



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

调频信号发生器 (A题) (难度系数1.2)

【高年级组】

一、任务

设计并制作一调频 (FM) 信号发生器, 如图 1 所示。

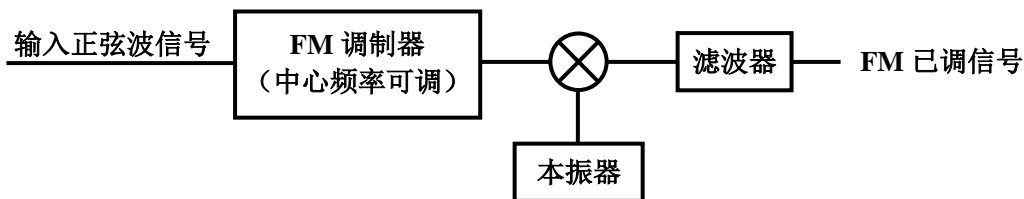


图 1 调频信号发生器

二、要求

1、基本要求

- 1) 制作一个 FM 信号发生器, 外部输入调制信号是在 300~3400Hz 频率范围内的任意频率的正弦信号, 信号的峰峰值为 500mV; 已调 FM 信号的载波频率范围: 30~50MHz; 步进: 1MHz; 输出已调 FM 信号的幅度范围: 50mV_{pp}~500mV_{pp}; 输出负载阻抗 300Ω;
- 2) 输出信号无明显失真, 最大谐波信号的幅度, 相对于基频信号衰减 40dB 以上。

2、发挥部分

- 1) 制作本振信号发生器、混频器和滤波器, 将上述 FM 信号频率提升到 90~110MHz, 输出信号无明显失真, 输出信号幅度范围: 100mV_{pp}~1000mV_{pp}, 输出负载阻抗 300Ω。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

具有AGC功能的放大器电路 (B题) (难度系数1.2)

【高年级组】

一、任务

设计并制作一个多级增益可自动调节的放大器电路, 如图 1 所示。输入信号为频率范围在 10~100MHz 的正弦波信号, 放大器的输入阻抗为 50Ω , 放大器输出级的负载阻抗为 300Ω 。电路的供电电压可以是单电源 ($\leq 10V$) 或正负双电源 (电源压差 $\leq 10V$)。

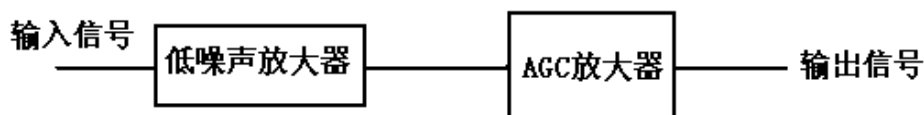


图 1 多级增益可自动调节放大器

二、要求

1、基本要求

- 1) 放大器具有自动增益控制 (AGC) 功能, 输入信号的峰峰值 $V_{ipp}=1\sim 10mV$ 、频率在 10~100MHz 范围内变化时, 输出信号的峰峰值 V_{opp} 在 900~1100mV 范围内;
- 2) 输出信号无明显失真, 最大谐波信号幅度, 相对于基频信号衰减 30dB 以上;
- 3) 尽量提高信号无失真的 V_{opp} 值。

2、发挥部分

- 1) 输入信号的峰峰值 $V_{ipp}=50\mu V\sim 5mV$ 之间变动、频率在 10~100MHz 范围内时, 输出信号的峰峰值 V_{opp} 在 900~1100mV 范围内;
- 2) 输出信号无明显失真, 最大谐波信号的幅度, 相对于基频信号衰减 20dB 以上。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

受控音乐点播装置 (C题) (难度系数1.0)

【高年级组】

一、任务

设计并制作一套受控音乐点播装置, 如图 1 所示。

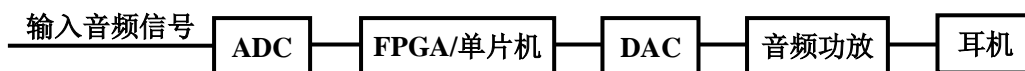


图 1 受控音乐点播器

二、要求

1、基本要求

- 1) 用 FPGA/单片机模块, 制作一个音乐发生装置, 可以循环播放下列 5 首音乐中的某一首: 祝你生日快乐、团结就是力量、茉莉花、我的祖国、外婆的澎湖湾。
- 2) 用 FPGA/单片机模块, 接收并识别来自外部信号发生器的正弦波信号, 频率分别为 2KHz、2.1KHz、2.2KHz、2.3KHz、2.4KHz, 用 5 种音频信号分别去点播上面的 5 首音乐。音频信号的持续时间不小于 100ms;
- 3) 制作一音频功率放大器, 驱动耳机正常工作, 输出音量可调; 用 DAC 输出的音乐信号作为该音频功率放大器的输入。

说明: 如果选用的单片机片内配置有 ADC、DAC 模块, 则图 1 中的 ADC、DAC 可以省去。

2、发挥部分

- 1) 输出音乐的节奏可变化, 分为慢速、正常、快速三挡; 选择信号来自 ADC 输入的音频信号, 频率分别为 3.0KHz、3.1KHz、3.2KHz;
- 2) 输出音乐的音调可变化, 分为高、中、低三挡; 选择信号来自 ADC 输入的音频信号, 频率分别为 3.5KHz、3.6KHz、3.7KHz;
- 3) 可以驱动外置无源喇叭正常工作。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

多模信号发生器 (D题) (难度系数1.3)

【高年级组】

一、任务

利用 FPGA/DAC 模块, 设计并制作一套多模信号发生器电路, 可以产生正弦波信号、方波信号、脉宽可调信号、锯齿波信号、DTMF 信号, 如图 1 所示。

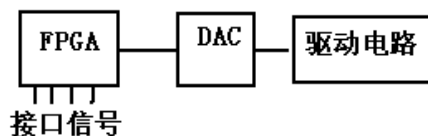


图 1 多模信号发生器

二、要求

1、基本要求

- 1) 利用 FPGA 和 DAC 模块, 产生频率、幅度可调的正弦波信号、方波信号、脉宽可调信号、锯齿波信号, 信号的频率范围为 1KHz~1MHz, 输出信号的幅度范围 $V_{opp}=10\text{mV}\sim1000\text{mV}$, 脉宽可调信号的最小脉宽为 0.5us;
- 2) 产生 DTMF 信号, DTMF 信号的幅度和持续时间可调节;
- 3) 驱动电路的输入和输出阻抗都为 300Ω , 要求各种类型的信号经过驱动电路后无明显失真;
- 4) 与 FPGA 之间的接口类型无特别要求, 要求通过该接口进行波形类型选择、输出参数调节。

2、发挥部分

- 1) 输出正弦波信号、方波信号和锯齿波信号的频率范围扩展到 100Hz~10MHz;
- 2) 可以产生 AM 调制信号、FM 调制信号, 被调信号的频率范围为 300~3400Hz, 中心频率在 100K~10MHz 之间可任意设置。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

微弱信号检测及频谱分析装置 (E题) (难度系数1.8)

【高年级组】

一、任务

设计并制作一套微弱信号检测及频谱分析装置。要求该装置对 10KHz~10MHz 范围内的信号进行低噪声放大、滤波, 通过 ADC 后, 送入 FPGA 内进行频谱分析, 频谱分析结果通过 UART 接口、以数据帧的格式输出。该装置的结构框图如图 1 所示。

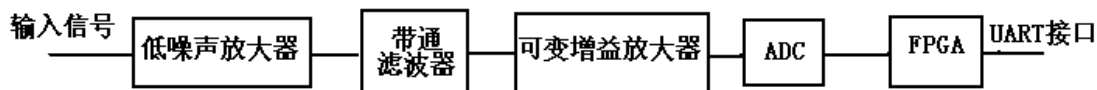


图 1 微弱信号检测及频谱分析器

二、要求

1、基本要求

- 1) 制作一个低噪声放大电路, 可以对 1KHz~20MHz 范围内的任意波信号进行放大, 放大增益不低于 15dB; 要求该放大电路的输入和输出阻抗都是 300Ω;
- 2) 设计并制作一个带通滤波器, 滤除 10KHz~10MHz 频带外的信号, 要求滤波器对 4KHz 和 25MHz 正弦波信号的衰减不低于 30dB;
- 3) 设计并制作一个可调增益放大器, 放大器增益的动态范围不低于 20dB, 放大后的信号幅度不能超过 ADC 的输入信号范围, 放大增益可通过 FPGA 来控制;
- 4) 用 FPGA 通过 ADC 对信号采样后, 分析信号的频谱特性, 并将分析结果通过 UART 接口、以数据帧的格式输出;
- 5) 输入信号的动态范围为 $V_{ipp}=20\text{mV}\sim100\text{mV}$, 输入信号为正弦波。

2、发挥部分

- 1) 输入信号的动态范围为 $V_{ipp}=2\text{mV}\sim100\text{mV}$, 对可调增益放大器进行重新设计, 使 ADC 输入端的信号峰峰值 V_{ipp} 维持在 $0.9V_{pp}\sim1.1V_{pp}$ 之间;
- 2) 输入信号为任意波。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

复合信号发生器 (F题) (难度系数1.0)

【低年级组】

一、任务

使用题目指定的一片LM324(四运放)和一片74LS74芯片设计制作一个复合信号发生器。自行给出方案设计、详细电路图和自测数据波形, 写入设计报告中。设计制作要求如图1所示。设计制作一个方波产生器能输出方波, 将方波产生器输出的方波四分频后再与三角波同相叠加输出一个复合信号, 再经滤波器后输出一个正弦波信号。

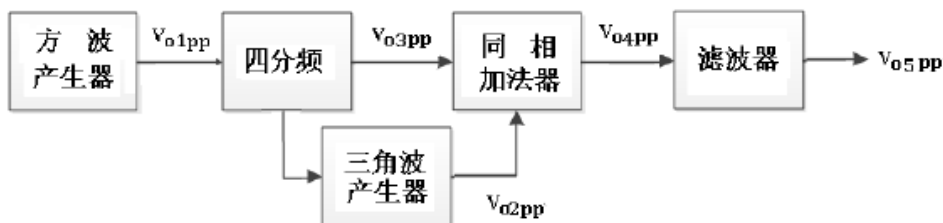


图 1 复合信号发生器

二、基本要求

- 1、方波产生器输出信号参数要求:
 $V_{o1pp}=3V \pm 5\%$, $f=20kHz \pm 100Hz$, 输出电阻 $R_o=600\Omega$, 波形无明显失真;
- 2、四分频方波输出信号参数要求:
 $V_{o3pp}=1V \pm 5\%$, $f=5kHz \pm 100Hz$, 输出电阻 $R_o=600\Omega$, 波形无明显失真;
- 3、三角波产生器输出信号参数要求:
 $V_{o2pp}=1V \pm 5\%$, $f=5kHz \pm 100Hz$, 输出电阻 $R_o=600\Omega$, 波形无明显失真;
- 4、同相加法器输出复合信号参数要求:
 $V_{o4pp}=2V \pm 5\%$, $f=5kHz \pm 100Hz$, 输出电阻 $R_o=600\Omega$, 波形无明显失真;
- 5、滤波器输出正弦波信号参数要求:
 $V_{o5pp}=3V \pm 5\%$, $f=5kHz \pm 100Hz$, 输出电阻 $R_o=600\Omega$, 波形无明显失真;

- 6、每个模块的输出的负载电阻为 600Ω ，应标示清楚、置于明显位置，便于检查；
- 7、给出方案设计、详细电路图和测试数据波形；
- 8、电源只能选用+5V单电源，由稳压电源供给，不得使用额外电源；
- 9、要求预留方波Vo1pp、四分频后方波Vo3pp、三角波Vo2pp、同相加法器输出复合信号Vo4pp、滤波器输出正弦波Vo5pp和+5V单电源的测试端子。

三、发挥要求

- 1、方波频率可调，频率范围尽量扩大；
- 2、能测试滤波器的通带特性，并描出其幅频特性曲线。

说明：

- 1、实验制作可以在实验室或其它地方进行，实验室能提供常规仪表、常用工具 和电阻、电容、电位器等；
- 2、LM324、74LS74和NE555芯片使用说明书可以通过网络查询。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

多种波形产生电路 (G题) (难度系数1.2)

【低年级组】

一、任务

使用题目指定的一片NE555芯片、一片74LS74芯片和一片通用四运放LM324芯片, 设计制作一个频率可变的时输出方波 I、方波 II、三角波、正弦波 I、正弦波 II 的多种波形产生电路。给出方案设计、详细电路图和自测数据波形写成设计报告。电路结构见图1。

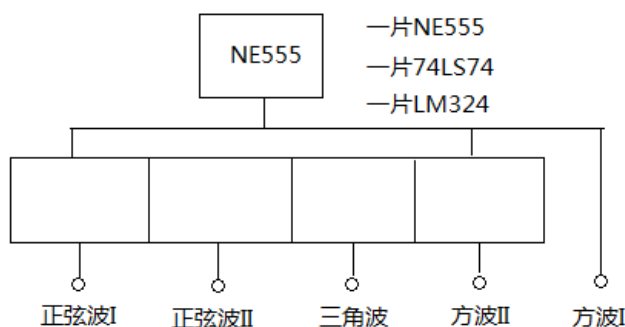


图1 波形输出结构示意图

二、基本要求

1、设计制作要求

使用NE555时基电路产生频率为20kHz~50kHz的方波 I 作为信号源; 利用此方波 I, 可在四个通道输出4种波形: 每通道输出方波II、三角波、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600Ω;

2、五种波形的设计要求

- 1) 使用555时基电路产生频率20kHz~50kHz连续可调, 输出电压幅度为1V的方波 I;
- 2) 使用数字电路74LS74, 产生频率5kHz~10kHz连续可调, 输出电压幅度为1V的方波 II;
- 3) 使用数字电路74LS74, 产生频率5kHz~10kHz连续可调, 输出电压幅度峰峰值为3V的三角波;

- 4) 产生输出频率为20kHz~30kHz连续可调, 输出电压幅度峰峰值为3V的正弦波 I ;
- 5) 方波、三角波和正弦波的波形应无明显失真(使用示波器测量时)。频率误差不大于5%; 通带内输出电压幅度峰峰值误差不大于5%;

- 3、电源只能选用+10V单电源, 由稳压电源供给, 不得使用额外电源;
- 4、要求预留方波 I、方波 II、三角波、正弦波 I、正弦波 II 和电源测试端子;
- 5、每通道输出的负载电阻600Ω应标清楚、至于明显位置, 便于检查。

三、发挥要求

- 1、产生输出频率为250kHz, 输出电压幅度峰峰值为8V的正弦波 II ;
- 2、尽量扩大NE555的频率范围。

说明:

- 1、实验制作可以在实验室或其它地方进行, 实验室能提供常规仪表、常用工具和电阻、电容、电位器等;
- 2、系统只能使用NE555、74LS74和LM324芯片各一片, 此外不能使用其它任何有源器件或芯片;
- 3、LM324、74LS74和NE555芯片使用说明书可以通过网络查询。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

信号采集处理电路设计 (H题) (难度系数1.2)

【低年级组】

一、任务

采用单片机实验板设计一个具有信号采集、信号缩放、信号存储、信号处理功能及参数显示和数据通信等功能的智能设备, 数据采集可以采用片内或片外 ADC 实现. 设计电路的主要功能见图 1。LCD 显示器主要显示被测信号的功能和信号参数。同时被测参数需要通过 UART 通信接口上传至 PC 机显示, PC 测试软件可以采用现成的测试软件。键盘可以设置和控制修改采集器的工作方法, 键盘的功能也可以通过 PC 机的测试软件远程控制。

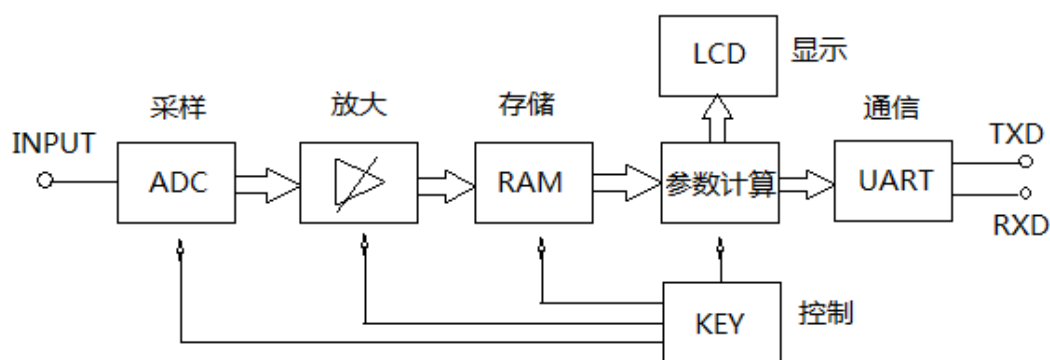


图1 信号采集处理和通信设计

二、基本要求

- 1、设计制作要求: 采用单片机实验板, 型号和类型不限, 设计具有 ADC 信号采集, 信号存储和处理, 参数显示和数据通信功能的设备;
- 2、ADC 采样频率可以设定, 最高采样速率自定, 被采样信号频率: $0 \sim f_x$ (x 自定) Hz;
- 3、被采信号幅度: $0 \sim 3V_p$ (在能正确提取信号参数的前提下信号越小越好);
- 4、信号处理的主要参数包括: 信号类型、信号的频率、信号周期、信号占空比 (方波)、信号幅度、

直流成分等。LCD的参数显示格式自定；

- 5、在LCD上显示参数需要同时通过UART上传到PC上，PC上的显示软件可以采用“通信助手”等现场软件；
- 6、通过单片机键盘可以改变采样率，显示参数等；
- 7、单片机键盘能实现的功能可以通过PC上位机远程实现。

三、发挥要求

- 1、上位机软件自编；
- 2、LCD 可以显示幅度波形；
- 3、对接收信号插入数字滤波器,测试滤波器的幅频特性，LCD 可以显示该曲线；
- 4、发挥 2 和 3 的图形可以在 PC 上实现。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

信号发生器电路设计 (I题) (难度系数1.2)

【低年级组】

一、任务

采用单片机实验板设计一个具有双路信号输出的函数信号发生器, 主要实现正弦信号、三角信号、方波和任意波信号的输出, 电路可以采用片内或片外 DAC 实现。设计电路的主要功能见图 1。LCD 显示器主要显示输出信号参数。同时输出波形数据可以通过 UART 通信接口上传至 PC 机显示, PC 测试软件可以采用现成的测试软件。键盘可以设置和控制信号发生器的工作方法, 键盘的功能也可以通过 PC 机的测试软件远程控制。

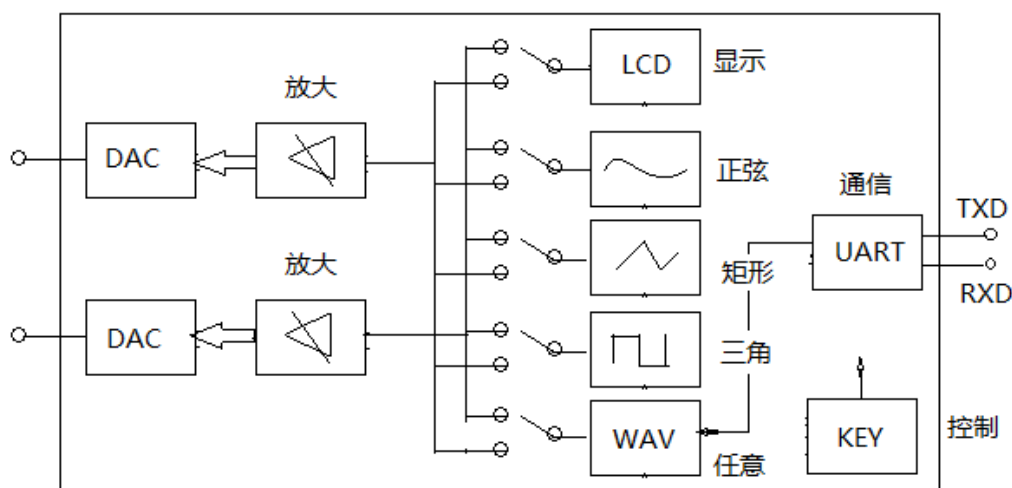


图1 信号发生器设计

二、基本要求

- 1、设计制作要求: 采用单片机实验板, 型号和类型不限, 设计一个具有双路DAC信号输出的简易信号发生器 (外接示波器观察);
- 2、两路DAC信号输出频率可以分别设定, 最高信号输出频率自定。信号频率范围: $0 \sim f_x$ (x 自定)

Hz;

- 3、输出信号幅度：0~3V_p可多档调节；
- 4、输出信号的可选类型主要包括：正弦、锯齿、三角、方波和任意波等。LCD的参数显示格式自定；
- 5、在LCD上显示的参数需要同时通过UART上传到PC上，PC上的显示软件可以采用“通信助手”等现场软件；
- 6、通过单片机键盘可以改变输出信号频率和幅度等参数；
- 7、单片机键盘能实现的功能可以通过PC上位机远程实现。

三、发挥要求

- 1、上位机软件自编；
- 2、可以下传 WAV 文件，并通过 DAC 播放（外接有源功放）；
- 3、双路 DAC 实现左右声道的信号输出（外接有源功放）；
- 4、保存多首歌曲，并能通过键盘控制播放和在 LCD 上显现歌曲参数。



南京邮电大学通信与信息工程学院

2017 年第二届通信电子设计竞赛试题

参赛注意事项

- 1) 2017 年 10 月 16 日竞赛正式开始;
- 2) 参赛者必须是有正式学籍的通信学院本科学生;
- 3) 采用单人参赛方式, 每队 1 人;
- 4) 三、四年级学生仅限选高年级组赛题, 一、二年级学生不限级别, 如果选做高年级组赛题则额外奖励跳级难度系数;
- 5) 竞赛期间, 可使用各种图书资料和网络资源;
- 6) 2017 年 11 月 27 日竞赛结束, 上交设计报告、自行保存制作实物, 等待测试。

综合多功能电路设计 (J题) (难度系数1.5)

【低年级组】

一、任务

采用单片机实验板和模拟电路相结合的综合系统设计一个具有信号输出和信号输入的装置, 主要可以实现多种信号处理功能。电路可以采用片内或片外 DAC 和 ADC 实现。设计电路的主要功能见图 1。LCD 显示器主要显示输出信号的参数。通过 UART 通信可以实现上下位机互通, PC 测试软件可以采用现成的测试软件。键盘可以设置和控制设备的工作方法, 键盘的功能也可以通过 PC 机的测试软件远程控制。

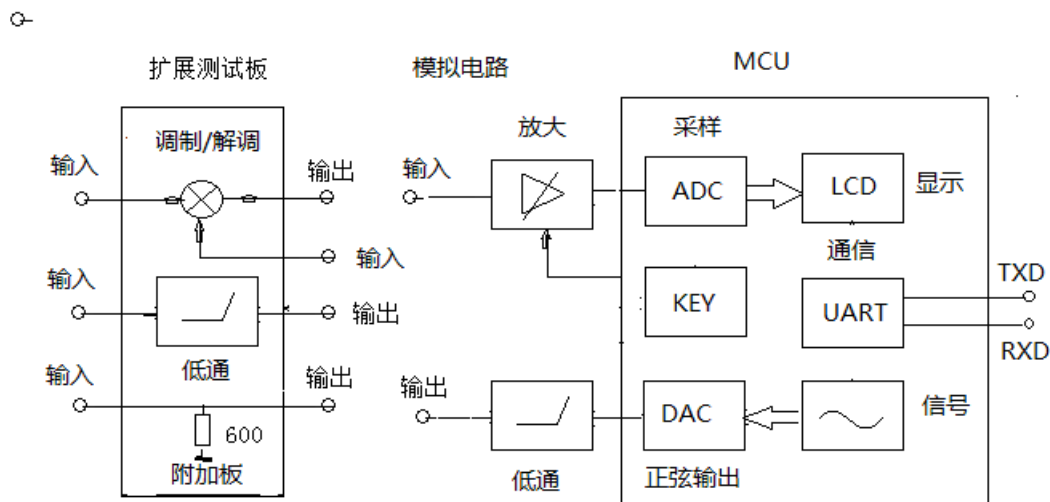


图1 综合多功能电路设计

二、基本要求

- 1、设计制作要求: 采用单片机实验板 (型号和类型不限), 设计一个具有DAC信号输出可变频率正弦波的信号, 频率范围 $0 \sim f_x$ (x 尽可能的高);
- 2、设计一路ADC采样信号, 采样频率可以设置, 步长1KHz、10KHz、100KHz三种可设;

- 3、设计模拟输出（DAC）滤波电路平滑输出正弦信号，滤波参数自定；
- 4、设计增益可控的量程放大器，量程分三档（1/10、1、10），量程由单片机控制和设定；
- 5、在LCD上显示的参数需要同时通过UART上传到PC上，PC上的显示软件可以采用“通信助手”等现成软件；
- 6、单片机键盘能实现的功能可以通过PC上位机远程实现；
- 7、制作一功能扩展的附件板（见图1中左边框内电路），包括一个调制/解调电路、一个低通滤波器（截止频率100KHz）和一个600Ω阻抗的直通电路，有合适的输入输出端子，可以灵活组合。

三、发挥要求

- 1、上位机软件自编；
- 2、连接附件板中的低通滤波器,通过DAC输出扫频信号,通过ADC接收处理，用LCD描出扩展板中低通滤波器的幅频特性，扫描步长1KHz或10KHz；
- 3、重新连接扩展功能附件板如图2，构建电路设计成扫频仪电路。扫频范围100KHz~1MHz，步长100KHz。当输入信号在这范围内出现时，MCU能捕捉并显示该信号的参数；
- 4、当输入 AM 调制信号时，LCD 能显示解调信号的频率、幅度等参数。

说明：如需要外部信号和 DAC 信号同步请自行设计相关电路。

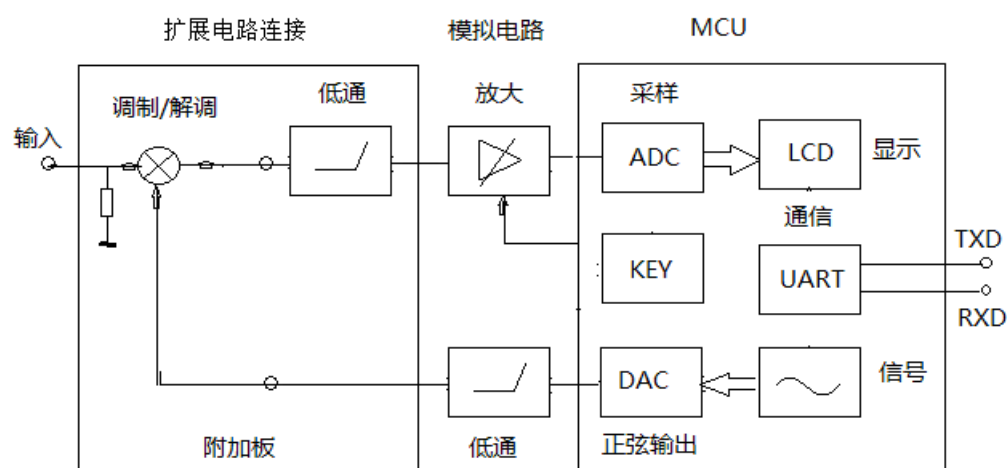


图2 扫频电路连接图