

说明：

- (1) 时间：每个实验 5-6 天
- (2) 允许使用各种网络资源及图书馆资料等，鼓励在方案上创新及沟通交流，但电路制作、调试、测试、数据分析及报告必须本人独立完成。
- (3) 每个指标均计分，超出指标可适当加分，达不到指标相应扣分。
- (4) 允许放弃部分指标。
- (5) 尽可能选用通用（廉价、现货）器件。

## 信号波形发生与合成实验电路

### 一、总任务

设计制作一个电路，能够产生多个不同频率的正弦信号，并将这些信号再合成为近似方波信号，并采用单片机对其进行测量显示。电路示意图如图 1 所示：

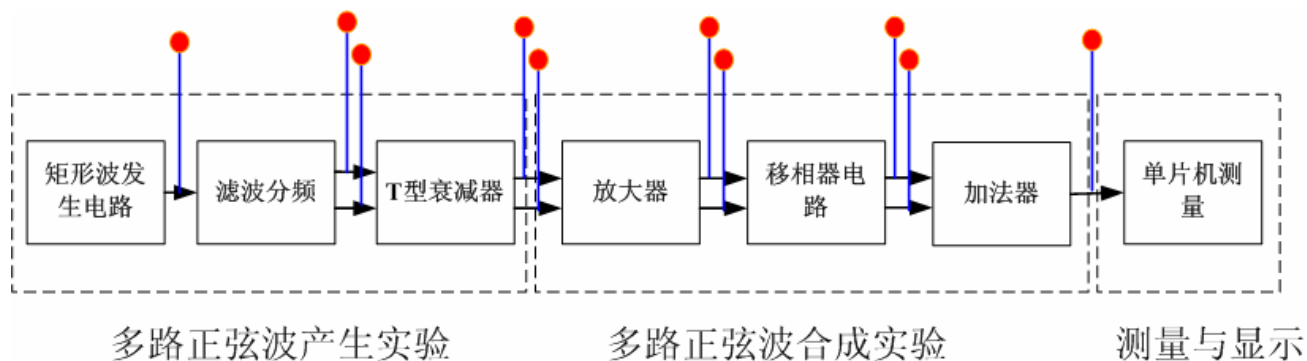


图 1 电路示意图

## 实验 1-多路正弦波产生实验（2019年3 月 3日-8日）

信号源又称为信号发生器，是一种能提供各种频率、波形和输出电平电信号的设备。在测量各种电信系统或电信设备的振幅特性、频率特性、传输特性及其它电参数时，以及测量元器件的特性与参数时，用作测试的信号源或激励源。

信号源可根据输出波形不同分为正弦波信号发生器，矩形脉冲信号发生器，函数信号发生器等。其中最常见也最常用的信号有正弦波信号、方波信号、三角波信号。本题目就设计一款可以同时产生正弦波信号、方波信号、三角波信号（或近似三角波）的信号源，实现方式可以参考下图。要求三种信号的频率均为 1KHz，正弦波信号峰峰值为 4V，直流偏置从-2V~2V 可调（波形如图 2 中 c 所示）；输出的方波信号峰峰值 5V，直流偏置 2.5V，供单片机进行频率测量（波形如图 2 中 d 所示）；输出三角波信号峰峰值 4V，直流偏置 0V（波形如图 2 中 b 所示）。其中电源供电电压 $\pm 12V$ 。

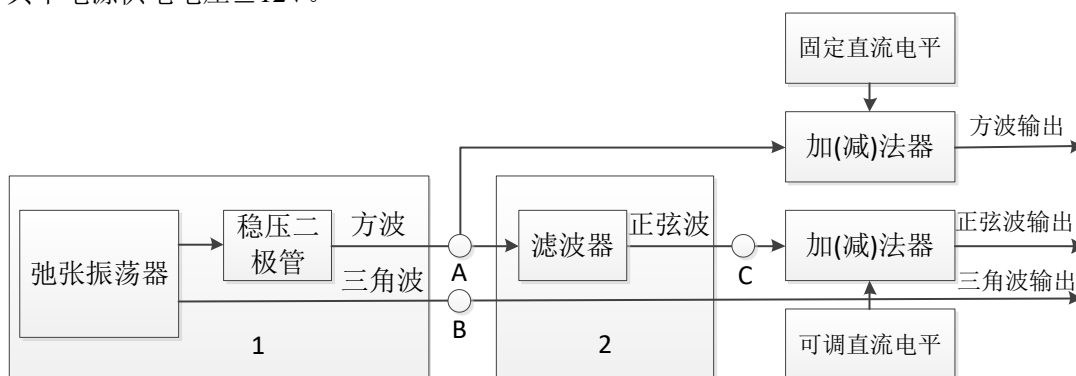


图 1

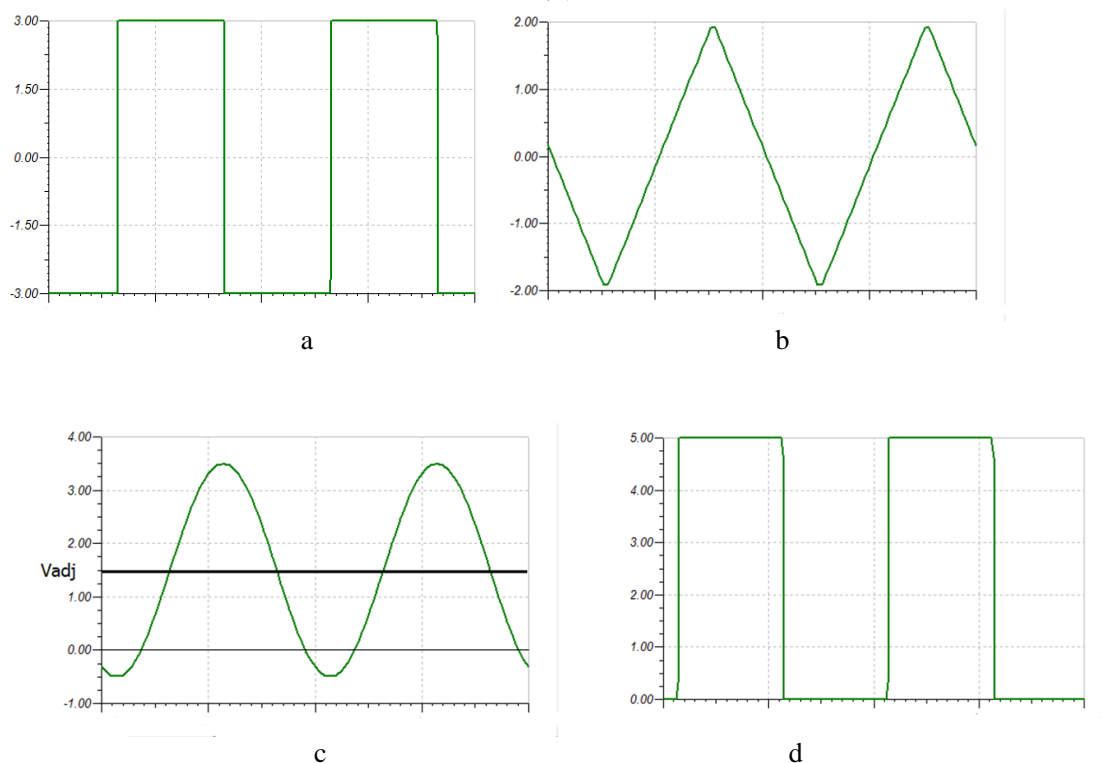


图 2

## 1. 基本要求

- (1) 设计基于运放实现的弛张振荡器（图1中方框1所示），要求输出的方波信号（图1中节点A）的峰峰值6V，频率为1kHz（50%占空比），直流偏置为0V，如图2中a波形所示；输出的三角波信号（图1中节点B）的峰峰值4V，频率为1kHz，直流偏置为0V，如图2中b波形所示。频率误差小于1%。
- (2) 矩形波发生器产生的信号经两路不同频率有源滤波处理，同时产生频率为1kHz和3kHz的正弦波信号；其中有源滤波器，要求中心频率分别为1kHz、3kHz，-3dB带宽200Hz，带外衰减呈-40dB/十倍频以上下降；产生的信号波形无明显失真，幅度峰峰值分别为6V和2V；
- (3) 制作40dB纯电阻网络衰减器（要求为T网络或Pi网络），输入输出阻抗100k欧姆，插入损耗40dB，误差小于1dB。

## 2. 发挥要求

- (1) 矩形波发生器产生波形频率可调、占空比可调。得到输出需要的方波信号（峰峰值为5V，直流偏置2.5V，波形如图2中d所示）直流偏置从-2V~2V可调，波形如图2中c所示）。
- (2) 有源滤波器中心频率可调，在给定频率矩形波下，将矩形波信号中的基波，三次谐波，五次谐波滤出；

备注：

- 1、可以用实验电源提供正负12V电源供电。
- 2、留出关键的测试点（输入、输出、中间某些关键点），以备测试。
- 3、实验设计及记录：
  - 1) 指标的论证（说明设计思路，如何达到指标）。
  - 2) 电路图（可以手画）。
  - 3) 各项测试方法及步骤（如何测各项指标？用什么仪器，怎么连接？步骤？）。
  - 4) 测试结果及分析计算（原始数据，分析过程，结论：你的电路各项实际指标是多少？）。

### 三、实验2-多路正弦波合成实验（3月9日-15日）

#### 1. 放大器要求

- (1) 增益 40dB，增益误差不大于 1dB
- (2) 输入 0V 时，输出电压漂移不大于 10mV。
- (3) 输入阻抗>100k。
- (4) 放大带宽: DC~不低于 50kHz。

#### 2. 移相器要求

- (1) 设计并制作一组移相为  $45^\circ$  的移相电路，完成对外加两路正弦信号的移相。要求移相电路的增益为 1，增益误差不大于 5%，移相误差不大于  $5^\circ$ 。（基础）
- (2) 设计并制作一个单位增益的程控移相电路，要求移相范围为  $0\sim45^\circ$ ；移相的步进不大于  $15^\circ$ ，移相误差不大于  $5^\circ$ ，增益误差不大于 5%。相移值可以通过 MSP430 进行设置。（发挥）

#### 3. 加法器要求

- (1) 设计并制作加法器将 2 中移相器输出的两路基波与三次谐波相加，合成近似正弦波，波形幅度为 5V，误差不大于 0.5V。合成波形的形状如图所示。

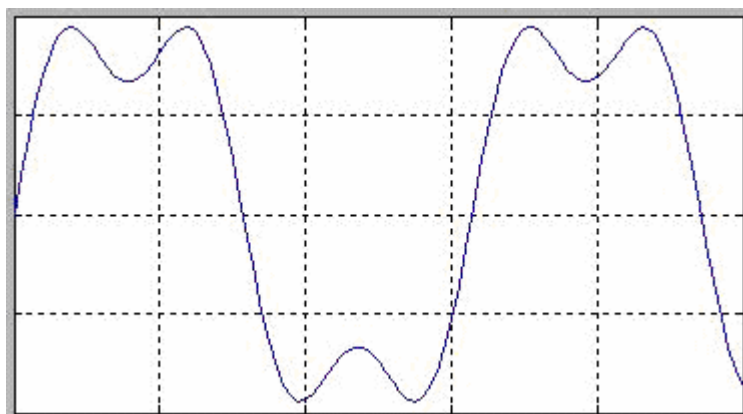


图2 利用基波和3次谐波合成的近似方波

备注：

- 1、可以用实验电源提供正负 12V 电源供电。
- 2、留出关键的测试点（输入、输出、中间某些关键点），以备测试。
- 3、实验设计及记录：
  - 1) 指标的论证（说明设计思路，如何达到指标）。
  - 2) 电路图（可以手画）。
  - 3) 各项测试方法及步骤（如何测各项指标？用什么仪器，怎么连接？步骤？）。
  - 4) 测试结果及分析计算（原始数据，分析过程，结论：你的电路各项实际指标是多少？）。

## 四、实验3-单片机测量与显示（3月16日-3月22日）

### 1. 基本要求

- (1) 对实验2输出的方波进行频率测量并显示，测量误差不大于5%。
- (2) 通过按键，控制输出方波频率100Hz步进，方波输出频率，1KHz-3KHz（增加到3KHz后再从1KHz重新步进）。

### 2. 发挥部分

- (1) 设计制作一个能对实验1和实验2中各个正弦信号的幅度进行测量和数字显示的电路，测量误差不大于 $\pm 5\%$ 。
- (2) 通过按键，控制输出直流电平幅度0-3V，步进0.2V。（提示：PWM）
- (3) 搭建一组电源电路，指标要求如下：
  - a、16~30V输入电压。
  - b、一路12V稳压输出，要求：
    - 1) 开路输出电压误差：小于5%
    - 2) 最大输出电流：不低于0.3A
    - 3) 满载时，纹波电压 $<50\text{mV}$
    - 4) 负载调整率：不超过1%
  - c、一路-12V稳压输出，要求：
    - 1) 开路输出电压误差：小于5%
    - 2) 最大输出电流：不低于0.3A
    - 3) 满载时，纹波电压 $<100\text{mV}$
    - 4) 负载调整率：不超过1%
  - d、发挥：30V输入时，正负输出均满载时，效率不低于70%。

备注：

- 1、(1)(2)可以用实验电源提供正负12V电源供电。(3)可以用30V电源供电
- 2、留出关键的测试点（输入、输出、中间某些关键点），以备测试。
- 3、实验设计及记录：
  - 1) 指标的论证（说明设计思路，如何达到指标）。
  - 2) 电路图（可以手画）。
  - 3) 各项测试方法及步骤（如何测各项指标？用什么仪器，怎么连接？步骤？）。
  - 4) 测试结果及分析计算（原始数据，分析过程，结论：你的电路各项实际指标是多少？）。