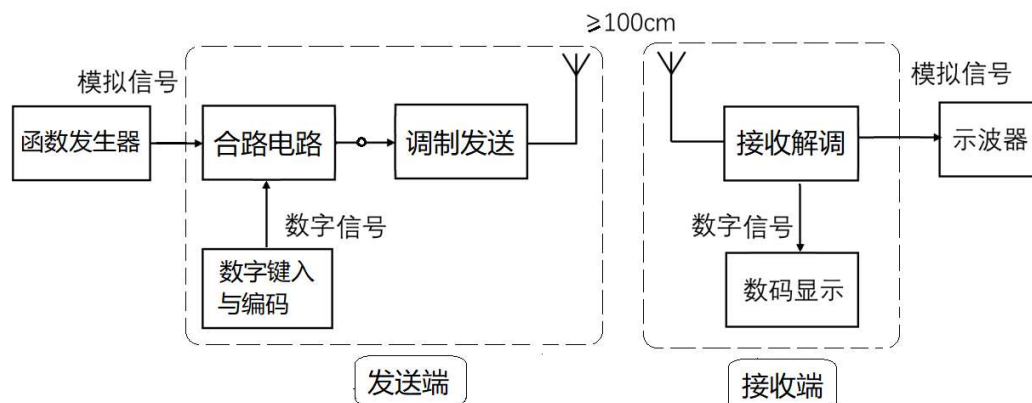


图 1 数字-模拟信号混合传输收发机示意图

## 二 要求

### 1. 基本要求

(1) 实现模拟信号传输。模拟信号为 100Hz~5kHz 的语音信号，要求接收端解调后的模拟信号波形无明显失真。在只有模拟信号传输时，接收端的数码显示处于熄灭状态。

(2) 实现数字信号传输。首先键入 4 个 0~9 的一组数字，在发送端进行存储并显示，然后按下发送键对数字信号连续循环传输。在接收端解调出数字信号，并通过 4 个数码管显示。要求开始发送到数码管显示的响应时间不大于 2 秒。当发送端按下停止键，结束数字信号传输，同时在发送端清除已传数字的显示，等待键入新的数字。

(3) 实现数字-模拟信号的混合传输。任意键入一组数字，与模拟信号混合调制后进行传输。要求接收端能正确解调数字信号和模拟信号，数字显示正确，模拟信号波形无明显失真。

(4) 收发机的信道带宽不大于 25kHz，载波频率范围为 20~30MHz。要求收发机可在不少于 3 个载波频率中选择设置，具体的载波频率自行确定。

### 2. 发挥部分

(1) 在发送端停止数字信号传输后，接收端数码显示延迟 5 秒自动熄灭。

(2) 在满足基本要求的前提下，收发机发送端的功耗越低越好。

(3) 在满足基本要求的前提下，收发机所传输的模拟信号频率范围扩展到 50Hz~10kHz。

(4) 其他。

## 三 说明

(1) 数字和模拟信号必须先经过合路电路处理，然后在同一信道上调制传输，其调制方式和调制度自行确定。在合路电路的输出端应留有观测端口，用于示波器观测合路信号的波形变化。

(2) 收发机的发送端和接收端之间不得有任何连线。

(3) 收发机的发送端与天线的连接采用 SMA 接插头，发送端为 F(母)头，天线端为 M(公)头。天线的长度不超过 1 米。

(4) 收发机的发送端和接收端均采用电池单电源供电，发送端的供电电路应留有供电电压和电流的测试端口。

(5) 收发机的载波频率选取应尽量避开环境电波干扰。

(6) 本题目中信道带宽约定为已调信号的 -40dB 带宽，通过频谱仪进行测量。具体如图 2 所示。

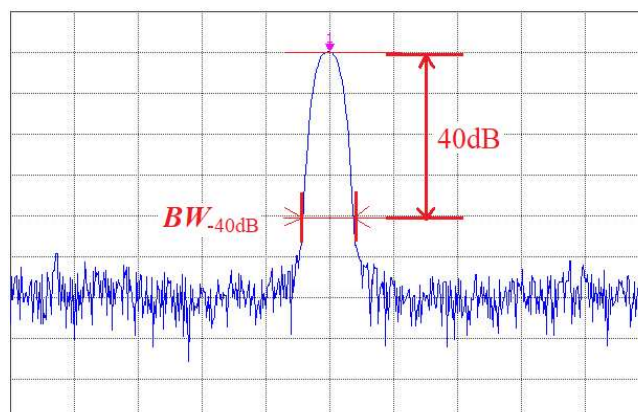


图 2：信道 -40dB 带宽定义

#### 四 评分标准

|      | 项 目        | 主要内容                                 | 满分  |
|------|------------|--------------------------------------|-----|
| 设计报告 | 方案论证       | 比较与选择，方案描述                           | 2   |
|      | 理论分析与计算    | 数字-模拟信号合路、调制方式、信道带宽的设计策略             | 6   |
|      | 电路与程序设计    | 数字-模拟信号合路、调制发送、接收解调，以及分离电路的设计，控制程序流程 | 6   |
|      | 测试方案与测试结果  | 测试方案及测试条件，测试结果及其完整性，测试结果分析           | 4   |
|      | 设计报告结构及规范性 | 摘要，设计报告正文的结构，图表的规范性                  | 2   |
|      | 合计         |                                      | 20  |
| 基本要求 | 完成第（1）项    |                                      | 12  |
|      | 完成第（2）项    |                                      | 10  |
|      | 完成第（3）项    |                                      | 12  |
|      | 完成第（4）项    |                                      | 16  |
|      | 合计         |                                      | 50  |
| 发挥部分 | 完成第（1）项    |                                      | 5   |
|      | 完成第（2）项    |                                      | 20  |
|      | 完成第（3）项    |                                      | 20  |
|      | 其他         |                                      | 5   |
|      | 合计         |                                      | 50  |
| 总分   |            |                                      | 120 |



# 2021 年全国大学生电子设计竞赛试题

## 参赛注意事项

- (1) 11 月 4 日 8:00 竞赛正式开始。本科组参赛队只能在【本科组】题目中任选一题；高职高专组参赛队在【高职高专组】题目中任选一题，也可以选择【本科组】题目。
- (2) 参赛队认真填写《登记表》内容，填写好的《登记表》交赛场巡视员暂时保存。
- (3) 参赛者必须是有正式学籍的全日制在校本、专科学生，应出示能够证明参赛者学生身份的有效证件（如学生证）随时备查。
- (4) 每队严格限制 3 人，开赛后不得中途更换队员。
- (5) 竞赛期间，可使用各种图书资料和网络资源，但不得在学校指定竞赛场地外进行设计制作，不得以任何方式与他人交流，包括教师在内的非参赛队员必须回避，对违纪参赛队取消评审资格。
- (6) 11 月 7 日 20:00 竞赛结束，上交设计报告、制作实物及《登记表》，由专人封存。

## 信号失真度测量装置（A 题）

### 【本科组】

#### 一 任务

设计制作信号失真度测量装置，对来自函数/任意波形发生器的周期信号（以下简称输入信号）进行采集分析，测得输入信号的总谐波失真  $THD$ （以下简称失真度），并可在手机上显示测量信息。测量装置系统组成示意图如图 1 所示。

#### 二 要求

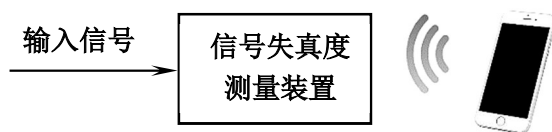


图 1 测量装置系统组成示意图

##### 1. 基本要求

- (1) 输入信号的峰峰值电压范围：300mV~600mV。
- (2) 输入信号基频：1kHz。
- (3) 输入信号失真度范围：5%~50%。
- (4) 要求对输入信号失真度测量误差绝对值  $\Delta = |THD_x - THD_o| \leq 5\%$ ， $THD_x$  和  $THD_o$  分别为失真度的测量值与标称值。
- (5) 显示失真度测量值  $THD_x$ 。
- (6) 失真度测量与显示用时不超过 10 秒。

##### 2. 发挥部分

- (1) 输入信号的峰峰值电压范围：30mV~600mV。

- (2) 输入信号基频范围：1kHz ~100kHz。
- (3) 测量并显示输入信号失真度  $THD_x$  值，要求  $\Delta = |THD_x - THD_o| \leq 3\%$ 。
- (4) 测量并显示输入信号的一个周期波形。
- (5) 显示输入信号基波与谐波的归一化幅值，只显示到 5 次谐波。
- (6) 在手机上显示测量装置测得并显示的输入信号  $THD_x$  值、一个周期波形、基波与谐波的归一化幅值。
- (7) 其他。

### 三 说明

(1) 本题用于信号失真度测量的主控制器和数据采集器必须使用 TI 公司的 MCU 及其片内 ADC，不得使用其他片外 ADC 和数据采集模块（卡）成品。

(2) 关于  $THD$  的说明：当放大器输入为正弦信号时，放大器的非线性失真表现为输出信号中出现谐波分量，即出现谐波失真，通常用“总谐波失真  $THD$  (total harmonic distortion)”定量分析放大器的非线性失真程度。

若放大器的输入交流电压为  $u_i = U_i \cos \omega t$ ，出现谐波失真的放大器输出交流电压为  $u_o = U_{o1} \cos(\omega t + \varphi_1) + U_{o2} \cos(2\omega t + \varphi_2) + U_{o3} \cos(3\omega t + \varphi_3) + \dots$ ，则  $u_o$  的总谐波失真（失真度）定义为

$$THD = \frac{\sqrt{U_{o2}^2 + U_{o3}^2 + U_{o4}^2 + \dots}}{U_{o1}} \times 100\% \quad (1)$$

本题信号失真度测量采用近似方式，测量和分析输入信号谐波成分时，限定只处理到 5 次谐波。定义

$$THD_o = \frac{\sqrt{U_{o2}^2 + U_{o3}^2 + U_{o4}^2 + U_{o5}^2}}{U_{o1}} \times 100\% \quad (2)$$

为本题失真度的标称值。

若失真度测量值为  $THD_x$ ，则失真度测量误差的绝对值为

$$\Delta = |THD_x - THD_o| \quad (3)$$

(3) 基波与谐波的归一化幅值：当输入信号的基波幅值为  $U_{m1}$ ，各次谐波幅值分别为  $U_{m2}$ 、 $U_{m3}$  …，基波与谐波的归一化幅值为：1、 $(U_{m2}/U_{m1})$ 、 $(U_{m3}/U_{m1})$  …。

(4) 用函数/任意波形发生器（以下简称为发生器）输出的周期信号作为测量装置的输入信号。参赛队员必须熟练掌握发生器“谐波发生”功能的操作技能（包括但不限于设置信号谐波参数、存储与调用信号）。

(5) 参赛队必须自带本队自用的发生器参加赛区作品测试，根据测试专家提出的有关要求自行设定、存储自带发生器的输出信号，作为测量装置输入信号。

(6) 除输入信号外,不得再有任何其他信号引入测量装置。一键启动测量后,装置应在 10 秒钟内自动完成失真度测量与显示(期间不得有人工操作),超时扣分。一旦测量显示总用时超过 30 秒,停止作品测试。

#### 四 评分标准

|      | 项目                      | 主要内容                 | 满分  |
|------|-------------------------|----------------------|-----|
| 设计报告 | 系统方案                    | 比较与选择，方案描述。          | 4   |
|      | 理论分析与计算                 | 测量原理分析计算，误差分析。       | 6   |
|      | 电路与程序设计                 | 电路设计，程序设计。           | 4   |
|      | 测试方案与测试结果               | 测试方案，测试结果完整性，测试结果分析。 | 4   |
|      | 设计报告结构及规范性              | 摘要，正文结构，图表规范性。       | 2   |
|      | 合计                      |                      | 20  |
| 基本要求 | 完成第（1）、（2）、（3）项         |                      | 10  |
|      | 完成第（4）项                 |                      | 20  |
|      | 完成第（5）项                 |                      | 15  |
|      | 完成第（6）项                 |                      | 5   |
|      | 合计                      |                      | 50  |
| 发挥部分 | 完成第（1）、（2）、（3）、（4）、（5）项 |                      | 35  |
|      | 完成第（6）项                 |                      | 10  |
|      | 完成第（7）项                 |                      | 5   |
|      | 合计                      |                      | 50  |
| 总分   |                         |                      | 120 |