연습문제 풀이

제 1 장

1.1 $-10+2\times1-5\times2+4+v_x=0$

1.2 P에서 O로 3A의 전류가 유입됨

1.3 (a) 반시계방향의 전류 5/3A, (b) 10/3V, 100/3V, (c) 50/9W

1.4 (a)의 경우 한 등이 고장나면 모든 등이 꺼진다.

1.5 $12\text{V}\times(2\times3\text{A})=72\text{W}$

1.6 5Ω을 하방으로 흐르는 전류는 2A이므로 20W를 흡수. 전압원은 50W를 공급, 전류원은 30W를 흡수(체크 : 50W=30W+25W)

1.7 (a) 전압원은 24W를 공급, 5Ω저항은 20W를 흡수, 전류원은$(12\text{V}-10\text{V})\times2\text{A}=4\text{W}$를 흡수(체크 : 24W=20W+4W)

(b) 전류원은 60W를 공급, 전압원은 8W를 흡수, A는 48W를 흡수, B는 4W를 흡수

1.8 $i(t)=5\text{A}$

$$\text{W}=\int_0^2 vidt=\int_0^2 5t\,dt=[2.5t^2]_0^2=10\text{J}$$

1.9 (a) A, B, C, D 각 부분에서의 전압은 100, 225, 150, 25V. 극성은 A에서는 아래쪽이 +, B에서는 오른쪽이 +, C에서는 위쪽이 +, D에서는 왼쪽이 +

(b) -75V, 150V, (c) 75Ω, (d) 1.2×10^4J

1.10 36,000원

1.11 5분

1.12 20.63V의 이상적 전압원과 0.314Ω의 직렬

1.13 b 또는 c. 니크롬선의 체적이 c가 b보다 적으므로 c가 경제적이다.

1.14 소비전력(발생열)이 4배가 되어 선이 녹을 염려가 있다(실제로는 퓨즈가 끊어질 것이다).

1.15 $i=\dfrac{20\text{V}}{570\Omega}=0.035\text{A}$, $P_{R1}=100i^2=0.123\text{W}$, $P_{R2}=0.579\text{W}$. 따라서 R_1은 1/8W, R_2는 1W의 것을 사용해야 한다.

1.16 $i=I_0+\dfrac{1}{R_0}v$, 따라서 회로모델은 그림 s1.16과 같다.

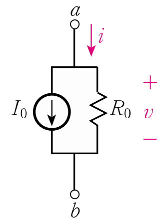


그림 s 1.16

제 2 장

2.1 (a) 12Ω, (b) 20Ω

2.2 $i_1=2\text{A}$, $i_2=0.8\text{A}$, $i_3=1.2\text{A}$

2.3 $i_1=3\text{A}$, $i_2=2\text{A}$, $i_3=5\text{A}$

2.4 그림 s2.4와 같은 등가회로에서

$$i_L=-2\text{A}\times\frac{2}{2+8}=-0.4\text{A}$$

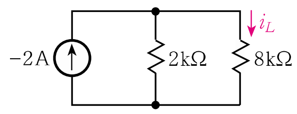


그림 s 2.4

2.5 $3\text{k}\,/\!\!/\,12\text{k}\,/\!\!/\,(4+8)\text{k}=3\text{k}\,/\!\!/\,6\text{k}=2\text{k}\Omega$

$R_{\text{in}}=2\text{k}\,/\!\!/\,(4\text{k}+2\text{k})=1.5\text{k}\Omega$

2.6 (a) $i_1=15\text{A}$, $i_2=6\text{A}$, $v_o=144\text{V}$

(b) $6+\dfrac{144}{16}=15=i_1$

2.7 $i_1=15\text{V}/(3+3)\Omega=2.5\text{A}$,

$i_2=(15\text{V}-3i_1)/15\Omega=0.5\text{A}$

2.8 힌트에 따라 그림 s2.8과 같은 등가회로를 얻는다. 이로부터 $i=2.5\text{A}$

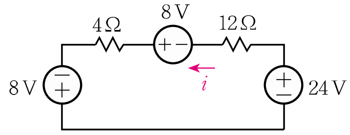


그림 s 2.8

2.9 $i_1=2\text{A}$, $i_2=4\text{A}$

2.10 $v = 120\,\text{V}$, $i = 2\,\text{mA}$

2.11 $a-b$ 좌측을 두 번의 전원변환을 하면 12 V와 2.4 kΩ의 직렬이 된다. $R_{cb} = 2\,\text{k}\Omega$이므로

$$v_{cb} = 12\,\text{V} \times \frac{2}{2.4+2+5.6} = 2.4\,\text{V}$$

$$\therefore\ i_0 = \frac{2.4\,\text{V}}{3\,\text{k}\Omega} = 0.8\,\text{mA}$$

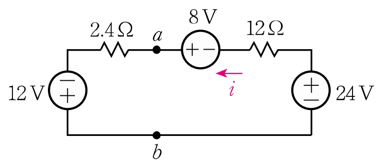


그림 s 2.11

2.12 $v_o = 1\,\text{V}$라 하면 입력전압$= 12\,\text{V}$

$\therefore$ 입력전압$= 10\,\text{V}$이면 $v_o = \dfrac{10}{12}\text{V}$

2.13 그림 s 2.13과 같은 등가회로에서

$$6\,\text{V} = v_{\text{in}} \times \frac{2}{6+2} \qquad \therefore\ v_{\text{in}} = 24\,\text{V}$$

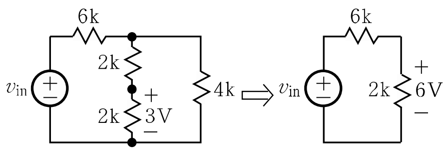


그림 s 2.13

2.14 (a) $P = \dfrac{12^2}{R_1 + R_2 + R_3} < 0.1\,\text{W}$

$\therefore\ R_1 + R_2 + R_3 > 1.44\,\text{k}\Omega$

이를 $R_1 + R_2 + R_3 = 1.5\,\text{k}\Omega$으로 하자.

$2\,\text{V} = 12\,\text{V} \times \dfrac{R_3}{1.5}$, $8\,\text{V} = 12\,\text{V} \times \dfrac{R_2 + R_3}{1.5}$이면

$R_3 = 0.25\,\text{k}\Omega$, $R_2 = 0.75\,\text{k}\Omega$, $R_1 = 0.5\,\text{k}\Omega$

(b) 2 V 출력단자에 $2R_3 = 0.5\,\text{k}\Omega$을 연결할 때 출력전압은

$12\,\text{V} \times \dfrac{0.25/\!/0.5}{0.5+0.75+0.25/\!/0.5} = 1.41\,\text{V}$,

$20R_3 = 5\,\text{k}\Omega$을 연결하면

$12\,\text{V} \times \dfrac{0.25/\!/5}{0.5+0.75+0.25/\!/5} = 1.92\,\text{V}$로 떨어진다.

2.15 (a) 그림 s 2.15 참고

(b) $-10.94\,\text{V}$

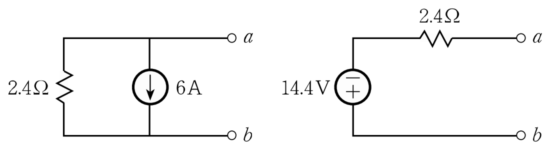


그림 s 2.15

제 3 장

3.1 그림 s 3.1 참고

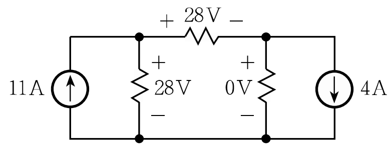


그림 s 3.1

3.2 $v_1 = 3\,\text{V}$, $v_2 = 10\,\text{V}$

3.3 $i_1 = 3\,\text{A}$, $i_2 = 2\,\text{A}$

3Ω을 하방으로 흐르는 전류$= i_1 - i_2 = 1\,\text{A}$

3.4 1.25 mA

3.5 $\dfrac{\text{V}}{\text{k}\Omega} = \text{mA}$의 관계를 이용하면

$$\frac{v_1}{1} + \frac{v_1 - v_2}{1} = 10,\ \ \frac{v_2 - v_1}{1} + \frac{v_2}{4} + \frac{v_2 - 10}{4} = 0$$

이로부터 v_1, v_2를 구하라.

$$i_1 = \frac{v_1 - v_2}{1} = 1.25\,\text{mA}$$

3.6 $\dfrac{\text{V}}{\text{k}\Omega} = \text{mA}$의 관계를 이용하면

$$\frac{v}{5} + \frac{v - v_2}{16} = 30,\ \ \frac{v_2 - v}{16} + \frac{v_2}{6} + \frac{v_2}{12} = 0$$

이로부터 v, v_2을 구하라.

3.7 힌트대로 하면 $v_1 = 11\,\text{V}$, $v_2 = 8\,\text{V}$

3.8 그림 s 3.8 참고

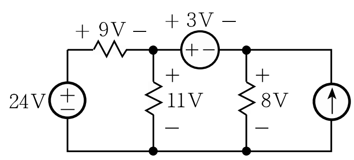


그림 s 3.8

3.9 힌트대로 하면 $i_1 = 75\,\text{A}$, $i_2 = 0$, $i_3 = 5\,\text{A}$

3.10 $i_1 = 4\,\text{A}$

3.11 $v_o = 6\,\text{V}$

3.12 전압원을 전류원으로 변환하고 모든 저항을 컨덕턴스로 바꾸면

$1.725v_1 - 0.125v_2 - 0.1v_3 = 1.5$

$-0.125v_1 + 0.575v_2 - 0.2v_3 = 0$

$-0.1v_1 - 0.2v_2 + 0.3v_3 = -2$

3.13 그림 s 3.13에서 $3i_1 - 2i_2 = -3$, $-2i_1 + 14i_2 - 8i_3 = 11$, $-8i_2 + 23i_3 = 10$

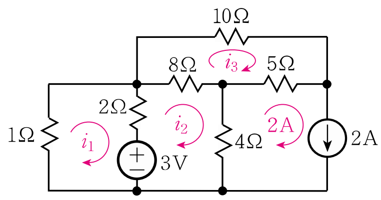


그림 s 3.13

3.14 (a) 절점 ① : $2(v_1 - 1) + 3v_1 + 4(v_1 - v_2) = 0$

절점 ② : $5(v_1 - 1) + 4(v_2 - v_1) + 3v_2 = 0$

컨덕턴스는 모두 mS이므로 양변을 10^3배 하더라도 식들은 불변이다.

이를 풀면 $v_1 = 0.478\,\text{V}$, $v_2 = 0.576\,\text{V}$

(b) $i_s = 2\,\text{mS}(1 - v_1) + 5\,\text{mS}(1 - v_2) = 3.164\,\text{mA}$

3.15 휘트스톤 브리지회로로 바꾸어 그리면 그림 s 3.15와 같다. 이것은 그림 3.6과 일치하며 $v_o = v_{cd} = 5\,\Omega(-0.025\,\text{A}) = -0.125\,\text{V}$

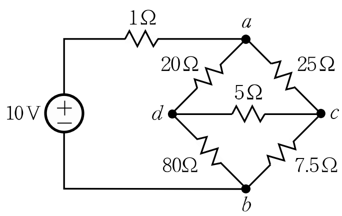


그림 s 3.15

3.16 평면회로가 아니다.

제 4 장

4.1 9V만에 의한 $i_2' = 27/26\,\text{A}$, 5V만에 의한 $i_2'' = 25/26\,\text{A}$, $i_2' + i_2'' = 2\,\text{A}$

4.2 (a) 12 W, (b) 48 W, (c) 0 W, 36 W, (d) 전력에 대해서는 중첩의 원리가 적용이 안됨

4.3 $V_{Th} - R_{Th} \times 0.13 = 240$, $V_{Th} - R_{Th} \times 0.04 = 300$으로부터 $R_{Th} = 2000/3\,\Omega$, $V_{Th} = 980/3\,\text{V}$, $I_N = 0.49\,\text{A}$

4.4 (a) $a-b$ 좌측에 대한 테브난의 등가전원 $= 8\,\text{V}$, 등가저항 $= 4\,\Omega$, $i_L = 0.8\,\text{A}$

(b) $R_N = 4\,\Omega$. $i_N = a-b$간의 단락전류는

$$\frac{20}{6+4/\!/1.6} \times \frac{4}{4+1.6} = 2\,\text{A}$$

$$i_L = 2\,\text{A} \times \frac{4}{4+6} = 0.8\,\text{A}$$

4.5 (a) 그림 s 4.5 참고, (b) $-12.63\,\text{V}$

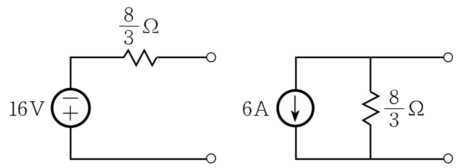


그림 s 4.5

4.6 그림 s 4.6 참고. $v_{ab} = 7.5\,\text{mA} \times 1\,\text{k}\Omega = 7.5\,\text{V}$

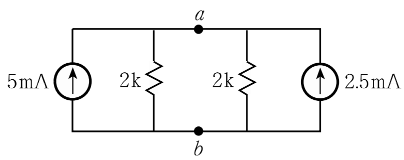


그림 s 4.6

4.7 $R_{Th} = 6\,\Omega$. 중첩의 정리를 이용하여

$$V_{Th} = 12\,\text{V}\left(\frac{6}{3+6}\right) - 3\,\text{A} \times (3\,\Omega /\!/ 6\,\Omega) = 2\,\text{V}$$

4.8 $100\,\Omega$, $2500\,\text{W}$

4.9 $3\,\Omega$, $0.0833\,\text{W}$

4.10 (a) $R_N = 6\,\Omega$. $i_N = a-b$간의 단락전류는 중첩의 원리에 의하여

$$\frac{12\,\text{V}}{(3+6/\!/4)\,\Omega} \times \frac{6}{6+4} - 3\,\text{A} \times \frac{3/\!/6}{4+3/\!/6} = \frac{1}{3}\,\text{A}$$

(b) $R_L = 6\,\Omega$, $P_{\max} = \dfrac{(R_N i_N)^2}{4R_N} = \dfrac{1}{6}\,\text{W}$

4.11 $v_{Th} = v_{ab} = v_{ad} - v_{bd} = \left(\dfrac{R_2}{R_1 + R_2} - \dfrac{R_4}{R_3 + R_4}\right)v_s$

$$R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

4.12 그림 s 4.12로부터 $v_0 = 6\text{V}$

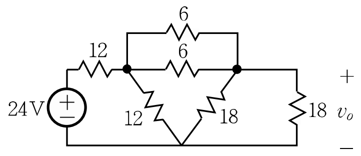


그림 s 4.12

4.13 (a) 각 지로저항 4Ω, (b) 각 지로저항 12Ω

4.14 식 (4.13)과 같은 세 식의 비로부터 R_{bc}, R_{ca}를 R_{ab}로 표시하여 식 (4.12)에 대입하면 식 (4.14)가 얻어진다. 다른 두 식은 첨자를 $a \to b \to c \to a$와 같이 바꿈으로써 얻어진다.

제 5 장

5.1 (a) $5\times10^3 t$ V (t의 단위는 s), (b) 25 J

5.2 (a) 전류가 흐르는 방향으로 -0.01 V (일정), (b) 0.025 J

5.3 (a) $L = 10$H, (b) $C = 160\mu$F

5.4 (a) 0.2H, (b) 0.002 Wb, (c) 0.8H

5.5 그림 s 5.5 참고

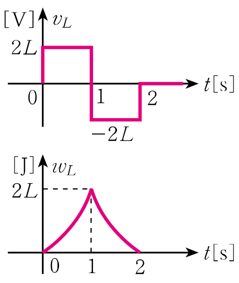


그림 s 5.5

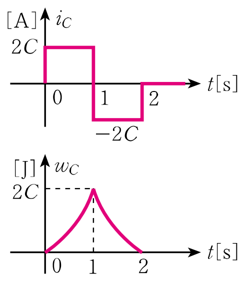


그림 s 5.6

5.6 그림 s 5.6 참고

5.7 C_0 양단전압$= 6\text{V}$, $q = 4\mu\text{F}\times 3\text{V} = C_0 \times 6\text{V}$

$\therefore\ C_0 = 2\mu\text{F}$, $W = \dfrac{1}{2}(2\mu\text{F})(6\text{V})^2 = 36\times10^{-6}\text{J}$

5.8 (a) 2.4μF, (b) $v_{ac} = 4$V, $v_{cb} = 6$V. 6μF : 48μJ, 1μF : 18μJ, 3μF : 54μJ

5.9 (a) 6.75 mH

(b) $i_{ac} = 10$A, $i_{cb} = 7.5$A, $i_{ab} = 2.5$A

6 mH : 0.3 J, 1 mH : 28.125 mJ, 3 mH : 9.375 mJ

5.10 L은 short, C는 open 상태.

10/7A, 10/7A, 50/7V

5.11 $v_C = R_2 e^{-2t}$, $i_1 = C\dfrac{dv_C}{dt} + i_2$, $v_g = R_1 i_1 + L\dfrac{di_1}{dt} + R_2 i_2$를 차례로 계산하라. $v_g = 81e^{-2t}$

5.12 (a) $q = Cv_C = 10^{-5}t^2$ C, 4×10^{-5} C

(b) $i = 2\times10^{-5}t$ A

(c) $p = v_C i = 4\times10^{-4}t^3$ W

(d) $w_C = \dfrac{1}{2}Cv_C^2 = 0.0625$

제 6 장

6.1 (a) 16 ms, 62.5 Hz, 393 rad/s

(b) $I_m \sin(393t + 45°)$

6.2 (a) i가 v보다 135° 늦음

(b) (1) $I_m \sin\omega t$, $V_m \sin(\omega t + 135°)$

(2) $I_m \sin(\omega t + 45°)$, $V_m \sin(\omega t \pm 180°)$

(3) $I_m \sin(\omega t + 90°)$, $V_m \sin(\omega t - 135°)$

6.3 (a) 20 V, 14.14 V, 5000 rad/s, 796 Hz, 1.26 ms, $-\pi/6$ rad, (b) 그림 s 6.3 참고

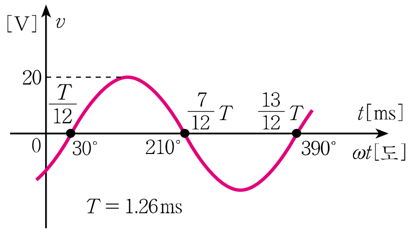


그림 s 6.3

6.4 (a) I_m, (b) I_m, (c) $20I_m$

6.5 (a) $V_m/\sqrt{3}$, (b) $V_m/2$, (c) $V_m/(20\sqrt{3})$

6.6 그림 s 6.6으로부터 $I_{eff}^2 = \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{2}+4\right) = \dfrac{9}{4}$

$\therefore\ P_{av} = 4\times\dfrac{9}{4} = 9\text{W}$

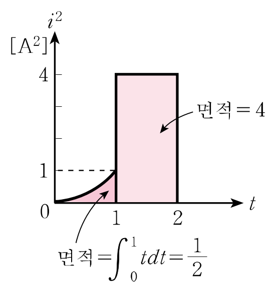


그림 s 6.6

6.7 $\sqrt{2}\ 200\sin(377t-30°)\,\mathrm{V}$
$\sqrt{2}\ 2.65\sin(377t-120°)\,\mathrm{A}$

6.8 (a) $L \geqq 13.3\mathrm{H}$, (b) $15\mathrm{k}\Omega$
(c) $10\mathrm{mA}$, $10/3\mathrm{mA}$

6.9 $\sqrt{2}\ 200\sin(377t-30°)\,\mathrm{V}$
$\sqrt{2}\ 3.77\sin(377t-120°)\,\mathrm{A}$

6.10 (a) $C \geqq 3.18\mu\mathrm{F}$, (b) 50Ω, 25Ω

6.11 동일하다.

제 7 장

7.1 (a) $RI_m\cos\omega t$, $\omega LI_m\cos(\omega t+90°)$, $(I_m/\omega C)\cos(\omega t-90°)$
(b) $(V_m/R)\cos\omega t$, $(V_m/\omega L)\cos(\omega t-90°)$, $\omega CV_m\cos(\omega t+90°)$
(c) (a)의 각 표시식에서 위상각을 α만큼 증가시킨다.
(d) (b)의 각 표시식에서 위상각을 β만큼 증가시킨다.

7.2 (a) 106.9Ω, $20.7°$, (b) $0.935\mathrm{A}$, (c) $93.5\mathrm{V}$, $35.2\mathrm{V}$. 이유 : 두 전압이 동상이 아니므로

7.3 $i_C = I_m\sin\omega t$ 라 하면 $v_C = -1/\omega C \cdot I_m\cos\omega t$. 7.2절의 방법에 따라라.

7.4 (a) 128Ω, $-51.3°$
(b) $0.078\sin(10^4t+51.3°)\,\mathrm{A}$
(c) $4.4\mathrm{V}$, $5.5\mathrm{V}$

7.5 $30\sin(2\pi\cdot 60t-10°)\,\mathrm{A}$

7.6 (a) $5\sin 2\pi\cdot 10^6t\ \mathrm{mA}$, $12\cos 2\pi\cdot 10^6t\ \mathrm{mA}$
(b) $13\sin(2\pi\cdot 10^6t+67.4°)\,\mathrm{mA}$
(c) 그림 s 7.6 참고
(d) $Z=\dfrac{V_m}{I_m}=\dfrac{10}{13}\Omega$이므로
$v=\dfrac{50}{13}\sin(2\pi\cdot 10^6t-67.4°)\,\mathrm{mA}$

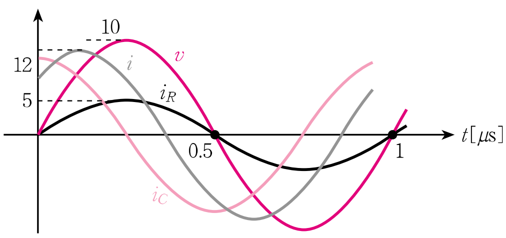


그림 s 7.6

7.7 $\sqrt{13}\ \sin(10t-56.3°)$

7.8 그림 s 7.8을 참고로 하면 $a\cos x+b\sin x$
$=\sqrt{a^2+b^2}\,(\cos\phi\cos x+\sin\phi\sin x)$
$=\sqrt{a^2+b^2}\,\cos(x-\phi)$, 단 $\phi=\tan^{-1}(b/a)$

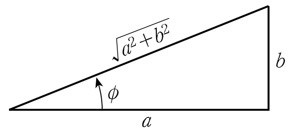


그림 s 7.8

7.9 (a) $\sqrt{13}\sin\left[10t-\tan^{-1}\left(\dfrac{3}{2}\right)\right]$,
$\sqrt{13}\cos\left[10t-\tan^{-1}\left(\dfrac{2}{3}\right)\right]$
$=\sqrt{13}\cos(10t-33.7°)$
(b) $\sqrt{13}\sin\left[10t-\tan^{-1}\left(\dfrac{3}{2}\right)\right]$,
$\sqrt{13}\cos\left[10t-\tan^{-1}\left(\dfrac{2}{-3}\right)\right]$
$=\sqrt{13}\cos(10t-146.3°)$
(c) $\sqrt{13}\sin\left[10t+\tan^{-1}\left(\dfrac{3}{-2}\right)\right]$
$=\sqrt{13}\sin(10t+123.7°)$,
$\sqrt{13}\cos\left[10t-\tan^{-1}\left(\dfrac{-2}{3}\right)\right]$
$=\sqrt{13}\cos(10t+33.7°)$

7.10 $v=v_R+v_L+v_C$
$=2\sin 100t+10\cos 100t-5\cos 100t$
$=\sqrt{29}\ \sin(100t+\tan^{-1}2.5)\,\mathrm{V}$

제 8 장

8.1 (a) $2.535\underline{/51.08°}$, (b) $7.203e^{-j44°}$

8.2 (a) $-7.949-j9.949$, (b) $26.635-j\,9.168$

8.3 (a) $2\underline{/25°}$, $2\underline{/205°}$, (b) $2\underline{/40°}$, $2\underline{/160°}$, $2\underline{/280°}$

8.4 (a) $8.94914\underline{/0.326°}$ (b) $7.94916\underline{/0.3604°}$

8.5 $353.4\underline{/30°}$, $60\underline{/90°}$, $80\underline{/60°}$

8.6 (a) $5.83\mathrm{V}$, $59°$, (b) $4.95\mathrm{V}$, $135°$,
(c) $4\mathrm{V}$, $-130°$

8.7 $\sqrt{2}\ 5.83\sin(\omega t+59°)\,\mathrm{V}$ 등

8.8 $i_1=\sqrt{2}\ 5\sin(\omega t+45°)$,
$i_2=\sqrt{2}\ 3.61\sin(\omega t+123.7°)$,
$i_3=\sqrt{2}\ 3\sin(\omega t-90°)$,
$i_4=\sqrt{2}\ 3.46\sin(\omega t-30°)$

8.9 I_1보다 I_2는 78.7° 앞서고, I_3는 135° 늦고, I_4는 75° 늦다.

8.10 $i_1 = \sqrt{2}\,5\cos(\omega t + 45^\circ)$,

$i_2 = \sqrt{2}\,3.61\cos(\omega t + 123.7^\circ)$ 등

제 9 장

9.1 (a) 최대치$=4.36\,\mathrm{A}$, i_1보다 36.6° 늦음

(b) 그림 s 9.1 참고

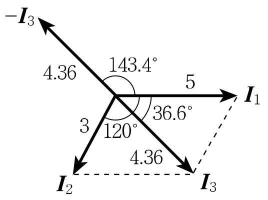


그림 s 9.1

9.2 그림 s 9.2와 같이 페이저도를 그리면

$V_{ad} = V_{ab} + V_{bc} + V_{cd} = 3\angle 90^\circ + 5\angle 30^\circ = 9.8\angle 41.6^\circ$

$V_{bd} = V_{bc} + V_{cd} = 4\angle 90^\circ + 5\angle 30^\circ = 7.81\angle 56.33^\circ$

$\therefore$ v_{bd}는 v_{ad}보다 4.7° 앞선다.

(a) $\sqrt{2}\,9.8\sin(\omega t + 41.6^\circ)\,\mathrm{V}$

(b) 그림 s 9.2 참고

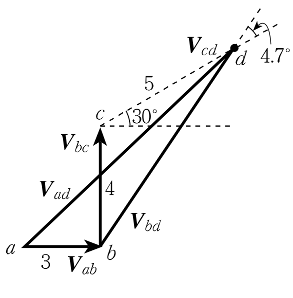


그림 s 9.2

9.3 (a) $Gv + C\dfrac{dv}{dt} + v_L(0) + \dfrac{1}{L}\displaystyle\int_0^t v\,dt = i$

(b) $GV + j\omega CV + \dfrac{1}{j\omega L}V = I$

9.4 소자는 C, $133\,\mu\mathrm{F}$

9.5 (a) $44\angle -\pi/12\,\Omega$

(b) 그림 s 9.5 참고

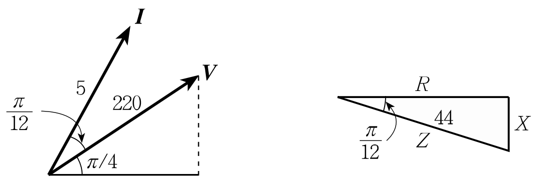


그림 s 9.5

9.6 $V = 107.7\angle 58.7^\circ\,\mathrm{V}$

$i = \sqrt{2}\,5.39\sin(2\pi\cdot 10^3 t + 21.8^\circ)\,\mathrm{A}$

$v = \sqrt{2}\,107.7\sin(2\pi\cdot 10^3 t + 58.7^\circ)\,\mathrm{V}$

그림 s 9.6 참고

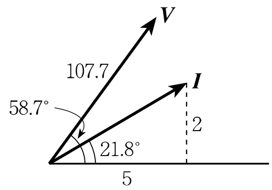


그림 s 9.6

9.7 $4.4\,\mathrm{A}$, 인가전압보다 53.1° 늦음

9.8 $Z = R + j\omega L$, $I = 7.07\angle -45^\circ$

9.9 $Z = R - j\dfrac{1}{\omega C}$, $v = \sqrt{2}\,50\sin(\omega t - 15^\circ)\,\mathrm{V}$

9.10 (a) $185.5\angle 11.2^\circ\,\mathrm{V}$, (b) 36.9° (지상전류)

제 10 장

10.1 (a) $27.48\angle 43.3^\circ\,\Omega$, (b) $188\angle -57.9^\circ\,\Omega$,

(c) $10.14\angle -9.51^\circ\,\Omega$

10.2 $137.4\angle 43.3^\circ\,\mathrm{V}$, $940\angle -57.9^\circ\,\mathrm{V}$, $50.7\angle -9.51^\circ\,\mathrm{V}$

(페이저도 생략)

10.3 $3.64\angle -43.3^\circ\,\mathrm{A}$, $0.532\angle -57.9^\circ\,\mathrm{A}$, $9.86\angle 9.51^\circ\,\mathrm{A}$

(페이저도 생략)

10.4 (a) $125\,\mathrm{V}$, (b V가 V_R보다 53.1° 앞서고, V_L이 V보다 36.9° 앞섬

(c) $\sqrt{2}\,60\sin(\omega t - 53.1^\circ)\,\mathrm{V}$

$\sqrt{2}\,80\sin(\omega t + 36.9^\circ)\,\mathrm{V}$

10.5 (a) $5.83\,\mathrm{A}$

(b) $\sqrt{2}\,5\sin(\omega t - 31^\circ)\,\mathrm{A}$, $\sqrt{2}\,3\sin(\omega t + 59^\circ)\,\mathrm{A}$

10.6 (a) $0.073\angle -46.7^\circ\,\mathrm{S}$, (b) $0.0118\angle -32.1^\circ\,\mathrm{S}$,

(c) $0.105\angle -18.3^\circ\,\mathrm{S}$

10.7 $0.73\angle{-46.7^\circ}\,\mathrm{A}$, $0.118\angle{-32.1^\circ}\,\mathrm{A}$, $1.05\angle{-18.3^\circ}\,\mathrm{A}$

10.8 (a) $10\angle{-53.1^\circ}\,\mathrm{A}$, $10\angle{36.9^\circ}\,\mathrm{A}$, (b) $14.14\,\mathrm{A}$, 인가 전압보다 8.1° 늦음, (c) 생략

10.9 (a) 그림 s 10.9 참고
(b) $1000\,\mathrm{Hz}$: $0.0717\,\mathrm{S}$, $-0.045\,\mathrm{S}$
$5000\,\mathrm{Hz}$: $0.0092\,\mathrm{S}$, $-0.029\,\mathrm{S}$
$10{,}000\,\mathrm{Hz}$: $0.0025\,\mathrm{S}$, $-0.0155\,\mathrm{S}$

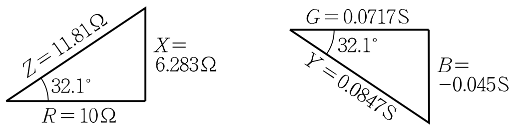


그림 s 10.9

10.10 (a) $\boldsymbol{Y}=0.02-j0.04+jB_c$, $\therefore\ B_c=0.04\,\mathrm{S}$
(b) $\boldsymbol{V}=500\angle{0^\circ}\,\mathrm{V}$, $\boldsymbol{I}_1=22.4\angle{-63.4^\circ}\,\mathrm{A}$,
$\boldsymbol{I}_1=20\angle{90^\circ}\,\mathrm{A}$, (c) 그림 s 10.10 참고

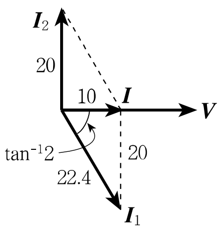


그림 s 10.10

10.11 그림 s 10.11 참고

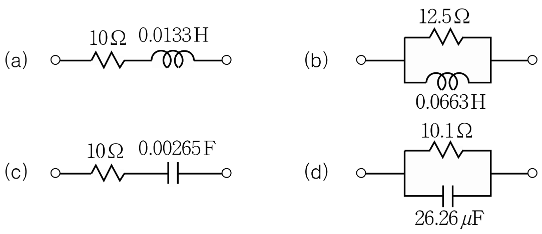


그림 s 10.11

10.12 (a) $\boldsymbol{Z}=\dfrac{1}{1/R_p+j\omega C}=\dfrac{R_p}{1+j\omega CR_p}=\dfrac{R_p}{1+jD_C}$
$=\dfrac{R_p}{1+D_C^2}-j\dfrac{R_pD_C}{1+D_C^2}$ $D_C=\omega CR_p\gg 1$인 주파수에서 $\boldsymbol{Z}=\dfrac{R_p}{D_C^2}-j\dfrac{1}{\omega C}$ → 그림 p 10.12 (b)

(b) $D_C=100$, $R_p/D_C=1\,\Omega$, $C=0.16\,\mu\mathrm{F}$

제 11 장

11.1 (a) $500\,\mathrm{rad/s}$ 또는 $79.5\,\mathrm{Hz}$
(b) $\omega=\omega_1$일 때 $\boldsymbol{Y}=0.1\,\mathrm{S}$, $\boldsymbol{I}=1\angle{0^\circ}\,\mathrm{A}$
$\omega=1/2\omega_1$일 때
$\boldsymbol{Y}=1/[100+j(50-200)]=0.00555\angle{56.31^\circ}\,\mathrm{S}$,
$\boldsymbol{I}=0.0555\angle{56.31^\circ}\,\mathrm{A}$.
$\omega=2\omega_1$일 때
$\boldsymbol{Y}=0.000555\angle{-56.31^\circ}\,\mathrm{S}$,
$\boldsymbol{I}=0.0555\angle{-56.31^\circ}\,\mathrm{A}$

11.2 (a) $500\,\mathrm{rad/s}$ 또는 $79.5\,\mathrm{Hz}$
(b) $\omega=\omega_1$일 때 $\boldsymbol{Z}=100+j0\,\Omega$, $\boldsymbol{V}=10\angle{0^\circ}\,\mathrm{V}$
$\omega=1/2\omega_1$일 때 $\boldsymbol{Z}=1/[0.01+j(0.005-0.02)]$
$=55.47\angle{56.3^\circ}\,\Omega$, $\boldsymbol{V}=5.547\angle{56.3^\circ}\,\mathrm{V}$
$\omega=2\omega_1$일 때 $\boldsymbol{Z}=55.47\angle{-56.3^\circ}\,\Omega$,
$\boldsymbol{V}=5.547\angle{-56.3^\circ}\,\mathrm{V}$

11.3 $I=\dfrac{25\,\mathrm{V}}{\sqrt{4^2+(3-6)^2}}=5\,\mathrm{A}$, $V_R=4\times 5=20\mathrm{V}$,
$V_L=3\times 5=15\mathrm{V}$, $V_C=6\times 5=30\mathrm{V}$
$\therefore\ V\neq V_R+V_L+V_C$

11.4 $R=\dfrac{100}{2}=50\Omega$, $\omega CV=10$
$\therefore\ C=\dfrac{10}{400\times 100}=\dfrac{1}{4000}\mathrm{F}=250\,\mu\mathrm{F}$
$\boldsymbol{V}=100\angle{0^\circ}$라 하면
$\boldsymbol{I}_R+\boldsymbol{I}_C+\boldsymbol{I}_L=\boldsymbol{I}\ \left|2\angle{0^\circ}+j10+\dfrac{100}{j400L}\right|=5$
$\therefore\ \sqrt{2^2+\left(10-\dfrac{1}{4L}\right)^2}=5,\ \pm\sqrt{21}=10-\dfrac{1}{4L}$
이로부터 $L=17.15\,\mathrm{mH}$ 또는 $46.1\,\mathrm{mH}$

11.5 (a), (b) $\boldsymbol{V}_1=20\angle{0^\circ}\,\mathrm{V}$이면 $\boldsymbol{I}_1=3.33\angle{33.7^\circ}\,\mathrm{A}$,
$\boldsymbol{I}_2=1.76\angle{15.3^\circ}\,\mathrm{A}$, $\boldsymbol{I}_3=1.76\angle{52.1^\circ}\,\mathrm{A}$
$\boldsymbol{V}_2=16.65\angle{-56.3^\circ}\,\mathrm{V}$, $\boldsymbol{V}_3=17.6\angle{52.1^\circ}\,\mathrm{V}$
실효치는 $I_1=3.33\,\mathrm{A}$

11.6 (a) $\boldsymbol{V}_{cd}=1\angle{0^\circ}\,\mathrm{V}$라 가정하면 $\boldsymbol{I}_{ab}=-2+j2\,\mathrm{A}$,
$\boldsymbol{V}_{ad}=-3+j6\,\mathrm{V}$.
실제 $\boldsymbol{V}_{cd}=10\angle{0^\circ}/(-3+j6)=1.49\angle{-116.6^\circ}\,\mathrm{V}$
(b) $\boldsymbol{Z}_{\mathrm{in}}=\boldsymbol{V}_{ad}/\boldsymbol{I}_{ab}=2.37\angle{-18.4^\circ}\,\Omega$,
실제의 $\boldsymbol{I}_{ab}=10\angle{0^\circ}/\boldsymbol{Z}_{\mathrm{in}}=4.21\angle{18.4^\circ}\,\mathrm{A}$

11.7 $\boldsymbol{Z}_{\mathrm{in}}=11.2\angle{24.7^\circ}\,\Omega$, $\boldsymbol{I}_{ab}=8.96\angle{-24.7^\circ}\,\mathrm{A}$

11.8 $f=\dfrac{1}{2\pi\sqrt{C_3C_4R_3R_4}}$

11.9 $\sqrt{2}\cos(2t-45°)\mathrm{A}$

11.10 $3.74\sin(2t+11.6°)\mathrm{V}$

11.11 망로해석법을 사용하면 방정식이 3개가 되고 절점해석법을 사용하면 방정식이 2개가 되므로 후자가 간단하다.

$$\left.\begin{aligned}&\frac{V_1-10\angle 0°}{3+j2}+\frac{V_1}{2}+(V_1-V_2)\left(\frac{1}{2}+j0.25\right)=0\\&(V_2-V_1)\left(\frac{1}{2}+j0.25\right)+\frac{V_2}{4}+V_2-5\angle -60°\end{aligned}\right\}$$

을 풀어서 $V_{12}=V_1-V_2$를 계산하라.

$v_{12}=\sqrt{2}\,1.21\sin(10t-4.6°)\mathrm{V}$

11.12 $v_g=10\mathrm{V}$만에 의한 $v_C=8\mathrm{V}$, $v_g=2\sin 2t\,\mathrm{V}$만에 의한 $1.58\sin(2t-18.4°)\mathrm{V}$, $i_g=5\cos t\,\mathrm{A}$만에 의한 $2.17\cos(t+3.73°)\mathrm{V}$를 합하라.

11.13 $V_{Th}=8\angle -36.9°\,\mathrm{V}$와 $Z_{Th}=2.4\angle 53.13°\,\Omega$의 직렬

11.14 $I_N=10/(5+j6)\,\mathrm{A}$와 $Z_N=(10/41)(50-j1)\Omega$의 병렬$(Z_N=Z_{Th})$

제 12 장

12.1 $R=50\Omega$, $L=0.133\mathrm{H}$

12.2 (a) 1532 W, (b) 1286 var
(c) 2000 VA, (d) $20\angle 40°\Omega$

12.3 $I=20\mathrm{A}$이고, 전류가 전압보다 53.1°앞선다.
(a) 1200 W, (b) 1600 var, (c) 2000 VA

12.4 $Y=5\angle 53.1°\,\mathrm{S}$, $V=2\mathrm{V}$
(a) 0.6, (b) −0.8, (c) 12 W, (d) −16 var,
(e) 20 VA, (f) 8 A

12.5 (a) 0.695, (b) 46°, (c) 518 var
(d) $20\angle 46°\Omega$

12.6 입력단자 : $P=188\mathrm{W}$, $Q=68\mathrm{var}$
R_1 : $P_1=160\mathrm{W}$, R_2 : $P_2=28\mathrm{W}$,
X_1 : $Q_1=120\mathrm{var}$, X_2 : $Q_2=-52\mathrm{var}$
$\therefore P=P_1+P_2$, $Q=Q_1+Q_2$

12.7 선로에서의 $P=1.1\times 76.5^2$, $Q=0$
송전단에서의 $P=51.438\mathrm{kW}$, $Q=22.9\mathrm{kvar}$
$V_{ab}=\sqrt{P^2+Q^2}/76.5=736\mathrm{V}$

12.8 (a) 77.3 kW, 46.7 kvar, 90.2 kVA
(b) 77.3 kVA

12.9 $\left(46.73-77.3\dfrac{\sqrt{1-0.9^2}}{0.9}\right)\times 10^3=377\times C\times 120^2$,
$\therefore C=1712\mu\mathrm{F}$

12.10 $500-j100\Omega$, 0.05 W

12.11 식 (12.32)에서 (분모)$\dfrac{d}{dZ_L}$(분자)−(분자)$\dfrac{d}{dZ_L}$(분모)=0이라 놓아라.

12.12 테브난의 등가회로로 고친 다음 식 (12.29), (12.30)으로부터
$Z_L=40-j30\Omega$, $P_{L(\max)}=62.5\mathrm{W}$

제 13 장

13.1 (a) 각 코일의 위쪽(또는 아래쪽)에 점을 찍음
(b) 그림 s 13.1과 같이 전압, 전류의 방향을 가정하면 $t\geqq 0^+$에서 $v_2=0=L_2\dfrac{di_2}{dt}+M\dfrac{di_1}{dt}$.
스위치를 닫는 순간 $\dfrac{di_1}{dt}>0$. 따라서 $\dfrac{di_2}{dt}<0$.
즉, i_2는 0에서 시계방향으로 흐른다.
(c) (a)와 반대

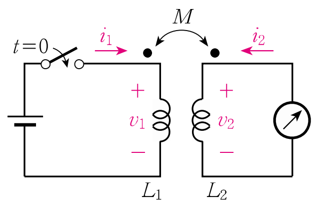


그림 s 13.1

13.2 (a) $8\times 10^{-5}\,\mathrm{Wb}$, (b) 10 mH, (c) 20 mH,
(d) 0.2, (e) 1 H

13.3 (a) 그림 (a)에서 $V_1=j\omega LI_1+j\omega MI_2$,
$V_2=j\omega L_2I_2+j\omega MI_1$
그림 (b)에서 $V_1=j\omega LI_1-j\omega MI_2$,
$V_2=j\omega L_2I_2-j\omega MI_1$
(b) 위에서 I_2의 항의 부호를 바꾸어라.

13.4 (a) 23.5 mH, (b) $L_1=L_2=45\mathrm{mH}$
(c) 0.52, (d) 측정된 인덕턴스가 적은 쪽의 접속에서 두 측정단자에 점을 찍는다.

13.5 1차, 2차의 시계방향의 전류를 I_1, I_2라 하면
$(2+j4)I_1-j2I_2=24\angle 30°$,
$-j2I_1+(2+j6-j2)I_2=0$

이를 풀면 $I_2 = 2.68\underline{/3.43°}\,\mathrm{A}$

$\therefore\ V_o = 2I_2 = 5.36\underline{/3.43°}\,\mathrm{V}$

13.6 (a) $I_1 = 1.18\underline{/-112.3°}\mathrm{A},\ I_2 = 3\underline{/50.6°}\mathrm{A}$

(b) 6.96 W, 180 W

(c) -44.8 W와 231.8 W [(b)의 합=(c)의 합]

13.7 힌트에 따라 $Z_r = \dfrac{(\omega M)^2}{50 + jX_2} = (1500 + j100)^*$로부터 $X_2 = 10/3\,\Omega,\ M = 274.5\,\mu\mathrm{H}$

13.8 (a) 망로방정식을 세워서 풀어라.

$0.277\underline{/33.7°}$

(b) 그림 s 13.8 참고

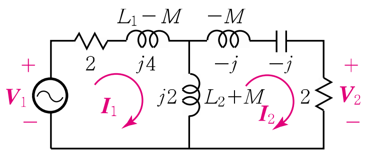


그림 s 13.8

13.9 $\omega M = k\sqrt{X_{L1}X_{L2}} = 22.77\,\Omega$

그림 s 13.9의 등가회로를 이용하여

$I_2 = 5.98\underline{/-4.5°}\mathrm{A},\ V_o = 211.4\underline{/-49.5°}\mathrm{V}$

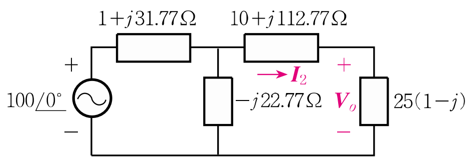


그림 s 13.9

13.10 (a) $Z_{ab} = 4^2(2+j1)$,

$I_1 = \dfrac{120\underline{/0°}}{18 - j4 + Z_{ab}} = 2.33\underline{/-13.5°}\,\mathrm{A}$

$I_2 = 4I_1 = 9.33\underline{/-13.5°}\,\mathrm{A}$

$V_1 = Z_{ab}I_1 = 83.49\underline{/13.07°}\,\mathrm{V},\ \ V_2 = \dfrac{1}{4}V_1$

(b) V_1, I_1의 부호는 그대로 하고 V_2, I_2의 부호가 바뀐다(예제 13.5 참고).

13.11 (a) 그림 s 13.11에서 n^2R_L에 전달되는 전력이 부하에 공급되는 전력이다.

$$P_L = n^2R_L \times \left(I_0 \times \frac{R_0}{R_0 + n^2R_L}\right)^2$$

(b) 테브난의 등가회로를 보면 $R_0 = n^2R_L$, 즉 $n = \sqrt{R_0/R_L}$일 때 최대전력이 전달되고 최대전력은 $(I_0R_0)^2/4R_0 = R_0I_0^2/4$

(c) $n = 10$인 경우 $P_L = 800\left(\dfrac{1000}{1800}\right)^2 I_0^2$

$n = 15$인 경우 $P_L' = 1800\left(\dfrac{1000}{2800}\right)^2 I_0^2$

$P_L/P_L' = 1.075$이므로 전력면에서는 대차 없다(가격, 부피를 고려하여 택한다).

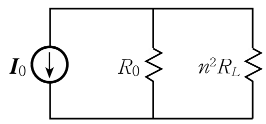


그림 s 13.11

13.12 (a) $n_1 : n_2 = n$이라 하면

$$I_2 = nI_1 = n\frac{V_g}{Z_1 + n^2Z_2}$$

(b) 그림 s 13.12로부터

$$I_2 = \frac{1}{\left(\frac{1}{n}\right)^2 Z_1 + Z_2}\left(\frac{1}{n}\right)V_g$$

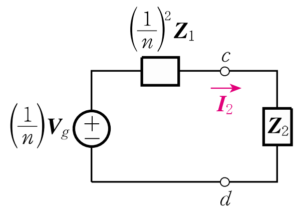


그림 s 13.12

13.13 $V_{cd} = Z_2I_2,\ P_2 = R_2|I_2|^2$

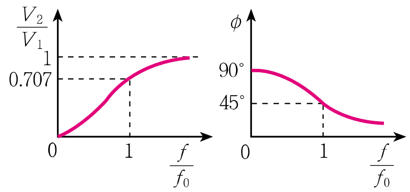
13.14 식 (13.3)과 식 (13.6)의 곱을 식 (13.1)과 식 (13.5)의 곱으로 나누면

$$\frac{M^2}{L_1L_2} = \frac{\phi_{21}}{\phi_1}\cdot\frac{\phi_{12}}{\phi_2} = k^2$$

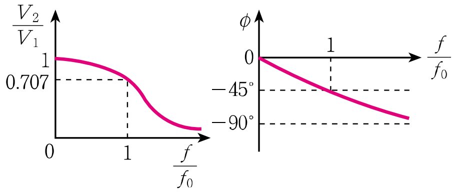
제 14 장

14.1 그림 s 14.1 (a)의 회로 : (a) $1/(1 - j/\omega CR)$, (b) $1/(2\pi RC)$ Hz (c) $2/\sqrt{5}$, 26.6°, (d) 고주파통과회로

그림 s 14.1 (b)의 회로 : (a) $1/(1 + j\omega L/R)$, (b) $1/(2\pi L/R)$ Hz, (c) $1/\sqrt{5}$, $-63.4°$, (e) 저주파통과회로



(a) $f_0 = \dfrac{1}{2\pi RC}$



(b) $f_0 = \dfrac{R}{2\pi L}$

그림 s 14.1

14.2 (a) $f_0 = 15{,}915\,\text{Hz}$, (b) $Y_{ab} = 0.1\,\text{S}$,
(c) $I_0 = 10\,\text{mA}$

14.3 $\omega_0 = 10^5\,\text{rad/s}\,(f_0 = 1.59\times10^4\,\text{Hz})$

14.4 $L = 10\,\text{mH}$, $R = 1\,\Omega$

14.5 $\omega_0 = 10^4\,\text{rad/s}\,(f_0 = 1590\,\text{Hz})$,

$$\boldsymbol{V}_0 = \frac{1}{j\omega_0 C}\cdot \boldsymbol{I}_0 = \frac{1}{j\omega_0 C}\cdot\frac{\boldsymbol{V}_s}{R} = 60\underline{/-90^\circ}$$

$\therefore\ v_o(t) = 60\cos(10^4 t - 90^\circ)$

14.6 (a) 10, (b) $1591.5\,\text{Hz}$, (c) $f_1 \simeq 15{,}119\,\text{Hz}$, $f_2 \simeq 16{,}710\,\text{Hz}$ [$Q = 10$이므로 식 (14.22)를 쓸 수 있다], (d) 그림 s 14.6 참고

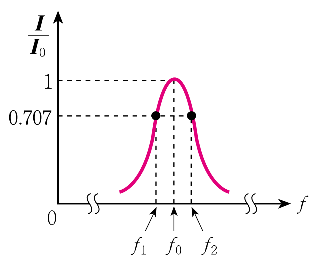


그림 s 14.6

14.7

	Y_{ab}[S]	I[A]	V_R[V]	V_L[V]	V_C[V]	V_{cb}[V]
f_0	0.1	0.01	0.1	1	1	0
f_1	$0.1/\sqrt{2}$	$0.01/\sqrt{2}$	$0.1/\sqrt{2}$	$0.95/\sqrt{2}$	$1.05/\sqrt{2}$	$0.1/\sqrt{2}$
f_2	$0.1/\sqrt{2}$	$0.01/\sqrt{2}$	$0.1/\sqrt{2}$	$1.05/\sqrt{2}$	$0.95/\sqrt{2}$	$0.1/\sqrt{2}$

[주] $v_L = \omega LI$, $V_C = \dfrac{1}{\omega C}I$,

$$V_{cb} = \left| j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)\boldsymbol{I}\right| = |V_L - V_C|$$

14.8 그림 s 14.8에서 $\boldsymbol{I}$와 V_R은 일정, 기타의 전압 페이저는 주파수에 따라 변한다.

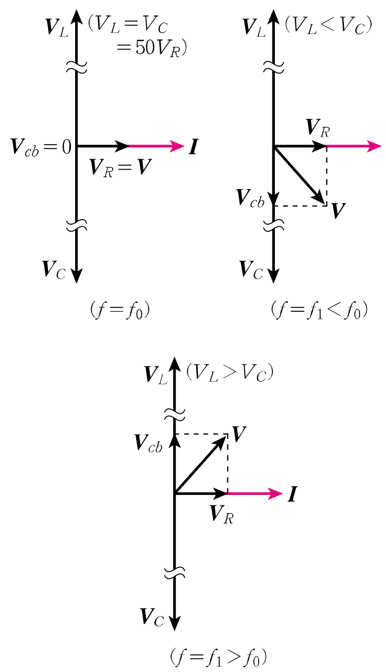


그림 s 14.8

14.9 f_0는 불변, Y_{ab}은 반, I_0는 반, Q는 반, f_1과 f_2는 f_0에서 약 2배 정도 더 떨어짐. 문제 14.7의 해답의 표에서 Y_{ab}, I, V_R은 모두 반으로 되고 V_L, V_C, V_{cb}는 약 반으로 된다.

14.10 (a) $258\,\mu\text{H}$, (b) $1.568\times10^6\,\text{Hz}$

14.11 (a) $50\,\Omega$, $BW = \dfrac{R}{2\pi L}$로부터 $L = 0.398\,\text{mH}$, $C = 63.64\,\text{pF}$
(b) $990\,\text{kHz}$, $1010\,\text{kHz}$

제 15 장

15.1 (a) $f_0 = 15{,}915\,\text{Hz}$, (b) $1\,\text{k}\Omega$
(c) $V_0 = 10\,\text{V}$, (d) 0

15.2 (a) 10, (b) $1591.5\,\text{Hz}$, (c) $f_1 \simeq 15{,}119\,\text{Hz}$, $f_2 \simeq 16{,}710\,\text{Hz}$ [$Q = 10$이므로 식 (14.22)를

쓸 수 있다], (d) 그림 s 15.2 참고

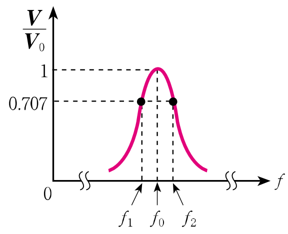


그림 s 15.2

15.3

	$Z_{ab}[\Omega]$	V[V]	I_R[A]	I_C[A]	I_L[A]	I_{CL}[A]
f_0	1000	10	0.01	0.1	0.1	0
f_1	$1000/\sqrt{2}$	$10/\sqrt{2}$	$0.01/\sqrt{2}$	$0.95 \cdot \dfrac{0.1}{\sqrt{2}}$	$1.05 \cdot \dfrac{0.1}{\sqrt{2}}$	$0.01/\sqrt{2}$
f_2	$1000/\sqrt{2}$	$10/\sqrt{2}$	$0.01/\sqrt{2}$	$1.05 \cdot \dfrac{0.1}{\sqrt{2}}$	$0.95 \cdot \dfrac{0.1}{\sqrt{2}}$	$0.01/\sqrt{2}$

[주] $I_C = 2\pi f C V$, $\quad I_L = \dfrac{1}{2\pi f L} V$

$$I_{CL} = \left| j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) \boldsymbol{V} \right| = |I_C - I_L|$$

15.4 그림 s 15.4 참고(그림에서 V와 I_R의 크기는 일정, 기타 전류페이저는 주파수에 따라 변함)

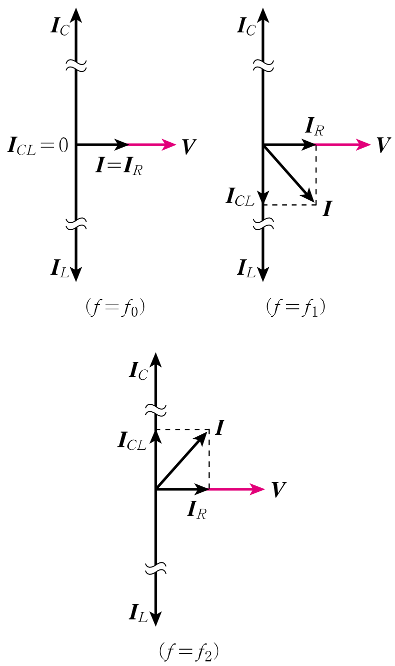


그림 s 15.4

15.5 f_0는 불변, Z_{ab}는 반, V_0는 반, Q는 반, f_1과 f_2는 f_0에서 약 2배 정도 더 떨어짐. 문제 15.3의 해답의 표에서 Z_{ab}, V, I_R은 모두 반이 되고 I_C, I_L, I_{CL}는 약 반이 된다.

15.6 $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, $BW = \dfrac{1}{2\pi CR}$Hz, $Q_0 = R\sqrt{\dfrac{C}{L}}$

f_1, f_2는 식 (14.18a), (14.18b)에서 앞에서 얻은 f_0, Q_0을 대입함으로써

$$f_{1,2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\left(\sqrt{1+\frac{L}{4CR^2}} \mp \frac{1}{2R}\sqrt{\frac{L}{C}}\right)$$

15.7 (a) $R = 10\,\text{k}\Omega$, $BW = \dfrac{1}{2\pi CR}$, $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$을 이용하면 $C = 796\,\text{pF}$, $L = 31.8\,\mu\text{H}$

(b) $Q_0 = 50 \gg 1$이므로 $f_{1,2} = f_0 \mp \dfrac{BW}{2}$ $= 990\,\text{kHz}$ 및 $1010\,\text{kHz}$

15.8 코일의 $Q_c = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}} = 20 \gg 1$이므로

(a) $\dfrac{10^8}{2\pi}$Hz, (b) 20, (c) $\dfrac{10^8}{40\pi}$Hz

(d) $RQ_c^2 = 2\,\text{k}\Omega$

(e) $2\,\text{k}\Omega$을 병렬로 추가하면 등가병렬저항이 $1\,\text{k}\Omega$, $Q = 10$이 되고 따라서 반전력대폭이 2배가 된다.

15.9

$$Y = j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L}$$

$$= \frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} + j\left(\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}\right)$$

$$= G + jB$$

$B = 0$이 되는 주파수를 ω_r라 하면

$$R^2 + \omega_r^2 L^2 = L/C \qquad \cdots\cdots①$$

$\omega = \omega_r$에서

$$G = \frac{RC}{L},\ Z_{ab} = \frac{1}{G} = \frac{L}{RC} = 800\,\Omega \qquad \cdots\cdots②$$

식 ①, ②에서 $R = 50$, $\omega_r = 10^8$이라 놓고 L, C에 관해서 풀면 $L = 0.193\,\text{mH}$, $C = 0.0048\,\mu\text{F}$

15.10 $R = 5\,\text{k}\Omega$, $C = \dfrac{1}{R \cdot BW}$, $\omega_0^2 = \dfrac{1}{LC}$을 이용하면 $L = 25\,\mu\text{H}$, $C = 0.01\,\mu\text{F}$

15.11 (a) $L = 0.1\,\text{mH}$, $Q_0 = 100$, $BW = 1000\,\text{rad/s}$

(b) 식 (15.5)로부터 $\omega = 1.5 \times 10^5\,\text{rad/s}$에서

$$V = \frac{V_0}{1 + j100(1.5 - 1/1.5)} = 0.012\underline{/-89.3^\circ}\, V_0$$

V_0 =공진시의 출력전압$= RI = 1\underline{/0^\circ}\,\text{V}$

$\therefore\ v(t) = \cos 10^5 t + 0.012$

$\cos(1.5\times10^5 - 89.5°)\,\text{V}$ (진폭비$=1:0.012$)

15.12 $\omega=0$에서 L이 단락, $\omega=\infty$에서 C가 단락되므로 $V_o/V_i=1/2$.

LC의 공진주파수 $\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}=377\,\text{rad}$($f_0=60\,\text{Hz}$)에서 L, C의 병렬리액턴스 $X=\infty$이므로 $V_o/V_i=0$. $X=\omega L\Big/\left[1-\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]$,

$\dfrac{\mathbf{V}_o}{\mathbf{V}_i}=\dfrac{R}{2R+jX}=\dfrac{1.5}{1+jX/2R}$.

$\omega=\dfrac{5}{6}\omega_0$에서 $\dfrac{V_o}{V_i}=0.43$

$\omega=\dfrac{7}{6}\omega_0$에서 $\dfrac{V_o}{V_i}=0.45$

이상으로 그림 s 15.12를 얻는다.

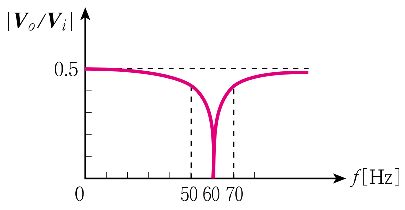


그림 s 15.12

제 16 장

16.1 $i_1=3\text{A}$, $i_2=-2\text{A}$

16.2 $12\,\text{V}$

16.3 전압원과 두 저항을 흐르는 망로전류를 i라 하면 여기에 $v_1=-2i$을 대입하면 $i=1.25\,\text{A}$. $\therefore\ v_{Th}=2\times1.25=2.5\,\text{V}$. 다음에 $-b$를 단락했을 때 이를 흐르는 전류$=2.5\,\text{A}$.

$\therefore\ R_{Th}=2.5\,\text{V}/2.5\,\text{A}=1\,\Omega$

16.4 (a) $R_{ab}=\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2-0.5}$, (b) $1\,\Omega$

16.5 $(G_1+G_2+G_3)v_1-G_2v_2-G_3v_3=G_1v_g$

$-(G_2-g)v_1+(G_2+G_5)v_2-gv_3=0$

$-(G_3+g)v_1+(G_3+G_4+g)v_3=0$

16.6 $\dfrac{\mathbf{V}_o-10}{3-j4}+2\left(3\cdot\dfrac{10-\mathbf{V}_o}{3-j4}\right)+\dfrac{\mathbf{V}_o}{10}=0$을 풀면

$\mathbf{V}_o=10.6\underline{/-4.86°}$

16.7 (a) $v_o=-(100/1010)v_s$, (b) $v_o=-10v_s$

16.8 $v^-=v^+=2\text{V}$. $10\text{k}\Omega$을 흐르는 전류$=(3\text{V}-2\text{V})/1\text{k}\Omega=1\text{mA}$. $v^--v_o=1\text{k}\Omega$.

$v^--v_o=10\text{k}\Omega\times1\text{mV}=10\text{V}\ \therefore\ v_o=-8\text{V}$

16.9 OPA의 출력전압을 v'라고 "$-$"단자에서 KCL, "$+$"단자에서 KCL을 쓰고 두 식에서 v'를 소거하면 $v_{\text{out}}=R_{\text{in}}/R_1$

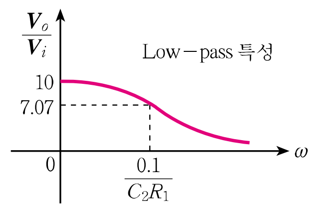


그림 s 16.12

16.10 $-6v_i$

16.11 $4\text{k}\Omega$

16.12 $\dfrac{\mathbf{V}_o}{\mathbf{V}_i}=\dfrac{-1/R_1}{1/(10R_1)+j\omega C_2}=\dfrac{-1}{0.1+j\omega C_2R_1}$,

그림 s 16.12 참고.

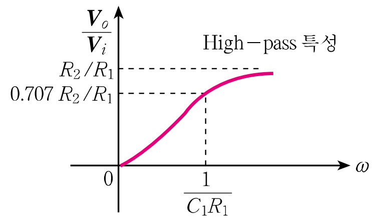


그림 s 16.12

16.13 $\dfrac{\mathbf{V}_o}{\mathbf{V}_i}=\dfrac{-R_2}{R_1+1/j\omega C_1}=-\dfrac{j\omega C_1R_2}{1+j\omega C_1R_1}$,

그림 s 16.13 참고.

$R_1=0$이면 $\mathbf{V}_o=-j\omega C_1R_2\mathbf{V}_i$

$\therefore\ v_o=-C_1R_2\dfrac{dv_i}{dt}$ (표 9.3 참조)

16.14 (a) $\mathbf{V}^+=\dfrac{1}{1+j\omega CR}\mathbf{V}_i=\mathbf{V}^-$

"$-$"단자에서의 KCL은

$\dfrac{\mathbf{V}^--\mathbf{V}_i}{R_1}=\dfrac{\mathbf{V}^--\mathbf{V}_o}{R_2}$

두 식에서 $\mathbf{V}^-$을 소거하라.

(b) $\left|\dfrac{\mathbf{V}_o}{\mathbf{V}_i}\right|=1$, $\theta=-2\tan^{-1}(\omega CR)$

그림 s 16.14. $\omega=\dfrac{1}{RC}$에서 $\theta=-90°$

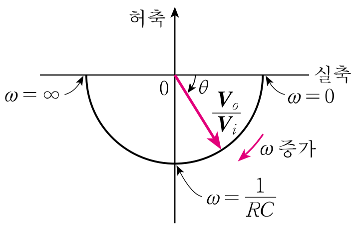


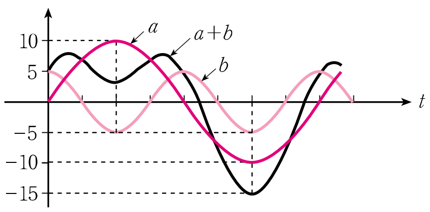
그림 s 16.4

16.15 1.32 mA, 2.1 mA

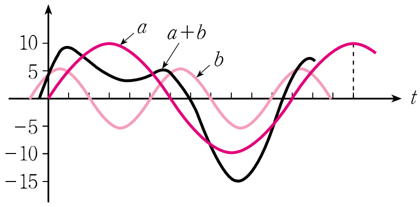
$\left(v^+ = 10\,\mathrm{V}\,\dfrac{R_1\,\mathrm{k}\Omega}{10\,\mathrm{k}\Omega},\ v^- = 3.8\,\mathrm{k}\Omega \times i_o\,\mathrm{mA}\right)$

제 17 장

17.1 (a)



(b)



17.2 $v_o = k(V_0 + V_1 \sin \omega t)^2$

$$= k\left[V_0^2 + 2V_0V_1 \sin \omega t + \frac{V_1^2}{2}(1 - \cos 2\omega t)\right]$$

DC 성분$= k\left(V_0^2 + \dfrac{V_1^2}{2}\right)$,

기본파성분$= k \cdot 2V_0V_1$

제 2 고조파성분$= k \cdot \dfrac{V_1^2}{2}$

17.3 $a_0 = \mathrm{A}$, 짝함수이므로 $b_1 = b_2 = b_3 = \cdots = 0$. 또 반파대칭이므로 $a_2 = a_4 = a_6 = \cdots = 0$. 세로축을 $t = 1$만큼 우측으로 이동시키면 반파대칭인 홀함수가 되므로 $a_0 = A$, $a_1 = a_2 = a_3 = \cdots = 0$, $b_2 = b_4 = b_6 = \cdots = 0$ [식 (17.13) 참고]

17.4 그림 17.6을 A만큼 위쪽으로 이동시킨 파형을 $v_o(t)$라 하면 식 (17.13)에 의하여 $v_o(t) = A + \dfrac{8A}{\pi^2}\left(\sin \omega_0 t - \dfrac{1}{9}\sin 3\omega_0 t + \dfrac{1}{25}\sin 5\omega_0 t - \cdots\right)$. 이것은 주어진 그림 p 17.6의 파형과 동일한 크기의 스펙트럼을 갖는다.

17.5 $v_C = 10 + 5\sqrt{2}\cos(\omega_0 t - 45°) + \sqrt{2.5}\cos(3\omega_0 t - 71.6°)$

17.6 $V_n{}' = \dfrac{4A}{\pi}/n(1 + jn/5) = \dfrac{4A}{\pi} \cdot \dfrac{1}{n\sqrt{1 + (n/5)^2}} \cdot \underline{/-\tan^{-1}(n/5)}$, $n = 1, 3, 5, \cdots$

17.7 $\left|\dfrac{V_n{}'}{V_n}\right| = \dfrac{1}{|1 - n^2 \times 2.843 + jn \times 0.754|}$

식 (17.14)를 참고로 DC 성분에 대한 기본파, 제 2 고조파, 제 4 고조파의 비는 각각 0.503, 0.0636, 0.003.

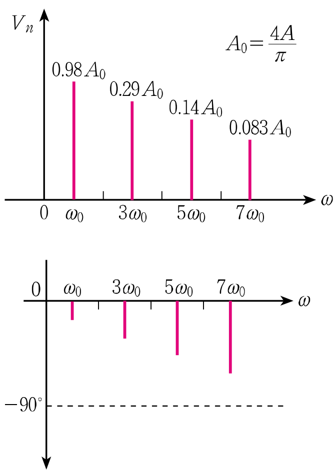


그림 s 17.7

17.8 구동전압의 제 3 고조파는 회로의 반전력대폭 내에 포함되고 Q는 매우 크므로(= 50) v_C는 입력전압의 제 3 고조파 진폭의 약 50배의 진폭을 갖는 순사인파에 가깝다.

17.9 (a) v_o는 그림 s 17.9에 표시한 삼각파($RC = 1$)

(b) 식 (17.11)로부터

$v_i = \dfrac{4\mathrm{V}}{\pi}\left(\sin \omega_0 t + \dfrac{1}{3}\sin 3\omega_0 t + \dfrac{1}{5}\sin 5\omega_0 t + \cdots\right)$,

$\omega_0 = \dfrac{2\pi}{T}$

17.4절의 방법으로

$$v_o = -\frac{4}{\omega_0 \pi}\left(\cos \omega_0 t + \frac{1}{3^2}\cos 3\omega_0 t + \frac{1}{5^2}\cos 5\omega_0 t + \cdots\right)$$

이것은 그림 s 17.9의 v_o에 대한 푸리에급수와 같다[식 (17.13)과 비교]. 또 위의 v_i의 우변을 항별로 적분하여 −를 붙인 것과 일치함에 주목한다.

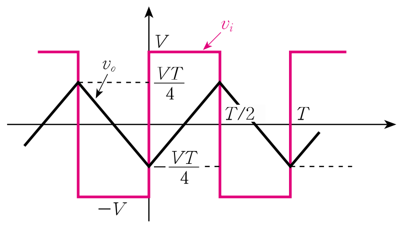


그림 s 17.9

제 18 장

18.1 출력(입력)을 단락하고 입력(출력) 어드미턴스를 계산하면, $y_{11} = y_{22} = (5-j)/4\text{S}$

18.2 $y_{11} = \frac{1}{R_1} + j\omega C_1$, $y_{12} = 0$, $y_{21} = g_m$,
$y_{22} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{j\omega L_2} + j\omega C_2$. 가역성이 없다.

18.3 (a) $y_{11} = \frac{1}{72}\text{S}$, $y_{22} = \frac{1}{45}\text{S}$, $y_{12} = y_{21} = -\frac{1}{180}\text{S}$

(b) $z_{11} = 80\,\Omega$, $z_{22} = 50\,\Omega$, $z_{12} = z_{21} = 20\,\Omega$

(c) $A = 4$, $B = 180\,\Omega$, $C = \frac{1}{20}\text{S}$, $D = 2.5$

(d) 두 회로에 대한 식 (18.4)를 써 보라.

18.4 h 파라미터의 물리적 의미로부터 구하면

(a) $h_{11} = 3.4\Omega$, $h_{12} = 0.4$, $h_{21} = -0.4$, $h_{22} = 0.1\text{S}$, $h_{21} = -h_{12}$이므로 가역성이 있다.

(b) 예제 18.3의 풀이에서 R_4 대신에 $-j0.5\Omega$을 대입한다.

$h_{11} = 1.25 - j0.25\Omega$, $h_{21} = -(0.45 + j0.55)$,
$h_{12} = 0.5 + j0.5$, $h_{22} = 1.3 + j1.15\text{S}$

18.5 (a) $g_{11} = \left.\frac{I_1}{V_1}\right|_{I_2=0}$: 개방입력어드미턴스 $(=1/z_{11})$

$g_{21} = \left.\frac{V_2}{V_1}\right|_{I_2=0}$: 개방순방향 전압이득

$g_{12} = \left.\frac{I_1}{I_2}\right|_{V_1=0}$: 단락역방향 전류이득

$g_{22} = \left.\frac{V_2}{I_2}\right|_{V_1=0}$: 단락출력임피던스 $(=1/y_{22})$

(b) $g_{11} = 0.25\text{S}$, $g_{12} = -0.8$, $g_{21} = 0.8$, $g_{22} = 6.8\Omega$

18.6 $A_1 = 2$, $B_1 = 60\,\Omega$, $C_1 = \frac{1}{20}\text{S}$, $D_1 = 2$

$A_2 = 2$, $B_2 = 60\,\Omega$, $C_2 = \frac{1}{20}\text{S}$, $D_2 = 2$

$$\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 60 \\ 1/20 & 2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 2 & 60 \\ 1/20 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 & 240 \\ 1/5 & 7 \end{pmatrix}$$

(체크 : $AD - BC = 1$)

18.7 출력을 개방한 경우의 그림 s 18.7 (a)에서 그림 18.6을 참고하라.
또 출력을 단락한 경우의 그림 (b)에서 그림 18.4를 참고하라.

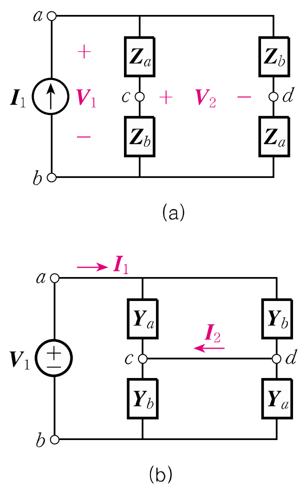


그림 s 18.7

18.8 (a) $Z_{o1} = z_{11} = \frac{1}{g_{11}} = \frac{A}{B}$

(b) $Z_{o2} = z_{22} = \frac{1}{h_{22}} = \frac{D}{C}$

(c) $Z_{s1} = \frac{1}{y_{11}} = \frac{B}{D}$

(d) $Z_{s2} = \frac{1}{y_{22}} = g_{22} = \frac{B}{A}$

18.9 $y_{11} = 0.1 + j0.4\text{S} = y_{22}$(대칭성),
$y_{12} = -(0.1 + j0.6\text{S}) = y_{21}$(가역성)

18.10 (a) 식 (18.1)의 둘째 식에 $V_2 = -RI_2$을 대입하라.

$$\frac{I_2}{V_1} = \frac{y_{21}}{1 + y_{22}R}$$

(b) 그림 s 18.10의 출력측에 R을 연결하면

$$V_2 = V_1 \frac{-y_{12}}{-y_{12} + (y_{22} + y_{12} + G)} = -I_2 R$$

이로부터 I_2 / V_1을 구하라.

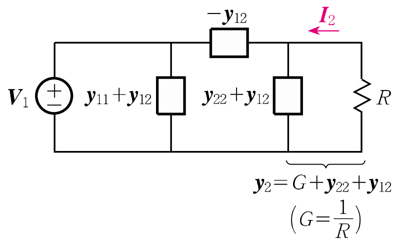


그림 s 18.10

18.11

$$V_1 = AV_2 - BI_2 \quad \cdots\cdots ①$$

$$I_1 = CV_2 - DI_2 \quad \cdots\cdots ②$$

$$V_1 = V_S - Z_S I_1 \quad \cdots\cdots ③$$

$$V_2 = -Z_L I_2 \quad \cdots\cdots ④$$

(a) ①, ②로부터 $\frac{V_1}{I_1} = Z_{\text{in}} = \frac{A(V_2/I_2) - B}{C(V_2/I_2) - D} = \frac{AZ_L + B}{CZ_L + D}$

(b) $I_1 = \frac{V_S}{Z_S + Z_{\text{in}}}$에 (a)에서 구한 Z_{in}을 대입하라.

(c) ②, ④로부터 $I_2 = \frac{-1}{CZ_L + D} I_1$, (b)에서 구한 I_1을 대입하라.

18.12 $Z_S = 5 + j40\,\Omega$, $Z_C = -j4.8 \times 10^3\,\Omega$이라 하면 식 (18.10)에 의하여

$$A = D = \frac{Z_C + Z_S}{Z_C} = 0.992\underline{/0.046^\circ}$$

$$B = Z_S = 40.2\underline{/42.29^\circ}\,\Omega$$

$$C = \frac{2Z_C + Z_S}{Z_C^2} = 398.44\underline{/90.02^\circ}\,\mu\text{S}$$

(체크 : $AD - BC = 1$)

제 19 장

19.1 e^{-100t}mA

19.2 i는 $C\frac{iv_C}{dt}$로부터 구하면 된다. 특히 $t = t_1^+$에서의 KVL $Ri + v_C = 0$으로부터 $i(t_1^+) = -\frac{V_0}{R}$, 단 $V_0 = v_C(t_1)$

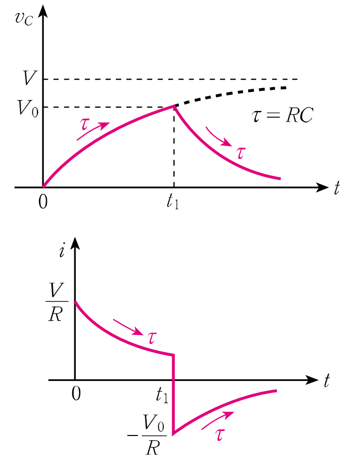


그림 s 19.2

19.3 $v(0) = 5\,\text{V}$, $v(t) = 5e^{-2t}\,\text{V}$

19.4 $v_C = 10 - 8e^{-500t}\,\text{V}$

$$i_R = I_0 - C\frac{dv_C}{dt} = 10 - 8e^{-500t}\,\text{mA}$$

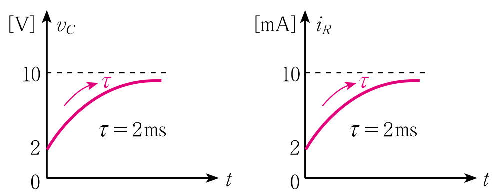


그림 s 19.4

19.5 $a-b$ 양단에서 본 테브난의 등가회로는 $v_{Th} = 6\,\text{V}$와 $R_{Th} = 10\,\text{k}\Omega$의 직렬

$v_o = 6(1 - e^{-t})\,\text{V}$, $t = 1\,\text{s}$에서 $v_o = 0.632\,\text{V}$

19.6 $t \geq 0^+$에서의 등가회로는 그림 s 19.6과 같다.

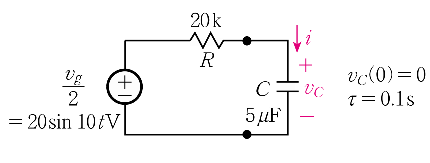


그림 s 19.6

$i(0)=0,\ i_f(t)=1/\sqrt{2}\sin(10t+45°)\text{mA}$
식 (19.16b)에 의하여 $i=-1/2e^{-10t}+1/\sqrt{2}\sin(10t+45°)\text{mA}$

19.7 $i=4e^{-t/3}\text{A},\ v=-20e^{-t/3}\text{V}$

19.8 (a) $i_L(0^+)=i_L(0^-)=0.5\text{A},\ v_L(0^-)=0,$
$v_L(0^+)=5,\ \dfrac{di}{dt}(0^+)=2.5$
(b) $i=3-(3-0.5)e^{-t}\text{A}$

19.9 $i(0)=2\text{A},\ t\geqq 0^+$에서 $\tau=\dfrac{1}{8}\text{s},\ i=2e^{-8t},$
$v=L\dfrac{di}{dt}=-8e^{-8t}\text{V}$

19.10 $0.588\sin(5t-78.7°)+1.077e^{-t}\text{A}$

19.11 v_o의 초기치$=0$, 최종치$=-10\text{V}$, $\tau=2\times 10^{-3}\text{s}$를 식 (19.15)에 대입하면 $v_o=-10\times(1-e^{-500t})\text{V}$

19.12 $v_o=-v_C=-\left[\dfrac{1}{C}\displaystyle\int_0^t i\,dt+V_0\right]$에 $i=\dfrac{v_s}{R}$를 대입하면 $v_o=-\left[\dfrac{1}{RC}\displaystyle\int_0^t v_s\,dt+V_0\right]u(t)$
특히 $v_s=u(t)$이면 $v_C=\left(-\dfrac{1}{RC}t-V_0\right)u(t)$

19.13 (a) $\displaystyle\int_0^\infty \frac{v^2}{R}dt=\int_0^\infty \frac{1}{R}(V_0e^{-t/RC})^2dt$를 계산하면 $\dfrac{1}{2}CV_0$과 같이 됨을 보여라.
(b) $\displaystyle\int_0^\infty Ri^2\,dt=\int_0^\infty R[I_0e^{-(R/L)t}]^2dt$를 계산하면 $\dfrac{1}{2}LI_0^2$과 같이 됨을 보여라.

19.14 그림 s 19.14 참고. $\tau=0.5\text{s}$
$0<t\leqq 1:\ i(t)=(1-e^{-t/\tau})\text{A},$
$i(1)=(1-e^{-2})=0.865\text{A}$
$t>1:\ i(t)=0.865e^{-2(t-1)}\text{A}$

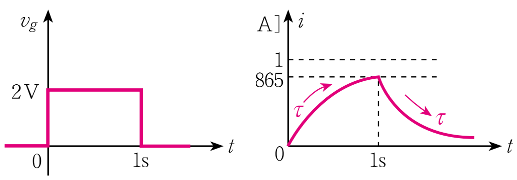


그림 s 19.14

제 20 장

20.1 특성방정식 : $s^2+6s+5=0,\ \therefore s=-1,\ -5$
$1-1.25e^{-t}+0.25e^{-5t}\text{V}$

20.2 특성방정식 : $s^2+2s+5=0,\quad \therefore s=-1\pm j2$
$1-e^{-t}\left(\cos 2t+\dfrac{1}{2}\sin 2t\right)=1-e^{-t}\dfrac{\sqrt{5}}{2}\sin(2t+63.4°)\text{V}$

20.3 $1+5e^{-t}-3e^{-5t}\text{V}$

20.4 $e^{-t}(4\sin 2t+6\cos 2t)=e^{-t}\sqrt{52}\sin(2t+56.3°)\text{V}$

20.5 $v=\dfrac{2}{\sqrt{13}}\sin(t-33.69°)+K_1e^{-t}+K_2e^{-5t}$
초기조건 : $v(0)=0,\ i(0)=0=C\dfrac{dv}{dt}(0)$
$v=\dfrac{2}{\sqrt{13}}\sin(t-33.69°)+0.5e^{-t}-\dfrac{5}{26}e^{-5t}\text{V}$

20.6 특성방정식 : $s^2+6s+5=0,\ \therefore s=-1,\ -5$
$v=v_f+v_n=0+K_1e^{-t}+K_2e^{-5t}$
초기조건 : $v(0)=0$
또 $\dfrac{v(0^+)}{R}+i_L(0^+)+C\dfrac{dv}{dt}(0^+)=1$
$v=1.25(e^{-t}-e^{-5t})\text{V}$

20.7 특성방정식 : $s^2+4s+5=0,\ \therefore s=-2\pm j$
$v=v_f+v_n=0+Ae^{-2t}\sin t+Be^{-2t}\cos t$
초기조건 : $v(0)=0$
또 $\dfrac{v(0^+)}{R}+i_L(0^+)+C\dfrac{dv}{dt}(0^+)=1$
$v=-5e^{-2t}\sin t\text{V}$

20.8 특성방정식 : $s^2+4s+5=0,\ \therefore s=-2\pm j$
$v=v_f+v_n=\dfrac{5}{\sqrt{2}}\sin(t-45°)+Ae^{-2t}\sin t+Be^{-2t}\cos t$
초기조건 : $v(0)=0\ \rightarrow B=2.5$
또 $\dfrac{v(0^+)}{R}+i_L(0^+)+C\dfrac{dv}{dt}(0^+)=i(0^+)=1\ \rightarrow A-2B=-7.5$
$v=\dfrac{5}{\sqrt{2}}\sin(t-45°)+e^{-2t}(-2.5\sin t+2.5\cos t)\text{V}$

20.9 $t>0$에서의 KVL : $v+L\dfrac{di_C}{dt}=0$에 $i_C=C\dfrac{dv}{dt}$를 대입하면 $\dfrac{d^2v}{dt^2}+\dfrac{1}{LC}v=0$
특성방정식 : $s^2+10^{10}=0,\ s=\pm j10^5$
$\therefore\ v=v_f+v_n=0+A\cos\omega_0t+B\sin\omega_0t$
$\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}=10^5\text{rad/s}$
초기조건 : $v(0)=0,\ \dfrac{dv}{dt}(0)=-\dfrac{1}{C}i_L(0)=-\dfrac{I}{C}$
이상으로 $A=0,\ B=-\dfrac{I}{\omega_0C}=-200$

$\therefore\ v = -200 \sin 10^5 t$ V (고전압)

20.10 전원변환하면 그림 p 20.6과 같이 되므로

특성방정식 : $s^2+6s+5=0 \quad \therefore\ s=-1, -5$

$v = v_f + v_n = 0 + K_1 e^{-t} + K_2 e^{-5t}$

초기조건 : $v(0)=0 \qquad \therefore\ K_1+K_2=0$

또 $i_R(0^+) = \dfrac{1-v(0^+)}{R}$

$= i_L(0^+) + C\dfrac{dv}{dt}(0^+) \quad$ (KCL)

즉, $\dfrac{1}{R} = C\dfrac{dv}{dt}(0) = C(-K_1 - 5K_2)$

$\therefore\ K_1+5K_2=-6, \quad v = 1.5(e^{-t}-e^{-5t})$V

20.11 식 (20.13)을 식 (20.2b)의 좌변에 대입하고 정돈하면

$$e^{-\alpha t}\left[B\left(\alpha^2 - \frac{R}{L}\alpha + \frac{1}{LC}\right)t + A\left(\alpha^2 - \frac{R}{L}\alpha + \frac{1}{LC}\right) + B\left(\frac{R}{L} - 2\alpha\right)\right]$$

$\alpha = \dfrac{R}{2L} = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$을 이용하면 ( ) 안이 모두 0이 된다.

20.12 $i = K_1 e^{-t}\sin(\ ) + K_2 e^{-t}\cos(\ )$를 주어진 미방에 대입하여 정돈하면

$e^{-t}[(K_1-2K_2)\sin(\ ) + (2K_1+K_2)\cos(\ )]$

$= e^{-t} 5\sin(\ )$. 양변을 비교하라.

20.13 특성방정식 : $s^2+2s+1=0 \quad \therefore\ s=-1\pm j1$

$v(t) = v_f + v_n = K_1 + K_2 e^{-t}\cos t + K_3 e^{-t}\sin t$

제 21 장

21.1 (a) $5\underline{/0^\circ}$, $s=0$, (b) $5\underline{/0^\circ}$, $s=-3$,

(c) $5\underline{/-\pi/3}$, $s=j4$, (d) $5\underline{/-60^\circ}$, $s=-3+j4$

21.2 (a) $10e^{-5t}$, (b) $4\sin(5t-20^\circ)$,

(c) $4e^{-3t}\sin(5t+\pi/3)$, (d) $5\sin(5t+\pi/2)$

21.3 $\dfrac{2s}{1+2s}\cdot Ie^{st}$. (a) 0, (b) $6e^{-3t}$,

(c) $4.96\sin(4t-52.87^\circ)$,

(d) $5.3e^{-3t}\sin(4t-55.13^\circ)$

21.4 (a) 그림 s 21.4 참고

(b) $\dfrac{I_L}{V} = \dfrac{0.5s+0.25}{s^2+s+1.25}$, $\dfrac{V_C}{V} = \dfrac{1}{s^2+s+1.25}$

극 : $-1\pm j2$

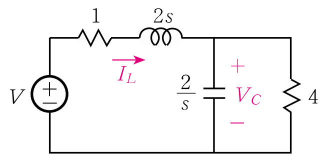


그림 s 21.4

21.5 (a) $\dfrac{j0.5\omega+0.25}{1.25-\omega^2+j\omega} = \sqrt{\dfrac{0.25^2+0.25\omega^2}{(1.25-\omega^2)^2+\omega^2}}$

$\times \underline{/\tan^{-1}2\omega - \tan^{-1}\left(\dfrac{\omega}{1.25-\omega^2}\right)}$

(b) $V_C = \left.\dfrac{1}{s^2+s+1.25}\right|_{s=-2} \times V = 0.308\ V$,

$\therefore\ v_C(t) = 0.308\ Ve^{-2t}$V

$V_C = \left.\dfrac{1}{s^2+s+1.25}\right|_{s=-j2} \times V = 0.294\ V\underline{/-144^\circ}$

$\therefore\ v_C(t) = 0.294\,V\sin(2t-144^\circ)$V

21.6 (a) $Y(s) = \dfrac{0.2s(s+5.2)}{s^2+0.4s+1.04}$, $s=-0.2\pm j$

(b) $i_n = e^{-0.2t}(A\cos t + B\sin t)$

(c) $I = \left.\dfrac{0.2s(s+5.2)}{s^2+0.4s+1.04}\cdot\dfrac{5}{s+5.2)}\right|_{s=-1} \times V$

로부터 $i(t) = -1.22e^{-t}$

(d) $i = i_f + i_n = -1.22e^{-t} + e^{-0.2t}(A\cos t + B\sin t)$

21.7 (a) $H(s) = \dfrac{0.2s}{1+0.2s}$. 그림 s 21.7 (a) 참고

(b) 그림 21.11과 비슷하게 생각하라. 그림 s 21.7 (b) 참고

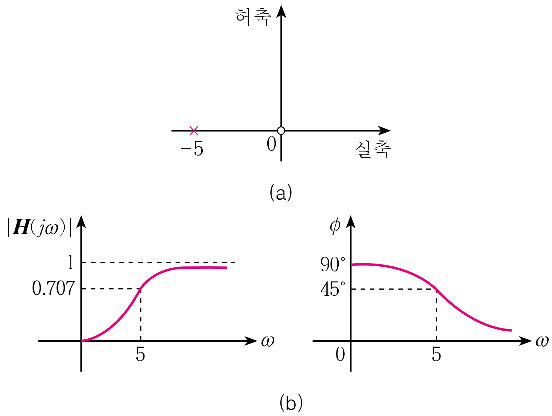


그림 s 21.7

21.8 (a) 그림 s 21.8 (a) 참고

(b) 그림 s 21.8 (b)에서 ω를 증가하면서 $|\boldsymbol{Y}(j\omega)|=\dfrac{M_1M_2}{M_3M_4}$와 $\phi=\theta_1+\theta_2-\theta_3-\theta_4$의 개략치를 구하여 응답곡선을 그리면 그림 (c), (d)를 얻는다.

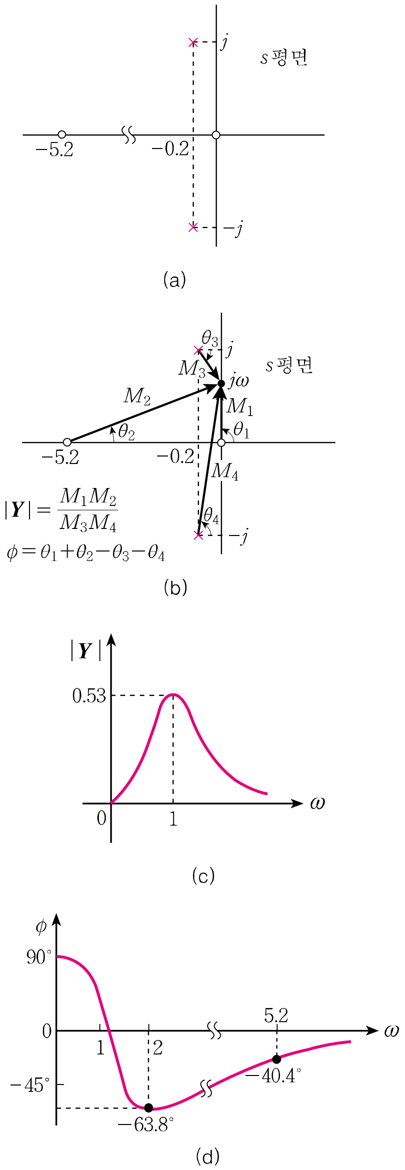


그림 s 21.8

21.9 $H(s)=K\dfrac{s}{(s+5)(s^2+2s+26)}=H_1\cdot H_2$

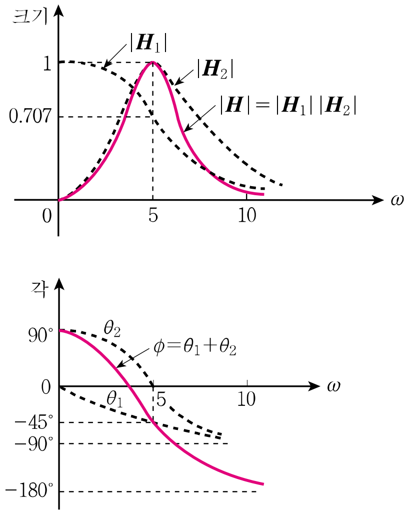


그림 s 21.9

$K=2$라 하고 $\boldsymbol{H}_1=\dfrac{1}{s+5}$, $\boldsymbol{H}_2=\dfrac{2s}{s^2+2s+26}$ 이라 하면 그림 21.11 및 그림 21.12를 참고로 그림 s 21.9의 주파수응답을 얻는다.

제 22 장

22.1 (a) 47.96 dB, 19.29 dB

(b) 일반적으로 $\log a=b$이면 $a=10^6$

$20\log A_i=56\rightarrow\log A_i=2.8$

$\therefore\ A_i=10^{2.8}=630.96$. 마찬가지로 23.6 dB의 전력손실은 비로서는 $10\log P_L=23.6$

$\therefore\ P_L=10^{2.36}=229.1:1$

(c) $20\log A_v=50\quad\therefore\ 0.5\mathrm{mV}\times10^{2.5}=0.158\mathrm{V}$

22.2 $H(s)=\dfrac{1/sC}{R+1/sC}=\dfrac{1}{1+sRC}=\dfrac{1/RC}{s+1/RC}$

$\dfrac{1}{RC}=\dfrac{1}{10^3\times0.1\times10^{-6}}=10^4\,\mathrm{rad/s}$

$\therefore\ H(s)=\dfrac{10^4}{s+10^4}$. 보드선도는 그림 s 22.2와 같다.

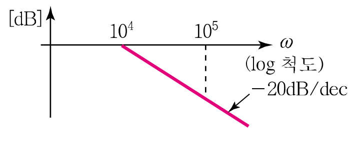


그림 s 22.2

22.3 $\dfrac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}=-2\,\text{dB}.\quad \therefore\ \dfrac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}=10^{0.1}=0.794$

22.4 (a) 그림 s 22.4 (a) 참고

$$\boldsymbol{H}(j\omega)=50\frac{j\omega+20}{j\omega+100}=50\frac{\left(1+\dfrac{j\omega}{20}\right)20}{\left(1+\dfrac{j\omega}{100}\right)100}$$

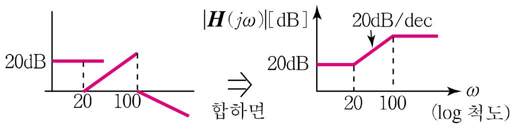
$$=10\frac{1+\dfrac{j\omega}{20}}{1+\dfrac{j\omega}{100}}$$

(b) 그림 s 22.4 (b) 참고

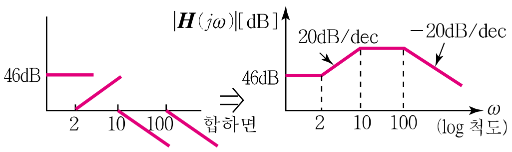
$$\boldsymbol{H}(j\omega)=-10^6\frac{j\omega+2}{(j\omega+10)(j\omega+100)}$$

$$=10^6\frac{\left(1+\dfrac{j\omega}{2}\right)2}{\left(1+\dfrac{j\omega}{10}\right)10\left(1+\dfrac{j\omega}{100}\right)100}$$

$$=200\frac{1+\dfrac{j\omega}{2}}{\left(1+\dfrac{j\omega}{10}\right)\left(1+\dfrac{j\omega}{100}\right)}$$



(a)



(b)

그림 s 22.4

22.5 (a) $H(s)=\dfrac{K}{(s+2)(s+3)}$

$$|\boldsymbol{H}(j\omega)|=\frac{K}{|j\omega+2||j\omega+3|}$$

$$|\boldsymbol{H}(j\omega)|_{\omega=4}=0\,\text{dB}$$

$$\therefore\ 20\log\frac{K}{|j4+2|\,|j4+3|}=0\,\text{dB}$$

$$20\log K-20\log(\sqrt{20}\times\sqrt{25})=0.$$

$$\log K=\log(22.36)\quad\therefore\ H(s)=\frac{22.36}{(s+2)(s+3)}$$

(b) $H(s)=\dfrac{K(s+2)^2}{s^2}\cdot\dfrac{1}{s+10}$

$$|\boldsymbol{H}(j\omega)|=\frac{K(\omega^2+4)}{\omega^2\sqrt{\omega^2+100}}$$

$$|\boldsymbol{H}(j\omega)|_{\omega=1.4}=1$$

$$K=\frac{1.4^2\sqrt{1.4^2+100}}{1.4^2+4}=3.32$$

$$\therefore\ H(s)=\frac{3.32(s+2)^2}{s^2(s+10)}$$

22.6 $A=1.5,\ R_1=10\,\text{k}\Omega$로 하면 $R_2(A-1)=5\,\text{k}\Omega$. 이로부터 반전증폭기가 설계된다.

$\omega_o=\omega_c=2\pi\times100\,\text{rad/s}=\dfrac{1}{RC}$

$C=0.1\,\mu\text{F}$로 선정하면

$R=\dfrac{1}{2\pi\times100\times0.1\times10^{-6}}=15.92\,\text{k}\Omega$

따라서 그림 22.9 (a)에서 R, C을 이와 같이 정하면 된다.

22.7 $A=2,\ R_1=10\,\text{k}\Omega$로 하면 $R_2=(A-1)R_1=10\,\text{k}\Omega$. 이로부터 비반전증폭기가 설계된다. $\omega_0=\omega_c=2\pi\times100\,\text{rad/s}=\dfrac{1}{RC}$. $C=0.2\,\mu\text{F}$로 선정하면 $R=\dfrac{1}{2\pi\times100\times0.2\times10^{-6}}=7.958\,\text{k}\Omega$.

따라서 그림 22.9 (b)에서 R, C을 이와 같이 정하면 된다.

22.8 $Q=\dfrac{\omega_0}{BW}=\dfrac{1000}{200}=5,\ \dfrac{1}{RC}=\omega_0=2\pi\times1000\,\text{rad/s}$.

그림 22.9 (c)로부터 $A=3-\dfrac{1}{Q}=2.8$. 비반전증폭에서 $R_1=10\,\text{k}\Omega$로 하면 $R_2=(A-1)R_1=18\,\text{k}\Omega$로 정해진다. $C=0.02\,\mu\text{F}$로 선정하면

$R=\dfrac{1}{C\omega_0}=\dfrac{1}{0.02\times10^{-6}\times2\pi\times1000}=7.958\,\text{k}\Omega$

따라서 그림 22.9 (c)에서 R, C를 이와 같이 정하면 된다.

22.9 $Q=\dfrac{\omega_0}{BW}=\dfrac{100}{10}=10$. 그림 22.9 (d)의 설계공식으로부터 $Q=\dfrac{1}{4-A}$. 따라서 $A=3.9$. 이로부터 비반전증폭기의 $R_1=10\,\text{k}\Omega$로 하면 $R_2=(A-1)R_1=29\,\text{k}\Omega$로 정해진다.

$\dfrac{1}{RC}=\omega_0=2\pi\times100\,\text{rad/s}\quad\therefore\ C=0.1\,\mu\text{F}$로 하면 $R=\dfrac{1}{2\pi\times100\times0.1\times10^{-6}}=15.92\,\text{k}\Omega$. 따라서 그림 22.9 (d)에서 R, C을 이와 같이 정하면 된다. 이 노치필터의 주파수특성은 그림 s 22.8과 같다.

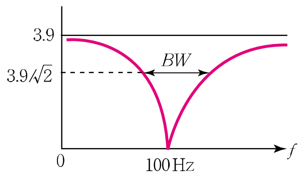


그림 s 22.8

제 23 장

23.1 (a) $\dfrac{1}{s}+\dfrac{b}{s+a}$, (b) $\dfrac{1}{(s+1)^2}$,

(c) $\dfrac{s+2}{(s+2)^2+10^2}$, (d) $\dfrac{10}{(s+2)^2+10^2}$

(e) $e^{-s\frac{\theta}{\omega}}\dfrac{\omega}{s^2+\omega^2}$ (표 23.2의 [4]),

(f) $e^{-st_0}\dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{\omega}{\left(\dfrac{s}{2}\right)^2+\omega^2}$ (표 23.2의 [4], [6])

23.2 (a) $\dfrac{1}{s^2}(1-e^{-s})$,

(b) $\dfrac{1}{T}\left(\dfrac{1}{s^2}-\dfrac{2}{s}e^{-sT}+\dfrac{1}{s}e^{-s2T}\right)$

23.3 $RC(sV-V_0)+V=\dfrac{E}{s}$

$\therefore\ V(s)=\dfrac{aE}{s(s+a)}+\dfrac{V_0}{s+a}$, 단 $a=\dfrac{1}{RC}$

이것을 ILT하라.

23.4 그림 23.5 (c)를 이용하면 $V(s)=\dfrac{1/C}{s+1/RC}\left[\dfrac{I_0}{s}+Cv(0^+)\right]$에 수치를 대입하고 ILT하라.

23.5 그림 23.5 (b)를 이용하면 $I(s)=\dfrac{Li(0^+)}{R+sL}$에 수치를 대입하고[$i(0^+)=4$] ILT하라.

$v=L\dfrac{di}{dt}=-v_0e^{-t/3}$

23.6 $H(s)=\dfrac{V(s)}{E(s)}=\dfrac{4}{s^2+4s+4}=\dfrac{4}{(s+2)^2}$

임펄스응답 : $h(t)=\mathcal{L}^{-1}H(s)=4te^{-2t},\ t\geq 0^+$

계단응답 : $\mathcal{L}^{-1}\left[H(s)\dfrac{1}{s}\right]=\mathcal{L}^{-1}\dfrac{4}{s(s+2)^2}$

$=\mathcal{L}^{-1}\left[\dfrac{1}{s}-\dfrac{2}{(s+2)^2}-\dfrac{1}{s+2}\right]$

$=u(t)-2te^{-2t}-e^{-t},\ t\geq 0^+$

23.7 (a) 그림 s 23.7로부터

$$V(s)=\frac{1.5}{s}\cdot\frac{1}{\dfrac{7}{10}+\dfrac{1}{s}+\dfrac{s}{10}}=\frac{5}{s+2}-\frac{5}{s+5}$$

를 ILT하라.

(b) (a)와 마찬가지로 하면

$V(s)=\dfrac{5\times 3}{(s+1)^2+3^2}$

$v(t)=5e^{-t}\sin 3t,\ t\geq 0^+$

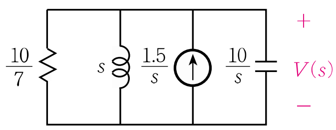


그림 s 23.7

23.8 (a) 그림 s 23.8에서 $I(s)/E(s)=\dfrac{s}{2s^2+7s+6}$

(b) $h(t)=\mathcal{L}^{-1}\left[\dfrac{s}{(2s+3)(s+2)}\right]=\dfrac{1}{2}$

$\mathcal{L}^{-1}\left[\dfrac{-3}{s+1.5}+\dfrac{4}{s+2}\right]=-1.5e^{-1.5t}+2e^{-2t}$,

$t\geq 0^+$

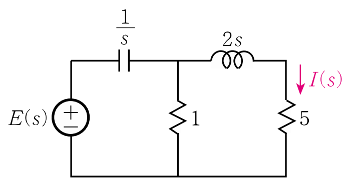


그림 s 23.8

23.9 그림 s 23.9에서 망로방정식을 세우고 우측망로전류 $I_2(s)$에 관해서 푼 다음 ILT하라.

$I_2(s)=-\dfrac{1}{2}\dfrac{s+4}{(s+2)^2(s+1.5)}$

$=-\dfrac{1}{2}\left[\dfrac{-4}{(s+2)^2}-\dfrac{10}{s+2}+\dfrac{10}{s+1.5}\right]$

$\therefore\ i_2(t)=2te^{-2t}+5e^{-2t}-5e^{-1.5t}\,\mathrm{A}=i(t)$,

$t\geq 0^+$

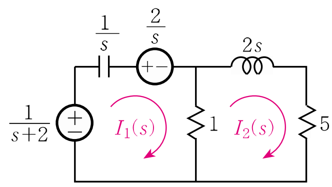


그림 s 23.9

23.10 (a) $u(t)-e^{-4t}$, (b) $\frac{1}{4}(1-\cos 2t)$

(c) $2e^{-t}-e^{-2t}$

(d) $e^{-t}(6\cos 3t-2\sin 3t)$

(e) $\mathcal{L}^{-1}\left[\frac{1}{s}-\frac{s-3}{s^2-2s+5}\right]=1-e^{-t}$

$(\cos 2t-2\sin 2t)$

(f) $-e^{-t}+e^{-t}(\cos t+\sin t)$

(g) $4te^{-t}-4e^{-t}+4e^{-2t}$

(h) $\frac{10}{3}-e^{-2t}-\frac{1}{3}e^{-3t}$

23.11 $H(s)=\dfrac{10}{s^2+2s+5}$

$\mathcal{L}^{-1}\left[\frac{1}{s}H(s)\right]=2\left[1-e^{-t}\left(\cos 2t-\frac{3}{2}\sin 2t\right)\right]$,

$t\geq 0^+$

23.12 그림 23.5 (b)를 이용하여 변환회로를 그린 다음 시계방향의 두 망로전류 $I_1(s)$, $I_2(s)$를 가정하여 망로방정식을 세우면[$V_a(s)$, $V_b(s)$는 $v_a(t)$, $v_b(t)$의 LT]

$$\left(R_1+\frac{1}{sC_1}+\frac{1}{sC_2}+sL_1\right)I_1(s)-\left(\frac{1}{sC_2}+sL_1\right)\cdot I_2(s)=V_a(s)-\frac{v_1(0)}{s}+\frac{v_2(0)}{s}-L_1i_1(0)$$

$$-\left(\frac{1}{sC_1}+sL_2\right)I_1(s)+\left(\frac{1}{sC_2}+sL_1+sL_2+R_2\right)\cdot I_2(s)=L_1i_1(0)-\frac{v_2(0)}{s}-L_2i_2(0)+V_b(s)$$

R, L, C의 값들과 초기치를 대입하고 크래머의 방법으로 $I_1(s)$, $I_2(s)$를 구한 다음 ILT를 취하면 $i_1(t)$, $i_2(t)$를 구할 수 있다.

23.13 그림 23.5 (c)를 이용하여 변환회로를 그린 다음 절점전압 $V_1(s)$, $V_2(s)$에 대한 방정식을 세우면[$I_a(s)$, $I_b(s)$는 $i_a(t)$, $i_b(t)$ 의 LT]

$$\left(G_1+\frac{1}{sL_1}+sC_1+\frac{1}{sL_2}\right)V_1(s)-\left(\frac{1}{sL_2}+sC_1\right)\cdot V_2(s)=I_a(s)-\frac{i_1(0)}{s}+\frac{i_2(0)}{s}-C_1v_1(0)$$

$$-\left(\frac{1}{sL_2}+sC_1\right)V_1(s)+\left(\frac{1}{sL_2}+sC_1+G_2+sC_2\right)\cdot V_2(s)=C_1v_1(0)-\frac{i_2(0)}{s}-C_2v_2(0)+I_b(s)$$

G, L, C의 값들과 초기치를 대입하고 크래머의 방법으로 $V_1(s)$, $V_2(s)$를 구한 다음 ILT를 취하면 $v_1(t)$, $v_2(t)$를 구할 수 있다.

23.14 표 23.1의 [1], [3]을 이용하면

$$Y(s)=\frac{s+3}{(s+2)^3}=\frac{A}{(s+2)^3}+\frac{B}{(s+2)^2}+\frac{C}{(s+2)}$$

$$A=[Y(s)(s+2)^3]_{s=-2}=1$$

$$B=\left[\frac{d}{ds}Y(s)(s+2)^3\right]_{s=-2}=1$$

$$C=\left[\frac{d^2}{ds^2}Y(s)(s+2)^3\right]_{s=-2}=0$$

$\therefore\ y(s)=e^{-2t}t^2+e^{-2t}\,t$ (표 23.1 [3], 23.2 [5])

23.15 [3] t 의 n제곱 : $\mathcal{L}[t^n]=\int_0^\infty t^n e^{-st}dt$의 유도. 부분적분법을 이용해 $u=t^n$, $dv=e^{-st}dt$라면 $du=nt^{n-1}dt$, $v=\int e^{-st}dt=-\frac{1}{s}e^{-st}$

$$\therefore \int_0^\infty t^n e^{-st}dt$$

$$=-\frac{t^n}{3}e^{-st}\Big|_0^\infty+\frac{n}{s}\int_0^\infty t^{n-1}e^{-st}dt$$

$$=\frac{n}{s}\int_0^\infty t^{n-1}e^{-st}\,dt$$

즉, $\mathcal{L}[t^n]=\frac{n}{s}\mathcal{L}[t^{n-1}]$

$$\therefore\ \mathcal{L}[t]=\frac{1}{s^2},\quad \mathcal{L}[t^2]=\frac{2}{s}\frac{1}{s^2}=\frac{2}{s^3},$$

$$\mathcal{L}[t^3]=\frac{3}{s}\frac{2}{s^3}=\frac{3!}{s^4},\ \cdots$$

[5] $\sin\omega t$: $\mathcal{L}[\sin\omega t]$

$$=\int_0^\infty\left(\frac{e^{j\omega t}-e^{-j\omega t}}{2j}\right)e^{-st}dt$$

$$=\frac{1}{2j}\mathcal{L}[e^{j\omega t}-e^{-j\omega t}]$$

$$=\frac{1}{2j}\left(\frac{1}{s-j\omega}-\frac{1}{s+j\omega}\right)=\frac{\omega}{s^2+\omega^2}$$

([4] 이용)

[6] $\cos\omega t$: 위와 같이 하라.

[7], [8] : [5], [6]과 표 23.2의 [5] 참고

23.16 [3] $\mathcal{L}\left[\int e^{-at}dt\right]$

$$=\mathcal{L}\left[\int_0^t e^{-at}dt+\int e^{-at}dt\,\Big|_{t=0^+}\right]$$

$$=\mathcal{L}\left[\frac{e^{-at}}{-a}\Big|_0^t+\frac{e^{-at}}{-a}\Big|_{t=0^+}\right]$$

$$=\mathcal{L}\left[\frac{e^{-at}}{-a}+\frac{1}{a}-\frac{1}{a}\right]=\frac{-1}{a(s+a)}$$

제 2 란$= \frac{1}{s(s+a)}+\frac{1}{s}\left(-\frac{1}{a}\right) \rightarrow \frac{-1}{a(s+a)}$

[5] $\mathcal{L}[e^{-\alpha t}e^{-at}]=\mathcal{L}[e^{-(\alpha+a)t}]=\frac{1}{s+\alpha+a}$

제 2 란$= \frac{1}{s+a}\Big|_{s=s+\alpha} = \frac{1}{s+\alpha+a}$

[6] $\mathcal{L}[e^{-a\alpha t}]=\frac{1}{s+a\alpha}$

제 2 란$= \frac{1}{\alpha}\frac{1}{s+a}\Big|_{s=s/\alpha} = \frac{1}{s+a\alpha}$

제 24 장

24.1 (a) $6+j3.77\Omega$, (b) 0.85, (c) 16.3 A, (d) 115.5 V, (e) 4.8 kW

24.2 (a) $10+j7.54\Omega$, (b) 0.8, (c) 16 A, (d) 27.7 A, (e) 7.68 kW

24.3

V_P[V]	I_P[A]	I_L[A]	V_P[V]	I_P[A]
$200/\sqrt{3}$	10	10	$200/\sqrt{3}$	10
$200/\sqrt{3}$	30	30	200	$\sqrt{3}\,10$
200	$10/\sqrt{3}$	10	$200/\sqrt{3}$	10
200	$\sqrt{3}\,10$	30	200	$\sqrt{3}\,10$

24.4 등가단상회로를 이용하라.

$I_l = 9.47\text{A}$ $\qquad V_{a'n}=\frac{220}{\sqrt{3}}\times\left|\frac{Z}{Z_l+Z}\right|$

$V_{a'b'}=\sqrt{3}\,V_{a'n}=167.3\text{V}$

24.5 그림 s 24.5와 같은 등가단상회로를 이용하라.

$I_L=2.0\text{A}$, $\text{pf}=0.94$지상, $P=564\text{W}$

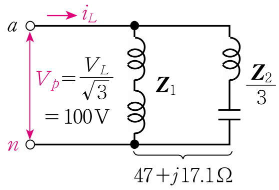


그림 s 24.5

24.6 그림 s 24.6과 같은 등가단상회로를 이용하라.

$V_{an}=106\text{V}$ $\quad\therefore$ 송전단 선간전압$=183.5\text{V}$, $\text{pf}=0.93$

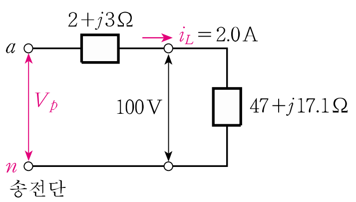


그림 s 24.6

24.7 $I_a=133.3-j57.75\text{A}$, $I_b=120+j34.63\text{A}$, $I_c=-13.33+j92.37\text{A}$

$I_a=145.3\text{A}$, $I_b=124.9\text{A}$, $I_c=93.3\text{A}$

24.8 (a) 0.549, (b) 320 A

(c) 수전단에서의 매상당의 $P_s=125.73\text{kW}$(수전단 및 선로상의 P의 합)

$Q_s=137.93\text{kW}$(수전단 및 선로상의 Q의 합)

송전단 선간전압은 1010 V (등가단상전압을 $\sqrt{3}$ 배로 함)

(d) 0.67지상역률

24.9 (a) 커패시터 1개의 정격은 54.1 kVA

(b) 선로손실이 102.5 kW에서 48.2 kW로 감소

24.10 (a) 4.2 kW

(b) 평형, 불평형에 불구하고 맞는다.

24.11 6.93 kW

24.12 $n=13.8\text{kV}/240\text{V}=57.5$

1차의 최대전류$=\frac{1}{n}(10\times100\text{A})=34.78\text{A}$

변압기 용량$=13.8\text{kV}\times34.78\text{A}=480\text{kVA}$

24.13 a상의 전압, 전류를 $V_a=V_m\sin\omega t$, $i_a=I_m\sin(\omega t-\theta)$라고 표시하면 a상의 순간전력은 식 (12.10)에 의하여

$$p_a=v_a i_a=\frac{V_m I_m}{2}[\cos\theta+\cos(2\omega t-\theta)]$$

상순을 abc라고 가정하면 b상 및 c상의 전압, 전류는 a상에 대하여 각각 $-120°$, $+120°$의 차이를 가지므로 상식에서

$$\omega t\rightarrow\omega t-120°,\qquad \omega t\rightarrow\omega t+120°$$

즉, $2\omega t\rightarrow 2\omega t-240°$, $2\omega t\rightarrow 2\omega t+240°$

와 같이 바꾸면 된다. 따라서 전순간전력은

$$p_a+p_b+p_c=v_a i_a+v_b i_b+v_c i_c$$
$$=\frac{V_m I_m}{2}[3\cos\theta+\cos(2\omega t-\theta)+\cos(2\omega t-\theta+240°)]$$

주파수 2ω를 갖는 3개의 항의 합은 0이므로 (페이저도를 그려보아라)

$$p_a+p_b+p_c=3\left(\frac{V_m I_m}{2}\cos\theta\right)$$

$=3\times$(한 상의 평균전력)

$=$ 전평균전력 $=$ 일정