电路基本理论

习 题 解 答

成震国　柏志筠　胡树章　编

人民教育出版社

美国加州大学 C. A. 狄苏尔教授和葛守仁教授所著《电路基本理论》一书，是近代电路理论方面的一部重要著作。该书习题的特色是内容新颖，构思灵活，类型齐全，寓意深刻。本书包括该书第一章至第十九章的全部习题解答，共 320 题。它既可供读者在演算习题后核对计算结果和检查计算方法时参考，又可作为学习电路理论的一种辅导材料。

本书可供高等工业学校电类各专业大学生、研究生使用，也可供从事电路理论教学的教师和有关科技人员参考。

电路基本理论

习 题 解 答

成鹰国 柏志钧 胡树章 编

•

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印装

•

开本 787×1092 1/16 印张 24.75 字数 567,000

1981 年 11 月第 1 版 1983 年 5 月第 1 次印刷

印数 00,001—38,500

书号 15012·0372 定价 2.15 元

目　　录

第一章　集中参数电路和基尔霍夫定律

波长计算

1．一调频接收机用一根 2 米长的电缆和它的天线相连接。当接收机调到 100 兆赫时，试问接收机输入端的瞬时电流和天线端的瞬时电流是否相等？如不相等，用多长的电缆能使其近似于相等？

解　如果电路的尺寸远小于电路的工作频率所对应的波长，则从电路中任一个二端元件的一端流入的电流等于从另一端流出的电流。

现已知接收机的频率 $f=100$ 兆赫。与此频率所对应的波长为

$$\lambda=\frac{c}{f}=\frac{3\times10^8}{10^8}=3\text{ 米}$$

由于电缆长 l 为 2 米，与波长属同一数量级，所以此时接收机输入端的瞬时电流不等于天线端的瞬时电流。

如果使 $l\ll\lambda$，则可以认为这两个端电流(亦即电缆两端的电流)近似于相等[†]。

KCL

2．已知图 $P1.2$ 所示电路中某些支路电流值(安)，即 $i_1=2$, $i_3=1$, $i_7=2$ 和 $i_8=3$。试问能否借助于上述数据求出电路中所有其余的支路电流？并解释其道理。(写下能计算出的电流值，对于不能计算出的电流值，试指出所需要的补充数据。)

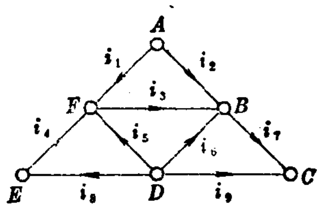


图　$P1.2$

解　根据 KCL 列方程。

对节点 A 可得

$$i_1+i_2=0$$

所以

$$i_2=-i_1=-2\text{ 安}$$

对节点 B 可得

$$-i_2-i_3-i_6+i_7=0$$

所以

$$i_6=-i_2-i_3+i_7=-(-2)-1+2=3\text{ 安}$$

对节点 C 可得

$$-i_7-i_9=0$$

所以

$$i_9=-i_7=-2\text{ 安}$$

对节点 D 可得

$$i_5+i_6+i_8+i_9=0$$

所以

$$i_5=-i_6-i_8-i_9=-3-3-(-2)=-4\text{ 安}$$

对节点 E 可得

† 如果把电缆当作无损耗传输线，那末当电缆长度 l 等于波长 λ (即 3 米)时，也可使电缆两端的电流相等。由于此时电路应作为分布参数电路来研究，其内容已超出本书范围，故不作详细讨论。

$$i_4 - i_8 = 0$$

所以
$$i_4 = i_8 = 3\ \text{安}$$

验算：根据 KCL 对节点 F 写出节点电流方程，并将计算结果代入，得

$$-i_1 + i_3 - i_4 - i_5 = -2 + 1 - 3 - (-4) = 0$$

证明计算无误。

从上可见，应用 KCL 共可列出五个独立的电流方程，由于正好满足求解五个未知电流所需要的方程数，所以能全部求出†。

KVL

3．上题的电路中，若对支路电压和支路电流采用一致的参考方向，且 $v_1 = v_3$†† $= v_6 = v_9 = 1$ 伏，试问能否借助于上述数据求出其余的支路电压？并解释之。

解　将图 $P1.2$ 重画如图 $P1.3$ 所示。根据 KVL 列方程。

对回路 AFB 可得

$$v_1 + v_3 - v_2 = 0$$

所以
$$v_2 = v_1 + v_3 = 1 + 1 = 2\ \text{伏}$$

对回路 BCD 可得

$$v_7 - v_9 + v_6 = 0$$

所以
$$v_7 = v_9 - v_6 = 1 - 1 = 0$$

对回路 DFB 可得

$$v_5 + v_3 - v_6 = 0$$

所以
$$v_5 = v_6 - v_3 = 1 - 1 = 0$$

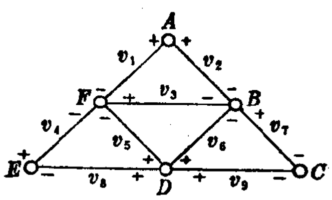


图　$P1.3$

对回路 $EFBD$ 可得

$$v_4 + v_3 - v_6 + v_8 = 0$$

所以
$$v_4 + v_8 = v_6 - v_3 = 1 - 1 = 0$$

即
$$v_4 = -v_8$$

可见，应在已知数据中补上 v_4 或 v_8 的数值，否则无法求出 v_4 和 v_8。这是因为对本电路只能列出四个独立的电压方程，而未知电压却有五个的缘故†††。

KCL 和 KVL

4．在图 $P1.4$ 所示的电路图中，我们对支路变量采用一致的参考方向。

a．应用 KCL 于节点 ①、②、③ 和 ④。试证明把 KCL 应用于节点 ④ 所得出的方程也可以由前面三个方程中求得。

---

† 学了第十一章中的回路分析以后，我们还会知道：全部的支路电流可以通过连支电流来表示（参见译本第 360 页式(2.4)）。本题由于未知电流的支路构成树，而已知电流为全部的连支电流，所以能借助于已知电流来求出所有的未知电流。对本章第 8 题，读者可按同理进行分析。

†† 书上为 v_2，系印刷错误。

††† 学了第十一章中的割集分析以后，我们还会知道，全部的支路电压可以通过树支电压来表示（参见译本第 365 页式(3.4)）。本题由于已知电压的支路不能构成树（缺少连通节点 B 的支路），所以不能借助于已知电压求出所有的未知电压（与节点 E 相连支路的电压不能求出）。对本章第七题，读者可按同理进行分析。

b. 任一回路如果其内部不含有支路，则我们称之为网孔。试写出电路图中三个网孔的 KVL。同时写出 afe、$abdf$、$acde$ 和 $bcfe$ 等回路的 KVL。试证明这四个方程也可以由上述三个网孔方程中求得。

解 a. 由 KCL 可得

对节点 ①

$$i_a+i_b-i_e=0 \tag{1}$$

对节点 ②

$$i_f-i_a-i_c=0 \tag{2}$$

对节点 ③

$$i_c+i_d-i_b=0 \tag{3}$$

对节点 ④

$$i_e-i_d-i_f=0 \tag{4}$$

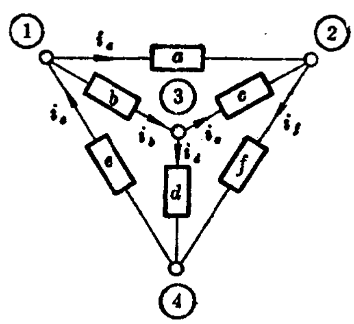


图 $P1.4$

将式 (1)、(2)、(3) 相加，得

$$i_a+i_b-i_e+i_f-i_a-i_c+i_c+i_d-i_b=0$$

即

$$-i_e+i_d+i_f=0$$

也可写成

$$i_e-i_d-i_f=0$$

可见，与式 (4) 相同。这是由于式 (1)、(2)、(3) 已包含了所有的支路电流，而式 (4) 未包含新的支路电流的缘故。事实上，这四个方程中的任何一个都可以从其它三个方程中导出。亦即这四个方程中只有三个是独立的。

b. 在支路变量参考方向一致的情况下，由 KVL 可得

对网孔 acb

$$v_a-v_c-v_b=0 \tag{5}$$

对网孔 cfd

$$v_c+v_f-v_d=0 \tag{6}$$

对网孔 bde

$$v_b+v_d+v_e=0 \tag{7}$$

对回路 afe

$$v_a+v_f+v_e=0 \tag{8}$$

对回路 $abdf$

$$v_a+v_f-v_d-v_b=0 \tag{9}$$

对回路 $acde$

$$v_a-v_c+v_d+v_e=0 \tag{10}$$

对回路 $bcfe$

$$v_b+v_c+v_f+v_e=0 \tag{11}$$

由于三个网孔的 KVL 方程[式(5)、(6)、(7)]已包含了所有的支路电压，所以，其余回路的 KVL 方程必定可以由这三个方程中求得。即式 (8) 可以由式 (5)、(6)、(7)相加而得，式

(9)可以由式(5)、(6)相加而得，式(10)可以由式(5)、(7)相加而得，式(11)可以由式(6)、(7)相加而得。

回路

5. 在图 $P1.4$ 所示的电路中，试列出所有可能的回路。

解　共有七个。它们是：abc、$abdf$、aef、$aedc$、bed、$befc$ 和 cdf。

KCL

6. 图 $P1.6$ 中由虚线所圈的那部分电路可以看成一个二端元件，它和电路的其余部分相连接。试问 i_a 等于 i_b 吗？证明你的回答。

解　$i_a=i_b$。

证明如下：由 KCL 可得

对节点①　$$i_1-i_2-i_a=0$$

对节点②　$$-i_1+i_3-i_4=0$$

对节点③　$$i_2-i_3+i_5=0$$

对节点④　$$i_4-i_5+i_b=0$$

上列四式之和为

$$-i_a+i_b=0$$

即　$$i_a=i_b$$

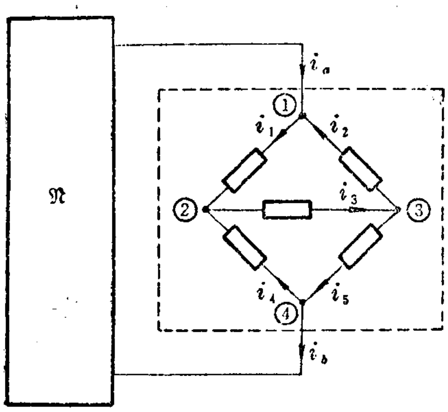


图 $P1.6$

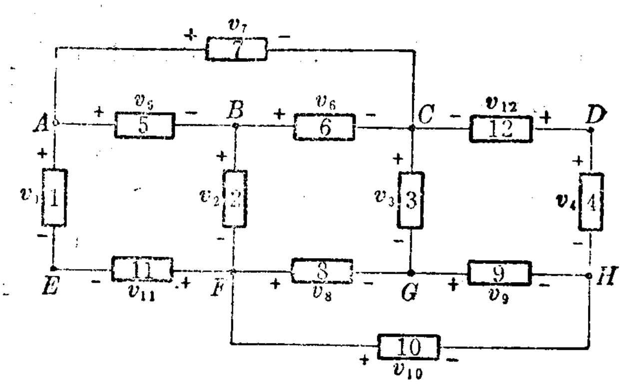


图 $P1.7$

KVL

7. 在图 $P1.7$ 所示的电路中，下述电压值的单位均为伏：$v_1=10$、$v_2=5$、$v_4=-3$、$v_6=2$、$v_7=-3$ 和 $v_{12}=8$。试求出尽可能多的支路电压。

解　据 KVL 列方程

对回路 5, 6, 7 可得

$$v_5+v_6-v_7=0$$

所以　$$v_5=v_7-v_6=-3-2=-5\text{ 伏}$$

对回路 5, 2, 11, 1 可得

$$v_5+v_2+v_{11}-v_1=0$$

所以
$$v_{11}=v_1-v_2-v_5=10-5-(-5)=10\ 伏$$

对回路 6, 12, 4, 10, 2 可得

$$v_6-v_{12}+v_4-v_{10}-v_2=0$$

所以
$$v_{10}=v_6-v_{12}+v_4-v_2=2-8-3-5=-14\ 伏$$

对回路 6, 3, 8, 2 可得

$$v_6+v_3-v_8-v_2=0$$

所以
$$v_3-v_8=v_2-v_6=5-2=3\ 伏$$

对回路 3, 9, 4, 12 可得

$$v_3+v_9-v_4+v_{12}=0$$

所以
$$v_3+v_9=v_4-v_{12}=-3-8=-11\ 伏$$

可见，除 v_5、v_{10}、v_{11} 可求出外，v_3、v_8 和 v_9 不能求出。

KCL

8．在图 $P1.7$ 所示电路中，设支路电流和支路电压具有一致的参考方向。今给定下列电流值（单位为安）：$i_1=2$、$i_7=-5$、$i_4=5$、$i_{10}=-3$ 和 $i_3=1$。试问能否求出其余的支路电流值？尽你的可能去求。

解 将图 $P1.7$ 重画如图 $P1.8$ 所示。据 KCL 列方程。

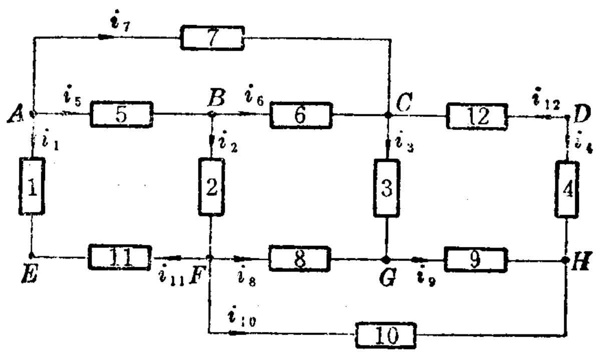


图 $P1.8$

对节点 A 可得

$$i_1+i_5+i_7=0$$

所以

$$i_5=-i_1-i_7=-2-(-5)=3\ 安$$

对节点 D 可得

$$i_4+i_{12}=0$$

所以 $\quad i_{12}=-i_4=-5$ 安

对节点 C 可得

$$i_3-i_6-i_7-i_{12}=0$$

所以
$$i_6=i_3-i_7-i_{12}=1-(-5)-(-5)=11\ 安$$

对节点 B 可得

$$i_2-i_5+i_6=0$$

所以
$$i_2=i_5-i_6=3-11=-8\ 安$$

对节点 E 可得

$$-i_1-i_{11}=0$$

所以
$$i_{11}=-i_1=-2\ 安$$

对节点 F 可得

$$-i_2+i_8+i_{10}+i_{11}=0$$

所以
$$i_8=i_2-i_{10}-i_{11}=-8-(-3)-(-2)=-3\ 安$$

对节点 H 可得

$$-i_4-i_9-i_{10}=0$$

所以
$$i_9=-i_4-i_{10}=-5-(-3)=-2\text{ 安}$$

可见，所有电流都能求出。

KCL

9. 在图 $P1.7$ 所示的电路中，设支路电流和支路电压具有一致的参考方向。试证明：

$$i_1+i_2+i_3+i_4\equiv 0$$

$$i_7+i_6+i_8+i_{10}\equiv 0$$

解 在图 $P1.8$ 所示参考方向下，按 KCL 列方程。

先证明前一个恒等式。

对节点 A	$+i_1+i_5+i_7=0$
对节点 B	$+i_2-i_5+i_6=0$
对节点 O	$+i_3-i_6-i_7-i_{12}=0$
对节点 D	$+i_4+i_{12}=0$
其和	$i_1+i_2+i_3+i_4=0$ (1)

再证明后一个恒等式。

对节点 A	$+i_1+i_5+i_7=0$
对节点 B	$+i_2-i_5+i_6=0$
对节点 E	$-i_1-i_{11}=0$
对节点 F	$-i_2+i_8+i_{10}+i_{11}=0$
其和[†]	$i_6+i_7+i_8+i_{10}=0$ (2)

† 方程 (2) 表示支路 6、7、8、10 的电流之和为零。如果我们假想有一个仅切割这四条支路的高斯面，则只要对高斯面内的所有节点（节点 A、B、E、F 或节点 C、D、G、H）应用 KCL 并取其和，即可得到方程 (2)。对方程 (1) 证明的思路也与此相同。学了第九章以后，我们就会知道方程 (1) 和方程 (2) 是割集定律的具体表达式。

第二章　电路元件

非线性电阻器的性质

1. 假定非线性电阻器的特性曲线由下列方程规定:

$$v=20i+i^2+\frac{1}{2}i^3$$

a. 对于 $i(t)=\cos\omega_1 t+2\cos\omega_2 t$, 试把 v 表示为正弦量之和。

b. 如果 $\omega_2=2\omega_1$, v 中将出现哪些频率?

解

$$\begin{aligned}
\text{a.}\quad v(t)&=20(\cos\omega_1 t+2\cos\omega_2 t)+(\cos\omega_1 t+2\cos\omega_2 t)^2+\frac{1}{2}(\cos\omega_1 t+2\cos\omega_2 t)^3\\
&=20\cos\omega_1 t+40\cos\omega_2 t+\cos^2\omega_1 t+4\cos\omega_1 t\cos\omega_2 t+4\cos^2\omega_2 t\\
&\quad+\frac{1}{2}(\cos^3\omega_1 t+6\cos^2\omega_1 t\cos\omega_2 t+12\cos\omega_1 t\cos^2\omega_2 t+8\cos^3\omega_2 t)
\end{aligned}$$

根据下列公式:

$$\cos 3\alpha=4\cos^3\alpha-3\cos\alpha$$

$$\cos 2\alpha=2\cos^2\alpha-1$$

$$2\cos\alpha\cos\beta=\cos(\alpha+\beta)+\cos(\alpha-\beta)$$

我们可得

$$\begin{aligned}
v(t)&=20\cos\omega_1 t+40\cos\omega_2 t+\frac{1}{2}(1+\cos 2\omega_1 t)+2\cos(\omega_1+\omega_2)t\\
&\quad+2\cos(\omega_1-\omega_2)t+2(1+\cos 2\omega_2 t)+\frac{1}{8}(\cos 3\omega_1 t+3\cos\omega_1 t)\\
&\quad+\frac{3}{2}\cos\omega_2 t(1+\cos 2\omega_1 t)+3\cos\omega_1 t(1+\cos 2\omega_2 t)+\cos 3\omega_2 t+3\cos\omega_2 t\\
&=2.5+23.375\cos\omega_1 t+44.5\cos\omega_2 t+0.5\cos 2\omega_1 t+2\cos 2\omega_2 t\\
&\quad+0.125\cos 3\omega_1 t+\cos 3\omega_2 t+2\cos(\omega_1+\omega_2)t+2\cos(\omega_1-\omega_2)t\\
&\quad+0.75\cos(2\omega_1+\omega_2)t+0.75\cos(2\omega_1-\omega_2)t+1.5\cos(\omega_1+2\omega_2)t\\
&\quad+1.5\cos(\omega_1-2\omega_2)t
\end{aligned}$$

b. 将 $\omega_2=2\omega_1$ 代入上式, 得

$$\begin{aligned}
v(t)=&3.25+25.375\cos\omega_1 t+45\cos 2\omega_1 t+3.625\cos 3\omega_1 t\\
&+2.75\cos 4\omega_1 t+1.5\cos 5\omega_1 t+\cos 6\omega_1 t
\end{aligned}$$

可见, 非线性电阻器可用来产生与输入信号频率相异的信号。在 $i(t)=\cos\omega_1 t+2\cos 2\omega_1 t$ 的情况下, 该非线性电阻器的端电压 $v(t)$ 中将出现的频率为: $0, \omega_1, 2\omega_1, 3\omega_1, 4\omega_1, 5\omega_1$ 和 $6\omega_1$。

电阻器的特征

2. 一些电阻器的特性曲线由下列方程所规定:

a. $v+10i=0$

b. $v=(\cos 2t)i+3$

c. $i=e^{-v}$

d. $v=i^2$

e. $i=\tanh v$

f. $i+3v=10$

g. $i=2+\cos\omega t$

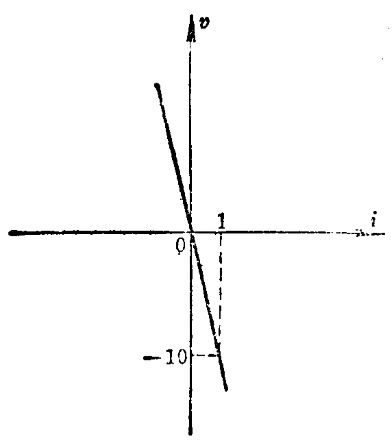
h. $i=\ln(v+2)$

i. $i=v+(\cos 2t)\dfrac{v}{|v|}$

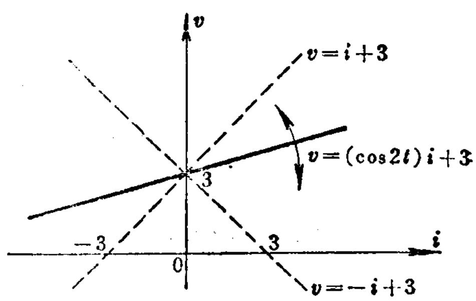
试指出它们是线性的还是非线性的，定常的还是时变的，双向的还是单向的，电压控制型的还是电流控制型的，无源的还是有源的。

解　上述方程所规定的特性曲线及其类别如下:

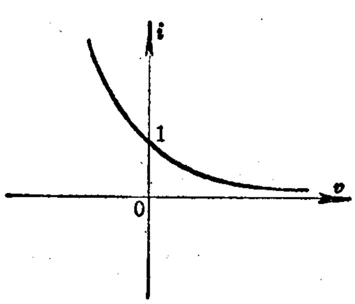
a. 线性，定常，双向，既是电压控制型又是电流控制型，有源。



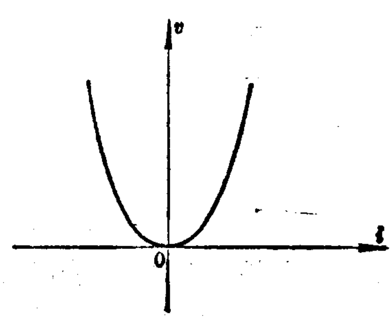
b. 非线性，时变，单向，电流控制型†，有源。



c. 非线性，定常，单向，既是电压控制型又是电流控制型，有源。

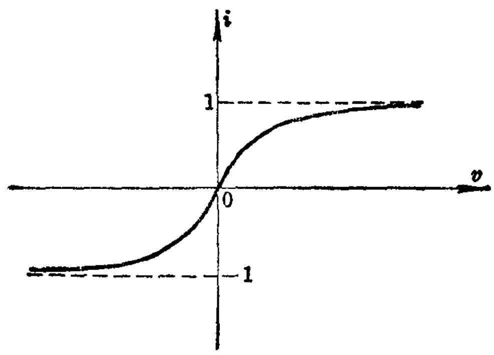


d. 非线性，定常，单向，电流控制型，有源。

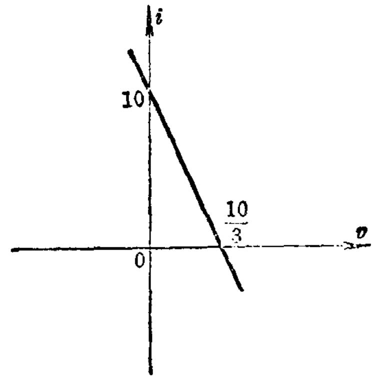


† 当 $\cos 2t=0$ 时，$v=3$，i 为任意值。所以它不是电压控制型的电阻器。

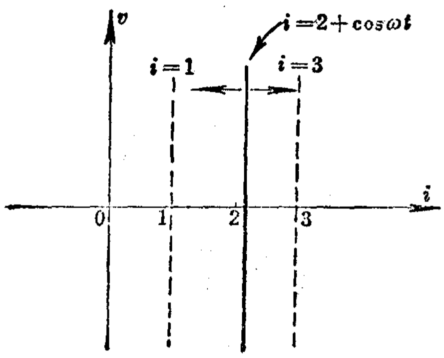
e. 非线性，定常，双向，既是电压控制型又是电流控制型，无源。



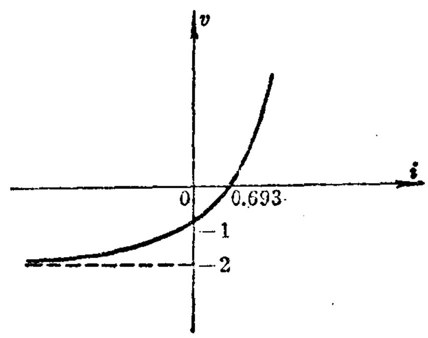
f. 非线性，定常，单向，既是电压控制型又是电流控制型，有源。



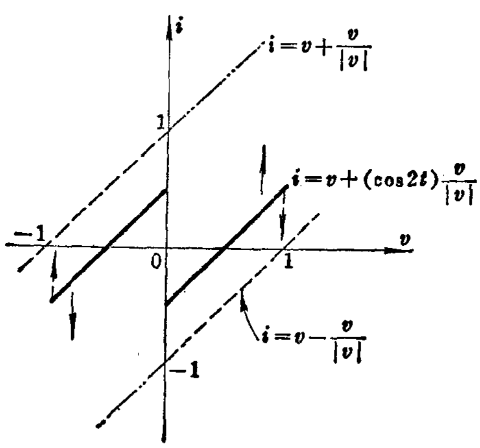
g. 非线性，时变，单向，电压控制型，有源。



h. 非线性，定常，单向，既是电压控制型又是电流控制型，有源。



i. 非线性，时变，双向，电压控制型，有源。



波形

3. 画出下述函数式所规定的波形

a. $3\delta(t-2)$

b. $\delta(t)-\delta(t-1)+\delta(t-2)$

c. $u(2t)$ d. $u(t)\cos(2t+60^\circ)$

e. $u(-t)$ f. $u(3-2t)$

g. $u(t)e^{-t}$ h. $3p_2(t)$

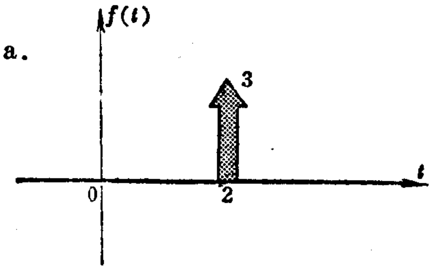
i. $p_{\frac{1}{2}}(t-2)$ j. $e^{2t}\cos t$

k. $u(t)-2u(t-1)$ l. $r(t)\sin t$

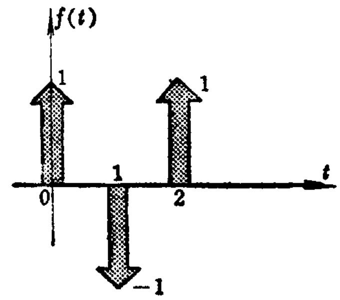
m. $u(t)e^{-2t}\sin(t-90^\circ)$

解 (图中 j、m 的曲线未按比例画,故为示意图。)

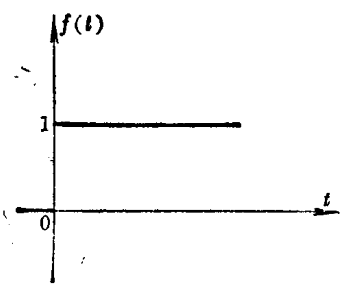
a.



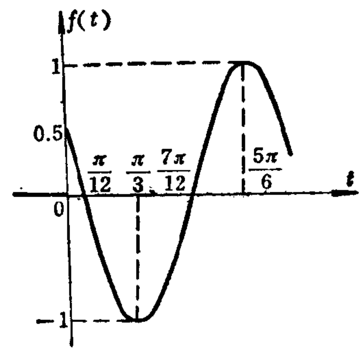
b.



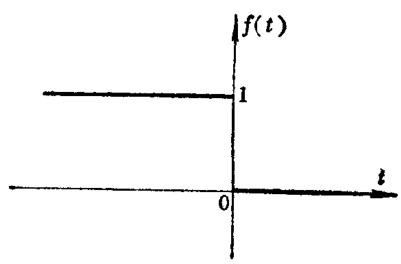
c.



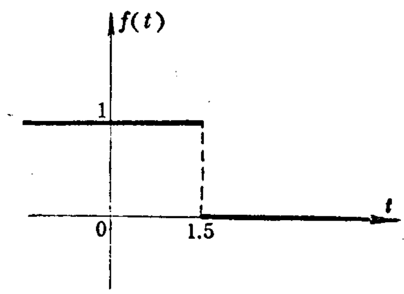
d.



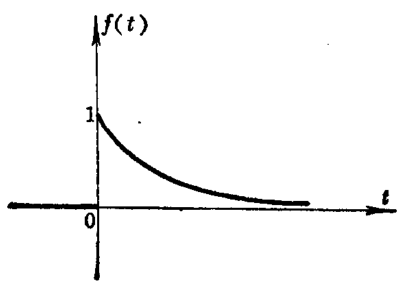
e.



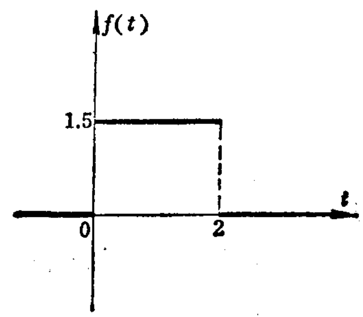
f.



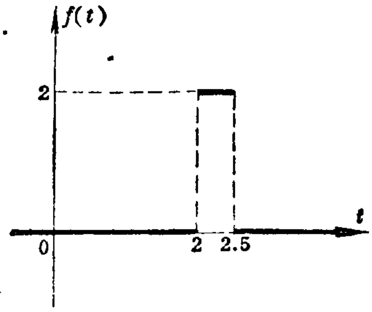
g.



h.

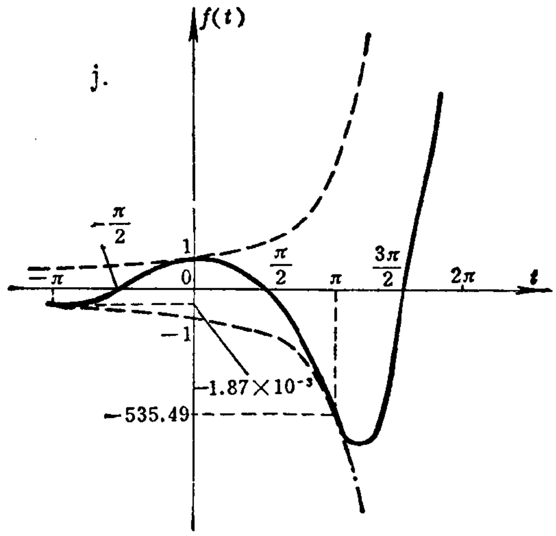


i.



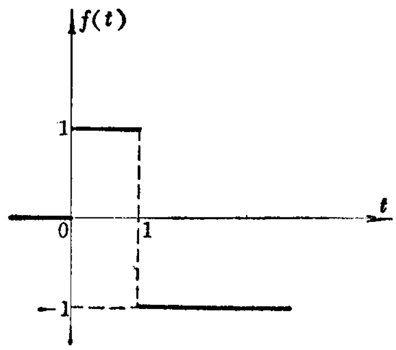
f(t)
2
0
2
2.5
t

j.



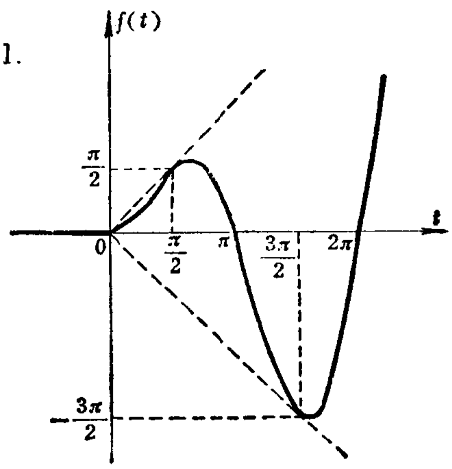
f(t)
$-\frac{\pi}{2}$
1
$-\pi$
0
$\frac{\pi}{2}$
π
$\frac{3\pi}{2}$
2π
t
−1
-1.87×10^{-3}
−535.49

k.



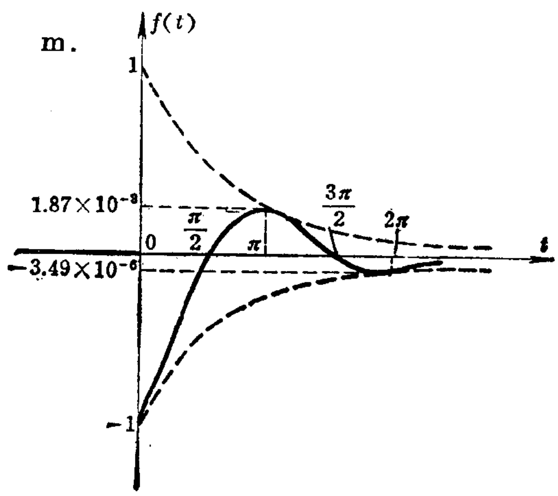
f(t)
1
0
1
t
−1

l.



f(t)
$\frac{\pi}{2}$
0
$\frac{\pi}{2}$
π
$\frac{3\pi}{2}$
2π
t
$-\frac{3\pi}{2}$

m.



f(t)
1
1.87×10^{-3}
0
$\frac{\pi}{2}$
π
$\frac{3\pi}{2}$
2π
t
-3.49×10^{-6}
−1

波形

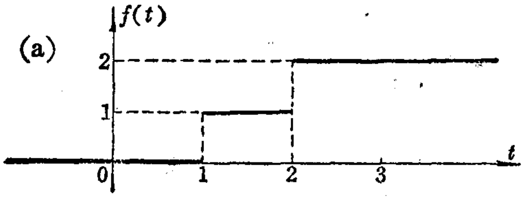
4．对图 $P2.4$ 所列的波形，试写出其函数表达式。

解 图中各波形的函数表达式分别为

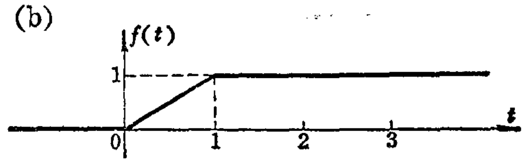
(a) $f(t)=u(t-1)+u(t-2)$

(b) $f(t)=r(t)-r(t-1)$

(a)



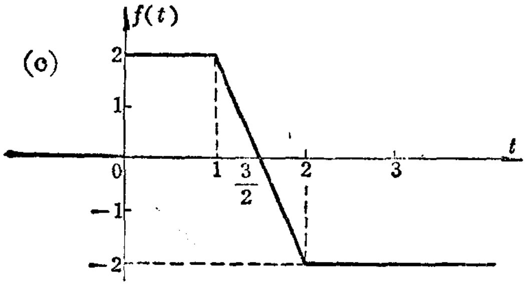
(b)



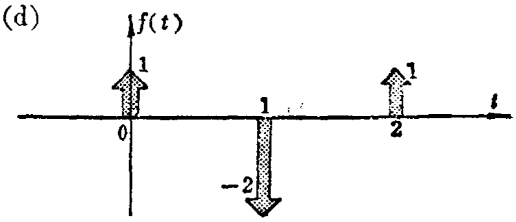
(c) $f(t)=2u(t)-4r(t-1)+4r(t-2)$

(d) $f(t)=\delta(t)-2\delta(t-1)+\delta(t-2)$

(c)

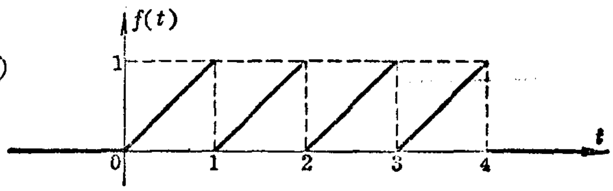


(d)



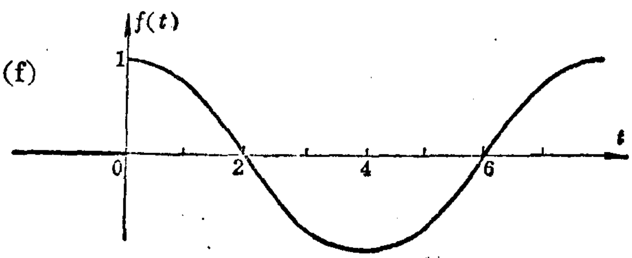
(e) $f(t)=r(t)-u(t-1)-u(t-2)-u(t-3)-u(t-4)-r(t-4)$

(e)



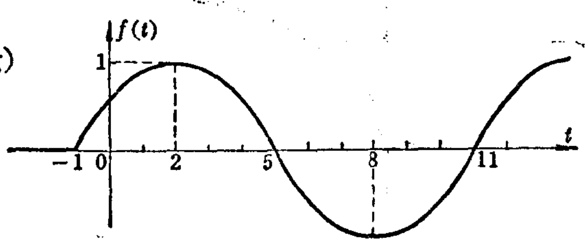
(f) $f(t)=u(t)\cos\dfrac{\pi}{4}t$

(f)

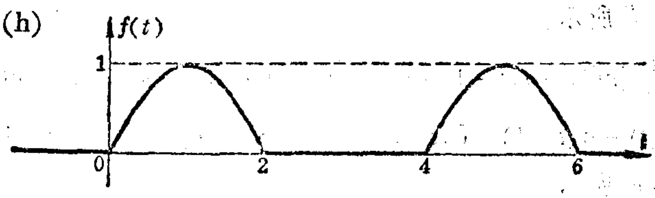


(g) $f(t)=u(t+1)\cos\left(\dfrac{\pi}{6}t-\dfrac{\pi}{3}\right)$

(g)



(h) $f(t)=[u(t)-u(t-2)+u(t-4)-u(t-6)]\sin\frac{\pi}{2}t$

(h)


线性定常电感器和电容器

5. 假定图 $P2.4$ 所列的波形为支路电流，试画出下列情况下的支路电压波形：

a. 元件为 1 亨线性定常电感器；

b. 元件为 1 法 $[v(0)=0]$ 线性定常电容器。

解

a. $v_L(t)=L\frac{di}{dt}$。因为 $L=1$ 亨，所以根据 $v_L(t)=\frac{di}{dt}$ 得：

(a) $v_L(t)=\frac{d}{dt}[u(t-1)+u(t-2)]=\delta(t-1)+\delta(t-2)$

波形如图 $P2.5a'$ 所示。

(b) $v_L(t)=\frac{d}{dt}[r(t)-r(t-1)]=u(t)-u(t-1)$

波形如图 $P2.5b'$ 所示。

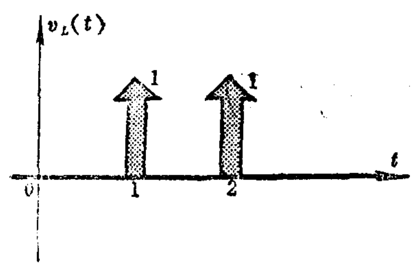


图 $P2.5(a')$

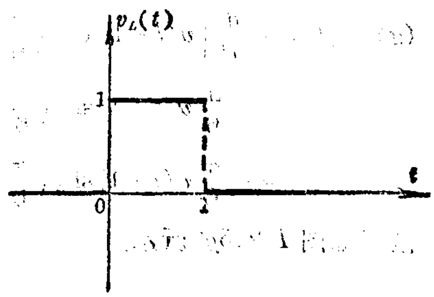


图 $P2.5(b')$

(c) $v_L(t)=\frac{d}{dt}[2u(t)-4r(t-1)+4r(t-2)]=2\delta(t)-4u(t-1)+4u(t-2)$

波形如图 $P2.5c'$ 所示。

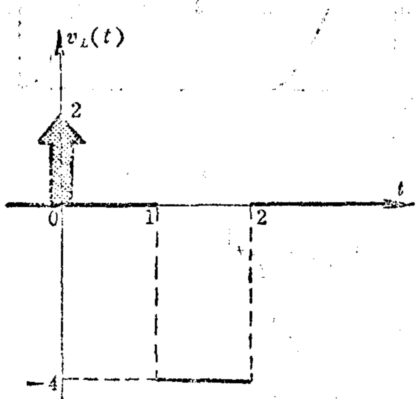


图 $P2.5(c')$

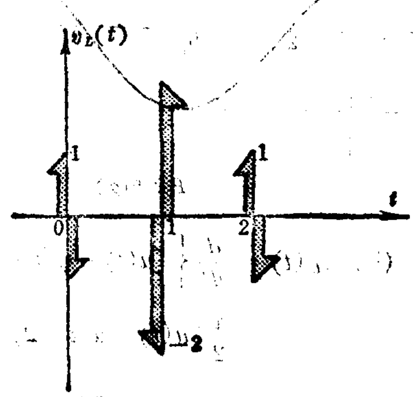


图 $P2.5(d')$

(d) $v_L(t)=\dfrac{d}{dt}[\delta(t)-2\delta(t-1)+\delta(t-2)]=\delta'(t)-2\delta'(t-1)+\delta'(t-2)$

波形如图 $P2.5d'$ 所示。

(e) $v_L(t)=\dfrac{d}{dt}[r(t)-u(t-1)-u(t-2)-u(t-3)-u(t-4)-r(t-4)]$

$$=u(t)-\delta(t-1)-\delta(t-2)-\delta(t-3)-\delta(t-4)-u(t-4)$$

波形如图 $P2.5e'$ 所示。

(f) $v_L(t)=\dfrac{d}{dt}\left[u(t)\cos\dfrac{\pi}{4}t\right]=\delta(t)\cos\dfrac{\pi}{4}t-\dfrac{\pi}{4}u(t)\sin\dfrac{\pi}{4}t=\delta(t)-\dfrac{\pi}{4}u(t)\sin\dfrac{\pi}{4}t$

波形如图 $P2.5f'$ 所示。

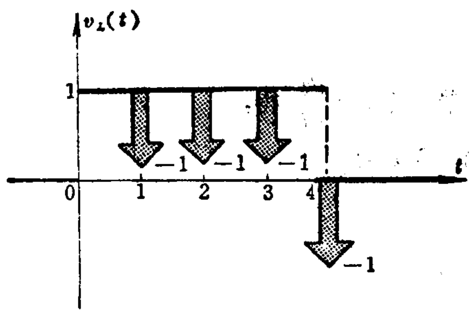


图 P2.5(e′)

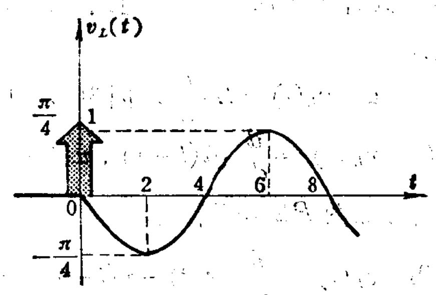


图 P2.5(f′)

(g) $v_L(t)=\dfrac{d}{dt}\left[u(t+1)\cos\left(\dfrac{\pi}{6}t-\dfrac{\pi}{3}\right)\right]$

$$=-\frac{\pi}{6}u(t+1)\sin\left(\frac{\pi}{6}t-\frac{\pi}{3}\right)+\delta(t+1)\cos\left(\frac{\pi}{6}t-\frac{\pi}{3}\right)$$

$$=-\frac{\pi}{6}u(t+1)\sin\left(\frac{\pi}{6}t-\frac{\pi}{3}\right)$$

波形如图 $P2.5g'$ 所示。

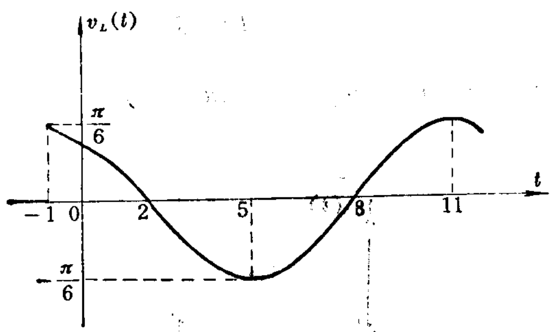


图 P2.5(g′)

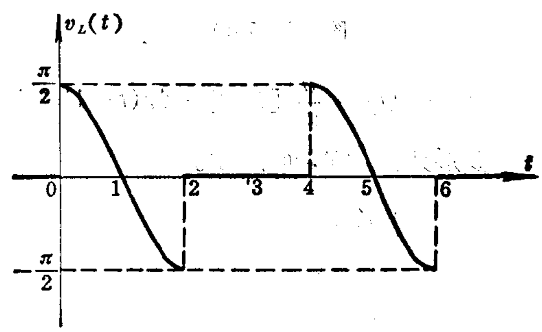


图 P2.5(h′)

(h) $v_L(t)=\dfrac{d}{dt}\left\{[u(t)-u(t-2)+u(t-4)-u(t-6)]\sin\dfrac{\pi}{2}t\right\}$

$$=\frac{\pi}{2}[u(t)-u(t-2)+u(t-4)-u(t-6)]\cos\frac{\pi}{2}t$$

$$+[\delta(t)-\delta(t-2)+\delta(t-4)-\delta(t-6)]\sin\frac{\pi}{2}t$$