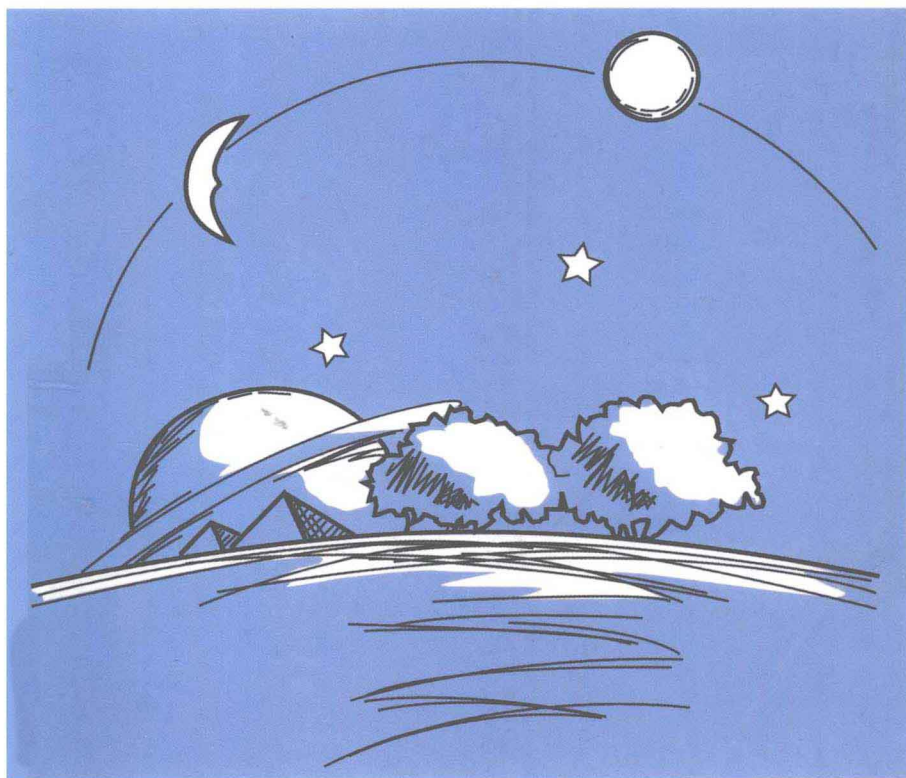


图解电子电路习题集系列 1

电路基础 习题集

〔日〕 饭高成男 著



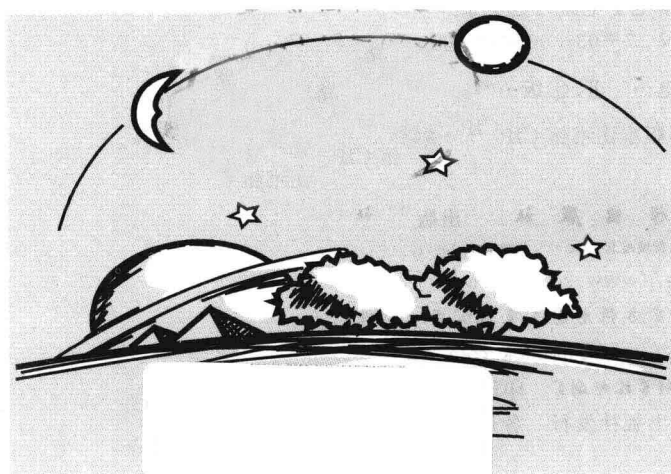
科学出版社 OHM社

图解电子电路习题集系列①

电路基础

习题集

〔日〕饭高成男 著
何希才 译



科学出版社 OHM 社

图字:01-2000-3219 号

Original Japanese edition

Etoki Denshi Kairo Enshuu Shirizu ① Denki・Denshi no Kiso Enshuu

by Shigeo Iidaka

Copyright © 1990 by Shigeo Iidaka

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese language edition is co-published by Ohmsha, Ltd. and Science Press.

Copyright © 2001

All rights reserved.

本书中文版权为科学出版社和 OHM 社所共有

絵とき電子回路演習シリーズ①

電気・電子の基礎演習

飯高成男 オーム社 1990

图书在版编目(CIP)数据

电路基础习题集/(日)饭高成男著;何希才译. —北京:科学出版社,2001
(图解电子电路习题集系列)

ISBN 7-03-008850-6

I. 电… II. ①饭…②何… III. 电路理论 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 76251 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2001 年 1 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2004 年 3 月第二次印刷 印张: 7 1/4

印数: 5 001—7 000 字数: 187 000

定 价: 15.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

本书是为学习电路基础以及电子电路的读者而编写的；是与已出版的“图解电子电路系列”的首卷本《电路基础》¹⁾相配套的习题集，内容包括：计算问题、各种现象的解释，以及操作技术等各个方面。

书中每个章节是按照“要点”、“例题”、“解法”、“答案”的顺序安排的，每章的最后均附有习题。

其中，“要点”是要牢牢抓住的重点，需要深入理解其内容。“例题”的安排采用了从易到难的做法，以便提高读者的学习兴趣，希望读者都能尽量独立地去解决这些问题，实在解决不了再参考书中解法。

另外，对于计算问题的解法书中尽量采用极简单的公式、简化的数值、高效率的计算方法。然而，书中给出的解法只不过是解法之一例，重要的是要经过自己的艰苦努力有效地找到合理的解法。

每章最后的习题用于验证该章内容是否被自己真正理解，因此，要依靠自己的努力顽强地坚持到底。

从表面看，本书中的有些内容与已经出版的《电路基础》一书中的内容有重复，但对于打算弄清所学的内容是否真正掌握了，在做习题的同时阅读这些内容，确信会收到更好的效果。

在本书出版之际，特向给予帮助的欧姆社各位表示衷心的感谢。

作 者

1) 中译本已由科学出版社出版。——译者注

目 录

1 直流电路

1.1 电路的基础始于欧姆定律	2
1.2 电阻的串联分压	7
1.3 电阻的并联分流	14
1.4 复杂电路电流的求法	22
1.5 焦耳定律和电功率	32
1.6 电容量及电容的连接	40
1.7 电感及线圈的连接	49
习 题	57

2 交流电路

2.1 交流的表达方法	60
2.2 在 R 、 L 、 C 上加交流电压	69
2.3 R 、 L 、 C 的串联电路和并联电路	79
2.4 由频率决定的串联谐振和并联谐振	89
2.5 交流电功率	98
2.6 由充放电引起的过渡现象	108
2.7 在晶体管电路中使用的四端网络	116
习 题	125

3 构成电路实际的 R 、 C 、 L 与变压器

3.1 实际的电阻器	128
3.2 实际的电容器与电感线圈	133
3.3 电源变压器和耦合变压器	139
习 题	144

4	半导体器件	
4.1	电子与半导体	146
4.2	二极管的工作原理与特殊二极管	154
4.3	晶体管的结构与工作原理	161
4.4	晶体管的使用方法	169
4.5	场效应晶体管 FET, 晶闸管 SCR, 集成电路 IC	177
	习 题	186
5	电池与电源电路	
5.1	电池的结构与使用方法	190
5.2	整流电路与平滑电路	197
5.3	稳压电源电路	206
	习 题	213
	习题解答	215

1

直流电路

本章先从电学的欧姆定律开始学习,然后学习由已知值求未知值公式的改写形式,以及基本单位与辅助单位的使用问题。

对于电阻的串并联,学习求总电阻的方法,以及有关分压与分流的问题,并掌握电压表与电流表的有关原理。

复杂电路的计算利用基尔霍夫定律、叠加原理和戴维南定理,采用行列式等方法。此外,分析焦耳定律与电功率、电容量及电容的连接、电感及线圈的连接等有关的各种现象,并学习各种计算方法。通过这些练习就能深入掌握作为电子电路基础的直流电路。

1.1 电路的基础始于欧姆定律

要 点

(1) 欧姆定律

在图 1.1 所示电路中, 电流 I 与电压 V 成正比, 与电阻 R 成反比, 这称为欧姆定律。

$$I = \frac{V}{R} [\text{A}] \quad (1.1)$$

将上式变为

$$R = \frac{V}{I} [\Omega] \quad (1.2)$$

$$V = RI [\text{V}] \quad (1.3)$$

(2) 电压、电流、电阻的单位

表 1.1 电压、电流、电阻的单位

电量	单位	单位名称	单位之间关系
电 压	kV	千伏[特]	1kV = 1 000V = 10 ³ V
	V	伏[特]	
	mV	毫伏[特]	1mV = 0.001V = 10 ⁻³ V
	μV	微伏[特]	1 μV = 0.000 001V = 10 ⁻⁶ V
电 流	A	安[培]	1mA = 0.001A = 10 ⁻³ A
	mA	毫安[培]	
	μA	微安[培]	1 μA = 0.000 001A = 10 ⁻⁶ A
电 阻	Ω	欧[姆]	1k Ω = 1 000 Ω = 10 ³ Ω
	k Ω	千欧[姆]	
	M Ω	兆欧[姆]	1M Ω = 1 000 000 Ω = 10 ⁶ Ω

注: 记住欧姆定律

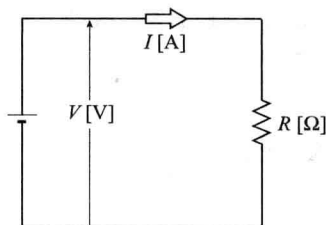
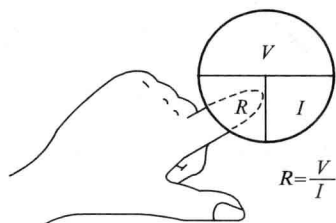


图 1.1



例 题 1)

- (1) 试填充表 1.2 与表 1.3 中的空栏,并根据表中数值绘制曲线。
- (2) 根据曲线,若①固定,②的大小与③成正比。若④固定,电流的大小与⑤成⑥,由此关系, $I = ⑦ [A]$ 。这称为⑧定律。

表 1.2

电阻 $R = 20\Omega$						
电压 $V [V]$	0	10	20	30	40	50
电流 $I [A]$	①	②	③	④	⑤	⑥

表 1.3

电压 $V = 100V$					
电阻 $R [\Omega]$	20	40	60	80	100
电流 $I [A]$	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

解 法

(1) 用 $I = V/R$ 求解。按表 1.2 中数据绘制曲线,其横坐标为电压 V ,纵坐标为电流 I 。按表 1.3 中数据绘制曲线,其横坐标为电阻 R ,纵坐标为电流 I 。电阻固定为 $R = 20\Omega$,这时在曲线图上标记电压等符号、单位。

(2) 仔细分析两条曲线,验证 $I = V/R$ 表达式。

答案

- (1) ① 0 ② 0.5 ③ 1 ④ 1.5 ⑤ 2 ⑥ 2.5 ⑦ 5 ⑧ 2.5
 ⑨ 1.67 ⑩ 1.25 ⑪ 1

[参见图 1.2(a)、(b)]

- (2) ①电阻 ②电流 ③电压 ④电压 ⑤电阻 ⑥反比 ⑦ V/R
 ⑧欧姆

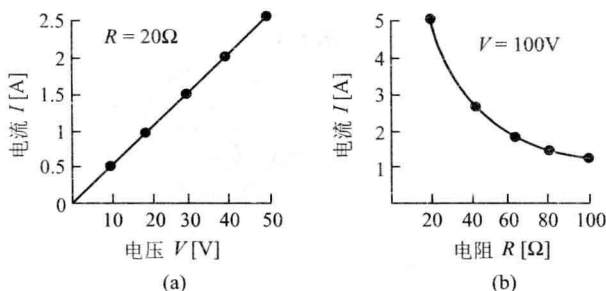


图 1.2

例 题 2

在图 1.3 所示电路中,试求出各自未知的电流 I , 电阻 R , 电压 V 。

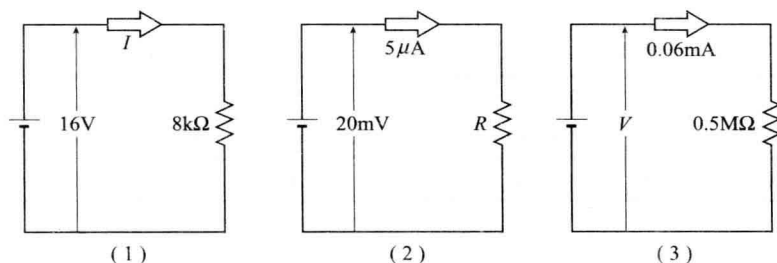


图 1.3

解 法

- (1) 用式 $I = V/R$ 求解, 将 $k\Omega$ 变换为 Ω 进行计算。这里

$$R = 8\text{k}\Omega = 8\,000\Omega = 8 \times 10^3\Omega$$

$$\text{又 } \frac{1}{10^3} = \frac{1 \times 10^{-3}}{10^3 \times 10^{-3}} = \frac{10^{-3}}{10^{3+(-3)}} = \frac{10^{-3}}{10^0} = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3}$$

10^{-3} 为单位词头 m(毫)的因数。

$$[a^m a^n = a^{m+n}, a^0 = 1 (a \neq 0), 1/a^n = a^{-n}]$$

(2) 用式 $R = V/I$ 求解, 将 mV 变换为 V, μA 变换为 A 进行计算。
这里

$$I = 5\mu\text{A} = 0.000\,005\text{A} = 5 \times 10^{-6}\text{A}$$

$$V = 20\text{mV} = 20 \times 10^{-3}\text{V}$$

$$\text{又 } \frac{1}{10^{-6}} = \frac{1 \times 10^6}{10^{-6} \times 10^6} = \frac{10^6}{10^{-6+6}} = \frac{10^6}{10^0} = \frac{10^6}{1} = 10^6$$

10^6 为单位词头 M(兆)的因数。

(3) 用式 $V = IR$ 求解, 将 M Ω 变换为 Ω , μA 变换为 A 进行计算。

答案

$$(1) I = \frac{V}{R} = \frac{16}{8 \times 10^3} = \frac{2}{10^3} = 2 \times 10^{-3}\text{A} = 2\text{mA}$$

$$(2) R = \frac{V}{I} = \frac{20 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^{-3} \times 10^6 = 4 \times 10^3\Omega = 4\text{k}\Omega$$

$$(3) V = RI = 0.5 \times 10^6 \times 0.06 \times 10^{-3} = 0.03 \times 10^3 = 30\text{V}$$

例题 3

对于图 1.4 所示的电路, 试回答下列问题:

(1) 开关 S 置于 1 时, $40\text{k}\Omega$ 电阻中流经 2mA 的电流, 问电源电压 V 是多大?

(2) 开关 S 置于 2 时, 流经 R 中的电流为其上述的 5 倍, 问电阻 R 是多大?

解法

(1) 用式 $V = IR$ 求解。

(2) 因 $R = V/I$, 电压一定时, 电阻与电流成反比, 若电流为其 5 倍, 则电阻变为其 $1/5$ 。

答 案

$$(1) V = RI = 40 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 80 \times 10^0 = 80 \times 1 = 80 \text{ V}$$

$$(2) R = 40 \text{ k}\Omega \times \frac{1}{5} = 8 \text{ k}\Omega$$

(另一种解法)

$$(2) I = 2 \text{ mA} \times 5 = 10 \text{ mA} = 10 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\text{所以 } R = \frac{V}{I} = \frac{80}{10 \times 10^{-3}} = 8 \times 10^3 = 8 \text{ k}\Omega$$

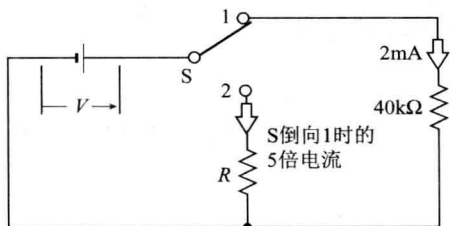


图 1.4

1.2 电阻的串联分压

要

点

(1) 串联后的总电阻

将两个以上的电阻连接成一系列称为**电阻串联**。

在图 1.5 所示电路中,串联后的总电阻 R 为各电阻之和。

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad [\Omega]$$

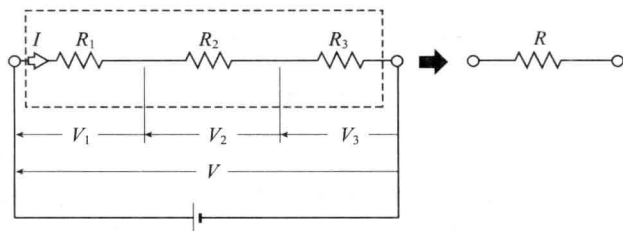


图 1.5 串联后的总电阻与分压

(2) 电阻分压

在图 1.5 所示电路中,流过各电阻的电流都为同一电流,各电阻两端的电压与该电阻成正比,即

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{V}{R}, \quad V_1 = \frac{R_1}{R}V, \quad V_2 = \frac{R_2}{R}V, \quad V_3 = \frac{R_3}{R}V$$

(3) 分压的应用

图 1.6 是扩大电压表测量范围的电路。

$$V_A = \left(1 + \frac{R_A}{r_v}\right) V_v = m V_v$$

式中, r_v 为电压表的内阻, m 为倍率器的倍率, R_A 为倍率器。

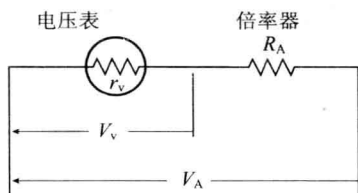


图 1.6 扩大电压表的测量范围

例 题 1

试求图 1.7 所示电路的总电阻 R 。



图 1.7

解 法

总电阻是一个等效电阻,起的作用与连在一起的几个电阻相同。串联电路的总电阻为各电阻之和。

答 案

$$R = R_1 + R_2 = 200 + 300 = 500\Omega$$

例 题 2

在图 1.8 所示电路中,试求流过各电阻的电流 I 。

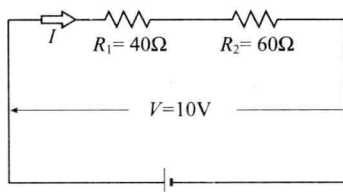


图 1.8

解 法

先求总电阻,再用电源电压除以总电阻,就可求出电路中流过的电流。
该电流流经各个电阻。

答 案

$$R = R_1 + R_2 = 40 + 60 = 100\Omega$$

$$\text{所以 } I = \frac{V}{R} = \frac{10}{100} = 0.1\text{ A}$$

例 题 3]

将 500Ω 、 $3\text{k}\Omega$ 和 $0.2\text{M}\Omega$ 三个电阻串联时,试回答下列问题:

- (1) 总电阻 R 是多少 Ω ?
- (2) 总电阻 R 是多少 $\text{k}\Omega$?
- (3) 总电阻 R 是多少 $\text{M}\Omega$?

解 法

电阻如图 1.9 所示串联时,总电阻为各电阻之和。然后将各电阻换算为相应单位后进行计算。

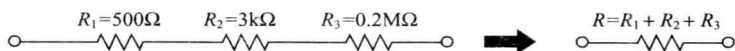


图 1.9

$$1\text{M}\Omega = 1\,000\text{k}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 1\,000\,000\Omega = 10^6\Omega$$

$$1\text{k}\Omega = 1\,000\Omega = 10^3\Omega$$

$$1\Omega = \frac{1}{1\,000}\text{k}\Omega = 10^{-3}\text{k}\Omega = \frac{1}{1\,000\,000}\text{M}\Omega = 10^{-6}\text{M}\Omega$$

$$1\text{k}\Omega = \frac{1}{1\,000}\text{M}\Omega = 10^{-3}\text{M}\Omega$$

答 案

$$(1) \quad R = 500 + 3 \times 10^3 + 0.2 \times 10^6 = 500 + 3\,000 + 200\,000 = 203\,500\Omega$$

$$(2) \quad R = 500 \times 10^{-3} + 3 + 0.2 \times 10^3 = \frac{500}{1\,000} + 3 + 200 = 203.5 \text{ k}\Omega$$

$$(3) \quad R = 500 \times 10^{-6} + 3 \times 10^{-3} + 0.2 = \frac{500}{1\,000\,000} + \frac{3}{1\,000} + 0.2 \\ = 0.2035 \text{ M}\Omega$$

例 题 4

在图 1.10 所示电路中,试求各电阻两端的电压。

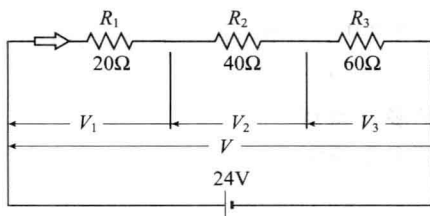


图 1.10

解 法

先求总电阻,然后用电源电压除以总电阻,可求出电路中流过的电流。再将流过电路中的电流与各电阻相乘,即可求出各电阻两端的电压。

答 案

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 20 + 40 + 60 = 120\Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{24}{120} = 0.2 \text{ A}$$

$$\text{所以 } V_1 = R_1 I = 20 \times 0.2 = 4 \text{ V}$$

$$V_2 = R_2 I = 40 \times 0.2 = 8 \text{ V}$$

$$V_3 = R_3 I = 60 \times 0.2 = 12 \text{ V}$$

(另一种解法)

电阻串联时,各电阻两端的电压按其电阻之比分配。

$$\text{所以 } V_1 = \frac{R_1}{R} V = \frac{20}{120} \times 24 = 4\text{V}$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R} V = \frac{40}{120} \times 24 = 8\text{V}$$

$$V_3 = \frac{R_3}{R} V = \frac{60}{120} \times 24 = 12\text{V}$$

例 题 5

在图 1.11 所示电路中,若电压表的最大量程为 5mV ,内阻为 $1\text{k}\Omega$,倍率器 $R_A = 199\text{k}\Omega$, $R_B = 1\text{k}\Omega$, $R_C = 1\text{M}\Omega$ 。问用端子 A、B、C 各能测量到多少 V 电压?

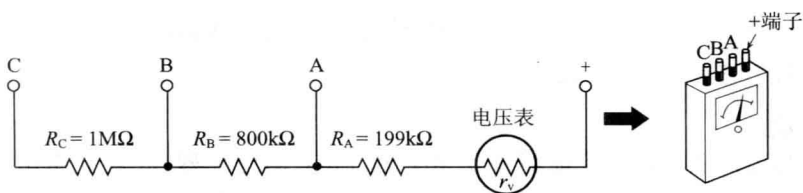


图 1.11 多重刻度的电压表

解 法

电压表的最大量程为 5mV ,这就意味着对电压表施加的电压只能到 5mV 。图 1.11 可用图 1.12 进行描述。

按照图 1.12,先求出流过回路中的电流 I ,再求出 V_A 、 V_B 、 V_C 即可。

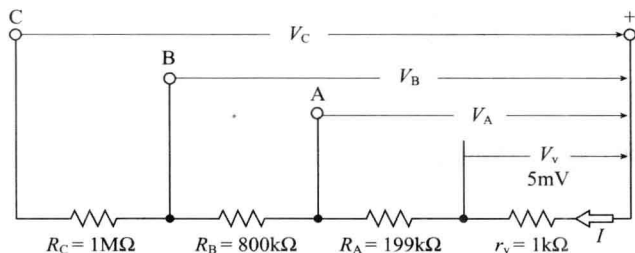


图 1.12