

中等专业学校教学参考书
非电专业通用

工业电子学教学指导

王 喆 主编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是为配合沈裕钟主编的《工业电子学》教材而编写的,主要内容有:本课程的课时安排建议,教学法建议,教学演示参考资料,主要思考题和习题解答及部分补充资料和补充习题。

本书可供教师在制定授课计划时参考,有利于教师掌握教材内容的内在联系,处理好教材中的重点和难点;为教师制作演示实验装置提供资料,有助于教学。

中等专业学校教学参考书

非电专业通用

工业电子学教学指导

王 喆 主编

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

崇明红卫印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 8.375 字数 199,000

1987年10月第1版 1990年2月第4次印刷

印数 10,601—11,600

ISBN 7-04-000012-1/TM·1

定价 2.05元

目 录

前言	1
第一部分 工业电子学课程的性质、任务和要求	1
第二部分 课时计划安排建议	3
第三部分 各章节教学法建议	31
第一章 晶体二极管整流与滤波电路	31
第二章 晶体管放大电路	45
第三章 晶体管正弦波振荡电路	109
第四章 晶闸管及其应用	125
第五章 脉冲数字电路基础	147
第四部分 课堂演示实验参考资料	196
一、晶体二极管单向导电特性演示实验	196
二、单相整流电路演示实验	197
三、单相整流与滤波电路演示实验	200
四、硅稳压管简单并联型直流稳压电路演示实验	203
五、固定偏置共射放大器演示实验	206
六、乙类推挽功率放大电路演示实验	208
七、LC 正弦振荡器工作原理演示实验	211
八、晶体管接近开关工作原理演示实验	213
九、晶闸管工作原理演示实验	215
十、用单结晶体管触发的可控整流电路演示实验	216
十一、J-K 触发器逻辑功能演示实验	219
十二、计数、显示逻辑电路的逻辑功能演示实验	221
第五部分 补充题和部分思考题、习题的解答	224
第一章 晶体二极管整流与滤波电路	224
第二章 晶体管放大电路	229
第三章 晶体管正弦波振荡电路	240
第四章 晶闸管及其应用	244
第五章 脉冲数字电路基础	248

第 一 部 分

工业电子学课程的性质、任务和要求

一、课 程 性 质

工业电子学是工科非电类专业的一门重要的技术基础课，它是电工学的后续课。电工学与工业电子学课程有明确的分工。电工学课程主要介绍电工基础理论和强电技术。而工业电子学课程介绍的是弱电技术。其中主要介绍由半导体器件组成的具有各种功能的单元电路及基本的集成数字逻辑电路。本课程既有基础理论教学内容，又有实际的电子应用技术内容。在当前科学技术迅速发展、特别是电子技术的应用日益广泛，并渗透到各行各业及人民生活中去的时候，对于非电专业的中等技术人员来说，学习工业电子学课程就越来越显得必要了。

二、课 程 任 务

本课程的任务在于：扩展非电专业学生的知识面，开阔他们的眼界，拓宽他们的思路，使他们掌握先进电子技术方面的基础知识，了解电子技术的发展动向和在本专业领域内的应用，具有进一步学习和掌握电子新技术的自学能力，在今后的工作中，能注意运用电子技术来为本专业的技术革新和技术改造服务，并且能与电气技术人员有共同的语言，便于协调工作。

三、课程要求

通过本课程的学习,要求掌握以下内容:

(1) 了解二极管、三极管、晶闸管等主要半导体器件的基本构造和工作原理,掌握其基本功能和工作特性,并对数字集成电路也有一定的了解。

(2) 掌握整流滤波、放大、振荡、晶闸管单相可控整流和触发电路等基本单元电路的组成、工作原理、电路特性及其应用,并具有阅读简单的实用电子线路的能力。

(3) 掌握门电路和常用集成触发器的基本原理、逻辑功能、逻辑符号和逻辑电路图,了解计数、寄存、译码、显示等基本逻辑电路的工作原理及逻辑关系,具有阅读简单的数字逻辑电路的能力。

(4) 通过实验教学,要求学生具有组成简单电子线路和使用简易示波器等仪器设备的能力。

第 二 部 分

课时计划安排建议

根据教育部 1982 年制定的中等专业学校《工业电子学教学大纲》(试行草案)的要求及沈裕钟主编的《工业电子学》教材内容,本课程总时数定为 80 学时,其中课堂讲授 60 学时,实验 16 学时,机动 4 学时。考虑到计算机技术发展的需要,数字逻辑电路部分应适当加强,而分立元件部分可以适当削减;有些浅近易懂的内容,可以由学生自学,因此对课时分配建议作如下调整:

表 1 课时分配表

序 号	课 程 内 容	合 计	讲 课	实 验	机 动
	绪论				
1	半导体二极管与整流电路	11	7	4	
2	晶体管放大电路	29	25	4	
3	晶体管正弦波振荡电路	6	4	2	
4	晶闸管及其应用	10	8	2	
5	脉冲数字电路基础	20	16	4	
机动		4			4
总计		80	60	16	4

对此原大纲的安排,表 1 只在放大电路及数字电路部分的时数安排上略有变动。由于各校、各专业的教学时数、教学条件、教学要求各有不同,因此各校可根据实际情况酌情增减,本建议仅供参考。

(一)

课题名称 绪论

主要内容

1. 介绍电子技术的发展与在本专业中的应用。

2. 介绍电工学与工业电子学的衔接和分工,以及工业电子学的教学内容和要求。

3. 介绍工业电子学课程的特点及学习方法。

教材 沈裕钟主编《工业电子学》试用教材中的绪论部分(以下所注章节和作业均指此教材)

授课时数 0.5 学时

(二)

课题名称 半导体和 pn 结的单向导电性

主要内容

①. 半导体导电性能的特征

(1) 半导体材料有两种载流子参与导电。(2) 半导体易受外界能量的激发而改变导电性能。(3) 半导体可用掺杂的办法改善其导电性能。

2. 掺杂半导体

(1) n 型半导体 (2) p 型半导体

注: 课时计划安排中的符号标注含义如下:

“※”号表示选修内容或习题中的补充题。

“◎”号表示学时偏少时可适当降低要求的内容。

“△”号表示建议列为必做的作业题。

3. pn 结的形成及 pn 结的单向导电特性

(1) pn 结的形成 (2) pn 结的单向导电特性

重点和难点

重点

(1) pn 结的形成, 载流子的扩散和漂移运动 (2) pn 结的单向导电特性

难点

(1) pn 结形成过程中载流子运动的分析 (2) 载流子导电的物理本质

教材和教具

教材 § 1-1, § 1-2

教具 pn 结单向导电演示装置及有关 pn 结形成方面的电影或录象

授课时数 1.5 学时

(三)

课题名称 晶体二极管

主要内容

1. 二极管的结构与型号简介

(1) 二极管结构 (2) 型号简介, 符号图

2. 二极管的伏安特性

3. 二极管的主要参数简介

◎4. 二极管的简易测试方法

重点和难点

重点

二极管的伏安特性

难点

二极管正向导通时的非线性特性

教材和教具

教材 § 1-3

教具 各种型号的二极管及散热片、测试二极管用的万用表

授课时数 1 学时

作业 1-7

(四)

课题名称 单相整流电路

主要内容

1. 单相半波整流电路

②2. 单相全波整流电路

3. 单相桥式整流电路

(1) 电路接法 (2) 整流原理 (3) 电源、负载、二极管之间的电压、电流关系

※4. 三相桥式整流电路

重点和难点

重点

单相桥式整流电路的接法和整流原理

难点

(1) 整流电路中二极管导通的条件 (2) 二极管承受的最高反向工作电压

教材和教具

教材 § 1-4, ※§ 1-5

教具 单相整流电路演示装置。演示整流电路中电压、电流

的波形和数值关系。

授课时数 2—3 学时

例题及作业

例题 教材中例 1-1 或补充题

作业 思考题和习题 Δ 1-9, 1-10, Δ 1-11, 1-12, Δ 1-13, 1-14, 1-15 或补充题 $\times$ 1-1, $\times$ 1-2, $\times$ 1-3

(五)

课题名称 滤波电路和简单并联型稳压电路

主要内容

1. 滤波原理

◎(1) 周期性脉动电流的成分分析 (2) 滤波的目的和方法

2. 电容滤波

(1) 电容滤波的物理过程 (2) 电容滤波的特性和适用场合

◎(3) 电容滤波电路中滤波元件的选择

3. 电感滤波

(1) 电感滤波原理 (2) 电感滤波的特性和适用场合

◎4. 复式滤波

(1) L - C 复式滤波电路 (2) R - C 滤波电路

5. 简单并联型稳压电路

(1) 稳压二极管 (2) 稳压电路的组成 (3) 稳压电路工作

原理及工作条件

重点和难点

重点

电容滤波原理

难点

(1) RC 滤波电路工作原理 (2) 稳压二极管工作特性和稳压原理

教材和教具

教材 § 1-6, § 1-7

教具 滤波和稳压电路演示装置及 JT-1 型晶体管图示仪。观察滤波效果和稳压原理,并用图示仪观察二极管与稳压管的伏安特性。

授课时数 2—3 学时

例题及作业

例题 滤波、稳压电路中某些错误接法的分析

作业 思考题和习题 1-16、1-17、1-18、1-19、1-20、补充题 ※1-4、※1-5

(六)

课题名称 晶体三极管

主要内容

1. 三极管的结构特点和型号简介

(1) 三极管结构 (2) 型号简介,符号图

2. 三极管的电流放大原理

(1) 三极管放大时的外部工作条件 (2) 三极管电流放大时的物理过程 (3) 电流放大倍数

3. 三极管的输入与输出特性

(1) 输入特性曲线 (2) 输出特性曲线族

4. 三极管的工作区与三极管的主要参数

(1) 三极管的三个工作区及其工作条件、特性。(2) 三极管的主要参数:特性参数 β 、 I_{CEO} 、 U_{CES} 和极限参数 I_{CM} 、 BV_{CEO} 、 P_{CM}

◎5. 三极管的简易测试及管脚排列简介

重点和难点

重点

- (1) 三极管的电流放大作用 (2) 三极管的输入与输出特性
(3) 三个工作区的工作条件和工作特性

难点

- (1) 三极管电流放大时的载流子运动状态分析 (2) 输出特性中的“饱和”、“恒流”概念的建立 (3) 三极管的简易测试

教材和教具

教材 § 2-1, § 2-2

教具 各种类型的三极管及电流放大原理演示装置。观看三极管外形及管脚排列,演示电流放大作用。

授课时数 4 学时

例题及作业

例题 教材中表 2-1 的实验数据,说明电流放大作用。

作业 思考题和习题 2-1, 2-2, 2-3, 2-5, 补充题 ※2-1, ※2-2, 5-6

(七)

课题名称 单管交流电压放大器工作原理

主要内容

1. 对电压放大器的基本要求
2. 电压放大器电路的组成
3. 放大器设置静态工作点的必要性

- (1) 放大器不设基极偏置电流时存在放大信号失真的现象
- (2) 设置静态工作点的作用

4. 电压放大过程分析

重点和难点

重点

(1) 交流电压放大器合理设置静态工作点的必要性 (2) 电压放大的基本原理

难点

(1) 放大电路中的交流量、直流量、脉动直流量间的关系, 交、直流分量如何在同一电路中工作 (2) 在共射放大器中, 从电流放大转换为电压放大时, 输入信号与输出信号反相的概念

教材 § 2-3(一)

授课时数 2 学时

作业 思考题和习题 2-4, 2-7, ^2-8, ^2-9, 补充题 ※2-3

(八)

课题名称 交流电压放大器的分析方法

主要内容

1. 图解分析法

(1) 电压放大器静态工作状态分析 (2) 放大器不带负载时的动态分析 ⊙(3) 放大器有负载时的动态分析

2. 近似解析法

(1) 近似分析的依据 (2) 近似估算方法与适用场合

⊙3. 微变等效电路分析法

(1) 微变等效的条件 (2) 微变等效电路分析法及适用场合
(3) 交流电压放大倍数

重点和难点

重点 本课题是本章的重点

(1) 图解分析法 (2) 交流通道和微变等效电路

难点

(1) 信号放大时的动态分析 (2) 交流负载线的绘制及有载时电压放大倍数下降的原因 (3) 交流通道的分析

教材和教具

教材 § 2-3(二)、(三), § 2-4

教具 绘有输入特性曲线和输出特性曲线族底图的挂图或黑板, 用来图解信号的放大。图示仪, 用来显示晶体管输入、输出特性。

授课时数 3—4 学时

例题及作业

例题 以教材中图 2-2 为例, 可用来分析静态和动态放大过程, 并可接入 $5.1\text{k}\Omega$ 负载, 作有载时的动态分析。

作业 思考题和习题 2-6, 2-10, ^2-11, ^2-12, ^2-13, ^2-14

(九)

课题名称 电压放大器静态工作点的合理设置与静态工作点的稳定

主要内容

1. 静态工作点的合理设置

2. 静态工作点的调整

(1) 基极电阻 R_b 对放大器工作的影响 (2) 集电极电阻 R_c 对放大器工作的影响 (3) 电源电压 E_c 对放大器工作的影响

3. 静态工作点的稳定

(1) 影响静态工作点稳定的因素, 稳定静态工作点的必要性
(2) 稳定静态工作点的方法

4. 分压式电流负反馈偏置电路放大器

(1) 稳定静态工作点的原理 (2) 电路工作条件 (3) 旁路电容的作用

重点和难点

重点

(1) 稳定静态工作点的必要性和稳定方法 (2) 分压式电流负反馈偏置电路放大器的工作条件分析 (3) 电路参数对放大器工作的影响

难点

(1) 电流负反馈原理 (2) 分压式电流负反馈偏置电路工作条件分析

教材和教具

教材 § 2-3(四), § 2-5

教具 固定偏置放大电路示教装置及图示仪。演示电路参数对放大器工作的影响, 观察饱和失真与截止失真现象以及温度对放大器输出特性的影响。

授课时数 3 学时

例题及作业

例题 教材中例 2-2。计算电路参数并介绍标称电阻值概念

作业 思考题和习题 2-15, ^2-16, ^2-17, ^2-18

(十)

课题名称 多级交流电压放大电路

主要内容

1. 多级放大器的级间耦合

(1) 耦合要求 ⊙(2) 各种耦合方式简介

2. 前后级放大器之间的相互影响

(1) 前后级之间的关系 (2) 多级放大器的组成和特性要求

3. 共射放大器的输入和输出电阻

4. 多级电压放大器的电压放大倍数

※5. 多级电压放大器的频率特性分析

(1) 单级放大器的幅频特性 (2) 多级放大器的幅频特性

重点和难点

重点

(1) 放大器的输入电阻和输出电阻的概念 (2) 多级放大器电压放大倍数的计算

难点

(1) 输入电阻与输出电阻的概念 (2)※幅频特性的物理意义

教材 § 2-6

授课时数 3—4 学时

例题及作业

例题 以教材中图 2-38 为例,分析各级电压放大倍数和总电压放大倍数,并比较单级放大与多级放大时第一级电压放大倍数的变化。在计入电源内阻时,算出放大器的有效输入信号,说明实际电压放大倍数。

作业 思考题和习题 2-19, 2-20

(十一)

课题名称 负反馈放大器

主要内容

1. 反馈的基本概念

(1) 反馈的定义 (2) 反馈的形式 (3) 负反馈对放大器工

作性能的影响

2. 电流串联负反馈放大器

(1) 工作原理 (2) 放大器工作特性分析

3. 射极输出器

(1) 电路结构特点 (2) 射极输出器工作特性

◎4. 多级放大器的级间反馈和反馈极性的判别——瞬时极性法。

重点和难点

重点

(1) 负反馈对放大器工作特性的影响 (2) 射极输出器电路和工作特性 (3) 反馈极性的判别

难点

(1) 负反馈对放大器工作特性的影响, 输入电阻的计算
※(2) 反馈形式的判别

教材和教具

教材 § 2-7

教具 负反馈放大器演示装置。演示正、负反馈对放大器性能的影响。

授课时数 4 学时

例题及作业

例题 教材中图 2-48 电路。分析放大器输入和输出电阻的计算方法及等值交流通道分析。

作业 思考题和习题 2-21, 2-23, 2-24, 补充题 ※2-6

(十二)

课题名称 功率放大器