

# 《模拟电子技术基础》课程教学大纲

## 一、课程名称（中英文）

中文名称：模拟电子技术基础

英文名称：Analog Electronics

## 二、课程代码及性质

学科（大类）基础课

必修

## 三、学时与学分

总学时：48（理论学时：48 学时；实验另外单独设课）

学分：3.0

## 四、先修课程

电路理论

## 五、授课对象

本课程（48 学时）面向计算机相关专业的本科生开设。

## 六、课程教学目的（对学生知识、能力、素质培养的贡献和作用）

本课程是相关专业在电子技术方面入门性质的技术基础课，具有很强的实践性和明显的工程技术特征。课程通过对常用电子器件、电路及其系统分析和设计的学习，使学生获得电子技术方面的基本知识、基本理论和基本技能，为电子技术的深入学习和实际应用打下坚实基础。

## 七、教学重点与难点：

课程重点：三极管（以 MOSFET 为主）的工作原理及其放大电路的分析与设计，小信号模型分析法，差分式放大电路，集成运算放大器使用，反馈放大电路，放大电路的基本应用电路（正弦波振荡器、比较器、非正弦波产生电路）

课程难点：三极管工作原理，放大电路的静态和动态，放大电路频率响应，反馈放大电路。

## 八、教学方法与手段：

教学方法：教师课堂讲授，学生完成作业。

教学手段：多媒体教学课件为主，辅以板书。

## 九、教学内容与学时安排

### （一）绪论（教师课堂教学学时（2 小时） + 学生课后学习学时（4 小时））

教学内容：

- 信号及其频谱的基本概念
- 放大电路、放大电路模型、放大电路的主要性能指标

基本要求

- 了解信号的描述及分类方法
- 熟悉放大电路模型和放大电路主要性能指标

课后文献阅读：

参考书【1】的第1章，或参考书【2】的第0章和2.1节，或参考书【3】的第1章。

课后作业和讨论（仅供参考）：

作业：参考书【1】的习题1.4.1；1.5.2；1.5.4

讨论：模拟电路主要用来做什么？你能举出哪些具体应用的例子？不失真地放大信号需要放大电路具备哪些条件？

### （二）运算放大器（教师课堂教学学时（3 小时） + 学生课后学习学时（6 小时））

教学内容：

- 集成运算放大器组成及其电路模型和理想电路模型
- 同相放大电路、反相放大电路，及其他应用电路

基本要求

- 充分理解“虚短”和“虚断”的概念，并熟练运用它们分析计算反相比例、同相比例、加、减、积分、微分等电路组成的各种运算电路

课后文献阅读:

参考书【1】的第2章,或参考书【2】的7.1、7.4节,或参考书【3】的第2章,或参考书【4】的第9章。

课后作业和讨论(仅供参考):

作业:参考书【1】的习题2.3.3; 2.3.8; 2.4.2; 2.4.4; 2.4.7; 2.4.16

讨论:在什么情况下才能运用虚短和虚断来分析实际运放构成的电路?  
换句话说,什么情况下不能用虚断和虚断?

### (三) 二极管及其基本电路(教师课堂教学学时(5小时) + 学生课后学习学时(15小时))

教学内容:

- 半导体的基本知识
- PN结的形成及特点
- 半导体二极管的结构、I-V特性、参数、及基本应用电路

基本要求

- 了解半导体材料的基本结构及PN结的形成
- 掌握PN结的单向导电工作原理
- 掌握二极管(包括稳压管)的I-V特性及其基本应用

课后文献阅读:

参考书【1】的第3章,或参考书【2】的1.1、1.2节,或参考书【3】的第3章,或参考书【4】的第1章、2.1~2.4节。

课后作业和讨论(仅供参考):

作业:参考书【1】的习题3.4.3; 3.4.7; 3.4.13; 3.4.14; 3.5.3

讨论:为什么在选用二极管时一定要查阅它的数据手册?举例说明不同应用情况下应重点关注哪些参数。我们知道二极管小信号模型是一个等效的交流电阻,那么交流电阻(或动态电阻、微变电阻)与直流电阻有何差别?

### (四) 场效应三极管及其放大电路(教师课堂教学学时(10小时) + 学生课后学习学时(30小时))

教学内容:

- 金属-氧化物-半导体(MOS)场效应三极管的结构及工作原理
- 放大电路的静态(直流工作状态)与动态(交流工作状态)
- 图解分析法及静态工作点对非线性失真的影响

- 小信号模型分析法，以及共源极放大电路的静态、动态分析
- 共漏极和共栅极放大电路的分析计算
- 多级放大电路

#### 基本要求

- 掌握 MOSFET 放大电路的分析和设计方法
- 掌握三种组态的结构及性能特点
- 了解多级放大电路的分析计算

#### 课后文献阅读：

参考书【1】的第4章，或参考书【2】的1.4、2.6节，或参考书【3】的第4章，或参考书【4】的3.1~3.3、4.1~4.6、4.8节。

#### 课后作业和讨论（仅供参考）：

作业：参考书【1】的习题4.1.1；4.2.1；4.4.3；4.4.4；4.5.2；4.5.6

讨论：用 MOS 管构成放大电路时，需要注意解决哪些问题？小信号模型适用的前提条件是什么？MOS 管共源、共漏、共栅三种组态放大电路各有什么特点？如何考虑多级放大电路的级间影响？级间有电容（阻容耦合）和无电容（直接耦合）时有何同异？

### （五）双极结型三极管及其放大电路（教师课堂教学学时（5 小时） + 学生课后学习学时（15 小时））

#### 教学内容：

- BJT 结构及其工作原理
- BJT 放大电路

#### 基本要求

- 了解 BJT 的工作原理、特性曲线及主要参数
- 掌握 BJT 放大电路静态工作点的计算，以及用小信号模型分析法分析 BJT 放大电路的动态指标
- 了解场效应管和双极型三极管两种放大电路各自的特点

#### 课后文献阅读：

参考书【1】的第5章，或参考书【2】的2.2~2.5、2.7节，或参考书【3】的第5章，或参考书【4】的5.1、5.2、5.4、6.2、6.4、6.6、6.8、6.9.2节。

#### 课后作业和讨论（仅供参考）：

作业：参考书【1】的习题5.1.1；5.2.1；5.3.9；5.4.4；5.5.4

讨论：在构成 BJT 放大电路时，需要解决哪些问题？MOSFET 放大电路和 BJT 放大电路有哪些共同点和不同点？各有什么优势？

## (六) 频率响应 (教师课堂教学学时 (4 小时) + 学生课后学习学时 (12 小时))

教学内容:

- 单时间常数 RC 电路的频率响应
- 放大电路的低频和高频响应
- 多级放大电路的频率响应

基本要求

- 掌握放大电路频率响应的基本概念和描述方法
- 了解各元件参数对放大电路的频率响应性能的影响
- 了解放大电路不同组态频率响应的特点

课后文献阅读:

参考书【1】的第6章,或参考书【2】的第5章,或参考书【3】的第7章,或参考书【4】的第7章。

课后作业和讨论 (仅供参考):

作业: 参考书【1】的习题 6.1.3; 6.2.3; 6.4.3; 6.4.4

讨论: 如果放大电路的频带不能覆盖信号的频带,将会出现什么问题? 若要提高三极管放大电路上限截止频率可以采取哪些措施? 而要降低下限截止频率又有哪些措施? 根据“增益-带宽积为常数”和“多级放大电路的通频带比它的任何一级都窄”的结论,如何理解“共射-共基组合放大电路的电压增益与单级共射放大电路的电压增益接近,而带宽则比单级共射放大电路的带宽要宽。”?

## (七) 模拟集成电路 (教师课堂教学学时 (6 小时) + 学生课后学习学时 (18 小时))

教学内容:

- 集成电路运算放大器中的电流源 (1 学时) (删)
- 基本差分式放大电路 (2 学时)
- 集成电路运算放大器及主要参数 (1 学时)
- 集成运放应用中的实际问题 (3 学时)

基本要求

- 了解基本电流源的工作原理、特点和主要用途 (删除)
- 掌握差模信号、共模信号、差模电压增益、共模电压增益和共模抑制比等基本概念

- 了解差分放大电路的工作原理，要求掌握差分的相位关系。
- 了解集成运算放大器的基本组成和主要参数
- 掌握集成运放非理想参数带来的影响（失调电压、失调电流、偏置电流、共模抑制比、转换速率、轨到轨输入/输出），掌握输入端直流通路、运放在单电源下工作等实际应用问题

#### 课后文献阅读：

参考书【1】的第7章，或参考书【2】的3.3节、第4章，或参考书【3】的第6、11章，或参考书【4】的10.1~10.4节、11.1~11.4节、13.1~13.4节、第14章。

#### 课后作业和讨论（仅供参考）：

作业：参考书【1】的习题7.1.2；7.2.3；7.6.2；7.6.7；7.6.8

讨论：差分式放大电路有什么特点和优势？为什么通常采用电流源电路作为两个差分对管的公共支路？在使用运算放大器时，如何保证运放内电路有合适的静态工作点？在用运放构成放大电路时，除了需要运用虚短和虚断来设计放大电路外，还需要注意什么问题？

## （八）反馈放大电路（教师课堂教学学时（7 小时） + 学生课后学习学时（21 小时））

#### 教学内容：

- 反馈的基本概念、分类及特点
- 闭环增益的一般表达式及反馈深度
- 负反馈对放大电路性能的影响
- 深度负反馈条件下闭环增益的近似计算及带来的误差
- 负反馈放大电路的稳定问题

#### 基本要求

- 了解反馈的基本概念
- 掌握反馈放大电路中反馈极性和反馈组态的判断
- 掌握各种组态的负反馈对放大电路输入电阻、输出电阻、增益，和其它性能的影响
- 掌握深度负反馈条件下“虚短”和“虚断”的概念，并利其进行闭环增益的近似计算
- 掌握集成运放有限环路增益、有限带宽对实际应用的影响
- 了解负反馈放大电路产生自激振荡的原因、条件，以及判断反馈放大电路稳定性的方法

课后文献阅读:

参考书【1】的第8章,或参考书【2】的第6章,或参考书【3】的第8章,或参考书【4】的第12章。

课后作业和讨论(仅供参考):

作业:参考书【1】的习题8.1.1;8.1.2;8.3.6;8.4.2;8.4.5;8.5.2

讨论:区分各种反馈的目的和意义是什么?引入负反馈后,放大电路的增益会下降,为什么还要引负反馈?为什么原理图中看上去无反馈的放大电路,在电路调试(实验)中经常会出现自激振荡现象?

### (九) 功率放大电路 (删除)

### (十) 信号处理与信号产生电路 (教师课堂教学学时 (4 小时))

+ 学生课后学习学时 (12 小时))

教学内容:

- 滤波电路的基本概念 (删除)
- 一阶及高阶有源滤波电路 (删除)
- 正弦波振荡电路的振荡条件
- RC 正弦波振荡电路
- 非正弦信号产生电路

基本要求

- 掌握低通、高通、带通和带阻有源滤波电路的幅频响应特点 (删除)
- 了解一阶、二阶滤波电路的频率特性 (删除)
- 掌握产生正弦波振荡的相位平衡条件、幅值平衡条件
- 掌握 RC 串并联桥式正弦波振荡电路的工作原理、起振条件、稳幅原理,以及振荡频率的计算
- 掌握单门限和迟滞电压比较器的工作原理,会画电压传输特性
- 正确理解方波产生电路和锯齿波产生电路的工作原理

课后文献阅读:

参考书【1】的第10章,或参考书【2】的7.3、8.1~8.3节,或参考书【3】的第10章,或参考书【4】的15.1~15.4节。

课后作业和讨论(仅供参考):

作业:参考书【1】的习题10.2.2;10.3.1;10.6.1;10.6.3;10.6.6;10.8.1;

10.8.6; 10.8.8

讨论：通常用什么方法解决正弦波振荡电路的起振和稳幅问题？运放引入正反馈构成迟滞比较器时，除了出现了上下两个门限外，与其开环做单门限比较器相比，还有哪些优点？

### (十一) 直流稳压电源 (删除)

## 十、教学参考书及文献

### 教学参考书：

- 【1】康华光主编，电子技术基础，模拟部分（第六版），北京：高等教育出版社，2013 (教材)
- 【2】华成英、童诗白主编，模拟电子技术基础，第四版，北京：高等教育出版社，2006
- 【3】张林、陈大钦主编，模拟电子技术基础（第三版），北京：高等教育出版社，2014
- 【4】Donald A. Neamen. Microelectronics circuit Analysis and Design 3rd ed. McGraw-Hill, 2007. (英文影印本，清华大学出版社)

### 课外文献阅读：

- 陈大钦主编，《电子技术基础（模拟部分）重点难点·题解指导·考研指南》，北京：高等教育出版社，2006
- Ulrich Tietze、Christoph Schenk、Eberhard Gamm 著，张林、邓天平、张浩、瞿安连译，电子电路设计原理与应用（第二版）（卷I 器件模型和基本电路），北京：电子工业出版社，2013
- 华中科技大学《电子技术基础》国家精品资源共享课（网址：[http://www.icourses.cn/coursestatic/course\\_2550.html](http://www.icourses.cn/coursestatic/course_2550.html)）。
- 华中科技大学《模拟电子技术基础》MOOC 课程（网址：<http://www.icourse163.org/course/hust-481015#/info>）。
- 中国电子网（网址：<http://www.21ic.com/>）。
- 电子工程世界（网址：<http://www.ceworld.com.cn/>）。



## 十一、课程成绩评定与记载

课程成绩构成：

课程成绩 = 平时 (30%) + 终结性考试 (70%)

终结性考试形式：闭卷

**说明：**平时成绩 (30%) = MOOC 成绩 (15%) + 作业&其他 (15%)

MOOC 成绩构成：第 1~8 章单元“测验与作业”成绩。

大纲制定：模拟电子技术课程组

审 核：

## 附录一、学时分配一览

内容	总学时：56 小时	48 学时
(一) 绪论	2 小时	2 学时 (未改)
(二) 运算放大器	3 小时	3 学时 (未改)
(三) 二极管及其基本电路	5 小时	5 学时 (未改)
(四) 场效应三极管及其放大电路	10 小时	10 学时 (未改)
(五) 双极结型三极管及其放大电路	5 小时	5 学时 (未改)
(未改，是否和原来的 FET 同等要求，减为 3-4 学时)		
(六) 频率响应	4 小时	4 学时 (未改)
(七) 模拟集成电路	7 小时	6 学时 (删除 1 学时，电流源)
(八) 反馈放大电路	7 小时	7 学时 (未改)
(九) 功率放大电路	3 小时	0 (删除 3 学时)
(十) 信号处理与信号产生电路	6 小时	4 学时 (删除 2 学时，滤波)
(十一) 直流稳压电源	4 小时	0 (删除 4 学时)
机动		2 学时

## 附录二、常用公式（考试卷上所附公式）

$$i_D = I_S (e^{\frac{v_D}{V_T}} - 1) \quad r_d = \frac{V_T}{I_D} \quad i_D = K_n (v_{GS} - V_{TN})^2$$

$$i_D \approx 2K_n (v_{GS} - V_{TN}) v_{DS} \quad K_n = \frac{K'_n}{2} \cdot \frac{W}{L} = \frac{\mu_n C_{ox}}{2} \left( \frac{W}{L} \right)$$

$$i_D = K_n (v_{GS} - V_{TN})^2 (1 + \lambda v_{DS}) \quad r_{ds} = [\lambda K_n (v_{GS} - V_{TN})^2]^{-1} = \frac{1}{\lambda I_D}$$

$$g_m = 2K_n (V_{GSQ} - V_{TN}) = 2\sqrt{K_n I_{DQ}} = \frac{2}{V_{TN}} \sqrt{I_{DQ} I_D} \quad R_o = R // r_{ds} // \frac{1}{g_m}$$

$$r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26(\text{mV})}{I_{EQ}(\text{mA})} \quad r_\pi = (1 + \beta) \frac{26(\text{mV})}{I_{EQ}(\text{mA})}$$

$$f_H = \frac{1}{2\pi R'_{si} C}, \quad C = C_{gs} + (1 + g_m R'_L) C_{gd}, \quad R'_{si} = R_{si} // R_g$$

$$A_{vd1} = -\frac{1}{2} g_m (r_{ds} // R_d) \quad A_{vc1} = -\frac{g_m R_d}{1 + g_m (2r_o)} \quad K_{CMR1} \approx g_m r_o$$

$$A_{vd1} = -\frac{\beta R_c}{2r_{be}} \quad A_{vc1} = \frac{-\beta R_c}{r_{be} + (1 + \beta) 2r_o} \quad K_{CMR1} \approx \frac{\beta r_o}{r_{be}}$$

$$R_{ic} = \frac{1}{2} [r_\pi + (1 + \beta)(2r_o)]$$

$$V_O = (1 + R_f / R_1) \left[ V_{IO} + I_{IB} (R_1 // R_f - R_2) + \frac{1}{2} I_{IO} (R_1 // R_f + R_2) \right]$$

$$A_f = \frac{A}{1 + AF}$$

$$\dot{F}_V = \frac{j\omega RC}{(1 - \omega^2 R^2 C^2) + j3\omega RC} \quad \dot{F}_V = \frac{1}{3 + j\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

说明：删除了功放的公式；删除了直流电源的公式；