電路分析問題詳解

上冊

曉 園 出 版 社

世界图书出版公司

电路分析问题详解（上册）

海特 Jr. W. H
凯梅琳. J. E　著
陈肇动　译

*

晓园出版社
世界图书出版公司北京公司 重印
北京朝阳门内大街 137 号
北京通州印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行　　各地新华书店经售

*

1993 年 6 月第　一　版　　开本：850×1168　1/32
1993 年 6 月第一次印刷　　印张：8.625
印数：0001－1900　　字数：17 万字
ISBN: 7－5062－1619－1/TN · 17
定价：6.60 元（W_p9303/21）

世界图书出版公司通过中华版权代理公司向台湾晓园出版社购得重印权
限国内发行

研習理[illegible]都[illegible]本書的習題往往是該書的精華[illegible]理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與舖路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

Hayt 電路分析問題詳解

（目　　錄）

第一章　定義與單位

Ⅰ. 練習題：

1　(a)一個長方體的尺寸如下：$8\ cm \times 10^5\ \mu m \times 3 \times 10^8\ nm$，則它的體積是多少 dm^3？

(b)如果一袋菓凍炸圈餅包含了 5000 kcal 的能量，則將此能量轉換成熱量是多少 Btu？

(c)欲使質量 3 lbm 的物體產生 $200\ in/s^2$ 的加速度，則須要施予多少牛頓的力？

解　(a) $V = (8\ cm) \times (10^5\ \mu m) \times (3 \times 10^8\ nm)$

$= (0.8\ dm) \times (1.0\ dm) \times (3\ dm)$

$= 2.40\ dm^3$

(b) $1\ kcal = 4.1868\ kJ$

$1\ Btu = 1055.1\ J = 1.0551\ kJ$

$$\Rightarrow 5000\ kcal = \frac{5000 \times 4.1868}{1.0551} = 19840.77\ Btu$$

(c) $m = 3\ lbm = 3 \times 0.4536 = 1.36\ kg$

$a = 200\ in/s^2 = 200 \times 0.0254\ m/s^2 = 5.08\ m/s^2$

$\Rightarrow F = ma = 1.36 \times 5.08 = 6.91\ Nt$

2　以下各項中可以表示出多少電荷（以 fC 表示）。

(a) 10^7 個質子　(b) 10^{-20} 克的電子　(c) 10^7 個電子加上 3×10^6 個質子，再加上 10^8 個中子。

解　(a) $Q = 10^7 \times 1.602 \times 10^{-19} \times 10^{15} = 1602\ fC$

(b) $電子個數 = \dfrac{10^{-20}}{9.1 \times 10^{-28}} = 1.1 \times 10^7$ 個

$\Rightarrow Q = 1.1 \times 10^7 \times (-1.602 \times 10^{-19}) \times 10^{15} = -1762\ fC$

(c) $Q = 10^7 \times (-1.602 \times 10^{-19}) \times 10^{15} + 3 \times 10^6 \times 1.602 \times 10^{-19} \times 10^{15}$

$= -1122\ fC$

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

（※中子不帶電）

3. 圖 1-6(c)中，電流 $i_1(t)$ 的大小爲：$5e^{4t}$ A，當 $t<0$；$5e^{-4t}$ A，當 $t>0$。求：

(a) $i_1(0.25)$

(b) $i_1(t)$ 在區間 $-0.25\ \text{s} \le t \le 0.25\ \text{s}$ 中的平均電流值

(c)在區間 $-0.25\ \text{s} \le t \le 0.25\ \text{s}$ 中，流經導體（由左至右）的淨電荷

解 (a) $i_1(0.25) = 5e^{-4\times 0.25} = 5e^{-1} = 1.839$ A

(b) $$\bar{i}_1 = \frac{1}{0.25-(-0.25)}\int_{-0.25}^{0.25} i_1(t)dt$$

$$= \frac{1}{0.5}\left[\int_{-0.25}^{0} 5e^{4t}dt + \int_{0}^{0.25} 5e^{-4t}dt\right]$$

$$= 3.16\ \text{A}$$

(c) $$Q = \int_{-0.25}^{0.25} i_1(t)dt$$

$$= \int_{-0.25}^{0} 5e^{4t}dt + \int_{0}^{0.25} 5e^{-4t}dt = 1.58\ \text{C}$$

4. 在圖 1-9(c)中 $v_1(t) = 100\cos 250t$，求：

(a) $v_1(1\ \text{ms})$ (b) $v_1(8\ \text{ms})$ (c)在 $t = 4$ ms 時，將 4 C 的電荷由低端移送至高端，則需多少能量。

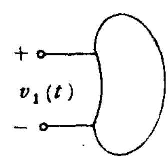


圖 1-9(c)

解 (a) $v_1(1\ \text{ms}) = 100\cos(250\times 0.001)$

$= 96.9$ V

(b) $v_1(8\ \text{ms}) = 100\cos(250\times 0.008)$

$= -41.6$ V

(c) $v_1(4\ \text{ms}) = 100\cos(250\times 0.004) = 54$ V

$Q = 4$ C

⇒電荷由－端流至＋端，則需要的能量爲：

$E = -Qv_1 = (-54\ \text{V})\times 4\ \text{C} = -216$ J

5. 求以下的功率：

(a)傳送至圖 1-12(a)中元件的功率（ $t=0.8$ s時）。

(b)圖 1-12(b)中，元件所產生的功率。

(c)圖 1-12(c)中，在 $t=0$時，線路元件所吸收的功率。

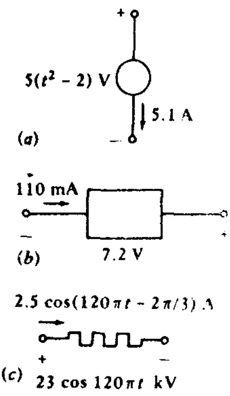


圖 1-12

解　(a) $P=vi=5(t^2-2)\text{ V}\times 5.1\text{ A}$

$=5[(0.8)^2-2]\text{ V}\times 5.1\text{ A}\doteq -34.68\text{ W}$

(b) $P=vi=7.2\text{ V}\times 110\text{ mA}=792\text{ mW}$

(c) $t=0$時

$$i=2.5\cos\left(\frac{-2\pi}{3}\right)\text{A}=-1.25\text{ A}$$

$v=23\text{ kV}$

$\Rightarrow P=vi=-28.75\text{ kW}$

6. 在圖 1-19 的線路中，求出各元件的吸收功率。

解

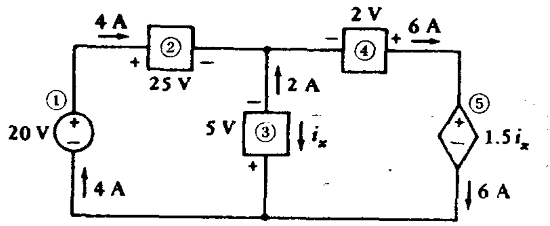


圖 1-19

元件①：$P=20\text{ V}\times(-4\text{ A})\doteq -80\text{ W}$

元件②：$P=25\text{ V}\times 4\text{ A}=100\text{ W}$

元件③：$P=5\text{ V}\times 2\text{ A}=10\text{ W}$

元件④：$P=2\text{ V}\times(-6\text{ A})=-12\text{ W}$

元件⑤：$v=1.5\,i_x=-3\text{ V}$

$\Rightarrow P=-3\text{ V}\times 6\text{ A}=-18\text{ W}$

Ⅱ. 習題：

1. 一個態度溫和的著名採訪員，重 80 kg，他能夠一躍而跳上高 250 m 的建築物，其速度如子彈爲 600 m/s。

(a)將他的速度換算成miles/hr。

(b)他必須施予多少能量（以焦耳表示），才能剛好跳至建築物頂端。

(c)此能量可以供給 100 mW的電子計算器使用多久？

(d)此採訪員的女友姓名為何？

解 (a) 1 mile = 5280 ft = 1609 m

$$\Rightarrow 600\ \text{m/s} = 600 \times \frac{1}{1609}\ \text{mi} \times \frac{1}{(1/3600)\ \text{h}}$$

$$= 1342\ \text{mi/h}$$

(b) $E = mgh = 80 \times 9.8 \times 250 = 196$ kJ

(c) 100 mW = 0.1 W

$E = Pt$

$$\Rightarrow t = \frac{E}{P} = \frac{196 \times 10^3}{0.1} = 196 \times 10^4\ \text{s} = 544.4\ \text{h} = 22.7\ \text{days}$$

2 一個 70 kg 的男人（或女人）在一天 24 小時中，平均的消耗功率是 120 W 。而在睡覺時消耗功率是 75 W 。走路及跑步（速率為 10 mi/h ）時的消耗功率則分別為 230 W及 1000 W 。

(a)當以 10 mi/h 的速率跑步時，消耗的功率相當於多少馬力（ hp ）？

(b)假設一罐淡啤酒的能量是 100 kcal ，則一天需要多少罐才能維持一個老人的基本生命？

解 (a) 1 hp = 745.7 W

$\Rightarrow$ 1000 W = 1.34 hp

(b)維持基本生命一天所須的能量為：

$75\ \text{W} \times 3600 \times 24\ \text{sec} = 6480\ \text{kJ} = 1548\ \text{kcal}$

$$\frac{1548}{100} = 15.48\ (\text{罐})$$

所以，大約需 15.48 罐的淡啤酒能量，才能維持一個老人的一天基本生命。

3 有一部乾衣機，它滿載時的功率是 5.2 kW ，則

(a)產生這麼大的功率須要“多少匹馬”？

(b)假設燃油的密度是 50 lbm/ft^3 且每磅燃油可產生 18500 Btu 的熱量，則須多少公升的燃油才能使乾衣機運作一小時？

解 (a) $5.2\ \mathrm{kW} = 5.2 \times \dfrac{1}{0.7457}\ \mathrm{hp} \doteq 6.97\ \mathrm{hp}$

(b) $5.2 \times 10^3 \times 3600 = V \times 50 \times 18500 \times 1055.1$

$\Rightarrow V = 0.0192\ \mathrm{ft}^3 = 0.0192 \times 28.32\ l = 0.543\ l$

（※ $1\ \mathrm{ft}^3 = 28320\ \mathrm{cm}^3 = 28.32\ l$ ）

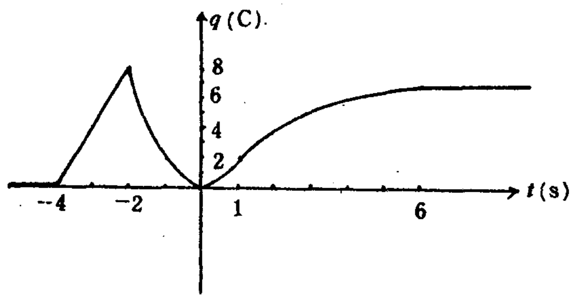
4. 在導體上的一點 x ，其通過的淨電荷可用以下時間函數來表示：

$t \leq -4$ s ， $q = 0$ ； $-4 \leq t \leq -2$ ， $q = 4t + 16$ ； $-2 \leq t \leq 1$ ， $q = 2t^2$ ； $1 \leq t \leq 6$ ， $q = 5\sqrt{t+3} - 8$ ； $t \geq 6$ ， $q = 7$ C ，則

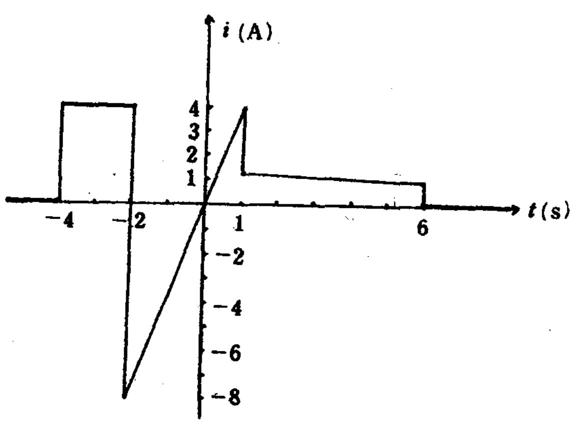
(a)畫出 $q - t$ 關係圖。

(b)計算出 $t = -4.5$ ， -3.5 ， -2.5 ，……， 5.5 ， 6.5 s 時的 i 值，並畫出 $i - t$ 圖。

解 (a)



(b)



$i = \dfrac{dq}{dt}$

$$\Rightarrow i(t)=\begin{cases}0 & t<-4\\ 4 & -4\le t\le -2\\ 4t & -2\le t\le 1\\ \dfrac{5}{2\sqrt{t+3}} & 1\le t\le 6\\ 0 & 6\le t\end{cases}$$

（電流單位：A）（時間單位：S）

5. 給定 $i-t$ 關係圖（圖 1-20），計算區間 $-2<t<5$ s 之內通過某一參考點的淨電荷。

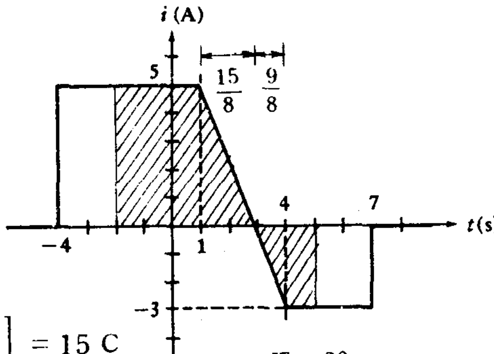


圖 1-20

解　$q=\int_{-2}^{5} i\,dt$

=〔左上方的斜線面積〕

−〔右下方的斜線面積〕

$=\left[5\times 3+\dfrac{1}{2}\times 5\times\dfrac{15}{8}\right]$

$-\left[\dfrac{1}{2}\times 3\times\dfrac{9}{8}+3\times 1\right]=15\text{ C}$

6. 在圖 1-21 的電流波形中，其週期是 5 ms

(a)平均電流值爲多少？

(b)在區間 $1\le t\le 4$ ms 之內轉移了多少電荷？

(c)如果 $q(0)=0$，畫出 $q(t)$ 的圖形，$0<t<12$ ms。

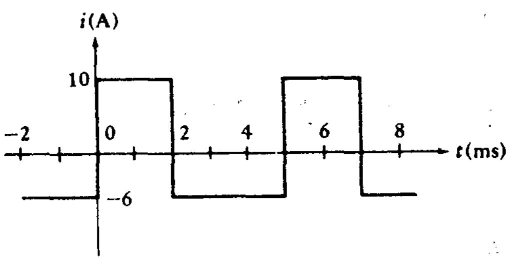
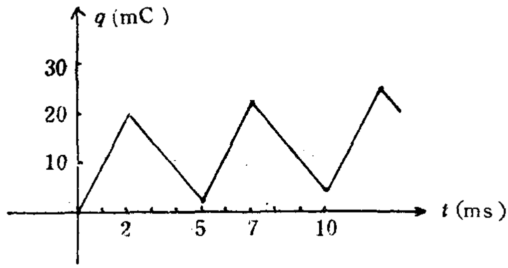


圖 1-21

解　(a) $i_{av}=\dfrac{1}{T}\int_0^T i\,dt=\dfrac{1}{5}\int_0^5 i\,dt=\dfrac{1}{5}〔20-18〕=\dfrac{2}{5}\text{ mA}$



(b) $q=\int_{1}^{4} i\,dt = 10-12=-2\text{ mc}$

(c) $q(t)=q(0)+\int_{0}^{t} i\,dt$

7. 流過一固定導體 A 點的淨電荷（在 $t=0$ 到 t 之間），可以寫成下式：
$q_A(t)=100\,e^{-200t}\cos 500t\text{ mC}$
(a)在 $t=1$ ms 到 $t=2$ ms 之間，有多少電荷流經 A 點？
(b) $t=1$ ms 時，流經 A 點的電流爲多少？
(c)假設流經 A 點的電流值爲 $i_A(t)=2\left(e^{-5000t}-e^{-8000t}\right)A$，則在 $t=10\ \mu s$ 到 $t=80\ \mu s$ 之間，總共有多少電荷流經 A 點？

解 (a) $q_A(t)=100\,e^{-200t}\cos 500t\text{ mC}$

$$\Rightarrow \Delta q_A = q_A(2\text{ ms})-q_A(1\text{ ms})$$
$$=100\,e^{-0.4}\cos 1-100\,e^{-0.2}\cos 0.5$$
$$=36.2-71.8=-35.6\text{ mC}$$

(b) $i_A(t)=\dfrac{dq_A(t)}{dt}$

$$=-20000\,e^{-200t}\cos 500t-50000\,e^{-200t}\sin 500t\text{ mA}$$
$$i_A(1\text{ ms})=-2000\,e^{-0.2}\cos 0.5-50000\,e^{-0.2}\sin 0.5$$
$$=33990\text{ mA}\approx 34.0\text{ A}$$

(c) $q=\int_{10\mu s}^{80\mu s} i\,dt=\int_{10^{-5}}^{8\times10^{-5}} 2\left(e^{-5000t}-e^{-8000t}\right)dt\text{ C}$

$$=13.41\times10^{-6}\text{ C}=13.41\ \mu\text{C}$$

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

8. 計算出圖 1-22 中，每一線路元件的吸收功率

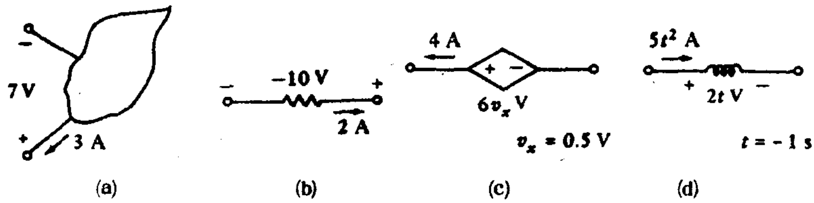


圖 1-22

解 (a) $P = (7\text{ V}) \times (-3\text{ A}) = -21\text{ W}$

(b) $P = (-10\text{ V}) \times (-2\text{ A}) = 20\text{ W}$

(c) $P = (6v_x) \times (-4\text{ A}) = 6 \times 0.5\text{ V} \times (-4\text{ A}) = -12\text{ W}$

(d) $P = (2t\text{ V}) \times (5t^2\text{ A}) = 2 \times (-1)\text{ V} \times 5 \times (-1)^2\text{ A}$

$= -10\text{ W}$

9. 在圖 1-10 的線路中，令 $i = 4e^{-50t}$ A，$v = 20 - 30e^{-50t}$ V。

(a)此線路元件在 $t = 10$ ms 時，其吸收功率爲多少？

(b)在區間 $0 < t < \infty$ 中，有多少能量傳送至此線路？

解 (a) $P(t) = v(t)i(t)$

$= (20 - 30e^{-50t})\text{ V} \times (4e^{-50t})\text{ A}$

$= (80e^{-50t} - 120e^{-100t})\text{ W}$

$\Rightarrow P(10\text{ ms}) = 80e^{-0.5} - 120e^{-1.0}$

$= 48.5 - 44.12 = 4.38\text{ W}$

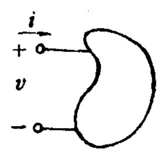


圖 1-10

(b) $E = \int_0^\infty P(t)dt = \int_0^\infty (80e^{-50t} - 120e^{-100t})\,dt$

$= \frac{80}{50} - \frac{120}{100} = 0.4\text{ J}$

10. 將圖 1-21 的電流進入一線路的 (+) 端，而此線路的電壓爲

$v = 20\sin 400\pi t$ V

(a)在什麼時刻，此線路會有最大的吸收功率？此吸收功率之值爲何？

(b)此線路所供給的最大功率是多少？何時發生？

(c)在區間 $0 < t < 5$ ms 中，有多少能量被送至此線路元件？

(d)此線路元件的平均功率爲何？

解　$v = 20\sin 400\pi t$ V ⇒ $v(t)$ 的週期爲 5 ms（與 $i(t)$ 的週期相同）

$\because P(t) = v(t)i(t)$　　$\therefore P(t)$ 的週期亦爲 5 ms

(a) $\because P(t)$ 爲週期函數（$T = 5$ ms）

$\therefore$ 只需分析 $P(t)$ 在 $0 < t < 5$ ms 的最大值即可

由圖 1-21 的電流波形可以看出

$$P(t) = 200\sin 400\pi t \text{ V} \times 10 \text{ A}$$
$$= 2000\sin 400\pi t \text{ W} \quad \text{for} \quad 0 < t < 2 \text{ ms}$$
$$P(t) = 200\sin 400\pi t \text{ V} \times (-6 \text{ A})$$
$$= -1200\sin 400\pi t \text{ W} \quad \text{for} \quad 2\text{ms} < t < 5 \text{ ms}$$

由以上可知，當 $t = 1.25$ ms 時，$P(t)$ 有最大値 2000 W

又 $P(t)$ 爲週期函數，故知，當

$t = (5k + 1.25)$ ms 時，$k = 0, 1, 2, \cdots$

$P(t)$ 的值皆爲 2000 W

(b)由(a)之計算結果可知，此線路供給外界的功率爲

$$P'(t) = -2000\sin 400\pi t \text{ W} \quad \text{for} \quad 0 < t < 2 \text{ ms}$$
$$P'(t) = 1200\sin 400\pi t \text{ W} \quad \text{for} \quad 2\text{ms} \le t < 5 \text{ ms}$$

當 $t = 2$ ms 時，$P'(t) = 1200\sin 0.8\pi = 705.3$ W 爲最大值

(c)
$$E = \int_0^{5\text{ms}} P(t)\,dt$$
$$= \int_0^{2\text{ms}} 2000\sin 400\pi t\,dt + \int_{2\text{ms}}^{5\text{ms}} 1200\sin 400\pi t\,dt$$
$$= 3.62 \text{ J}$$

(d)
$$P_{av} = \frac{1}{T}\int_0^T P(t)\,dt = \frac{1}{5\text{ms}}\int_0^{5\text{ms}} P(t)\,dt$$
$$= \frac{1}{0.005}(3.62) = 724 \text{ W}$$

11. 在圖 1-10 中，令 $v = 2t^2 - 8t + 6$ V，而線路元件的吸收功率爲 $P = 4(t^3 - 6t^2 + 11t - 6)$ W

(a)在 $t = 1$ s 到 $t = 3$ s 中，有多少能量傳送至線路元件？

(b)在 $t = 1$ s 到 $t = 3$ s 的區間中，有多少電荷送至線路中？

解 (a) $E=\int_1^3 P(t)dt=\int_1^3 4(t^3-6t^2+11t-6)\,dt$

$$=(t^4-8t^3+22t^2-24t)\Big|_1^3=0$$

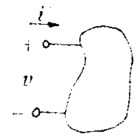


圖 1-10

(b) $P(t)=4(t^3-6t^2+11t-6)$

$$=4(t-1)(t-2)(t-3)\text{ W}$$

$v(t)=2t^2-8t+6=2(t-1)(t-3)\text{ V}$

$\Rightarrow i(t)=\dfrac{P(t)}{v(t)}=2(t-2)$

$\Rightarrow Q=\int_1^3 i\,dt=\int_1^3 2(t-2)\,dt=0$

12. 在圖 1-23 中的五個元件，找出那幾個是正在充電（吸收正功率），並證明五個元件所吸收的功率總和為 0 。

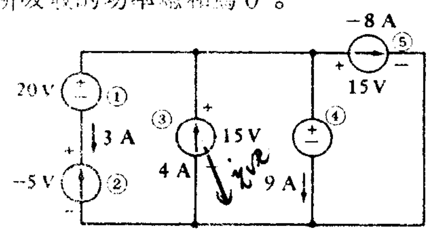


圖 1-23

解 元件① $P_1=(20\text{ V})\times(3\text{ A})=60\text{ W}$

元件② $P_2=(-5\text{ V})\times(3\text{ A})=-15\text{ W}$

元件③ $P_3=(15\text{ V})\times(-4\text{ A})=-60\text{ W}$

元件④ $P_4=(15\text{ V})\times(9\text{ A})=135\text{ W}$

元件⑤ $P_5=(15\text{ V}\times(-8\text{ A})=-120\text{ W}$

$$\sum_{k=1}^{5} P_k=60-15-60+135-120=0$$

由以上的計算可知，元件①及元件④是正在充電，而且五個元件的功率總和為 0

13. 在圖 1-24 中，計算出傳送至每一元件的功率

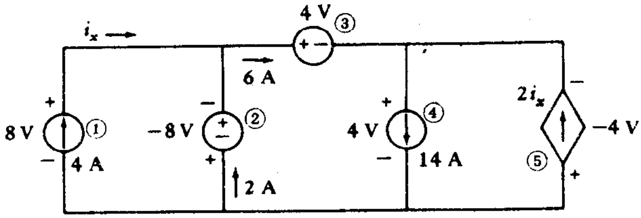


圖 1-24

解　元件①　$P_1 = (8\text{ V}) \times (-4\text{ A}) = -32\text{ W}$

元件②　$P_2 = (-8\text{ V}) \times (2\text{ A}) = -16\text{ W}$

元件③　$P_3 = (4\text{ V}) \times (6\text{ A}) = 24\text{ W}$

元件④　$P_4 = (4\text{ V}) \times (14\text{ A}) = 56\text{ W}$

元件⑤　$P_5 = (-4\text{ V}) \times (2i_x) = (-4\text{ V}) \times (2 \times 4\text{ A})$

$= -32\text{ W}$

14. 在圖 1-10 中，令 $v = 20e^{-0.2t}$ V，求出線路元件在 $t = 4\text{s}$ 時的吸收功率。假如 $i =$：

(a) $0.1v$　(b) $0.1\dfrac{dv}{dt}$　(c) $0.1\displaystyle\int_0^t v\,dt + 5\text{ A}$

解　(a) $i = 0.1v = 2e^{-0.2t}$ A

$\Rightarrow P(t) = v(t)i(t) = 40e^{-0.4t}$ W

$\Rightarrow P(4) = 8.08$ W

(b) $i(t) = 0.1\dfrac{dv}{dt} = -0.4e^{-0.2t}$ A

$\Rightarrow P(t) = v(t)i(t) = -8e^{-0.4t}$ W

$\Rightarrow P(4) = -1.616$ W

(c) $i(t) = 0.1\displaystyle\int_0^t v\,dt + 5\text{ A} = 0.1\int_0^t 20e^{-0.2t}\,dt + 5\text{ A}$

$= -10e^{-0.2t} + 15$ A

$\Rightarrow P(t) = v(t)i(t) = -200e^{-0.4t} + 300e^{-0.2t}$ W

$\Rightarrow P(4) = -40.38 + 134.80 = 94.42$ W

第二章　實驗定律與簡單電路

Ⅰ. 練習題：

1. v 及 i 的定義如圖2-1所示，則

(a)求 R，如果 $v=-8\text{ V}$，$i=-5\text{ mA}$；

(b)求吸收功率，如果 $i=-5\text{ A}$，$R=2.2\,\Omega$；

(c)求 i，如果 $R=8\,\Omega$，而吸收功率為200mW；

(d)求 G，如果 $v=2.5\text{ V}$，$i=100\text{ mA}$。

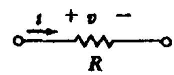


圖2-1

解　(a) $R=\dfrac{v}{i}=\dfrac{-8\text{ V}}{-5\text{ mA}}=1.6\text{ K}\Omega$

(b) $P=i^2R=(-5\text{ A})^2\times 2.2\,\Omega=55\text{ W}$

(c) $200\text{ mW}=i^2\times 8\,\Omega\Rightarrow i=\left(\dfrac{0.2}{8}\right)^{1/2}=0.1\dot{5}\dot{8}\text{ A}$

(d) $G=\dfrac{i}{v}=\dfrac{100\text{ mA}}{2.5\text{ V}}=40\text{ m}\mho$

2. 決定圖2-6中，每一電路的分支與節點數。

解　(a) 6個分支5個節點。

(b) 6個分支4個節點。

(c) 5個分支3個節點。

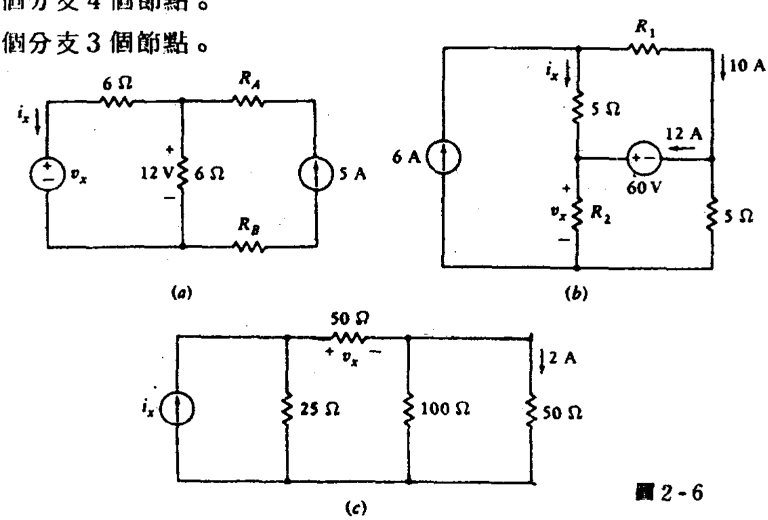


圖2-6

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com