

高等院校经典教材配套辅导书

电子技术基础模拟部分 习题全解及自测试题

DIANZI JISHU JICHU MONI BUFEN XITI QUANJIE JI ZICE SHITI

◎ 金凤莲 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等院校经典教材配套辅导书

电子技术基础

模拟部分

习题全解及自测试题

金凤莲 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是为了配合由高等教育出版社出版的、华中科技大学电子技术课程组编写的《电子技术基础》模拟部分(第五版)教材而编写的。全书分为两部分:第一部分是教材中的全部习题进行了详细解答,每章在解题思路和解题技巧上进行精练分析和引导,巩固所学,达到举一反三的效果;第二部分自测试题共八套,可作为学生自测使用。

本书对教材中的重点、难点做了较深刻地分析,对各章习题作了全面解析。本书是电气信息类本科生的重要参考书,也是教师的参考手册,同时可作为报考硕士研究生人员复习的辅导教材,以及各类工程技术人员和自学者的辅导书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础模拟部分习题全解及自测试题/金凤莲
编著. —北京:国防工业出版社,2008.9

高等院校经典教材配套辅导书

ISBN 978-7-118-05874-1

I. 电... II. 金... III. 模拟电路-电子技术-高等学校-
解题 IV. TN710-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 108678 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12½ 字数 290 千字

2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 21.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

《电子技术基础》模拟部分是工科院校的自动化、通信、电信、控制、仪器仪表和计算机等信息类专业普遍开设的一门专业技术基础课。通过这门课的学习,不仅能掌握模拟电子技术的一些实用技术,而且还为后续课程的学习和将来学习新的科学技术打下基础。同时,本门课程也是一些专业硕士研究生入学考试的课程。

由于本门课程内容多、线路种类繁多,再加上课堂教学时数有限,因此学习起来有些同学感到有困难。编写本书的目的就是帮助同学学好这门课,同时也为研究生入学考试人员的复习提供一些帮助。

全书分为两部分:第一部分是对教材中的全部习题进行了详细解答,最后给出书后习题的答案,在解题思路和解题技巧上进行精练分析和引导,巩固所学,达到举一反三的效果。第二部分自测试题共八套,可作为学生自测使用。本书选用的试题都具有一定的典型性和代表性,不仅给出了试题的详细解答,还说明了解题的思路和要领。

由于编者水平有限,时间紧迫,书中错误和欠妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 7 月于大连工业大学

目 录

第一篇 习题全解

第1章 绪论	1
第2章 运算放大器	7
第3章 二极管及其基本电路	24
第4章 双极结型三极管及放大基础电路	34
第5章 场效应管放大电路	61
第6章 模拟集成电路	77
第7章 反馈放大电路	102
第8章 功率放大电路	114
第9章 信号处理与信号产生电路	124
第10章 直流稳压电源	151

第二篇 自测试题

自测试题1	166
自测试题2	170
自测试题3	173
自测试题4	178
自测试题5	181
自测试题6	185
自测试题7	189
自测试题8	192
参考文献	196

第一篇 习题全解

第1章 绪论

1.2.1 写出下列正弦波电压信号的表达式(设初始相角为零):

- (1) 峰-峰值 10V, 频率 10kHz;
- (2) 有效值 220V, 频率 50Hz;
- (3) 峰-峰值 100mV, 周期 1ms;
- (4) 峰-峰值 0.25V, 角频率 1000rad/s。

【解题思路】

正弦波电压表达式为 $v(t) = V_m \sin \omega t$, 于是

- (1) 因为 $V_{pp} = 2V_m = 10V$, $V_m = 5V$, $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 10^4$ (rad/s)

则电压信号为

$$v(t) = 5 \sin(2 \times 10^4 \pi t) (V)$$

- (2) 因为 $V = 220V$, $V_m = \sqrt{2} \times 220V$, $\omega = 2\pi f = 100\pi$ (rad/s)

则电压信号为

$$v(t) = 220\sqrt{2} \sin(100\pi t) (V)$$

- (3) 因为 $V_{pp} = 2V_m = 100 \times 10^{-3} = 0.1V$, $V_m = 0.05V$, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \times 10^3$ (rad/s)

则电压信号为

$$v(t) = 0.05 \sin(2 \times 10^3 \pi t) (V)$$

- (4) 因为 $V_{pp} = 2V_m = 0.25V$, $V_m = 0.125V$, $\omega = 1000$ rad/s

则电压信号为

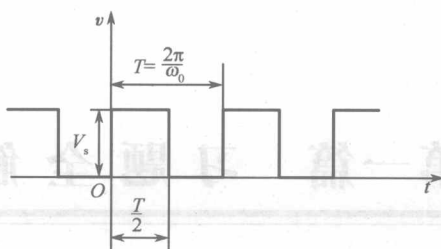
$$v(t) = 0.125 \sin(10^3 t) (V)$$

1.2.2 图题 1.2.2(主教材图 1.2.2) 中的方波电压信号加在电阻 R 两端, 试用公式

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T (v^2(t)/R) dt$$

计算信号在电阻上耗散的功率; 然后根据式(1.2.3)(主教材中公式)

分别计算方波信号的傅里叶展开式中直流分量、基波分量、三次谐波分量在电阻上耗散的功率, 并计算这三个分量在电阻上耗散的功率之和占电阻上总耗散功率的百分比。



图题 1.2.2 方波的时间域表示

【解题思路】

$$(1) \text{ 方波功率: } P_s = \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{v^2(t)}{R} \right) dt = \frac{V_s^2}{TR} \int_0^T dt = \frac{V_s^2}{2R}$$

(2) 由式(1.2.3)可知,直流分量、基波分量、三次谐波分量分别为 $\frac{1}{2}V_s$ 、 $\frac{2V_s}{\pi}$ 、 $\frac{2V_s}{3\pi}$, 所以它们在电阻上的耗散功率:

直流分量为

$$P_0 = \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{V_s}{2} \right)^2 / R dt = \frac{V_s^2}{4R}$$

基波分量为

$$P_1 = \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{2V_s}{\pi} \right)^2 \sin^2(2\omega t) / R dt = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \frac{2V_s}{3\pi} \right)^2 / R = \frac{2V_s^2}{\pi^2 R}$$

三次谐波分量为

$$P_3 = \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{2V_s}{3\pi} \right)^2 \sin^2(3\omega t) / R dt = \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \frac{2V_s}{3\pi} \right)^2 / R = \frac{2V_s^2}{9\pi^2 R}$$

(3) 由于二次谐波 $v_{m2} = 0$, 于是 $P_2 = \frac{1}{T} \int_0^T (V_{m2})^2 \sin^2 2\omega_0 t / R dt = 0$

$$P_{0-3} = P_0 + P_1 + P_3 = \frac{V_s^2}{4R} + \frac{2}{\pi^2} \frac{V_s^2}{R} + \frac{2}{9\pi^2} \frac{V_s^2}{R} \approx 0.475 \frac{V_s^2}{R}$$

于是, P_{0-3} 占 P_s 中的百分比为

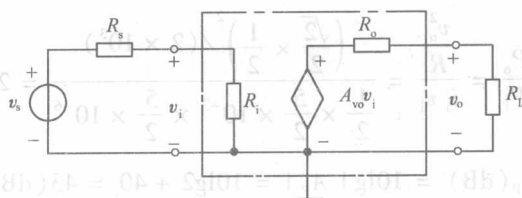
$$\eta = \frac{P_{0-3}}{P_s} \times 100\% \approx \frac{0.475}{0.5} \times 100\% = 95\%$$

1.4.1 电压放大电路模型如图题 1.4.1(主教材图 1.4.2(a)) 所示, 设输出开路电压增益 $A_{vo} = 10$ 。试分别计算下列条件下的源电压增益 $A_{vs} = v_o/v_s$:

(1) $R_i = 10R_s, R_L = 10R_o$;(2) $R_i = R_s, R_L = R_o$;(3) $R_i = R_s/10, R_L = R_o/10$;(4) $R_i = 10R_s, R_L = R_o/10$ 。

【解题思路】

由图可知, $v_s = \frac{v_i}{R_i}(R_s + R_i)$, $v_o = \frac{R_L}{R_o + R_L} \times A_{vo} v_i$, 所以



图题 1.4.1 电压放大电路模型

(1) $R_i = 10R_s, R_L = 10R_o$ 时,

$$v_s = \frac{v_i}{R_i}(R_s + R_i) = \frac{11}{10}v_i$$

$$v_o = \frac{R_L}{R_o + R_L} \times A_{vo}v_i = \frac{10}{11} \times 10v_i$$

则源电压增益为

$$A_{vs} = \frac{v_o}{v_s} = \frac{100v_i/11}{11v_i/10} \approx 8.26$$

同理可得:

$$(2) A_{vs} = \frac{v_o}{v_s} = \frac{5v_i}{2v_i} = 2.5$$

$$(3) A_{vs} = \frac{v_o}{v_s} = \frac{10v_i/11}{11v_i} \approx 0.0826$$

$$(4) A_{vs} = \frac{v_o}{v_s} = \frac{10v_i/11}{11v_i/10} \approx 0.826$$

1.5.1 在某放大电路输入端测量到输入正弦信号电流和电压的峰 - 峰值分别为 $5\mu\text{A}$ 和 5mV , 输出端接 $2\text{k}\Omega$ 电阻负载, 测量到正弦电压信号峰 - 峰值为 1V 。试计算该放大电路的电压增益 A_v 、电流增益 A_i 、功率增益 A_p , 并分别换算成 dB 表示。

【解题思路】

根据放大电路的电压增益、电流增益、功率增益的定义得出如下结果:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{\frac{1}{2} \times 1 \sin \omega_0 t (\text{V})}{\frac{1}{2} \times 5 \sin \omega_0 t (\text{mV})} = 200$$

$$A_v (\text{dB}) = 20 \lg |A_v| \approx 46.021 (\text{dB})$$

$$A_i = \frac{i_o}{i_i} = \frac{\frac{v_o}{R_L}}{\frac{1}{2} \times 5 \sin \omega_0 t (\mu\text{A})} = \frac{\frac{0.5 \sin \omega_0 t (\text{V})}{2 \times 10^3}}{\frac{1}{2} \times 5 \sin \omega_0 t (\mu\text{A})} = 100$$

$$A_i (\text{dB}) = 20 \lg |A_i| = 40 (\text{dB})$$

$$A_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{\frac{v_o^2}{R}}{i_i v_i} = \frac{\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{2}\right)^2 / (2 \times 10^3)}{\frac{1}{2} \times \frac{5}{2} \times 10^{-3} \times \frac{5}{2} \times 10^{-6}} = 2 \times 10^4$$

$$A_p(\text{dB}) = 10 \lg |A_p| = 10 \lg 2 + 40 = 43(\text{dB})$$

1.5.2 当负载电阻 $R_L = 1\text{k}\Omega$ 时,电压放大电路输出电压比负载开路($R_L = \infty$)时输出电压减少 20%,求该放大电路的输出电阻 R_o 。

【解题思路】

$$v'_o/v_o = 1/(1 - 0.2) = 1.25$$

$$R_o = (v'_o/v_o - 1)R_L = (1.25 - 1) \times 1 \times 10^3 = 250(\Omega)$$

1.5.3 一电压放大电路输出端接 $1\text{k}\Omega$ 负载电阻时,输出电压为 1V ,负载电阻断开时,输出电压上升到 1.1V ,求该放大电路的输出电阻 R_o 。

【解题思路】

$$R_o = (v'_o/v_o - 1)R_L = (1.1/1 - 1) \times 1 \times 10^3 = 100(\Omega)$$

1.5.4 某放大电路输入电阻 $R_i = 10\text{k}\Omega$,如果用 $1\mu\text{A}$ 电流源(内阻为 ∞)驱动,放大电路输出短路电流为 10mA ,开路输出电压为 10V 。求放大电路接 $4\text{k}\Omega$ 负载电阻时的电压增益 A_v 、电流增益 A_i 、功率增益 A_p ,并分别转换成 dB 表示。

【解题思路】

$$R_o = \frac{v_o}{i_o} = \frac{10}{10} = 1(\text{k}\Omega)$$

由

$$A_{vo} = \frac{v_o}{R_i i_i} = \frac{10}{10 \times 10^{-3}} = 1000$$

得

$$A_v = \frac{R_L}{R_L + R_o} A_{vo} = \frac{4}{4 + 1} \times 10^3 = 800(\text{相当于 } 58\text{dB})$$

又

$$A_{is} = \frac{i_{os}}{i_s} = \frac{10}{1 \times 10^{-3}} = 10^4$$

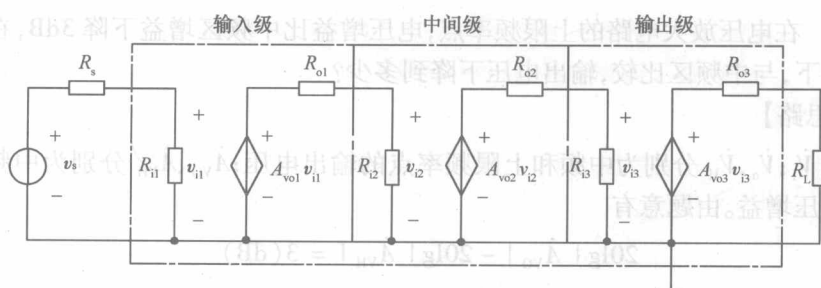
$$A_i = \frac{R_o}{R_o + R_L} A_{is} = \frac{1}{1 + 4} \times 10^4 = 2000 \quad (\text{相当于 } 66\text{dB})$$

$$A_p = A_v \times A_i = 800 \times 2000 = 1.6 \times 10^6 \quad (\text{相当于 } 62\text{dB})$$

1.5.5 有以下三种放大电路备用:(1) 高输入电阻型: $R_{i1} = 1\text{M}\Omega$, $A_{vo1} = 10$, $R_{o1} = 10\text{k}\Omega$; (2) 高增益型: $R_{i2} = 10\text{k}\Omega$, $A_{vo2} = 100$, $R_{o2} = 1\text{k}\Omega$; (3) 低输出电阻型: $R_{i3} = 10\text{k}\Omega$, $A_{vo3} = 1$, $R_{o3} = 20\text{k}\Omega$ 。用这三种放大电路组合,设计一个能在 100Ω 负载电阻上提供至少 0.5W 功率的放大器。已知信号源开路电压为 30mV (有效值),内阻为 $R_s = 0.5\text{M}\Omega$ 。

【解题思路】

以高输入电阻型、高增益型和低输出电阻型放大电路分别作为第一、二、三级放大电路,则前一级的输出为后一级的输入,后一级的输入电阻作为前一级的负载,得到放大器电路如图解 1.5.5 所示。



图解 1.5.5

第一级输出

$$v_{o1} = A_{vo} v_i \frac{R_{i2}}{R_{o1} + R_{i2}}$$

且

$$v_i = v_s \frac{R_{i1}}{R_{i1} + R_{i2}} = \frac{1}{0.5 + 1} \times 30 = 20(\text{mV})$$

得

$$v_{o1} = 10 \times 20 \times \frac{10}{10 + 10} = 100(\text{mV})$$

第二级输入电压与第一级输出电压相同,即 $v_{o1} = v_{i2}$ 。

$$v_{o2} = A_{vo2} v_{i2} \frac{R_{i3}}{R_{o2} + R_{i3}} = 100 \times 100 \times \frac{10}{1 + 10} = 9.1(\text{V})$$

第三级输入电压与第二级输出电压相同,即 $v_{o2} = v_{i3}$ 。

$$v_{o3} = v_{vo3} v_{i3} \frac{R_L}{R_{o3} + R_L} = 1 \times 9.1 \times \frac{100}{20 + 100} = 7.58(\text{V})$$

输出功率为

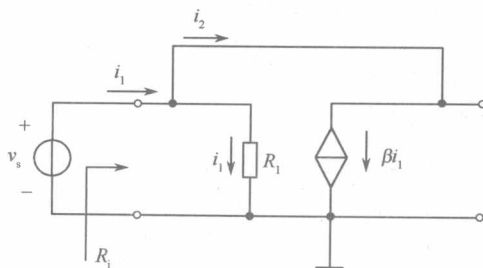
$$P_o = v_{o3}^2 / R_L = 7.58 \times 7.58 / 100 = 0.57(\text{W})$$

1.5.6 图题 1.5.6 所示电流放大电路的输出端直接与输入端相连,求输入电阻 R_i 。

【解题思路】

由 KCL 定律 $i_i = i_1 + i_2$ 以及流控电流源: $i_2 = \beta i_1$ 可得

$$i_i = i_1 + i_2 = i_1 + \beta i_1 = (1 + \beta) i_1 = (1 + \beta) \frac{v_s}{R_1}$$



图题 1.5.6

可得

$$R_i = \frac{v_s}{i_i} = \frac{R_1}{(1 + \beta)}$$

1.5.7 在电压放大电路的上限频率点,电压增益比中频区增益下降 3dB,在相同输入电压条件下,与中频区比较,输出电压下降到多少?

【解题思路】

设输入 $\dot{V}_i$; $\dot{V}_o$, $\dot{V}_H$ 分别为中频和上限频率点的输出电压; $\dot{A}_{v0}$, $\dot{A}_{vH}$ 分别为中频和上限频率点的电压增益。由题意有

$$20\lg |\dot{A}_{v0}| - 20\lg |\dot{A}_{vH}| = 3(\text{dB})$$

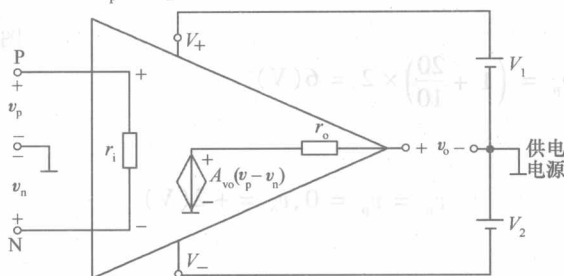
于是
$$20\lg \left| \frac{\dot{A}_{v0}}{\dot{A}_{vH}} \right| = 20\lg \left| \frac{\dot{V}_o \dot{V}_i}{\dot{V}_i \dot{V}_H} \right| = 20\lg \left| \frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_H} \right| = 3(\text{dB})$$

$$|\dot{V}_H| \approx 0.707 |\dot{V}_o|$$

故上限频率点的输出电压约下降为中频区输出电压的 70.7%。

第2章 运算放大器

2.1.1 电路如图题2.1.1(主教材图2.1.3)所示,运放的开环电压增益 $A_{vo} = 10^6$,输入电阻 $r_i = 10^9 \Omega$,输出电阻 $r_o = 75 \Omega$, $V_+ = +10V$, $V_- = -10V$ 。(1) 求运放输出电压为饱和值时输入电压的最小幅值 $v_p - v_n = ?$ (2) 输入电流 $i_{i1} = ?$



图题 2.1.1

【解题思路】

(1) 输入电压的最小幅值 $v_p - v_n = v_o / A_{vo}$,当 $v_o = \pm V_{om} = \pm 10V$ 时 $v_p - v_n = \pm 10 / 10^6 = \pm 10(\mu V)$ 。

(2) 输入电流为

$$i_{i1} = (v_p - v_n) / r_i = \pm 10 / 10^9 = \pm 1 \times 10^{-8}(\mu A)$$

2.1.2 电路如图题2.1.1(主教材图2.1.3)所示,运放的 $A_{vo} = 2 \times 10^5$, $r_i = 2M\Omega$, $r_o = 75\Omega$, $V_+ = 12V$, $V_- = -12V$,设输出电压的最大饱和电压值 $\pm V_{om} = \pm 11V$ 。(1) 如果 $v_p = 25\mu V$, $v_n = 100\mu V$,试求输出电压 $v_o = ?$ 实际上 v_o 应为多少?(2) 设 $V_{om} = \pm 11V$,画出它的传输特性。

【解题思路】

(1) $v_o = A_{vo}(v_p - v_n) = 2 \times 10^5 \times (25 - 100) \times 10^{-6} = -15(V)$

因为此时运放已饱和, $V_{om} = -11V$, v_o 不能小于 $-11V$,因此 v_o 不可能达到 $-15V$ 。

(2) $V_{om} = \pm 11V$ 时,有

$$v_p - v_n = \pm \frac{11}{2 \times 10^5} = \pm 55(\mu V)$$

纵轴以 v_o 取 $\pm 11V$,横轴取 $(v_p - v_n) = \pm 55(\mu V)$,即取 $a(55\mu V, 11V)$ 、 $b(-55\mu V, -11V)$ 两点作传输特性,线性区斜率为

$$A_{vo} = \frac{11}{55 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^5, \text{参见图解 2.1.2.}$$

2.3.1 设图题2.3.1中的A为理想器件,试求出图(a)~(d)中电路输出电压 v_o 的

值。

【解题思路】

利用“虚短”和“虚断”的概念： $v_n = v_p, i_i = 0$ 。

由图(a)可知：

$$i_1 = i_2, \frac{0 - v_1}{R_1} = \frac{v_1 - v_o}{R_2}$$

$$\frac{0 - 2}{10} = \frac{2 - v_o}{20}$$

解得

$$v_o = 6(\text{V})$$

由图(b)可得

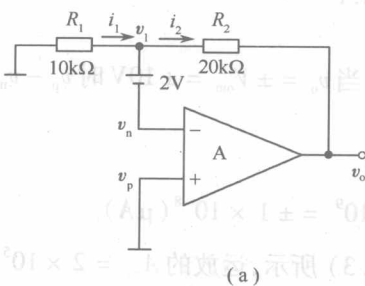
$$v_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)v_p = \left(1 + \frac{20}{10}\right) \times 2 = 6(\text{V})$$

由图(c)可得

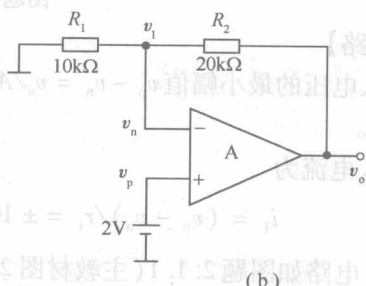
$$v_n = v_p = 0, v_o = +2(\text{V})$$

由图(d)可得

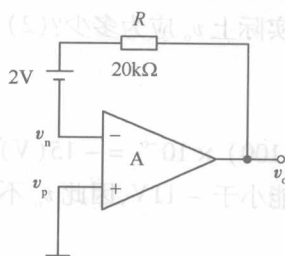
$$v_n = v_p = +2(\text{V}), v_o = +2(\text{V})$$



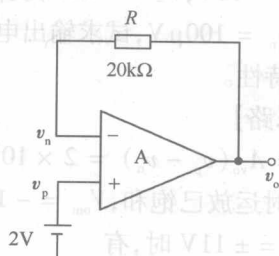
(a)



(b)



(c)



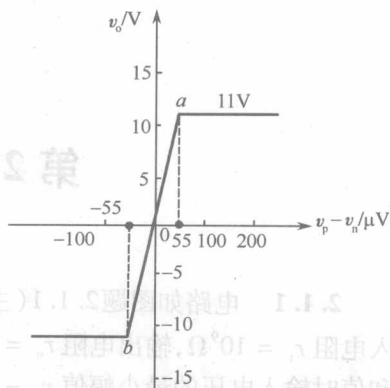
(d)

图题 2.3.1

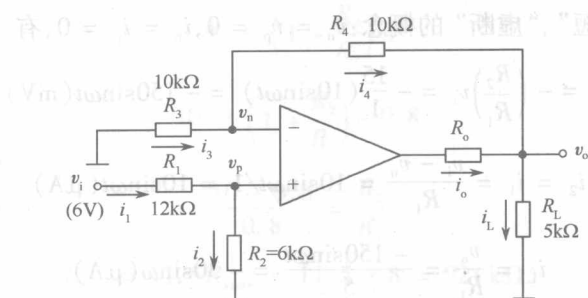
2.3.2 电路如图题 2.3.2 所示, 设运放是理想的, 图(a) 电路中的 $v_i = 6\text{V}$, 图(b) 电路中的 $v_i = 10\sin\omega t(\text{mV})$, 图(c) 电路中的 $v_{i1} = 0.6\text{V}, v_{i2} = 0.8\text{V}$, 求各放大电路的输出电压 v_o 和图(a)、(b) 中各支路的电流。

【解题思路】

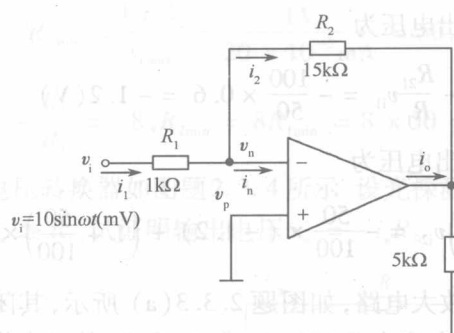
图(a) 利用“虚短”“虚断”的概念： $v_n = v_p, i_n = i_p = 0$, 有



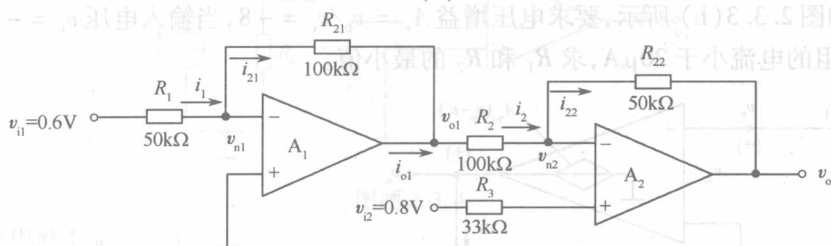
图解 2.1.2



(a)



(b)



(c)

图题 2.3.2

$$v_p = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_i = \frac{6}{12 + 6} \times 6 = 2(\text{V})$$

$$v_o = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) v_p = \left(1 + \frac{10}{10}\right) \times 2 = 4(\text{V})$$

$$i_1 = i_2 = \frac{v_i - v_p}{R_1} = \frac{6 - 2}{12} \approx 0.33(\text{mA})$$

$$i_3 = i_4 = \frac{-v_n}{R_3} = \frac{-v_p}{R_3} = -\frac{2}{10} = -0.2(\text{mA})$$

$$i_L = \frac{v_o}{R_L} = \frac{4}{5} = 0.8(\text{mA})$$

$$i_o = i_L - i_4 = 0.8 - (-0.2) = 1(\text{mA})$$

图(b) 利用“虚短”、“虚断”的概念: $v_n = v_p = 0, i_n = i_p = 0$, 有

$$v_o = -\left(\frac{R_2}{R_1}\right)v_i = -\frac{15}{1}(10\sin\omega t) = -150\sin\omega t (\text{mV})$$

$$i_2 = i_1 = \frac{v_i - v_n}{R_1} = 10\sin\omega t / 1 = 10\sin\omega t (\mu\text{A})$$

$$i_L = \frac{v_o}{R_L} = \frac{-150\sin\omega t}{5} = -30\sin\omega t (\mu\text{A})$$

$$i_o = i_L - i_2 = -30\sin\omega t - 10\sin\omega t = -40\sin\omega t (\mu\text{A})$$

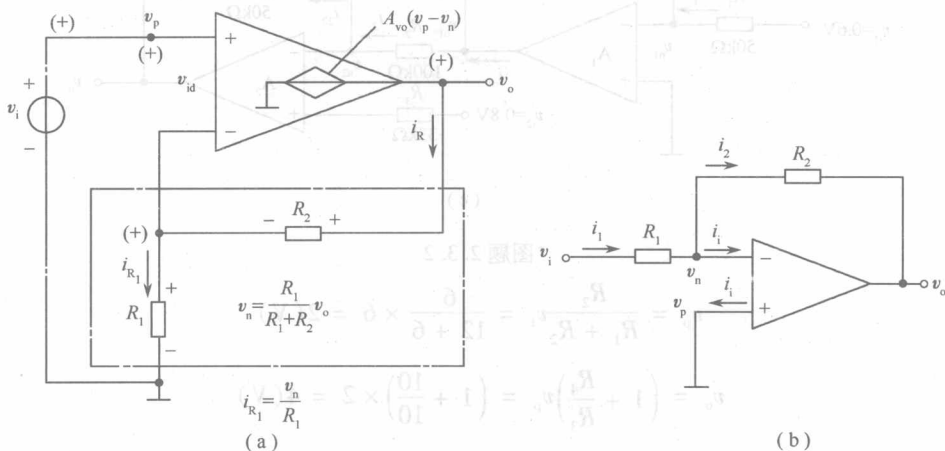
图(c) 运算电路 A_1 的输出电压为

$$v_{o1} = -\frac{R_{21}}{R_1}v_{i1} = -\frac{100}{50} \times 0.6 = -1.2 (\text{V})$$

差分式运算电路 A_2 的输出电压为

$$v_o = -\frac{R_{22}}{R_2}v_{o1} + \left(1 + \frac{R_{22}}{R_2}\right)v_{i2} = -\frac{50}{100} \times (-1.2) + \left(1 + \frac{50}{100}\right) \times 0.8 = 1.8 (\text{V})$$

2.3.3 (1) 设计一同相放大电路, 如图题 2.3.3(a) 所示, 其闭环增益 $A_v = 10$, 当 $v_i = 0.8 \text{V}$ 时, 流过每一电阻的电流小于 $100 \mu\text{A}$, 求 R_1 和 R_2 的最小值; (2) 设计一反相放大电路, 如图 2.3.3(b) 所示, 要求电压增益 $A_v = v_o/v_i = -8$, 当输入电压 $v_i = -1 \text{V}$ 时, 流过每一电阻的电流小于 $20 \mu\text{A}$, 求 R_1 和 R_2 的最小值。



图题 2.3.3

【解题思路】

(1) 同相放大电路如图题 2.3.3(a) 所示, 有

$$v_n = v_p = v_i, i_{R1} = \frac{v_n}{R_1} = \frac{v_i}{R_1}$$

$$R_{1\min} = \frac{v_i}{i_{R1\max}} = \frac{0.8}{100 \times 10^{-3}} = 8 (\text{k}\Omega)$$

$$A_v = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)v_i$$

$$10 = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \times 0.8$$

$$\frac{10 - 0.8}{0.8} = \frac{R_2}{R_1}$$

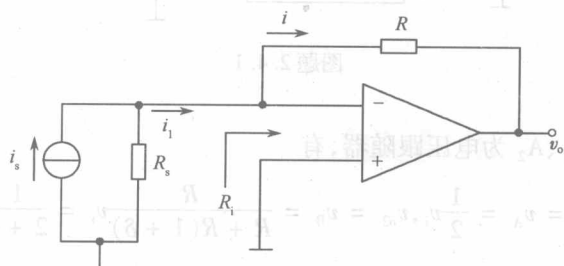
$$R_{2\min} = 11.5R_{1\min} = 11.5 \times 8 = 92(\text{k}\Omega)$$

(2) 反相放大电路如图题 2.3.3(b) 所示,有

$$R_{1\min} = \frac{|v_i|}{i_{1\max}} = \frac{1\text{V}}{20 \times 10^{-3}\text{mA}} = 50(\text{k}\Omega)$$

$$A_v = -\frac{R_2}{R_1} = -8, R_{2\min} = 8R_{1\min} = 8 \times 50 = 400(\text{k}\Omega)$$

2.3.4 电流-电压转换器如图题 2.3.4 所示。设光探测仪的输出电流作为运放输入电流 i_s ; 信号内阻 $R_s \gg R_i$, 试证明输出电压 $v_o = -i_s R_o$ 。



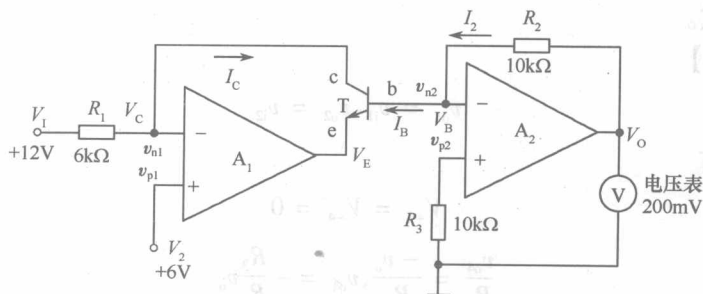
图题 2.3.4

【解题思路】

因为 $R_s \gg R_i$, 所以 $i_s = i_1 = i$, 则 $v_o = -iR = -i_s R_o$ 。

2.3.5 电路如图题 2.3.5 所示, 设运放是理想的, 三极管 T 的 $V_{BE} = V_B - V_E = 0.7\text{V}$ 。

(1) 求三极管的 c、b、e 各极的电位值; (2) 若电压表读数为 200mV , 求三极管电流放大系数 $\beta = I_C/I_B$ 的值。



图题 2.3.5

【解题思路】

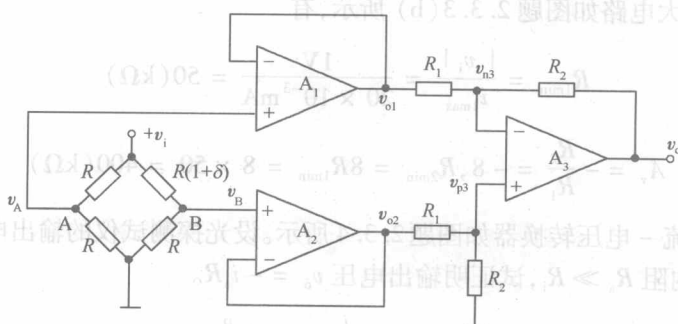
(1) 根据题意可知 c、b、e 极的电位分别为

$$V_C = V_{-1} = V_2 = 6V, V_B = V_{-2} = V_{+2} = 0, V_E = -0.7V$$

$$(2) I_C = \frac{V_1 - V_2}{R_1} = \frac{12 - 6}{6} = 1\text{mA}, I_B = \frac{V_o}{R_2} = \frac{200}{10} = 20 \times 10^{-3}(\text{mA})$$

$$\text{所以 } \beta = \frac{I_C}{I_B} = 50.$$

2.4.1 一高输入电阻的桥式放大电路如图题2.4.1所示,试写出 $v_o = f(\delta)$ 的表达式 ($\delta = \frac{\Delta R}{R}$).



图题 2.4.1

【解题思路】

题图 2.4.1 中 A_1 、 A_2 为电压跟随器,有

$$v_{o1} = v_A = \frac{1}{2}v_i, v_{o2} = v_B = \frac{R}{R + R(1 + \delta)}v_i = \frac{1}{2 + \delta}v_i$$

$$v_B - v_A = \left(\frac{1}{2 + \delta} - \frac{1}{2}\right)v_i = \frac{-\delta}{2(2 + \delta)}v_i$$

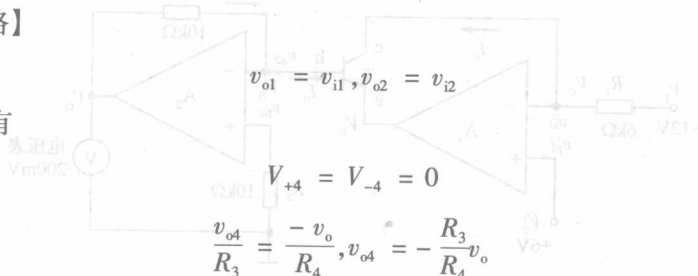
A_3 构成差分放大器,有

$$v_o = \frac{R_2}{R_1}(v_{o2} - v_{o1}) = \frac{R_2}{R_1}(v_B - v_A) = \frac{R_2}{R_1}\left(\frac{-\delta}{4 + 2\delta}\right)v_i$$

2.4.2 图题2.4.2为一增益线性调节运放电路,试求该电路的电压增益 $A_v = v_o/(v_{i1} - v_{i2})$ 的表达式。

【解题思路】

对于 A_4 ,有



$$V_{+4} = V_{-4} = 0$$

$$\frac{v_{o4}}{R_3} = \frac{-v_o}{R_4}, v_{o4} = -\frac{R_3}{R_4}v_o$$

对于 A_3 ,有

$$v_{-3} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}v_{o1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}v_{i1}$$