



2023 年全国大学生电子设计竞赛综合测评题

综合测评注意事项

- (1) 综合测评于 2023 年 8 月 14 日 8:00 正式开始, 8 月 14 日 15:00 结束;
- (2) 本科组优秀参赛队选用此题;
- (3) 综合测评题以参赛队为单位全封闭进行, 现场不能上网、不能使用计算机、手机等仿真和通信设备;
- (4) 综合测评结束时, 制作的实物及《综合测评测试记录与评分表》由全国专家组委派的专家封存、交赛区保管。

求解线性常微分方程的模拟计算机

【本科组】

利用测评板上提供的器件, 设计制作一个求解下列微分方程的模拟计算机, 如图 1 所示。

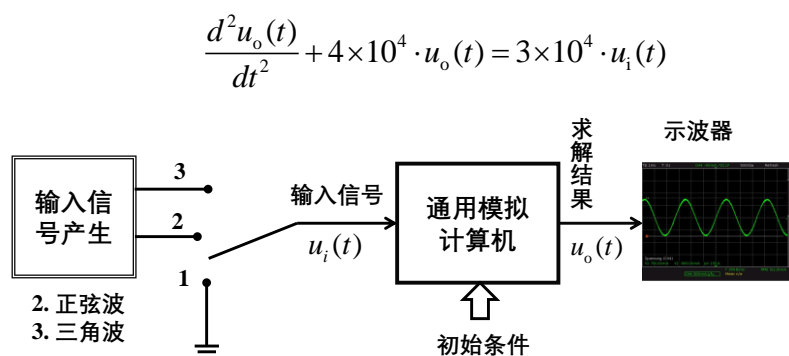


图 1 求解微分方程的模拟计算机结构示意图

输入信号 $u_i(t)$ 为下列 3 种:

- (1) 0
- (2) $\omega = 600\text{rad/s}$ 正弦波 (幅度 $> 2\text{V}$, 初相位不限)
- (3) 与正弦波同频同相的三角波 (幅度 $> 2\text{V}$)。

初始条件为

- (1) $u_o(0) = 1\text{V}$
- (2) $\frac{du_o(0)}{dt} = 0\text{V/s}$

设计报告 (限 2 页) 应给出方案设计、详细电路图、参数计算和现场自测数据波形 (一律手写), 综合测评板编号及 3 名参赛同学签字须在密封线内, 与综合测评板一同上交。

一、约束条件

1. 二片 LM324DR 四运算放大器芯片（综合测评板上自带）。
2. 赛区提供电阻、电容等（数量不限、参数不限）。
3. 赛区提供 $\pm 5V$ 直流电源。

二、设计任务及指标要求

利用综合测评板和若干电阻、电容、开关等，设计制作电路。模拟计算机开始计算时刻（时间 0 点）由开关控制。具体要求如下：

1. 基于测评板上的运算放大器生成正弦波、三角波电压 $u_i(t)$ ，并留出测试端子。 $\omega = 600\text{rad/s}$ ，幅度 $> 2V$ ，初相位不限。
2. 基于测评板上的运算放大器构造实现模拟计算机中所需的微分、积分器模块，留出输入输出测试端子，以便采用 $1V/100\text{Hz}$ 三角波或方波信号单独测试微分、积分器功能。
3. 构建模拟计算机系统，分别完成 3 种输入信号（可用开关或跳线切换）时对微分方程的解，求解结果通过示波器显示。

三、说明

1. 综合测评应在模电或数电实验室进行，实验室提供常规仪器仪表和工具。
2. 运算放大器芯片使用说明书随综合测评板一并提供。
3. 参赛队应在理论设计基础上进行实验调试，报告及理论设计占 3 分，输入信号产生电路正弦波占 3 分、三角波占 4 分，微分、积分器单元电路功能实现占 6 分，齐次方程解测量结果占 6 分、正弦波和三角波输入的非齐次解测量结果各占 4 分（共 15 分）。
4. 不允许在测评板上增加使用 IC 芯片，如果增加芯片则按 0 分记。
5. 原则上不允许参赛队更换测评板，如果损坏测评板只可更换一次并扣 10 分。

6. 有关理论知识提示

（1）根据数学知识，本题微分方程的理论求解部分结果为：

$$u_i(t) = 0 \text{ 时, } u_o(t) = \cos(200t)V$$

$$u_i(t) = 2\cos(600t + \theta)V \text{ 时, } u_o(t) = K\cos(200t + \varphi) - 0.1875\cos(600t + \theta)V$$

其中，

$$\varphi = \arctan \frac{0.5625 \sin \theta}{1 + 0.1875 \cos \theta}$$
$$K = \frac{1 + 0.1875 \cos \theta}{\cos \varphi}$$

(2) 模拟计算机的通用结构

对于实系数二阶常微分方程 $\frac{d^2 u_o(t)}{dt^2} + a_1 \frac{du_o(t)}{dt} + a_0 u_o(t) = b_1 \frac{du_i(t)}{dt} + b_0 u_i(t)$ ，解

此方程的通用模拟计算机结构（参考）如图 2 所示。

其中， k_1 、 k_2 分别为两积分器的积分常数， k_3 为微分器的微分常数。

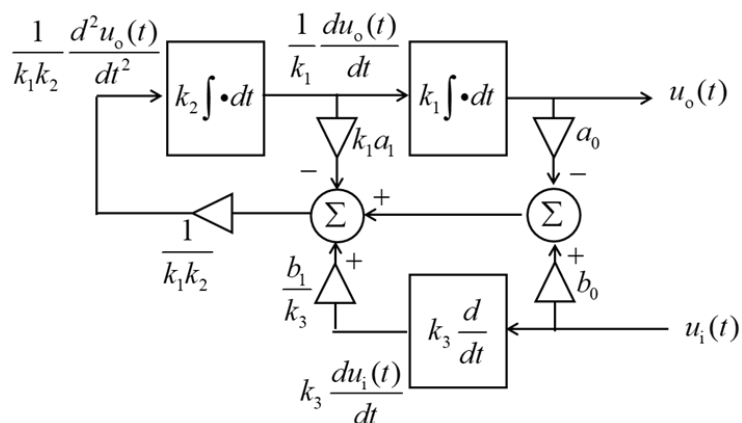


图 2 二阶微分方程求解的通用模拟计算机结构

利用积分、微分、求和电路即可实现微分方程的求解，微分方程的初始条件可以在每个积分器中分别进行设置。

2023 年全国大学生电子设计竞赛综合测评实施办法细则

“综合测评”是 2023 年全国大学生电子设计竞赛评审工作中的重要环节，是“一次竞赛二级评审”工作中全国专家组评审工作的一部分。“综合测评”的具体办法如下：

1. 全国竞赛组委会委托各赛区竞赛组委会实施“综合测评”，并在全国专家组指导下完成组织和评测工作，届时全国专家组将委派专家参加。

2. 综合测评的测试对象为赛区推荐上报全国评奖的优秀参赛队全体队员，以队为单位在各赛区以全封闭方式进行，测试现场必须相对集中。

3. 综合测评采用设计制作方式，测评题目与评分标准由全国专家组统一制定，各队设计制作时间统一为 8 月 14 日 8:00~15:00。

4. 综合测评使用的电路板及器件由全国竞赛组委会统一提供；电阻、电容、普通二极管、发光二极管等元器件由各赛区实验室准备。

5. 综合测评现场各队不能上网、不能使用手机、计算机。

6. 各队综合测评作品在测试完毕后必须统一封存在赛区，以备复评调用。

7. “综合测评”评分及其最低分数线划定事宜由全国专家组负责，满分 30 分。超过最低分数线的作品，按实际得分计入全国评审总分。

8. 参与综合测评工作的赛区专家、全国委派专家均不能为全国大学生电子设计竞赛的赛前指导教师。

9. 2023 年综合测评需增加赛区一级的网络在线监控，赛区组委会需对赛区内所有测试现场全景实施实时在线监控，作为对已有巡视检查制度的有效补充。赛区组委会监控及录屏需从早 7 点开始至全国委派专家在该赛区完成全部工作。录屏需存留至 2023 年 9 月 11 日公布 2023 年全国评审结果之后。

10. 综合测评需要的主要物品由全国竞赛组委会提前寄给各赛区组委会指定接收人，所寄物品必须在 8 月 14 日 7:00 后拆封，拆封前需由全国专家组委派专家负责查验。

8 月 14 日 7:30 综合测评题目将通过电子邮件发给各赛区指定接收人。题目下载打印后复制，于 8:00 发给参加综合测评的各队。8 月 14 日 14:30 综合测评

测试记录与评分表将通过电子邮件发给各赛区指定接收人。

8 月 14 日 15:00 综合测评参赛队设计制作结束后，各赛区组织的综合测评专家组立即按综合测评题目和要求进行严格的测试与记录。各队需至少 3 名专家负责测试记录，并在一张综合测评测试记录表上同时签名。测试中记录波形时，请测评专家在记录表上手绘，不要使用拍照打印附页。

11. 8 月 15 日（以邮戳为准），各赛区组委会必须将各队的综合测评测试记录与评分表和设计报告密封好用快递寄送或派专人报送全国竞赛组委会秘书处指定地址和收件人（详见竞赛实施过程说明）。

各赛区收齐的综合测评测试记录与评分表（以下简称记录表）和设计报告上交前需密封，密封要求如下：

- 1) 记录表与设计报告一起装订、密封。每队记录表在上，设计报告在下。
 - 2) 根据赛区参加综合测评的推荐队数，记录表应分成若干摞密封，每摞表格原则上不超过 20 队。
 - 3) 封装要求：每摞记录表最上面附一张空白 A4 纸，大致在记录表页眉内的“第一装订折叠线”两个[•①•]位置处分别钉 2 个订书钉，然后将空白 A4 纸折叠向一摞表格的背面，在“第二装订线”三个[•②•]的位置再分别钉 3 个订书钉即可。
 - 4) 全部记录表应装袋贴封条，全国竞赛组委会委派专家需在封条上签字。
- 综合测评制作实物全部封箱密封暂存于赛区组委会以备抽调，全国竞赛组委会委派专家需在封条上签字。

12. 为了配合全国评审期间综合测评的密封评分工作，各赛区需对上交的综合测评记录表填写“综合测评对照表”（从全国大学生电子设计竞赛组委会官方网站下载），该表电子版需在 8 月 15 日用电子邮件传至全国竞赛组委会秘书处（Email: nuedc@mail.xjtu.edu.cn）。

注：对照表中的“综合测评板号”印在每块测评电路板上（各队板号各异且唯一），在记录表和设计报告页眉处的密封线内需填写该板号。

13. 全国专家组委派专家要按照“综合测评实施办法”、“综合测评纪律与规定”和“全国大学生电子设计竞赛全国专家组工作规程”的各项要求，实时监督检查与记录，并作为综合测评的评分依据之一。

全国大学生电子设计竞赛组织委员会

2023 年 8 月 1 日

综合测评纪律与规定

1. 各赛区推荐的优秀参赛队（以下简称推荐队）全体队员必须按统一时间参加综合测评，按时开始和结束综合测评。综合测评期间，参赛队学生可以自带并使用纸质图书资料，但不得携带电子资料，不得使用计算机网络资源，不得以任何方式与队外人员进行讨论交流。

如发现教师参与、他人代做、抄袭及被抄袭、队与队之间交流、不按规定时间结束综合测评的，将取消其测评与全国评奖资格。

2. 在综合测评期间，推荐队员的个人计算机、移动式存储介质、开发装置或仿真器、“单片机最小系统板”、元器件和测试仪器等一律不得带入综合测评现场，否则取消测试资格。

全国大学生电子设计竞赛全国专家组工作规程(节选)

2. 综合测评原则上在一天内完成，其全程包括：发题、学生制作、专家测试、记录封存四个环节。委派专家应忠于职守，全程监控四个环节，必须监督赛区对综合测评记录的封存并签字，并监督赛区对全部综合测评作品进行集中封存并签字。

3. 委派专家应严格监督执行全国专家组综合测评标准，不负责解释综合测评的题意、测试方法等问题。委派专家不得无故离开综合测评现场，确需离开的不得超过 20 分钟。委派专家与学生一同用餐。

全国大学生电子设计竞赛组织委员会

2023 年 8 月 1 日