

电工电子技术期末复习指导

国家开放大学理工教学部

国家开放大学出版社

目 录

第一部分 考核内容和要求

第二部分 试题类型举例

第三部分 各章复习指导

第1章 电路的基本概念、定律和分析方法

第2章 正弦交流电路

第3章 磁路与变压器

第4章 异步电动机及其控制

第5章 常用半导体器件及其应用

第6章 基本放大电路及其应用

第7章 集成运算放大器及其应用

第8章 组合逻辑电路

第9章 时序逻辑电路及模/数、数/模转换电路

第四部分 复习题

复习题(一)

复习题(二)

第三部分 各章复习指导

电工电子技术课程是面向国家开放大学机电类专业开设的技术基础课，其内容由电路分析基础、电工技术基础、模拟电子技术基础和数字电子技术基础四部分组成。通过本课程的学习，学生应掌握机电类专业所必需的电工电子技术的基本理论知识和基本实践技能，并能运用所学知识和技能解决生产岗位上有关电工电子技术应用方面的一般问题。同时，为后续有关课程的学习打下基础。

本课程教学要求中，所列内容按掌握、理解、了解三个层次划分。

1. 掌握：属于课程中最重要的内容。要求学生能够熟练运用这部分知识对相关问题做基本的分析、计算和处理，具有基本的应用能力和举一反三的能力。

2. 理解：属于课程中较重要的内容。要求学生能够运用这部分知识对相关问题进行简单的分析、判断和说明，具有区别或区分容易被混淆的概念的能力，以及读懂原理框图和简单电路图的能力。

3. 了解：属于课程中与上述“掌握”和“理解”部分相关

的较复杂的内容，作为提高或扩大知识面的内容。要求学生在这部分知识能够初步认识、学会、记忆或简单理解，具有简要描述、叙述、说明和举例的能力。

本文以教学重点内容为主线，按章节的顺序展开，以帮助读者更有效地进行复习。

第 1 章 电路的基本概念、定律和分析方法

一、基本物理量

电路的主要物理量是指电压、电流、电功率。这里要求会运用电压和电流的参考方向来分析简单的电路。功率的分析计算是难点，必须充分理解电路中电压和电流取关联方向或取非关联方向时功率分析与计算的基本方法。

例 1 求图 1 中两条支路吸取的功率。

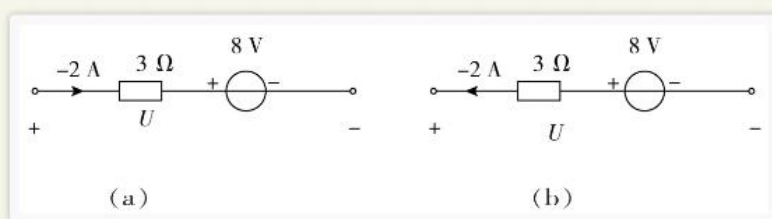


图 1

解：此题实际上求取的是电阻上消耗的功率。为求此功率必须先求出电阻上的电压。

对于图 1 (a) 有 $U=3\times(-2)+8=2\text{ (V)}$

这里需注意一点：在电压、电流关联参考方向情况下，电流的方向（负值）是相对于参考方向而言的，可以理解为按照参考方向测量的电流，其方向是与参考方向相反的。计算时直接将电流值代入即可。

由于关联参考方向，故支路吸收功率为

$$P=UI=2\times(-2)=-4(\text{W})$$

计算而得的吸收功率为负值，说明该支路是产生功率的。

同理，对于图 1 (b)，由于是非关联参考方向，故有

$$U=-(-2)\times 3+8=14(\text{V})$$

在非关联参考方向下，支路吸收功率为

$$P=-UI=-14\times(-2)=28(\text{W})$$

二、基本分析方法

教材中介绍了两种电路的基本分析方法。这两种基本方法中，支路电流法是基尔霍夫定律的最直接体现方法，但遇较为复杂的电路，分析计算比较繁琐。叠加定理是所有线性系统具有的普遍定理，虽然它可把一个复杂电路化为简单电路，但随着电源的增多，分析步骤亦随之增多。戴维南定理求解电路具有简便、快捷的特点。求取复杂电路中某一支路的电压或电流，特别是当支路的参数发生变化时，其特点愈显突出。因此，戴维南定理在实践中应用相对较多。

例 2 图 2 所示电路，当 R 分别为 $1\ \Omega$ 、 $5\ \Omega$ 时，求相应 R 支路的电流 I 。

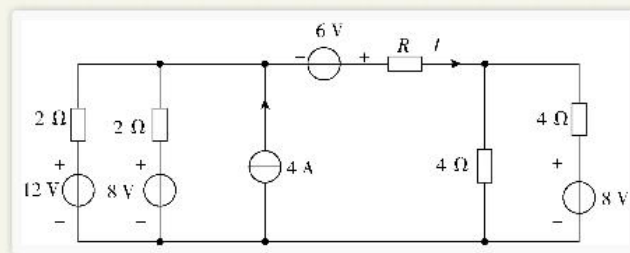


图 2

解：待求支路的左端和右端可运用戴维南定理或电源等效变换方法将电路简化。

左端

$$U_{01} = 6 + \frac{6+4+4}{\frac{2 \times 2}{2+2}} = 20(\text{V})$$

$$R_0 = 1 \Omega$$

右端

$$U_{02} = \frac{8}{4+4} \times 4 = 4(\text{V})$$

$$R_0 = 2 \Omega$$

由此得到图 3，并得出：

$R=1 \Omega$ 时

$$I = \frac{20-4}{1+1+2} = 4(\text{A})$$

$R=5\ \Omega$ 时

$$I = \frac{20-4}{1+2+5} = 2\ (\text{A})$$

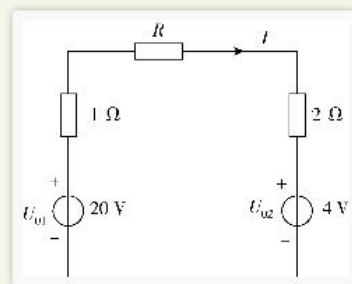


图 3

第2章 正弦交流电路

一、正弦量的两种表示方法

正弦电量可以用三角函数和相量来表示。以电流为例，三角函数表达式为

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$$

上式完整地把正弦量的三要素(I_m 为电流幅值、 ω 为角频率、 φ_i 为初相角)表达出来。

例3 用三角函数表达式表达出图4所示交流电量。

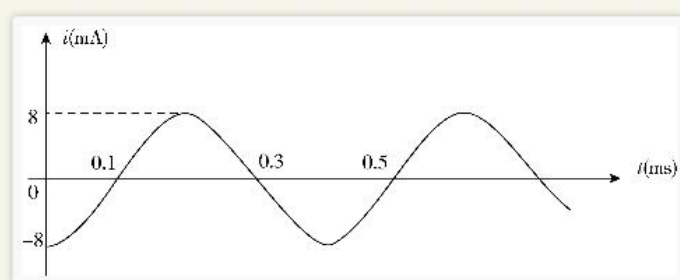


图4

解：由图4可看出， $I_m=8$ mA、 $T=0.4$ ms、 $t_0=0.1$ ms。

运用式 $\omega=2\pi/T$ 、 $\varphi_i=-\omega t_0$ 可得出

$$i(t)=8\sin(5\,000\pi t-\frac{\pi}{2})\text{ mA}$$

正弦电压 $u=U_m\sin(\omega t+\varphi_u)$ 的相量表示为

$$\dot{U}_m = U_m / \varphi_u$$

。由于正弦电路中的变量属于同一频率， ω 不表示出来也不会影响分析与计算。即是说，分析与计算仅是围绕未知量的有效值和初相角展开的。

基尔霍夫定律具有普遍的适用性，表现在交流电路中有

$$\sum i = 0 \quad \sum u = 0$$

根据正弦量可以用复数表达的道理，能够推演得到复数的相量形式的基尔霍夫定律，即

$$\sum \dot{I} = 0 \quad \sum \dot{U} = 0$$

综上所述，适用于直流电路的定理、原理和计算方法均可移植到正弦电路上来。

二、交流电路的分析与计算

关于交流电路，教学要求中一般不要求复杂的计算。但对于简单的计算要涉及正弦电量表示方法的互换。对于分析计算应理解以下规律：

(1) 将已知电压、电流写成相应的相量形式。为了运算方便，选取初相为零的相量（一般选取电源）为参考相量。

(2) 把电路参数写成相应的复阻抗形式。

(3) 根据相量模型表征的电路图，运用基尔霍夫的相量形

式 $\sum \dot{U}=0$ 或

$$\sum \dot{I}=0$$

列方程并计算。

(4) 依题意要求，将所得相量变换成正弦函数的瞬时值表达式。

例 4 已知图 5 中，第一只电压表读数为 15 V，第二只电压表读数为 80 V，第三只电压表读数为 100 V，求电路的端电压 \dot{U} 的有效值。

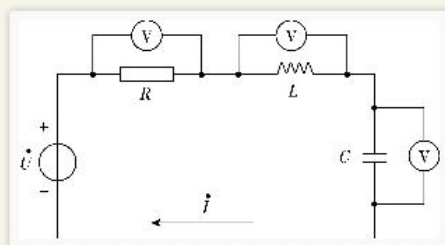


图 5

解：画出相量图（图 6）后，用勾股定理即可求出待求量。

设： \dot{I} 为参考的正弦量

\dot{U}_R 与 \dot{I} 同方向

\dot{U}_L 超前 \dot{i} 的相角为 90°

\dot{U}_C 滞后 \dot{i} 的相角为 90°

于是有

$$U = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25 (\text{V})$$

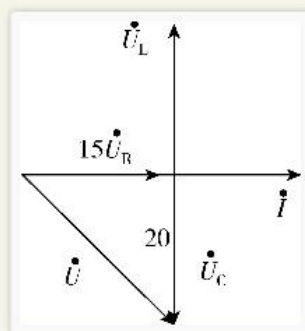


图 6

三、对称三相电路连接的特点

1. 星形连接的特点

(1) 相电压是线电压的

$$\frac{1}{\sqrt{3}}$$

, 即

$$U_P = \frac{1}{\sqrt{3}} U_L$$

(2) 相电流与线电流相等，即

$$I_p = I_l$$

(3) 线电压超前相电压 30° 。

注意：星形连接下线电压等于相电压的

$$\sqrt{3}$$

倍的关系是有条件的。

其一，若是带中线的星形连接，该关系与负载是否对称无关。

其二，若是不带中线的星形连接，负载必须对称。如果负载不对称且无中线，则各相电压与负载阻抗有关。即是说，此时线电压与相电压之间的关系不固定，故不存在

$$\sqrt{3}$$

倍的关系。

此外，对于对称三相电路的计算，只要取出三相中的任意一相计算，然后顺序把相差 120° 相位关系引入即可得出所求。

2. 三角形连接的特点

(1) 相电压与线电压相等，即

$$U_p = U_l$$

(2) 线电流是相电流的

倍，即

$$\sqrt{3}$$

$$I_L = \sqrt{3} I_P$$

(3) 线电流滞后相电流 30° 。

第 3 章 磁路与变压器

本章教学要求：在了解磁路及其基本定律以及理解变压器工作原理的基础上，重点掌握变压器的变电压、变电流、变阻抗的功能。关于变压器的变换功能以及换算关系，在教材例题中有较详尽的表述，不再赘述。

第4章 异步电动机及其控制

一、异步电动机的工作原理与转差率的物理意义

异步电动机转动的条件取决于定子和转子的相互作用。

定子的作用是产生旋转磁场，依靠电磁感应的作用，该旋转磁场使转子绕组产生感应电流，该电流又与磁场相互作用产生电磁转矩，从而使转子旋转。所以，三相异步电动机实现由电能转换为机械能的首要前提是：必须有一个旋转的磁场并具备可以转动的闭合线圈。

异步电动机只有在转子转速 n 小于旋转磁场同步转速 n_1 的情况下才能转动，因此把 n_1 和 n 的数值差称为转速差，而转差率是转速差与同步转速之比，用 S 表示，即

$$S = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

转差率是分析和表示异步电动机性能的一个极重要的物理量，它直接说明异步电动机“异步”所体现出的特征。例如转差率 S 大，表示转子导体与旋转磁场之间相对切割的速率大，因此转子感应电动势及转子电流均大。

在理解异步电动机工作原理与转差率物理意义的基础上，

应着重理解电动机工作的自适应能力，过程如下：

$$T_2 \uparrow \rightarrow T < T_2 \rightarrow n \downarrow \rightarrow S \uparrow \rightarrow T \uparrow \rightarrow T = T_2$$

二、三个重要转矩

起动转矩 T_{st} 、额定转矩 T_N 、最大转矩 T_{max} ，这三个转矩是必须认真理解的，因为它们关系到异步电动机的正常运行和实际应用。在工程应用中，按照电动机的铭牌数据可换算出上述三个转矩。在换算过程中涉及转差率 S 、额定输入功率 P_N 、额定转矩 T_N 等公式，应记住。

三、低压控制电器

继电-接触器控制实践性甚强，脱离实物的对照，仅限于文字表述的理论方面的理解是绝然不行的。有理由认为，实验课的有效配合是掌握基本内容不可或缺的手段。对于常用的低压电器，重要的是掌握其作用、用途和图形符号。而对于它们的结构和动作原理只需了解即可。

四、读图要点及顺序

读图的前提条件是必须熟记电气设备及元件的图形符号、文字符号和它们的功能、作用。读图过程中，为便于记忆，依步骤亦可对各个局部的控制工作原理略作文字记载。

电气原理图由主电路和控制电路两部分组成。虽对工作原理而言，二者融为一体，但就读图顺序来说，着眼点应首先放在主电路上，这就是说，阅读顺序为：先主电路，后控制电路。

阅读主电路：

(1) 看清主电路中包括哪些电气设备及元件。

(2) 明确电动机的运行方式。如起动、制动方法；有否正反转、调速；保护措施有哪些；若有多台电动机，它们之间有无联锁、顺序动作等。

(3) 与完成上述控制要求的电气设备及元件对号。

阅读控制电路：

(1) 一般控制电路自上而下的顺序与电动机动作的先后顺序一致，故而读图顺序自上而下。

(2) 要明确已动作了的电气元件，如它们的触点控制了哪些电路的通断，为哪些电路的通断做好了准备。

(3) 弄清各电气元件组成了哪些基本环节，以及由此而融合的整体所承担的作用。

五、异步电动机的使用

在工程实践中，能否安全正确地使用异步电动机取决于对应用知识的了解。因此，对于异步电动机的选择、起动要求与

调速方法等内容应该理解。形成性考核作业中与这部分相关的内容包括在简答题中，以此为据展开复习。

此外，对于异步电动机的控制线路教材中，介绍点动、长动、正反转、时间控制等，这些内容是异步电动机实际应用最基本的知识，应充分理解。

第5章 常用半导体器件及其应用

一、二极管的作用

利用二极管的正向导通、反向截止的功能使其在整流、检波、限幅、开关方面发挥作用。了解二极管的主要参数是为了正确地使用。稳压管的工作区是反向击穿区。由于在正常运行时，在电压变化很小的情况下，电流变化较大，故其稳压作用在工程实践中得到广泛的应用。

例5 图7(a)所示为硅稳压管稳压电路。如果电路中电压 U 和电流 I 的关系如图7(b)所示，试计算 R_1 、 R_2 的电阻值以及稳压管 D_z 的稳压值 U_z 。

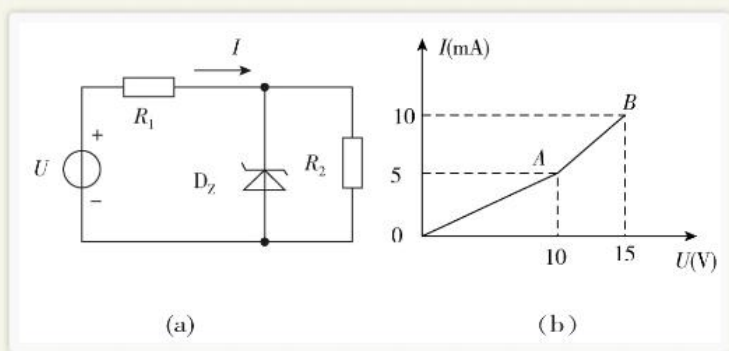


图7

解：当稳压管未被击穿前，稳压管 D_z 可视为开路，电压 U 与电流 I 的关系呈线性，即

$$R_1+R_2=\frac{U}{I}=\frac{10}{5}=2(\text{k}\Omega)$$

当 $U>10\text{ V}$ 以后, 电路状态发生了变化, 电压 U 与电流 I 已不是原来的线性关系, 因此可断定稳压管被击穿了。从曲线上可看出, 当 U 的变化量 $\Delta U=15\text{ V}-10\text{ V}=5\text{ V}$ 时, I 的变化量为 $\Delta I=10\text{ mA}-5\text{ mA}=5\text{ mA}$ 。考虑到稳压管被击穿后, 其稳压值 U_z 近似不变, 故电压的增量 ΔU 将全部加到 R_1 上, 于是 R_1 应为

$$R_1=\frac{\Delta U}{\Delta I}=\frac{5}{5}=1(\text{k}\Omega)$$

将上式代入前式可求出

$$R_2=2-1=1(\text{k}\Omega)$$

由于稳压管击穿发生在 $U=10\text{ V}$ 时, 此时 $I=5\text{ mA}$, 所以

$$\frac{10\text{ V}-U_z}{5\text{ mA}}=R_1$$

经整理求出

$$U_z=10\text{ V}-5\text{ mA}\times 1\text{ k}\Omega=5\text{ V}$$

二、三极管的作用及输出特性曲线

1. 三极管放大的条件

偏置条件：

发射结正向偏置，集电结反向偏置。

NPN 管： $U_c > U_b > U_e$ ，PNP 管： $U_c < U_b < U_e$ 。

工艺条件：

基区做得很薄且杂质浓度远低于发射区。

2. 三极管的放大原理

利用电子（指 NPN 型管，PNP 型管是空穴）在基区的扩散大大超过复合，且扩散所形成的集电极电流 I_c 与复合所形成的基极电流 I_b 间呈确定的比例关系，通过改变 I_b 的大小来达到控制 I_c 的目的。

电流分配关系： $I_e = I_c + I_b$ 。

交流放大系数：

$$\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_b}。$$

3. 输出特性曲线

输出特性曲线上的放大区是正常工作区域。饱和区和截止区反映出三极管不能正常放大的区域。

第6章 基本放大电路及其应用

一、单管放大电路的基础知识

1. 放大的实质

放大器实际上是一个能量转换器，它以较小的输入信号能量通过放大器件控制直流电源的能量，使之转换成较大的输出信号能量，并为负载所获得。

2. 放大的基本要求

能放大：输出信号应大于输入信号（电压、电流、功率）。

不失真：输入信号应与输出信号呈线性关系。晶体三极管有两个非线性工作区域（饱和区、截止区），为使它工作在线性放大区，必须施加合适的直流偏置。

3. 放大器中各元器件的作用

C_1 、 C_2 ：隔直传交流，保证信号的传输。

R_b ：保证合适的基极偏流。

R_c ：将集电极电流的变化转变为电压的变化。

U_{cc} ：电源。

三极管：电流放大器件，实现 $i_c = \beta i_b$ ，使信号从输入回路传输到输出回路。

4. 应充分理解的几个基本概念

(1) 输入端加入交流信号 u_i 以后, 各电极电压和电流都是变化的, 它们的瞬时值中包含直流分量和交流分量。

(2) 当 C_1 和 C_2 足够大时 (事实如此), 不产生相位移。输出与输入间的相位关系仅取决于电路的组成形式。

(3) 放大器可分为直流通路和交流通路, 但由于交流分量是叠加在直流分量上的, 故对总电压和总电流而言, 只有大小上的变化, 方向和极性是不变。

(4) 为了方便起见, 一般以电路的共同端作为参考点 (一般指设备的外壳), 常称为“地”, 用符号 “ \perp ” 表示。如不作特别说明, 各点电位就是指该点与所规定的“地”端的电位差。

(5) 对单管共发射极放大电路而言, 其输出信号电压 u_o 与输入信号电压 u_i 在相位上相差 180° 。

二、放大电路的分析方法

放大电路中有直流通路和交流通路。直流通路运用静态分析法分析。通过静态分析法确定静态工作点, 从而为交流信号不失真地放大设置直流偏置。

交流信号的分析利用微变等效电路估算法。估算的参数主要是电压放大倍数、输入和输出电阻等。

例 6 图 8 分别是单管交流放大电路及三极管的特性曲线。已知 $U_{CC}=12\text{ V}$, $R_C=4\text{ k}\Omega$, $r_{be}=1\text{ k}\Omega$ 。

(1) $R_B=200\text{ k}\Omega$ 时, 确定 Q 点是否合适, 为什么?

(2) $R_B=400\text{ k}\Omega$ 时, 确定 Q 点。

(3) $R_B=200\text{ k}\Omega$ 时, 确定 Q 点, 且 $R_L=4\text{ k}\Omega$, 若输入信号电压 u_i 使 i_b 的幅值是 $10\text{ }\mu\text{A}$, 则输出电压的有效值是多少?

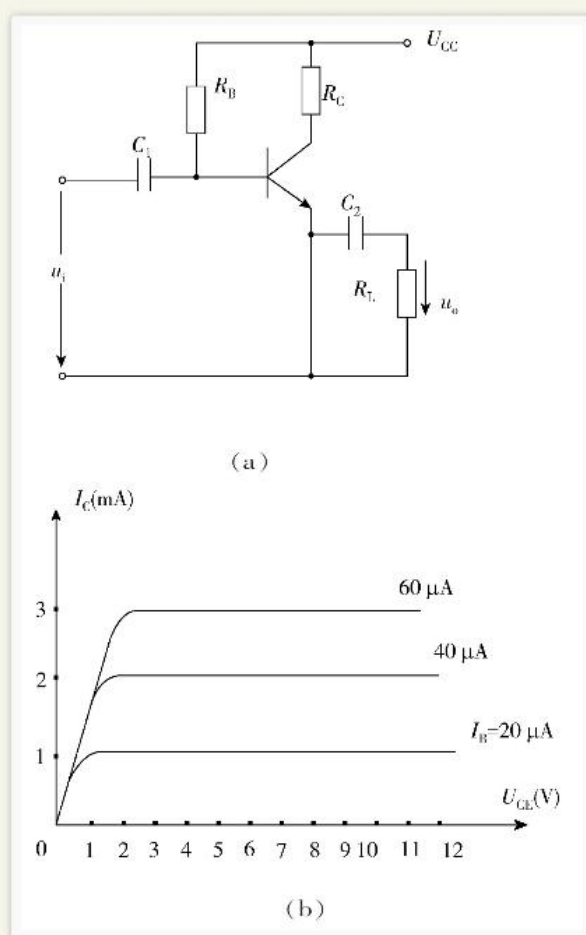


图 8

解: (1) 当 $R_a=200\text{ k}\Omega$ 时,

$$I_B \approx \frac{U_{CC}}{R_B} = \frac{12}{200} = 0.06(\text{mA}) = 60(\mu\text{A})$$

从输出特性曲线中可看出 $\beta=50$, 则

$$\begin{aligned} I_C &\approx I_B \beta = 60 \times 50 = 3(\text{mA}) \\ U_{CE} &\approx U_{CC} - I_C R_C = 12\text{ V} - 3\text{ mA} \times 4\text{ k}\Omega = 0(\text{V}) \end{aligned}$$

当 $R_a=200\text{ k}\Omega$ 时, 工作点设置太高, 不合适。

(2) 当 $R_a=400\text{ k}\Omega$ 时,

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{U_{CC}}{R_B} = \frac{12}{400} = 30(\mu\text{A}) \\ I_C &= I_B \beta = 30\text{ }\mu\text{A} \times 50 = 1.5(\text{mA}) \\ U_{CE} &= U_{CC} - I_C R_C = 12 - 1.5 \times 4 = 6(\text{V}) \end{aligned}$$

当 $R_a=400\text{ k}\Omega$ 时, 工作点 Q 设置合适。

(3) 先求放大电路的电压放大倍数 A_u , 即

$$A_u = -\beta \frac{R'_L}{r_{be}}$$

由于 $R'_L = R_C // R_L = 2\text{ k}\Omega$, 故

$$A_u = -50 \times \frac{2\text{ k}\Omega}{1\text{ k}\Omega} = -100$$

根据已知条件, 可得出输入信号电压的有效值

$$\begin{aligned}
 U_i &= I_{bm} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times r_{bc} \\
 &= 10 \mu\text{A} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \times 1 \text{ k}\Omega \\
 &= \frac{10}{\sqrt{2}} \text{ mV}
 \end{aligned}$$

进而求出输出电压的有效值为

$$\begin{aligned}
 U_o &= U_i \cdot A_u = \frac{10}{\sqrt{2}} \times 50 \\
 &= 354 (\text{mV}) = 0.354 (\text{V})
 \end{aligned}$$

三、射极输出器的特点与用途

1. 特点

(1) 输出电压与输入电压同相。

(2) 电压放大倍数小于 1 且接近 1，即

$$U_o \approx U_i$$

(3) 输入电阻高，输出电阻低。

2. 用途

(1) 当信号源内阻较大时，放大电路的输入电阻应更大，如此可保证信号电压大多能够输入至放大电路的输入端，此时可采用射极输出器作为放大电路的输入级，以发挥其输入电阻高的特点。

(2) 射出输出器作输出级，由于其输出电阻小，故而当负

载电阻发生变化时，输出信号变化不大，说明射极输出器带负载的能力强。

第 7 章 集成运算放大器及其应用

一、理想运放的两条重要结论

(1) 基于理想运放 $A_{uo} \rightarrow \infty$ 的条件, 有

$$u_+ - u_- = \frac{u_o}{A_{uo}} \approx 0$$
$$u_+ \approx u_-$$

(2) 基于理想运放 $r_{id} \rightarrow \infty$ 的条件, 有

$$i_i \approx 0$$

以上两条结论的近似成立来自于理想化的条件, 它为运放应用的定量分析带来了极大的方便。

二、运放的线性运算电路

集成运放的应用电路类型繁多, 功能广泛, 因此, 若想通过本课程的学习掌握全部应用电路是不可能的。但是, 基于理想运放的条件, 一些最基本的运算电路所呈现出的最基本的运算关系却是带有广泛意义的。故而, 掌握它们, 则为理解一切复杂的运算电路奠定了基础。鉴于此, 这里仅对一些最基本的运算电路进行归纳。

信号运算属线性运算, 主要包括加、减、积分、微分等。

这四种线性运算电路均是以具有正、负输入端的运放为基本放大器，加线性反馈电路而构成的。

分析方法总结：

对于工作于线性区的运放电路，关键要利用虚地、虚短概念。对反相输入抓住虚地，对同相输入抓住虚短（ $u_+ = u_-$ ），即可找出 u_o 与 u_i 的关系。

例 7 在图 9 所示电路中，已知 $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_2 = R_3 = 20 \text{ k}\Omega$ ， $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$ ， $u_{i1} = 1.1 \text{ V}$ ， $u_{i2} = 1 \text{ V}$ ，电容器两端初始电压 $u_c(0) = 0 \text{ V}$ ，试求接入 u_{i1} 和 u_{i2} 输出电压 u_o 由起始 0 V 到达 10 V 所需的时间。后

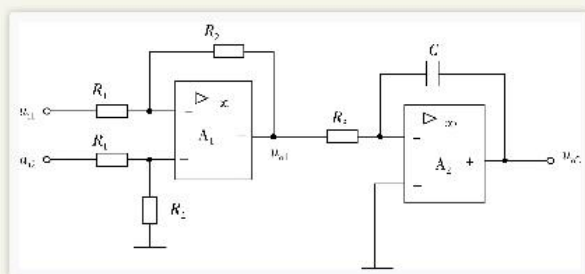


图 9

解：A 为减法器，A 为积分器。先求出 u_{o1} ，然后由 A 可得对 u_{o1} 的积分从而求出 u_o 。再经换算，即可最后求出 u_o 从 0 V 到达 10 V 所需的时间。

A₁ 的输出电压为

$$\begin{aligned}
 u_{o1} &= \frac{R_2}{R_1} (u_{i2} - u_{i1}) \\
 &= \frac{20}{10} \times (1 - 1.1) \\
 &= -0.2 (\text{V})
 \end{aligned}$$

于是

$$\begin{aligned}
 u_o &= -\frac{1}{R_3 C} \int_0^t u_{o1} \, dt \\
 &= -\frac{1}{R_3 C} u_{o1} t \\
 &= \frac{0.2}{20 \times 10^3 \times 10^{-6}} t \\
 &= 10t (\text{V})
 \end{aligned}$$

将 $u_i = 10 \text{ V}$ 代入上式, 可求出 u_o 从 0 V 上升到 10 V 所需的时间, 即

$$t = \frac{u_o}{10} = 1 (\text{s})$$

三、直流稳压电源

对直流稳压电源的作用及基本组成有一个基本的了解。虽然直流稳压电源作为一种应用电路已经走向集成化, 但论及组成和工作原理, 由分立元件组成的稳压源和集成稳压源并无本质差异, 故而本章仍从分立元件的论述开始。

稳压电源种类很多, 对于其实际应用必须在实验室里才能

获得更多的了解。故在此对于量化的分析与计算不做要求。

第8章 组合逻辑电路

一、逻辑代数的基本定律和规则

逻辑代数是研究数字电路的一个重要工具，利用逻辑代数的运算方法，可以解决逻辑电路的一些分析和设计问题。

逻辑代数的基本定律有多个，常用的有交换律、结合律、分配律等9个。逻辑代数运算要涉及代入规则、对偶规则和反演规则。基本定律和规则的运用给逻辑函数式的化简提供了工具。

应当提及，电路仿真软件的应用给电子分析与计算带来了极大的便利。因此在工程实际中，手工的分析与计算逐渐被淡化。但是我们必须清楚，软件的应用是建立在基本知识掌握的基础上的，故对于相关基础理论和基本分析方法是需要事先明了的。

此部分内容不要求熟练地运用定律和规则来完成较为复杂的逻辑函数的化简，但对于基本定律和规则要达到理解的程度。

二、逻辑门电路

在数字电路中，门电路起着控制信号的作用，它根据特定的条件，决定信号是否可以通过。

基本逻辑门是指与门、或门和非门，其输入、输出关系满足与、或、非的逻辑功能。以与、或、非为基础，还可派生出与非、或非、与或非等逻辑关系，相应的门电路则为与非门、或非门以及与或非门等。

作为教学的重点，除了上述门电路的逻辑功能需要牢记外，结合实验，要掌握门电路的正确使用。

三、组合逻辑电路的分析与设计

1. 电路的特点

任意时刻的输出信号只取决于该时刻的输入信号，而与信号输入之前电路原来的状态无关。组合逻辑电路由门电路组成。

2. 电路的分析

目的：由给定的逻辑图（电路），求真值表或列写函数表达式。

方法：①根据逻辑图写出逻辑表达式；②对逻辑表达式进行化简；③由最简逻辑表达式求出真值表；④判别电路的逻辑功能。

3. 电路的设计

目的：根据已知的逻辑功能要求，设计逻辑图。

方法：组合逻辑电路的设计过程与分析过程恰好相反。其

步骤为：

逻辑功能→列真值表→列逻辑表达式→化简→画出逻辑图

例 8 一个三位二进制数由高位至低位分别送至电路的三个输入端，要求三位数中有奇数个 1 时，电路输出为 1，否则为 0。试画出逻辑图。

解：（1）根据提出的逻辑功能要求，列出真值表（表 1）。

表 1

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>F</i>
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

（2）根据真值表列写函数表达式，即

$$\begin{aligned} F &= \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + ABC \\ &= \overline{B}(\overline{A}C + A\overline{C}) + B(\overline{A}\overline{C} + AC) \end{aligned}$$

上式中

$$\overline{A}\overline{C} + AC = \overline{A}\overline{C} \cdot \overline{A}\overline{C} + AC = (\overline{A} + C)(\overline{A} + \overline{C}) = \overline{A}\overline{C} + AC$$

所以

$$F=B(\overline{A}C+AC)+B(\overline{A}C+AC)$$

$$=B\oplus A\oplus C$$

(3) 画逻辑图。

由表达式可画出逻辑图（图 10），它由两个异或门构成。

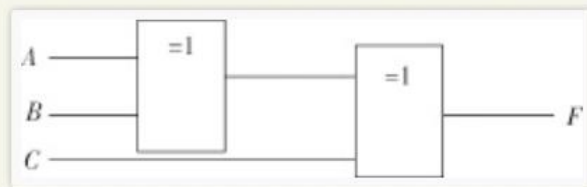


图 10

例 9 根据图 11 所示波形, 利用与非门画出实现其逻辑功能的逻辑图。

解: 采用正逻辑, 高电平为逻辑“1”, 低电平为逻辑“0”。

根据波形列出真值表（表 2）。

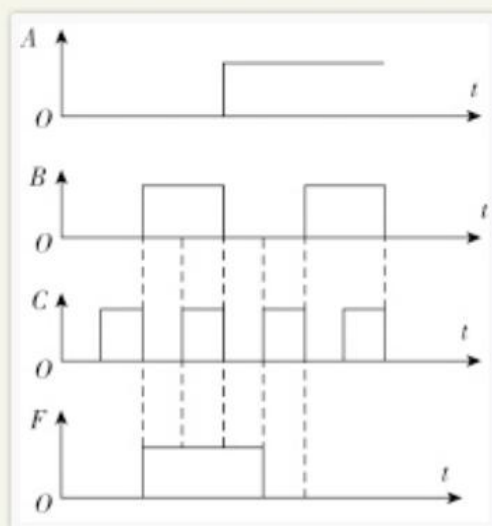


图 11

表 2

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

根据真值表写出逻辑函数表达式，即

$$\begin{aligned}
 F &= \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C} \\
 &= \overline{A}B + A\overline{B}\overline{C} \\
 &= \overline{A}B + A\overline{B}\overline{C} \\
 &= \overline{A}B + A\overline{B}\overline{C}
 \end{aligned}$$

用与非门实现的逻辑电路图如图 12 所示。

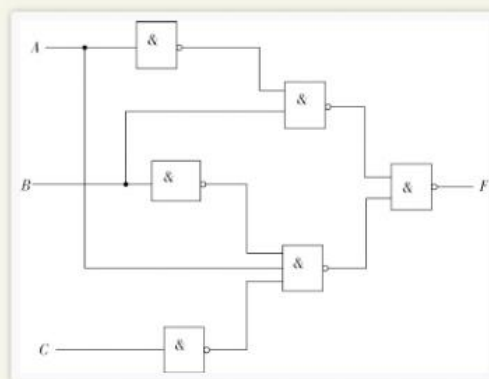


图 12

四、中规模组合逻辑电路的应用

教材介绍了加法器、编码器、译码器等中规模组合逻辑电

路的应用，理解其分析方法即可。

第9章 时序逻辑电路及模/数、数/模转换电路

一、触发器的特点

触发器是一种具有记忆功能的基本逻辑单元，它是组成时序逻辑电路的重要组成部分。

特点：触发器具有记忆功能，即输出不仅与当时的输入有关，而且与前一时刻的输出状态有关。触发器有两个稳定状态：当 $Q=1$ 时，为触发器的 1 状态；当 $Q=0$ 时，为触发器的 0 状态。这两个稳定状态可以分别用来表示一位二进制数码的 0 和 1。

二、常用触发器的逻辑功能与描述方法

教材中介绍的常用触发器有 RS 触发器、JK 触发器、D 触发器。

理解这三种触发器的逻辑功能是教学重点。此外，还需了解触发器的描述方法（功能表描述方法、特性方程描述方法）。

三、时序逻辑电路的应用

教材中关于时序逻辑电路的应用，介绍了寄存器、计数器、555 定时器等。这些电路的应用必须通过实验才能达到理解。因此，作为教学重点主要针对的是构成上述电路的连接方式和

作用。