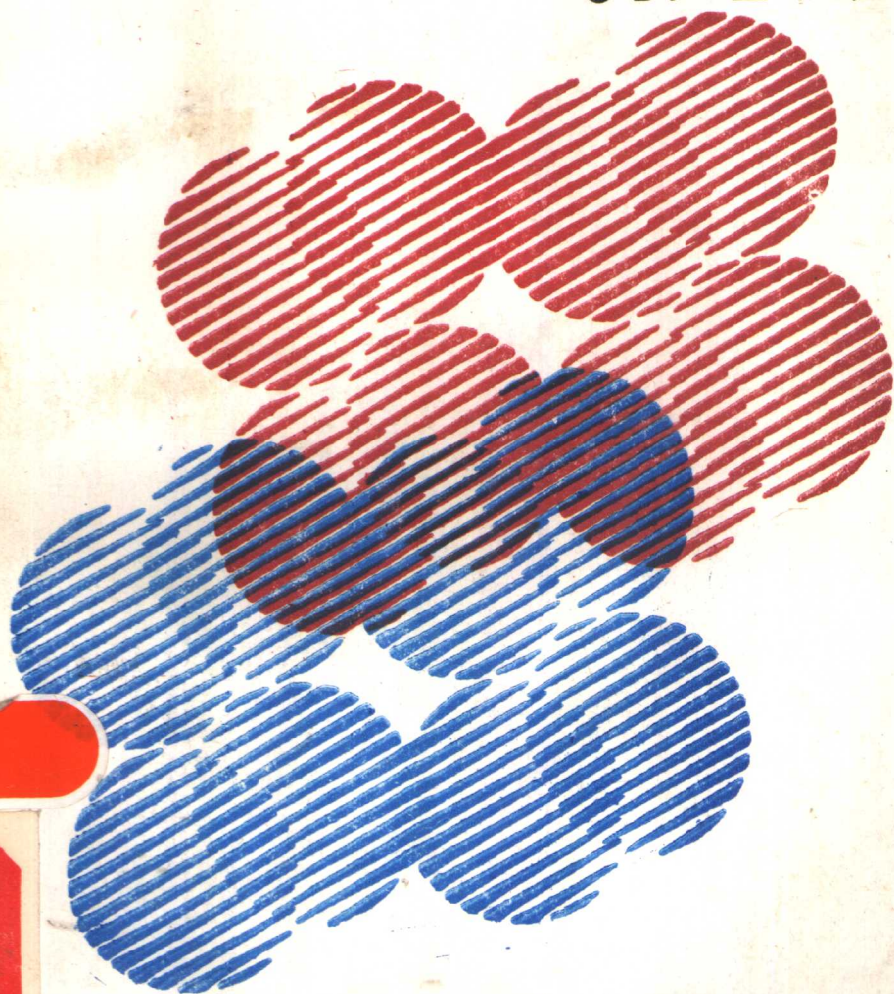


电工电子自学 题解

●〔日〕阿部节次 著 ●张德春 译

●电子工业出版社



109309

TN-44
7043

电工电子自学题解

(日) 阿部节次 著

张德春 译

电子工业出版社

内 容 简 介

本书包括电工电子习题及解答1000多个。主要内容为直流电路、磁路、静电电路、单相交流电路、过脱过程、四端网络、滤波器、分布参数电路、三相交流电路、晶体管电路、以及放大、调制、解调、音响、传输、天线、电机及变压器、电视、脉冲电路等。

本书是从事电工、收录机、电视机及家用电器学习及工作的人员之参考书。中专、职业中学、技工学校的学生可用此书进行系统学习和复习。本书还可作工具手册，查阅常用公式，对初学者、自学者可起到入门引路举一反三的作用。

阿部 著
张德春
责任编辑 路 石

电子工业出版社出版（北京市万寿路）
电子工业出版社发行 各地新华书店经销
冶金测绘铅印厂印刷

开本：350×1168毫米1/32 印张：9.8125 字数：254千字

1984年7月第一版 1989年2月第二次印刷

印数：15001—30000册 定价：2.95元

ISBN7-5053-0483-6/TN·169

译者序

本书是〔日〕阿部節次根据日本国文部省的指导要领，为工业高等学校学生和初级电子技术工作者编写的习题问答。全书内容包括直流电路、磁路、静电电路、单相交流电路、过渡过程、四端网络、滤波器、分布参数电路、三相交流电路、晶体管电路以及放大、调制、解调、音响、传输、天线、电动机、电视、脉冲电路等150节，约1000条问答，376张图例。问，提纲挈领，简明易懂；答，列举过程，并附有必要的说明。

这是一本自学用书。本书基本上概括了电子技术的基础知识。其中部分问答，是从事收音机、电视机以及一般电子设备设计维修的工作人员经常碰到的一些计算问题，具有实用价值。对学过电工基础及电子技术基础知识的读者，可用此书进行系统复习，也可做为工具性手册，查阅常用公式。对初学者，可以起到入门引路、举一反三的作用。本书译者对原著的个别章节略加删改，对印错的地方也作了校改。敬请读者结合我国情况学习、借鉴。

在本书翻译过程中，承蒙长春市电子工业公司李晔、长春电力学校王克、吉林工学院冯江、刘淑叶、满志宏、清华大学周祖成等同志校阅并复算大部分例题，在此谨致谢意。

由于译者水平有限，译稿有不妥之处，诚望批评、指正。

译者

1983年11月于吉林省
省机械电子工业厅

11.06/01

目 录

第 一 册

直流电路 (1~9)

1. 电阻的连接.....(2)
2. 计算导体的电阻.....(4)
3. 温度引起电阻的变化.....(6)
4. 电池的连接.....(8)
5. 焦耳定律.....(10)
6. 戴维南定理.....(12)
7. 基尔霍夫定律〔1〕.....(14)
8. 基尔霍夫定律〔2〕.....(16)
9. 功率和电能.....(18)

磁路 (10~27)

10. 磁场和磁力线.....(20)
11. 磁力线和磁通量.....(22)
12. 法拉第定律和楞次定律.....(24)
13. 由于磁链变化引起的电动势.....(26)
14. 运动导体的感生电动势.....(28)
15. 自感系数.....(30)
16. 互感.....(32)
17. 直线导体产生的磁场.....(34)
18. 圆形线圈的磁场.....(36)
19. 线圈的内部磁场.....(38)
20. 磁场对载流导体的作用力.....(40)
21. 运动电子和磁场的力.....(42)
22. 磁化和磁化强度.....(44)

I 目 录

23. B - H 曲线(磁饱和曲线).....	(46)
24. 磁势和磁阻	(48)
25. 磁路的计算	(50)
26. 磁滞现象和损耗	(52)
27. 磁能	(54)
静电电路 (28~32)	
28. 电荷和电位	(56)
29. 电力线和电场	(58)
30. 电通量和电场强度	(60)
31. 静电电容	(62)
32. 电容器的连接	(64)
电子 (33~34)	
33. 电场对运动电子的作用力	(66)
34. 二次电子发射	(68)
单相交流电路 (35~48)	
35. 交流正弦波公式	(70)
36. 电抗和阻抗	(72)
37. 阻抗角和功率因数角	(74)
38. 只有 R 或只有 L 或只有 C 的交流电路.....	(76)
39. RL 串联电路的电压、电流.....	(78)
40. RC 串联电路的电压、电流	(80)
41. RLC 串联电路的电压、电流.....	(82)
42. 串联谐振电路.....	(84)
43. 交流功率	(86)
44. 谐振电路的 Q	(88)
45. 耦合电路	(90)
46. 复数的计算	(92)
47. 阻抗的符号法	(94)
48. 阻抗的轨迹	(96)
非正弦波 (49~50)	
49. 非正弦波的公式.....	(98)

50. 非正弦波的有效值	(100)
过渡过程 (51~54)	
51. 直流 RL 电路的过渡过程	(102)
52. 直流 RC 电路的过渡过程	(104)
53. 交流 RL 电路的过渡过程	(106)
54. 交流 RC 电路的过渡过程	(108)
四端网络 (55~62)	
55. 四端网络	(110)
56. 倒 L 形网络	(112)
57. T 形网络	(114)
58. π 形网络	(116)
59. 电抗网络	(118)
60. 开路阻抗、短路阻抗	(120)
61. 影象阻抗	(122)
62. 传输常数	(124)
衰减器和滤波器 (63~66)	
63. 电阻衰减器	(126)
64. 倒 L 形滤波器	(128)
65. K 型带通滤波器	(130)
66. m 推演型滤波器	(132)
分布参数电路 (67~71)	
67. 分布参数电路的特征阻抗	(134)
68. 传输常数	(136)
69. 长线的传输	(138)
70. 反射系数, 传输系数	(140)
71. 无损线路, 无失真线路	(142)
三相交流电路 (72~75)	
72. 三相功率	(144)
73. $Y-\Delta$ 变换, $\Delta-Y$ 变换	(146)
74. 三相对称平衡电路	(148)
75. $Y-Y$ 形接法不平衡电路	(150)

第 二 册

半导体和真空管 (1~6)

1. 半导体二极管的特性 (152)
2. 真空二极管的特性 (154)
3. 晶体管基础电路 (156)
4. 晶体管的 h 参数 (158)
5. 电子管的三个参数 (160)
6. h 参数的变换 (162)

放大电路 (7~29)

7. 晶体管的偏置电路 (164)
8. 真空三极管电路 (166)
9. 晶体管的直流负载线 (168)
10. 晶体管的交流负载线 (170)
11. 晶体管电路的工作点 (172)
12. h 参数和等效电路 (174)
13. 晶体管的稳定系数 (176)
14. 电流负反馈偏置电路 (178)
15. 电压放大〔1〕 (180)
16. 电压放大〔2〕 (182)
17. 电流放大 (184)
18. 功率放大 (186)
19. 发射极接地电路 (188)
20. 射极输出器电路 (190)
21. 带宽 (192)
22. 输出阻抗 (194)
23. 输入阻抗 (196)
24. 阻抗匹配 (198)
25. 变压器耦合 (200)
26. 负反馈电路 (202)
27. 单管甲类功率放大器 (204)

28. 乙类推挽功率放大器	(206)
29. 高频放大电路	(208)
调制和解调电路 (30~35)	
30. 振荡条件	(210)
31. 振幅调制 (调幅)	(212)
32. 频率调制 (调频)	(214)
33. 相位调制 (调相)	(216)
34. 检波和鉴频	(218)
35. IFT (中周变压器)	(220)
音响电路 (36~40)	
36. 声强和声强级	(222)
37. 话筒和扬声器的灵敏度	(224)
38. 送话器电路	(226)
39. 受话器电路	(228)
40. 电话机	(230)
传输电路 (41~48)	
41. 传输方式	(232)
42. 传输频率的分布	(234)
43. 分贝和奈培	(236)
44. 传输常数	(238)
45. 长线	(240)
46. 反射和透射	(242)
47. 馈线的特征阻抗	(244)
48. 驻波比	(246)
天线电路 (49~57)	
49. 电波传播和视距	(248)
50. 赫兹偶极子天线	(250)
51. 辐射电场	(252)
52. 天线辐射功率	(254)
53. 辐射电阻	(256)
54. 有效高度 (有效长度)	(258)

Ⅷ 目 录

- 55. 天线增益和方向性(260)
- 56. 接收天线的开路电压(262)
- 57. 天线有效面积(264)

电机和变压器 (58~61)

- 58. 直流发电机和电动机(266)
- 59. 感应电动机(268)
- 60. 变压器(270)
- 61. 整流(272)

电视电路 (62~65)

- 62. 电视频率(274)
- 63. 图像信号(276)
- 64. 彩色电视的色信号(278)
- 65. I 信号和 Q 信号(280)

脉冲电路 (66~75)

- 66. 脉冲波的性质(282)
- 67. 微分电路(284)
- 68. 积分电路(286)
- 69. 削波电路(288)
- 70. 脉冲和微分电路(290)
- 71. 脉冲和积分电路(292)
- 72. 双稳态多谐振荡电路(294)
- 73. AND 电路和 OR 电路(296)
- 74. 半加器和全加器(298)
- 75. 2 进制数的加、减法(300)

第一册

2 直流电路 (1)

1. 电阻的连接

基 本 问 题

1. 如图 1.1 (a) 所示, 当三个电阻 R_1, R_2, R_3 并联时, 写出求其合成电阻 R 的公式。

2. 如图 1.1 (b) 的二个电阻 R_1, R_2 并联, 其合成电阻 R 为多少?

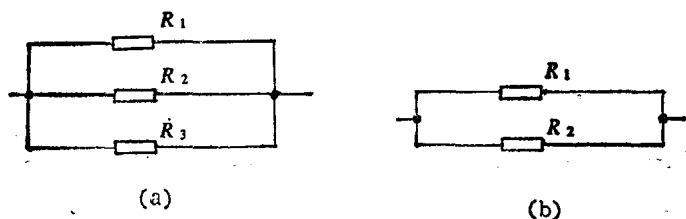


图 1.1

一 般 问 题

3. 已知有一内阻为 0.8Ω , 负载电阻为 12Ω , 接触电阻为 0.2Ω 的串联电路。求串联合成电阻。

4. 求三个阻值分别为 8Ω , 4Ω , 3Ω 的电阻并联时的合成电阻。

5. 在 3.6Ω 的电阻上并联一只 5Ω 的电阻, 求其合成电阻。

实 用 问 题

6. 在一个 16Ω 的电阻上, 再串联一只 4Ω 的电阻, 在此串联电路的两端加 $25V$ 的电压。求 4Ω 电阻上的电压降。

7. 已知在 $10k\Omega$ 的电阻上并联一只电阻 R 以后, 其合成电阻为 $8k\Omega$, 求并联电阻 R 的阻值。

8. 用三个 $R = 6\Omega$ 的电阻组成各种串、并联电路, 分别求出各种电路的合成电阻。

1. 电阻的连接(解答)

1. 三个电阻的并联合成电阻公式

$$R = 1 / \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} [\Omega] \quad (1.1)$$

由此可见, R 等于三个电阻倒数之和的倒数。

2. 二个电阻并联, 合成电阻为:

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} [\Omega] \quad (1.2)$$

说明: 此式仅适用于二个电阻并联后合成电阻的计算。其公式为两个电阻的积除以两个电阻的和。

$$3. \text{合成电阻} = 0.8 + 12 + 0.2 = 13 [\Omega]$$

$$4. \text{合成电阻} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3}} = \frac{24}{3+6+8} = 1.412 [\Omega]$$

思考 并联合成电阻值比三个电阻中的任何一个都小。

$$5. 2.09 [\Omega]$$

6. 串联电阻能将电压分压, 每个电阻上的分压值与其阻值成正比, 所以 4Ω 电阻上的电压是 $25 \times 4/20 = 5[V]$ 。

7. 设所求电阻为 $R[k\Omega]$, 以 $k\Omega$ 为单位列出计算式, 则 $\frac{R \times 10}{R + 10} = 8$, 所以 $R = 40[k\Omega]$ 。

8. 可以组成如图1.2所示的4种电路, 若分别求其合成电阻, 则等于以下各值:

$$18\Omega, 9\Omega, 4\Omega, 2\Omega.$$

思考 合成电阻为 4Ω , 是将2个 6Ω 的电阻串联, 然后再并联一个 6Ω 电阻所求得。

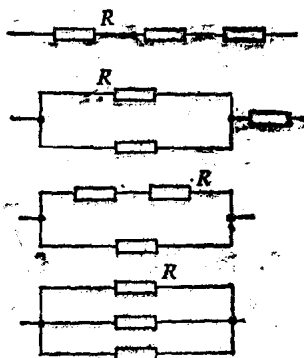


图 1.2

2. 计算导体的电阻

基 本 问 题

1. 已知导体长度为 l [m], 截面积为 A [m²], 电阻率为 ρ , 请写出求导体电阻的公式。

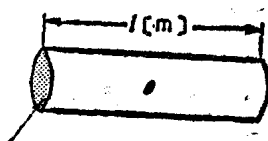
一 般 问 题

2. 将以下各导体, 按电阻率由小到大排列起来。

金, 银, 铜, 铁, 铝, 水银

3. 若某导体的截面积增大到 2 倍, 则电阻值变为原有的 a 倍, 若长度增大到 3 倍, 则电阻值变为原有的 b 倍, 求 a 、 b 分别是多少?

4. 已知铜的电阻率为 1.69×10^{-8} [$\Omega \cdot m$], 求长度为 50m, 截面积为 $6mm^2$ 的铜线的电阻。



5. 电阻率的倒数称为电导率。求 σ [m⁻¹]

铜的电导率是多少?

图 2.1

6. 求直径为 2.6mm, 长度为 100m 的导线的电阻值。已知导线的电阻率为 1.69×10^{-8} [$\Omega \cdot m$].

7. 有一棒状导体, 将其拉长为原来的 3 倍, 问电阻值变化多少?

实 用 问 题

8. 如图 2.2 所示, 这是用铝包上铁的导线。已知铁部分的直径为 5mm, 总直径为 10mm, 求此导线每 100m 的电阻。已知铝的电阻率为 2.62×10^{-8} [$\Omega \cdot m$]. 铁的电阻率为 10×10^{-8} [$\Omega \cdot m$].

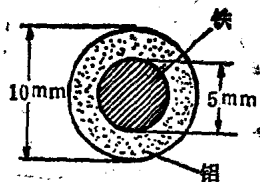


图 2.2

2. 计算导体的电阻(解答)

$$R = \rho \frac{l}{A} [\Omega] \quad (2.1)$$

1. 思考 此公式中的面积和长度都以米为单位。电阻率随物质的不同而不同, 表 2.1 中列举了 12 种金属的电阻率。目前, 也有人称电阻率为固有电阻。

表 2.1 电阻率

金属	银	铜	金	铝	铁	镍
电阻率 ($\Omega \cdot m$)	1.62×10^{-8}	1.69×10^{-8}	2.40×10^{-8}	2.62×10^{-8}	6.1×10^{-8}	6.9×10^{-8}
金属	铁	白金	铅	水银	镍铬铁合金	锰铜合金
电阻率 ($\Omega \cdot m$)	10.0×10^{-8}	10.5×10^{-8}	21.9×10^{-8}	95.8×10^{-8}	100×10^{-8}	34×10^{-8}

2. 银, 铜, 金, 铝, 铁, 水银。

3. a 等于 1/2, b 等于 3。

4. 由(2.1)式得: $R = 1.69 \times 10^{-8} \times \frac{50}{6 \times 10^{-6}} = 0.14 [\Omega]$

注意: 导体的截面积一般以 mm^2 为单位。因此, 在计算时必须注意换算成以 m^2 为单位。

5. $5.91 \times 10^7 [1/\Omega \cdot m]$ 。

6. 先求出截面积为 $5.31 \times 10^{-6} m^2$, 所以电阻

$$R = \frac{100}{5.31 \times 10^{-6}} \times 1.69 \times 10^{-8} = 0.318 [\Omega]$$

7. 因拉长 3 倍, 截面积变为原来的三分之一, 所以电阻变为原来的 9 倍。

8. 首先求出铝部分的截面积为 $58.9 mm^2$, 铁部分的截面积为 $19.6 mm^2$, 所以:

$$\text{铝的电阻} = 2.62 \times 10^{-8} \times \frac{100}{58.9 \times 10^{-6}} = 0.045 [\Omega] = 45 [m\Omega]$$

同理, 可求得铁的电阻为 $510 m\Omega$ 。将两个电阻并联, 求得并联后的合成电阻为 $41.35 m\Omega$ 。

3. 温度引起电阻的变化

基 本 问 题

1. 设某导体在 0°C 时的电阻为 R_0 , $t(^{\circ}\text{C})$ 时的电阻为 R , 电阻温度系数为 α , 写出 R_0 和 R 的关系式。

2. 用语言说明电阻温度系数。

一 般 问 题

3. 已知在 20°C 时铜线的电阻为 $12\text{m}\Omega$, 求 60°C 时的电阻值。

4. 已知 25°C 时银线电阻为 $40\text{m}\Omega$, 到 $t(^{\circ}\text{C})$ 时电阻为 $42\text{m}\Omega$, 求 $t(^{\circ}\text{C})$ 。

实 用 问 题

5. 有一银导线, 在 20°C 时的电阻为 16.4Ω , 按以下顺序, 求 60°C 时的电阻。

(1) 求温度变化 1°C 时电阻变化的比例;

(2) 求温度变化 1°C 时电阻的变化量;

(3) 求温度变化 40°C 时电阻的变化量;

(4) 求温度到 60°C 时的电阻值。

6. 有一铜线, 在 20°C 时, 电阻为 $14\text{m}\Omega$, 当降到 0°C 时, 其电阻变为多少? 此处可根据温度变化 20°C 时, 求出的电阻变化量, 再以 20°C 时的电阻为基准, 求 0°C 时的电阻。

7. 请说明有关电阻随温度变化的应用情况。

表 3.1 电阻温度系数

金属	银	铜	金	铝	铁	水银
$\alpha(20^{\circ}\text{C})$	0.0038	0.00393	0.0034	0.0039	0.0050	0.00089
金属	镍	白金	铟铜	镍铬铁		
$\alpha(20^{\circ}\text{C})$	0.004	0.003	0.01×10^{-3}	0.03×10^{-3}		

3. 温度引起电阻的变化(解答)

$$1. \text{ 关系式 } R = R_0(1 + \alpha t) \quad (3.1)$$

思考 在不以 0°C 时的电阻为基准时, 可以用 $t_1[^\circ\text{C}]$ 时的电阻为基准, 用下式求 $t_2[^\circ\text{C}]$ 时的电阻。

$$R_2 = R_1\{1 + \alpha(t_2 - t_1)\} \quad (3.2)$$

2. 所谓电阻温度系数, 是指温度每变化 1°C 时所引起的电阻变化量相对于原阻值的比。

3. 用 (3.2) 式, 60°C 时的电阻为

$$12(1 + 40 \times 0.00393) = 13.9[\text{m}\Omega].$$

4. 温度上升是 $(t - 25)$, 由 (3.2) 式可得

$$42 = 40\{1 + (t - 25) \times 0.0038\}, \text{ 所以, } t = 38^\circ\text{C}.$$

5. (1) 此即银的电阻温度系数, 是 0.0038 。

$$(2) 0.0038 \times 16.4 = 0.06232[\Omega] \quad (3) 0.06232 \times 40 \approx 2.5[\Omega]$$

$$(4) 16.4 + 2.5 = 18.9[\Omega]$$

思考 这个解题方法是将 (3.1) 式分解后, 分步计算, 即用 $R = R_0 + R_0 \alpha t$ 的式子, 按顺序求得。

6. 有两种解法, (1) 因温度变化 20°C , 引起电阻的变化量是 $0.00393 \times 20 \times 14 \approx 1.1[\text{m}\Omega]$, 所以 0°C 时的电阻是 $14 - 1.1 = 12.9[\text{m}\Omega]$ 。(2) 设 0°C 时的电阻为 R_0 , 温差为 20°C , 所以由 (3.1) 式得 $14 = R_0(1 + 0.00393 \times 20)$, 结果 $R_0 = 12.98[\text{m}\Omega]$, 比较两种解法的结果, 大体相同。

7. 电阻温度计是利用导体电阻会随温度变化而改变的原理制得的。白金最适于做电阻温度计的测温电阻。和其他金属一样, 白金具有正的温度系数。白金电阻温度计的测量范围很宽。另外, 热敏电阻温度计也是此原理的应用实例之一, 其特点是热敏电阻温度系数大, 并且是负数。因温度变化而引起电阻值的变化量, 可用惠斯登电桥来检测。