

[제2장 연습 문제]

<< 2.1 오옴의 법칙 >>

[2.1] 그림 p2.1에서 저항 또는 저항에 흐르는 전류 또는 저항에 걸리는 전압을 구하여라.

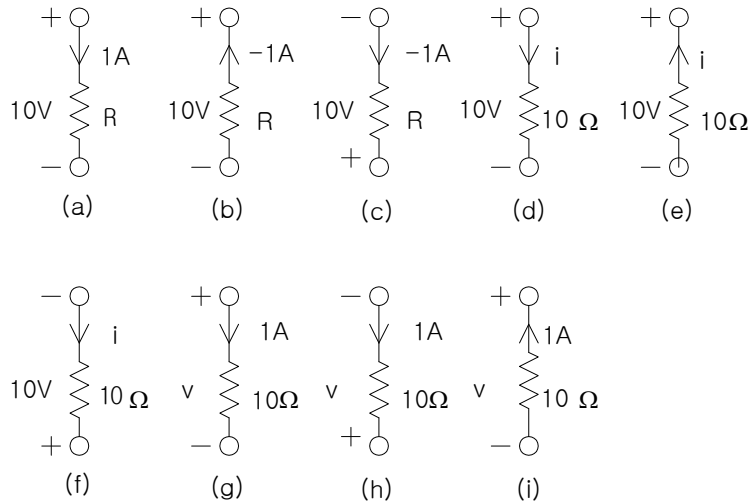


그림 p2.1

[풀이]

[2.1] (답) (a) 10Ω , (b) 10Ω , (c) 10Ω , (d) $1A$, (e) $-1A$, (f) $1-1A$,
(g) $10V$, (h) $-10V$, (i) $-10V$

[2.2] 정격이 100V, 10W인 전구에 대하여 다음 물음에 답하여라.

- (1) 100V의 전원에 연결하여 사용할 때, 전구에 흐르는 전류와 전구에서의 흡수전력은?
- (2) 50V의 전원에 연결하여 사용할 때, 전구에 흐르는 전류와 전구에서의 흡수전력은?
- (3) 100V 전원에 사용할 때와 50V 전원에 사용할 때의 밝기는 어떤 가? 단, 전구의 밝기는 소비전력에 비례한다고 가정한다.
- (4) 150V의 전원에 연결하여 사용하면 어떻게 되겠는 가?

[풀이]

[2.2] 100V, 10W인 전구의 저항은 $P = \frac{V^2}{R}$ 에서, $R = 1000(\Omega)$ 이다.

(1) 전구에 흐르는 전류는 $10 = 100I$ 에서 $I = 0.1(A)$, 흡수전력은 10W이다.

(2) 전류는 $I = \frac{50}{1000} = 0.05(A)$ 이고, 흡수전력은 $\frac{50^2}{1000} = 2.5(W)$ 이다.

(3) 흡수전력이 10W에서 2.5W로 떨어지므로 전구의 밝기가 $\frac{1}{4}$ 로 된다.

(4) 흡수전력은 $\frac{150^2}{1000} = 22.5(W)$ 이다. 정격전력의 2.25배로 전구가 타서 망가진다.

[2.3] 100V, 20W의 전구가 그림 p2.3과 같이 연결되어 있다. 스위치를 조작하는 순간을 $t=0$ 으로 할 때 다음 물음에 답하여라.

- (1) 이 전구의 저항은 몇 Ω 인가?
- (2) $t < 0$ 에서 전구에 흐르는 전류, 저항에 걸리는 전압, 저항에 전달되는 전력을 구하여라.
- (3) $t > 0$ 에서 전구에 흐르는 전류, 저항에 걸리는 전압, 저항에 전달되는 전력을 구하고 파형을 개략적으로 그려라.
- (4) $t = 0^-$ 와 $t = 0^+$ 에서 전구에 흐르는 전류는 얼마인가? 전구에 흐르는 전류의 연속성은 어떤가?
- (5) 스위치를 조작한 후 1시간 동안 전구에서 소비된 에너지를 구하여라.

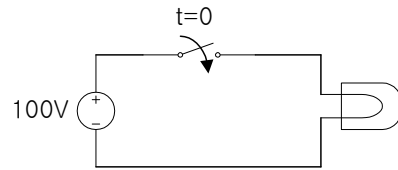


그림 p2.3

[풀이]

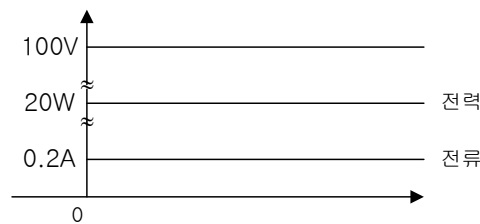
[2.3] (1) $P = \frac{V^2}{R}$ 에서 $R = \frac{100^2}{20} = 500(\Omega)$ 이다.

- (2) $t < 0$ 에서, 저항에 흐르는 전류는 $\frac{100}{\infty + 500} = 0(\text{A})$ 이고, 저항에 걸리는 전압은 $500 \times 0 = 0(\text{V})$ 이며, 저항에 전달되는 전력은 $0(\text{W})$ 이다.

- (3) $t > 0$ 에서, 저항에 흐르는 전류는 $I = \frac{V}{R}$ 에서 $\frac{100}{500} = 0.2(\text{A})$ 또는 $P = VI$ 에서

$$I = \frac{20}{100} = 0.2(\text{A}), \text{ 전구에 걸리는 전압은 } 100(\text{V}), \text{ 전력은 } 20(\text{W}) \text{이다.}$$

전류, 전압, 전력의 파형은 다음의 그림과 같다.



- (4) $t = 0^-$ 에서 전구에 흐르는 전류는 $I(t = 0^-) = 0(\text{A})$ 이고 $t = 0^+$ 에서 전구에 흐르는 전류는 $I(t = 0^+) = 0.2(\text{A})$ 이므로 스위치 조작 순간을 전후로 하여 전구에 흐르는 전류는 불연속적이다.
- (5) 스위치를 조작한 후 1시간 동안 전구에서 소비된 에너지는

$$W = \int_0^{1\text{시간}} P dt = 20 \times 1(\text{Wh}) = 0.02(\text{Kwh}) \text{이다.}$$

[2.4] 그림 p2.4의 회로에 대하여 다음 물음에 답하여라.

- (1) V_1 , I_1 , R 의 값을 구하여라.
- (2) 9V의 직류전원을 제거하였을 때, 단자a와 단자c 사이의 저항은 몇 kΩ인 가?
- (3) 단자b와 단자c 사이의 저항은 몇 kΩ인 가?

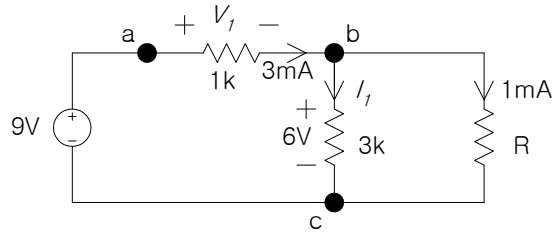


그림 p2.4

[풀이]

[2.4] (1) 오옴의 법칙에 의하여,

$$V_1 = 10^3 \times 3 \times 10^{-3} = 3(\text{V}),$$

$$I_1 = \frac{6}{3} = 2(\text{mA}),$$

$$I_2 = \frac{6}{1} = 6(\text{k}\Omega),$$

(2) 오옴의 법칙에 의하여,

$$R_{ac} = \frac{9}{3} = 3(\text{k}\Omega)$$

(3) 오옴의 법칙에 의하여,

$$R_{bc} = \frac{6}{3} = 2(\text{k}\Omega)$$

[2.5] 그림 p2.5의 회로에 대하여 다음 물음에 답하여라.

- (1) i , R , v 의 값을 구하여라.
- (2) 단자a와 단자d 사이의 저항은 몇 kΩ인 가?
- (3) 단자b와 단자c 사이의 저항은 몇 kΩ인 가?

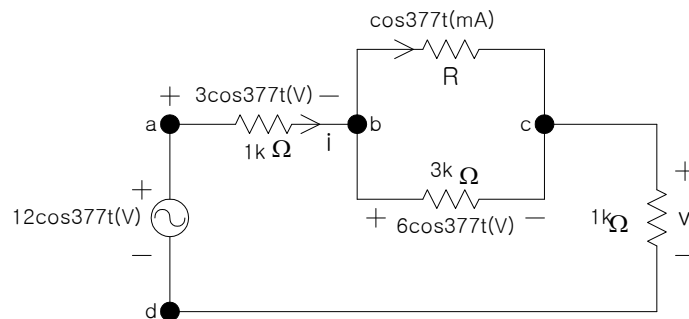


그림 p2.5

[풀이]

[2.5] (1) 오옴의 법칙에 의하여,

$$i = \frac{3 \cos 377t}{1} = 3 \cos 377t (\text{mA}),$$

$$R = \frac{6 \cos 377t}{\cos 377t} = 6 (\text{k}\Omega),$$

$$v = 1 \times 10^3 \times (3 \cos 377t) \times 10^{-3} = 3 \cos 377t (\text{V})$$

(2) 오옴의 법칙에 의하여,

$$R_{ad} = \frac{v_{ad}}{i_{ad}} = \frac{12 \cos 377t}{3 \cos 377t} = 4 (\text{k}\Omega)$$

(3) 오옴의 법칙에 의하여,

$$R_{bc} = \frac{v_{bc}}{i_{bc}} = \frac{6 \cos 377t}{3 \cos 377t} = 2 (\text{k}\Omega)$$

[2.6] 그림 p2.6의 회로에 대하여 물음에 답하여라.

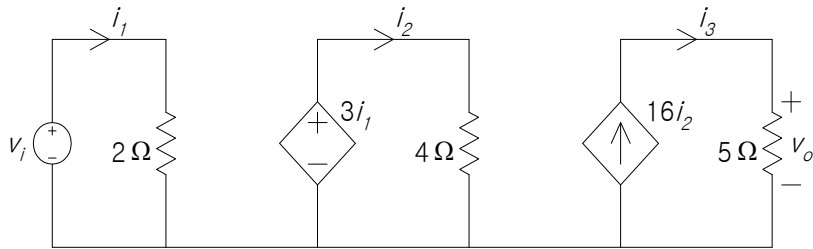


그림 p2.6

(1) $v_i = 10\text{V}$ 일 때, i_1 , i_2 , i_3 , v_o 의 값을 구하여라.

(2) $v_i = 10\text{V}$ 일 때, 2Ω 저항에서 소비하는 전력을 구하여라.

(3) 전압이득(voltage gain) $\frac{v_o}{v_i}$ 를 구하여라.

[풀이]

[2.6] (1) 오옴의 법칙에 의하여,

$$i_1 = \frac{v_i}{2} = 5 [\text{A}],$$

$$i_2 = \frac{3i_1}{4} = \frac{15}{4} [\text{A}],$$

$$i_3 = 16i_2 = 60 [\text{A}],$$

$$v_o = 5i_2 = 300 [\text{V}].$$

(2) 2Ω 저항에서의 소모전력은 $2 i_1^2 = 50 [\text{W}]$ 이다.

$$\begin{aligned} (3) \quad v_o &= 5 \times 16 i_2 \\ &= 80 \times 3 i_1 \end{aligned}$$

$$= 240 \times \frac{V_i}{2}$$

$$\text{따라서, } \frac{V_o}{V_i} = 120.$$

[2.7] 다음의 그림 p2.7과 같은 임의의 저항회로에서, 단자a와 단자b 사이의 저항 R_{ab} 를 측정하는 방법 2가지를 기술하여라.

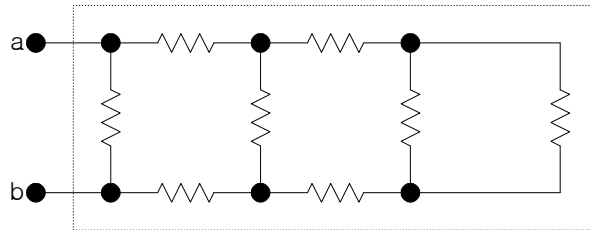


그림 p2.7

[풀이]

[2.7] 첫번째 방법은 멀티테스터 같은 저항측정기로 R_{ab} 를 직접 측정하는 방법이고, 두 번째 방법은 단자a와 단자b 사이에 전압 V_S 를 인가할 때 단자 a로 흘러들어가는

전류 I_{ab} 를 측정하여 $R_{ab} = \frac{V_S}{I_{ab}}$ 으로 구하는 방법이다.

<< 2.2 키르히호프의 법칙 >>

[2.8] 그림 p2.8의 회로에서 다음을 구하여라.

- (1) V_{in} , I_1 , I_2 , I_S
- (2) 전류원 I_S 에서 공급하는 전력 P

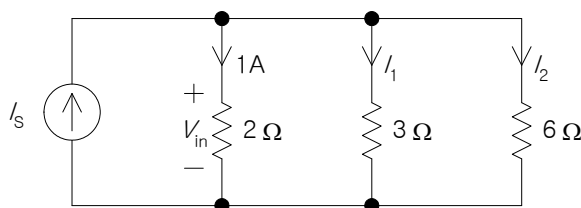


그림 p2.8

[풀이]

[2.8] (1) 오옴의 법칙에 의하여,

$$V_{in} = 2 \times 1 = 2[\text{V}],$$

$$I_1 = \frac{V_{in}}{3} = \frac{2}{3}[\text{A}],$$

$$I_2 = \frac{V_{in}}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}[\text{A}].$$

KCL에 의하여,

$$I_S = 1 + I_1 + I_2 = 2[\text{A}].$$

$$(2) P = V_{in} (1 + I_1 + I_2) = 4[\text{W}].$$

[2.9] 그림 p2.9의 회로에서 다음을 구하여라.

- (1) R_1 과 R_2 의 저항값
- (2) R_1 에서의 소모전력

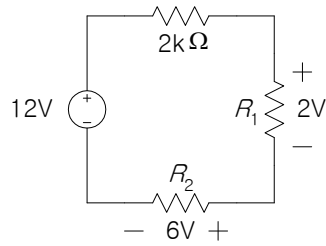


그림 p2.9

[풀이]

[2.9] (1) KVL에 의하여 $2\text{k}\Omega$ 저항에 걸리는 전압은 $12 - 2 - 6 = 4[\text{V}]$ 이고,

$2\text{k}\Omega$ 저항에 흐르는 전류 I 는 옴의 법칙에 의하여

$$I = \frac{4}{2 \times 10^3} = 2[\text{mA}]$$

이다. 따라서, 옴의 법칙에 의하여 R_1 과 R_2 의 값은 다음과 같다.

$$R_1 = \frac{2}{I} = 1[\text{k}\Omega],$$

$$R_2 = \frac{6}{I} = 3[\text{k}\Omega].$$

(2) R_1 에서의 소모전력은 $2 \times I = 4[\text{mW}]$ 이다.

[2.10] 그림 p2.10의 회로에서, 2Ω 저항에서의 소모전력이 8W 이고, 전류원 I_S 에서의 공급전력이 28W 일 때, 다음을 구하여라.

- (1) V_{in} , I_1 , I_2 , I_3 ,
- (2) R

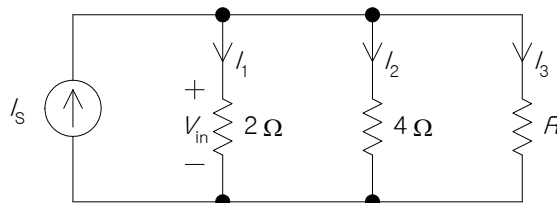


그림 p2.10

[풀이]

$$[2.10] \quad 8 = -\frac{V_{in}^2}{2} \text{에서 } V_{in} = \pm 4[\text{V}] \text{ 이고,}$$

$$28 = V_{in} \times I_S \text{에서 } I_S = \pm 7[\text{A}] \text{ 이다.}$$

$$(1) \quad V_{in} = \pm 4[\text{V}] ,$$

오옴의 법칙에 의하여,

$$I_1 = \frac{V_{in}}{2} = \pm 2[\text{A}],$$

$$I_2 = \frac{V_{in}}{4} = \pm 1[\text{A}].$$

KCL에 의하여,

$$\begin{aligned} I_3 &= I_S - I_1 - I_2 \\ &= \pm 4[\text{A}]. \end{aligned}$$

(2) 오옴의 법칙에 의하여,

$$R = \frac{V_{in}}{I_3} = 1[\Omega].$$

[2.11] 그림 p2.11의 회로에서, $2\text{k}\Omega$ 저항에서의 소모전력이 18mW 일 때, R 과 V_S 를 구하여라.

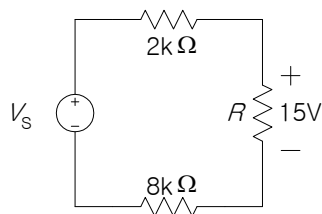


그림 p2.11

[풀이]

[2.11] $18 \times 10^{-3} = 2 \times 10^3 I^2$ 에서, $I = \pm 3[\text{mA}]$ 이나, 저항 R 에 걸리는 전압의 극성으로 보아 $I = 3[\text{mA}]$ 이다.

$$\text{오옴의 법칙에 의하여 } R = \frac{15}{3} = 5[\text{k}\Omega],$$

$$\text{KVL에 의하여, } V_S = 2 \times 3 + 15 + 8 \times 3 = 45[\text{V}].$$

[2.12] 그림 p2.12의 회로에서 I_1 , I_2 , I_3 , V_1 , V_2 를 구하여라.

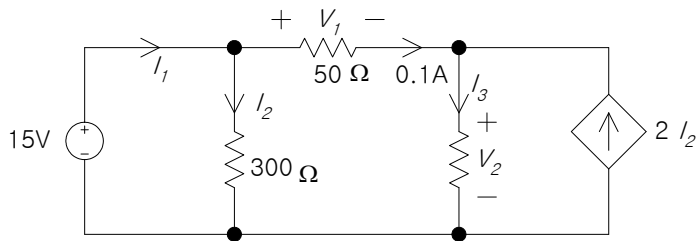


그림 p2.12

[풀이]

[2.12] 옴의 법칙에 의하여,

$$I_2 = \frac{15}{300} = 0.05(\text{A})$$

KCL에 의하여,

$$I_1 = I_2 + 0.1 = 0.15(\text{A})$$

$$I_3 = 0.1 + 2I_2 = 0.2(\text{A})$$

옴의 법칙에 의하여,

$$V_1 = 50 \times 0.1 = 5(\text{V})$$

KVL에 의하여,

$$V_2 = 15 - V_1 = 10(\text{V}).$$

[2.13] 그림 p2.13의 회로에서 다음을 구하여라.

(1) I_S

(2) 전류원 I_S 에서 공급하는 전력

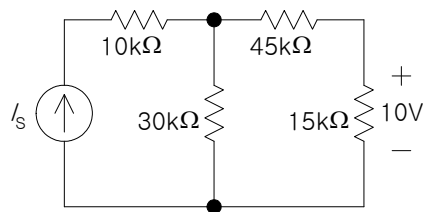


그림 p2.13

[풀이]

[2.13] (1) 15kΩ 저항에 흐르는 전류는 옴의 법칙에 의하여 $\frac{10}{15k} = \frac{2}{3}[\text{mA}]$ 이고,

30kΩ 저항에 걸리는 전압은 $(45k + 15k) \times \frac{2}{3} \times 10^{-3} = 40[\text{V}]$ 이므로

30kΩ 저항에 흐르는 전류는 $\frac{40}{30k} = \frac{4}{3}[\text{mA}]$ 이다.

I_S 는 KCL에 의하여 $\frac{2}{3} + \frac{4}{3} = 2[\text{mA}]$ 이다.

(2) 전류원 I_S 에 걸리는 전압은 $10k \times (2 \times 10^{-3}) + 40 = 60[\text{V}]$ 이므로 전류원 I_S 에

서 공급하는 전력은 $V_S(2 \times 10^{-3}) = 60 \times (2 \times 10^{-3}) = 120[\text{mW}]$ 이다.

[2.14] 그림 p2.14의 회로에서 20Ω 저항에서 소모하는 전력이 0.8W 일 때, 다음을 구하여라.

(1) I_S

(2) 전류원 I_S 에서 공급하는 전력

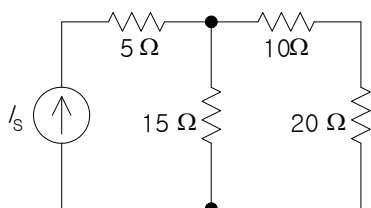


그림 p2.14

[풀이]

[2.14] (1) 20Ω 저항에 흐르는 전류를 I 라고 하면,

$$0.8 = 20 \times I^2 \text{에서 } I = \pm 0.2[\text{A}] \text{이고,}$$

15Ω 저항에 걸리는 전압은 $(10 + 20) \times I = \pm 6[\text{V}]$ 이고,

15Ω 저항에 흐르는 전류는 $\frac{\pm 6}{15} = \pm 0.4[\text{A}]$ 이다.

KCL에 의하여 $I_S = (\pm 0.2) + (\pm 0.4) = \pm 0.6[\text{A}]$.

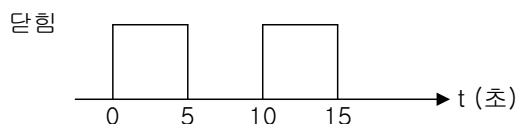
(2) 5Ω 저항에 걸리는 전압은 $5 \times I_S = \pm 3[\text{V}]$ 이고, 전류원 I_S 에 걸리는 전압은

$5 \times (\pm 0.6) + (\pm 9) = \pm 12[\text{V}]$ 이므로 전류원 I_S 에서 공급하는 전력은

$I_S(\pm 12) = (\pm 0.6) \times (\pm 12) = 7.2[\text{W}]$ 이다.

<< 2.4 직렬 저항회로와 전압분배 >>

[2.15] 그림 p2.15의 회로에서, 스위치 SW가 아래와 같이 닫힘과 열림이 반복될 때, 출력 전압 $v_o(t)$ 를 그려라.



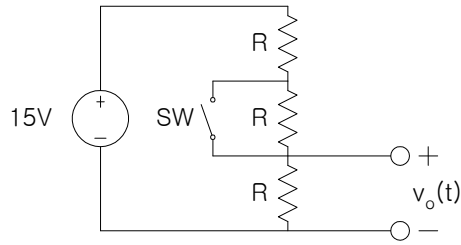


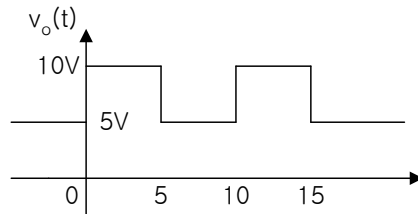
그림 p2.15

[풀이]

[2.15] 스위치 SW가 열려 있는 동안에는 $v_o(t) = \frac{R}{R+R+R} \times 15 = 5(V)$ 이고,

스위치가 닫혀 있는 동안에는 $v_o(t) = \frac{R}{R+R} \times 15 = 10(V)$ 이므로

$v_o(t)$ 를 그리면 다음과 같다.



[2.16] 그림 p2.16의 회로에서 다음 물음에 답하여라.

- (1) v_1 , v_2 , v_3 를 구하여라.
- (2) $v_1 : v_2 : v_3$ 를 구하여라.
- (3) 전원측에서 본 등가저항을 구하여라.
- (4) 전류 $i(t)$ 를 구하여라.
- (5) 5Ω 저항에 흡수되는 순시전력 $p(t)$ 를 구하여라.
- (6) 각각의 저항에서 흡수되는 순시전력의 비를 구하여라.

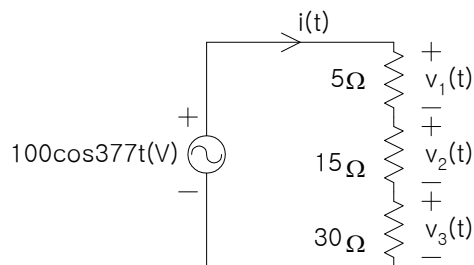


그림 p2.16

[풀이]

[2.16] (1) 각각의 저항에 걸리는 전압은 저항의 크기에 비례하므로,

$$v_1(t) = \frac{5}{5+15+30} \times 10 \cos 377t = \cos 377t(\text{V}),$$

$$v_2(t) = \frac{15}{5+15+30} \times 10 \cos 377t = 3 \cos 377t(\text{V}),$$

$$v_3(t) = \frac{30}{5+15+30} \times 10 \cos 377t = 6 \cos 377t(\text{V})$$

이다.

(2) 각각의 저항에 걸리는 전압은 저항의 크기에 비례하므로

$$v_1(t) : v_2(t) : v_3(t) = 5 : 15 : 30 = 1 : 3 : 6 \text{ 이다.}$$

(3) 전원측에서 본 등가저항은 $5+15+30=50(\Omega)$ 이다.

(4) 오옴의 법칙에 의하여 전류 $i(t)$ 는 $i(t) = \frac{10 \cos 377t}{5+15+30} = 0.2 \cos 377t(\text{A})$

이다.

(5) $p(t) = Ri^2(t)$ 에서 $p(t) = 5 \times (0.2 \cos 377t)^2 = 0.2 \cos^2 377t(\text{W})$ 이다.

(6) $p(t) = Ri^2(t)$ 에서, 각각의 저항에 흐르는 전류 $i(t)$ 는 같으므로 각각의 저항에서 흡수되는 순시전력의 비는 저항의 비와 같다. 따라서, $1 : 3 : 6$ 이다.

[2.17] 그림 p2.17의 회로에서 $I=2(\text{mA})$ 일 때, $V_1 : V_2 = 1 : 2$ 이다. R_1 과 R_2 의 저항값은 각각 몇 $\text{k}\Omega$ 인 가?

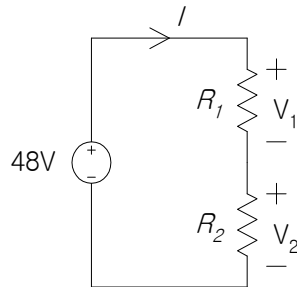


그림 p2.17

[풀이]

$$[2.17] \frac{48}{R_1 + R_2} = 2(\text{mA}) \text{에서}$$

$$R_1 + R_2 = 24 \text{ ----- ①}$$

$$V_1 : V_2 = 1 : 2 (\text{즉, } R_1 I : R_2 I = 1 : 2) \text{에서}$$

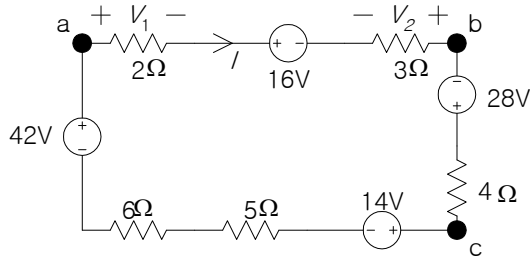
$$R_2 = 2R_1 \text{ ----- ②}$$

①과 ②에서, $R_1 = 8(\text{k}\Omega)$, $R_2 = 16(\text{k}\Omega)$ 이다.

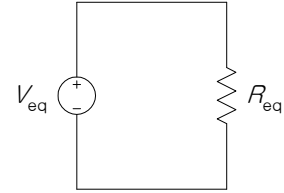
[2.18] 그림 p2.18의 회로에서, (b)회로는 (a)회로의 등가회로이다. 다음 물음에 답하여라.

(1) 등가전원 V_{eq} 와 등가저항 R_{eq} 를 구하여라.

- (2) 전류 I , 전압 V_1 , V_2 를 구하여라.
- (3) 점 a에 대한 점 b의 전압 V_{ba} 와 점 c에 대한 점 b의 전압 V_{bc} 는 얼마인 가?
- (4) 5Ω 저항에서 10초 동안 소모한 에너지를 구하여라.



(a)



(b)

그림 p2.18

[풀이]

[2.18] (1) $V_{eq} = 42 - 16 + 28 - 14 = 40(\text{V})$,

$$R_{eq} = 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 20(\Omega).$$

(2) 옴의 법칙에 의하여,

$$I = \frac{V_{eq}}{R_{eq}} = \frac{40}{2 + 3 + 4 + 5 + 6} = 2[\text{A}],$$

$$V_1 = 2I = 4[\text{V}],$$

$$V_2 = 3(-I) = -6[\text{V}]$$

(3) $V_{ba} = -V_1 - 16 + V_2 = -26[\text{V}]$,

$$V_{bc} = 4 \times 2 - 28 = -20[\text{V}] \text{ 이다.}$$

(4) 5Ω 저항에서의 소비전력은 $5 \times 2^2 = 20(\text{W})$ 이므로,

10초 동안 소비한 에너지는 $20 \times 10 = 200(\text{J})$ 이다.

[2.19] 그림 p2.19의 회로에서, 접지에 대한 점 a의 전압 V_a 는 몇 V인 가?

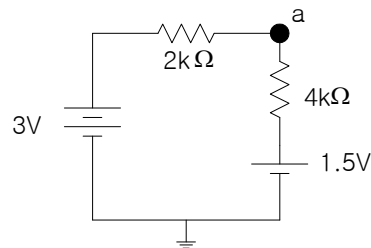


그림 p2.19

[풀이]

[2.19] 저항에 흐르는 전류는 $\frac{3-1.5}{2k+4k} = \frac{1.5}{6} [\text{mA}]$ 이므로,

$$V_a = 1.5 + 4 \times 10^3 \times \frac{1.5}{6} \times 10^{-3} = 2.5 [\text{V}] \text{ 이다.}$$

[2.20] 그림 p2.20의 회로에서, $20\text{k}\Omega$ 가변저항의 뉘(knob)의 각위치는 0° 에서 300° 까지 변화시킬 수 있다. 뉘의 각위치 θ 의 변화에 따른 $V_o(\theta)$ 를 식으로 나타내고 그래프를 그려라.

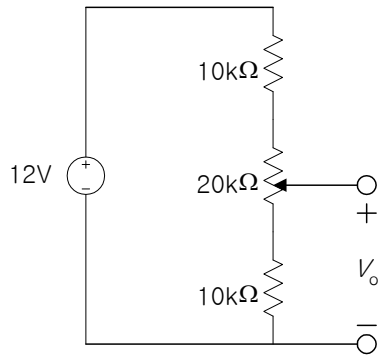
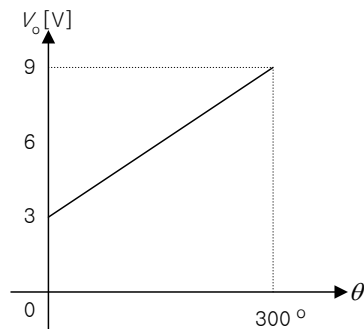


그림 p2.20

[풀이]

$$\begin{aligned} [2.20] \quad V_o(\theta) &= \frac{10 + 20 \times \frac{\theta}{300}}{10 + 20 + 10} \times 12 \\ &= 3 + \frac{2}{100} \theta \end{aligned}$$

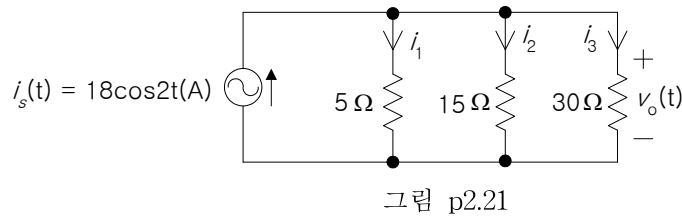


<< 2.5 병렬 저항회로와 전류분류 >>

[2.21] 그림 p2.21의 회로에서 다음 물음에 답하여라.

- (1) $i_1 : i_2 : i_3$ 를 구하여라.
- (2) i_1, i_2, i_3 를 구하여라.
- (3) 전류원 측에서 본 등가저항을 구하여라.
- (4) 전압 $v_o(t)$ 를 구하여라.

(5) 5Ω 저항에 흡수되는 순시전력 $p(t)$ 를 구하여라.



[풀이]

[2.21] (1) 각각의 저항에 흐르는 전류는 저항의 크기에 반비례하므로

$$v_1(t) : v_2(t) : v_3(t) = \frac{1}{5} : \frac{1}{15} : \frac{1}{30} = 6 : 2 : 1 \text{ 이다.}$$

(2) 각각의 저항에 흐르는 전류는 저항의 크기에 반비례하므로,

$$i_1(t) = \frac{\frac{1}{5}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30}} \times 18 \cos 2t = 12 \cos 2t(A),$$

$$i_2(t) = \frac{\frac{1}{15}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30}} \times 18 \cos 2t = 4 \cos 2t(A),$$

$$i_3(t) = \frac{\frac{1}{30}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30}} \times 18 \cos 2t = 2 \cos 2t(A)$$

이다.

(3) 전류원측에서 본 등가저항은 $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30}$ 에서, $R_{eq} = \frac{10}{3}$

(Ω)이다.

(4) 오옴의 법칙에 의하여 $v_o(t)$ 는 $v_o(t) = 5 \times i_1(t) = 60 \cos 2t(V)$ 이다.

(5) $p(t) = Ri^2(t)$ 에서 $p(t) = 5 \times (12 \cos 2t)^2 = 720 \cos^2 2t(W)$ 이다.

[2.22] 그림 p2.22의 회로에서, $I_1 = 3mA$, $V_o = 6V$ 로 하려면 R_1 과 R_2 의 저항값은 몇 $k\Omega$ 이어야 하는 가?

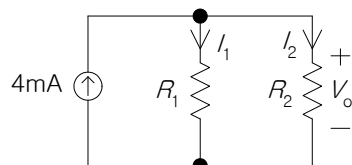
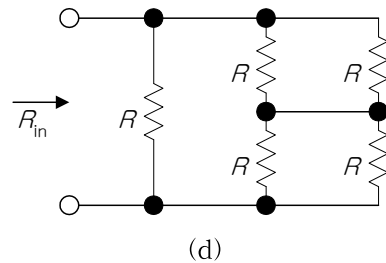


그림 p2.22

[2.22] $I_1 = 3\text{mA}$ 이기 위하여는 $4 \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 3$ 이어야 하므로

$V_o = 6V$ 이기 위하여는 $R_1 \times 3 \times 10^{-3} = 6$ 이어야 하므로

[2.23] 그림 p2.23의 회로들에서 R_{in} 을 구하여라.



[2.23] (a)회로에서, $R_{in} = 2 + 9/(13+5) = 2+6 = 8(\Omega)$.

(c)회로에서, $R_{in} = R + \{R // (R + \frac{R}{3} + R)\} = \frac{17}{10} R$

[2.24] 그림 p.2.24의 회로에서, 단자 a, b에서 본 등가저항 R_{ab} 와 단자 c, d에서 본 등가저항 R_{cd} 를 구하여라.

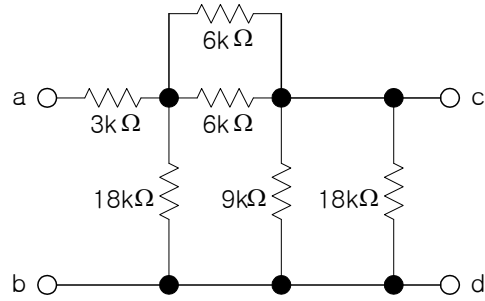


그림 p2.24

[풀이]

[2.24] $6k // 6k = 3(k\Omega)$, $9k // 18k = \frac{9 \times 18}{9 + 18} = 6(k\Omega)$ 이므로,

$$R_{ab} = 3 + \{18 // (3 + 6)\} = 9(k\Omega),$$

$$R_{cd} = 9 // 18 // \{(6 // 6) + 18\} = \frac{14}{3} (k\Omega)$$

[2.25] 그림 p2.25의 회로에서, 단자 a, b 사이에 $3k\Omega$ 저항을 연결하기 전의 전류 I 와 연결한 후의 전류 I 의 비를 구하여라.

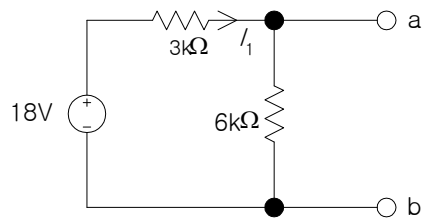


그림 p2.25

[풀이]

[2.25] $3k\Omega$ 저항을 연결하기 전의 전류 I' 은

$$I' = \frac{18}{3 + 6} = 2[\text{mA}],$$

$3k\Omega$ 저항을 연결한 후의 전류 I'' 은

$$I' = \frac{18}{3 + (6 // 3)} = 3.6[\text{mA}].$$

따라서, $I' : I'' = 1 : 1.8$ 이다.

[2.26] 그림 p2.26의 회로에서 스위치를 조작하는 순간을 $t=0$ 으로 할 때, 다음 물음에 답하여라.

(1) $t < 0$ 과 $t > 0$ 에서의 I_1 , I_2 , I_3 를 구하여라.

(2) $t < 0$ 과 $t > 0$ 에서 10V 전원에서 공급하는 전력을 구하여라.

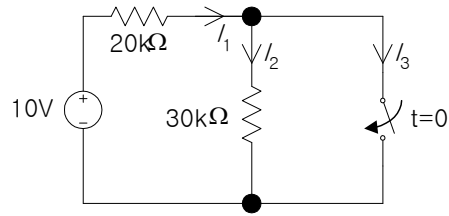


그림 p2.26

[풀이]

[2.26] (1) $t < 0$ 에서 $I_1 = I_2 = \frac{10}{20+30} = 0.2(\text{mA})$, $I_3 = 0(\text{A})$

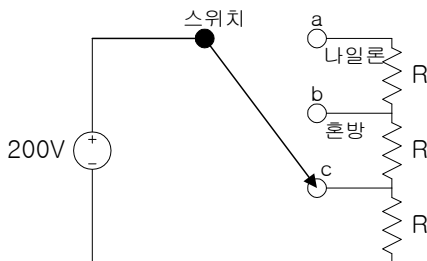
$t > 0$ 에서 $I_1 = \frac{10}{20} = 0.5(\text{mA})$, $I_2 = 0(\text{A})$, $I_3 = I_1 = 0.5(\text{mA})$

(2) $t < 0$ 에서 10V 전원에서 공급하는 전력은 $10 \times 0.2 \times 10^{-3} = 2 (\text{mW})$,

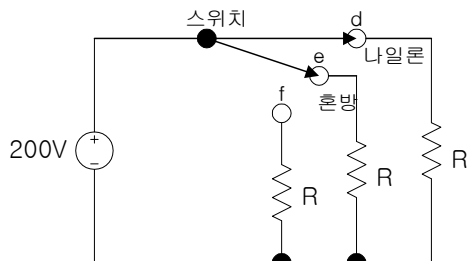
$t > 0$ 에서 10V 전원에서 공급하는 전력은 $10 \times 0.5 \times 10^{-3} = 5(\text{mW})$ 이다.

[2.27] 전기다리미에는 다리고자 하는 천의 종류를 선택하는 스위치가 있다. 예를 들어, 나일론 천을 다릴 때에는 나일론 스위치를 선택하고, 면의 천을 다릴 때에는 면 스위치를 선택한다. 나일론 스위치를 선택할 때에는 소비전력이 200W이고, 혼방 스위치를 선택할 때에는 소비전력이 400W이고, 면 스위치를 선택할 때에는 소비전력이 600W라고 가정하자. 전기다리미의 정격전압을 200V라고 가정할 때, 다음 물음에 답하여라.

- (1) 전기다리미의 회로를 그림p2.27의 (a)와 같이 직렬로 구성할 때, 저항 R 의 값과 접점 a, b, c에 흐르는 전류를 구하여라. 단, (a)의 회로에서 나일론을 선택하면 접점 a에, 혼방을 선택하면 접점 b에, 면을 선택하면 접점 c에 200V가 공급된다.
- (2) 전기다리미의 회로를 그림p2.27의 (b)와 같이 병렬로 구성할 때, 저항 R 의 값과 접점 a, b, c에 흐르는 전류를 구하여라. 단, (b)의 회로에서 나일론을 선택할 때에는 접점 d에만 200V가 공급되고, 혼방을 선택할 때에는 접점 d와 e에 200V가 공급되고, 면을 선택할 때에는 접점 d, e, f 모두에 200V가 공급된다.
- (3) 전기다리미의 회로를 그림p2.27의 (a)와 (b)의 회로 중 어느 것으로 구현하는 것이 좋은 가?



(a)



(b)

그림 p2.27

[풀이]

[2.27] (1) $600 = \frac{200^2}{R}$ 에서 $R = \frac{200}{3} [\Omega]$ 이고,

접점 a에 흐르는 전류는 $\frac{200}{3R} = 1[A]$, 접점 b에 흐르는 전류는 $2[A]$, 접점 b에 흐르는 전류는 $3[A]$ 이다.

(2) $200 = \frac{200^2}{R}$ 에서 $R = 200[\Omega]$ 이고,

접점 d, e, f에 흐르는 전류는 각각 $\frac{200}{3R} = 1[A]$ 씩이다.

(3) 그림 p2.6-5의 (a) 회로에서 접점 a, b, c에는 각각 1A, 2A, 3A의 전류가 흐를 수 있어야 하고, (b) 회로에서 접점 d, e, f에는 각각 1A의 전류가 흐를 수 있어야 한다. 접점에 흐를 수 있는 전류(즉, 접점의 전류용량)의 관점에서 (b)의 회로가 유리하다. 또한 (a)의 회로에서는 맨 밑의 저항이 고장나면 다리미를 전혀 사용할 수 없지만, (b)의 회로에서는 저항 3개 중 하나가 고장났더라도 다리미를 전혀 사용할 없는 것은 아니므로 (b)의 회로가 (a)의 회로보다 좋다고 말할 수 있다.

[2.28] 그림 p2.28의 회로에서 $I_1, I_2, I_3, I_4, V_1, V_2, V_3, V_4$ 를 구하여라.

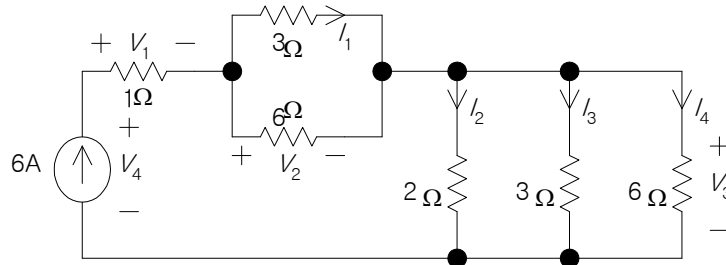


그림 p2.28

[풀이]

[2.28] 그림 p2.28의 회로에서, $3//6 = 2(\Omega)$, $2//3//6 = 1(\Omega)$ 이므로

$$I_1 = \frac{6}{3+6} \times 6 = 4(A),$$

$$I_2 = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}} \times 6 = 3(A),$$

$$I_3 = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}} \times 6 = 2(A),$$

$$I_4 = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}} \times 6 = 1(\text{A}),$$

$$V_1 = 1 \times 6 = 6(\text{V}),$$

$$V_2 = 3 I_1 = 12(\text{V}),$$

$$V_3 = 2 I_2 = 3 I_3 = 6 I_4 = 6(\text{V}),$$

$$V_4 = (1 + 2 + 1) \times 6 = 24(\text{V})$$

이다.

[2.29] 그림 p2.29의 회로에 대하여, 다음 물음에 답하여라.

- (1) $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$ 를 구하여라.
- (2) V_1, V_2, V_3, V_4 를 구하여라.

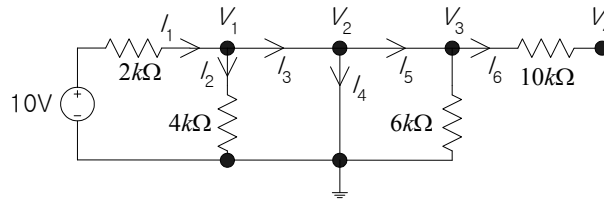


그림 p2.29

[풀이]

[2.29] (1) 그림 p2.29의 회로에서, 10V 전원에서 본 등가저항은 $2 + (4k // 0 // 6k) = 2k\Omega$ 이므로,

$$I_1 = \frac{10}{10k} = 5[\text{mA}],$$

$$I_2 = I_1 \times \frac{0}{4k + 0} = 0[\text{mA}],$$

$$I_3 = I_1 = 5[\text{mA}],$$

$$I_4 = I_3 = 5[\text{mA}],$$

$$I_5 = 0[\text{mA}],$$

$$I_6 = 0[\text{mA}]$$

이다.

(2) $V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = 0[\text{V}]$ 이다.

[2.30] 그림 p2.30의 회로에서 $i(t)$ 와 $v(t)$ 를 구하여라.

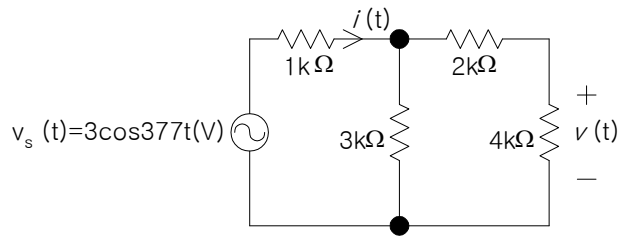


그림 p2.30

[풀이]

$$[2.30] \quad i(t) = \frac{3\cos 377t}{1 + (3//6)} = \cos 377t (\text{mA}),$$

$$v(t) = \left(\frac{3}{3+6} \times \cos 377t \right) \times 4 = \frac{4}{3} \cos 377t (\text{V})$$

[2.31] 그림 p2.31의 회로에 대하여 다음 물음에 답하여라.

- (1) 단자 a, b에 내부저항이 1Ω, 전압이 40V인 전원을 연결할 때, V_o 와 I_o 를 구하여라. 단, 단자 a 쪽에 전원의 +극이 연결된다고 가정한다.
- (2) 단자 a, b에 내부저항이 3kΩ, 전류가 4A인 전류원을 연결할 때, V_o , I_o 를 구하여라. 단, 단자 a쪽으로 전류가 흘러들어 간다고 가정한다.

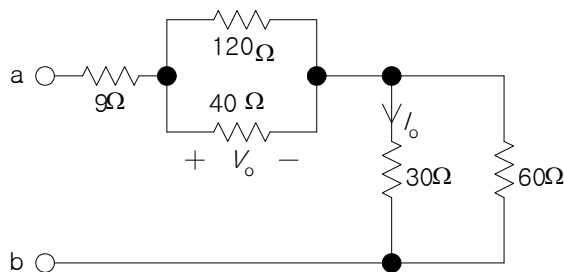


그림 p2.31

[풀이]

[2.31] (1) 전원을 연결하였을 때의 회로는 그림 s2.31-1과 같고, $120 // 40 = 30(\Omega)$, $30 // 60 = 20(\Omega)$ 으므로

$$V_o = \frac{40}{1 + 9 + 30 + 20} \times 30 = 20(\text{V}),$$

$$I_o = \frac{40}{60} \times \frac{60}{30 + 60} = \frac{4}{9} (\text{A}).$$

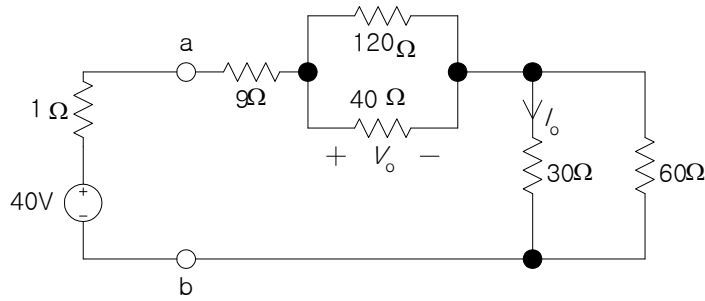


그림 s2.31-1

(2) 전류원을 연결하였을 때의 회로는 그림 s2.31-2와 같고, $120 // 40 = 30(\Omega)$,
 $30 // 60 = 20(\Omega)$ 으므로

$$V_o = \left(\frac{3000}{3000 + 59} \times 4 \right) \times 30 = 117(\text{V}),$$

$$I_o = 3.9 \times \frac{60}{30 + 60} = 2.6(\text{A}).$$

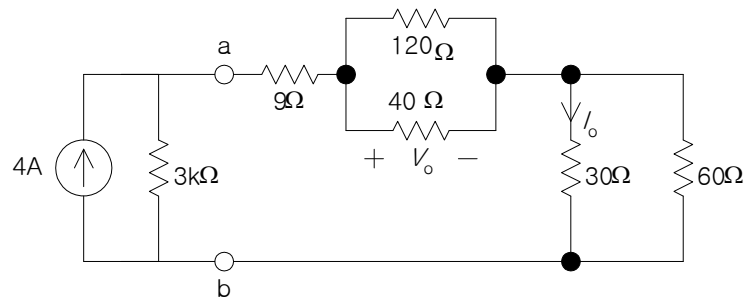


그림 s2.31-2

[2.32] 그림 p2.32의 사다리형 회로(ladder circuit)에 대하여 I_1 , I_2 , I_3 를 구하여라.

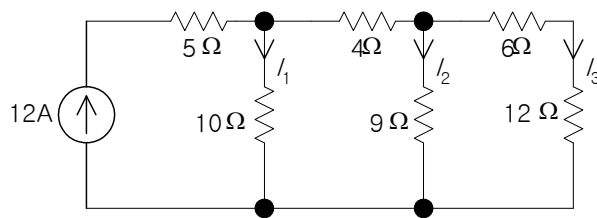


그림 p2.32

[풀이]

[2.32] $4 + \{ 9 // (6+12) \} = 4 + 6 = 10(\Omega)$ 이므로 전류분배의 식에 의하여

$$I_1 = 12 \times \frac{10}{10 + 10} = 6(\text{A}),$$

4Ω 저항에는 $8 - I_1 = 4(\text{A})$ 의 전류가 흐르므로 전류분배의 식에 의하여

$$I_2 = 6 \times \frac{6+12}{9+18} = 4(\text{A}),$$

$$I_3 = 6 \times \frac{9}{9+18} = 2(\text{A})$$

이다.

[2.33] 그림 p2.33의 회로에서 V_1 , I_1 , I_2 , I_3 , I_4 를 구하여라.

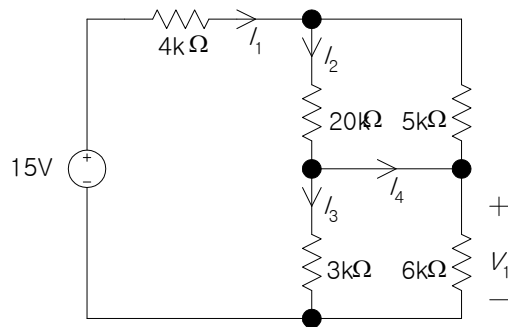


그림 p2.33

[풀이]

[2.33] $20\text{k}\Omega // 5\text{k}\Omega = 4\text{k}\Omega$, $3\text{k}\Omega // 6\text{k}\Omega = 2\text{k}\Omega$ 이므로

$$V_1 = \frac{2k}{4k+4k+2k} \times 15 = 3[\text{V}],$$

$$I_1 = \frac{15}{4k+4k+2k} = 1.5[\text{mA}],$$

$$I_2 = \frac{5k}{20k+5k} \times I_1 = 0.3[\text{mA}],$$

$$I_3 = \frac{V_1}{3k} = 1[\text{mA}],$$

$$I_4 = I_2 - I_3 = -0.7[\text{mA}]$$

이다.

[2.34] 그림 p2.34의 회로에서 V_1 과 I_1 를 구하여라.

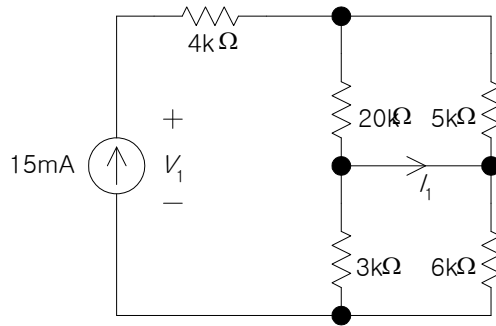


그림 p2.34

[풀이]

[2.34] $20k\Omega // 5k\Omega = 4k\Omega$, $3k\Omega // 6k\Omega = 2k\Omega$ 이므로

$$V_1 = (4k + 4k + 2k) \times 15 \times 10^{-3} = 150[V],$$

$$I_1 = \frac{5k}{20k + 5k} \times 15 - \frac{6k}{3k + 6k} \times 15 = -7[mA].$$

[2.35] 그림 p2.35의 회로에서 I_1 , I_2 , V_1 을 구하여라.

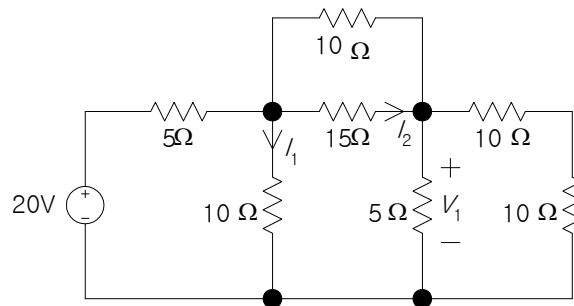


그림 p2.35

[풀이]

[2.35] $10 // 15 = 6(\Omega)$, $5 // (10+10) = 4(\Omega)$ 이므로 그림 p2.35의 등가회로는 그림 s2.35와 같고, 그림 s2.35에서

$$I_1 = \frac{20}{5 + (10//10)} \times \frac{1}{2} = 1(A),$$

$$V_1 = (2 - I_1) \times 4 = 4(V)$$

이다. 그림 p2.35에서 $(10//15)$ 저항에 $(2 - I_1) = 1(A)$ 의 전류가 흐르므로

$$I_2 = (2 - I_1) \times \frac{10}{10 + 15} = \frac{2}{5}(A)$$

이다.

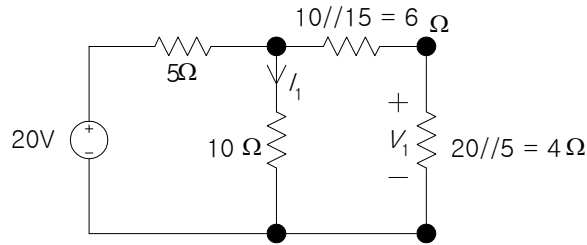


그림 s2.35

[2.36] 그림 p2.36의 회로에 대하여 다음 물음에 답하여라.

- (1) 가지전류 $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$ 를 구하여라.
- (2) 마디전압 V_1, V_2, V_3 를 구하여라.

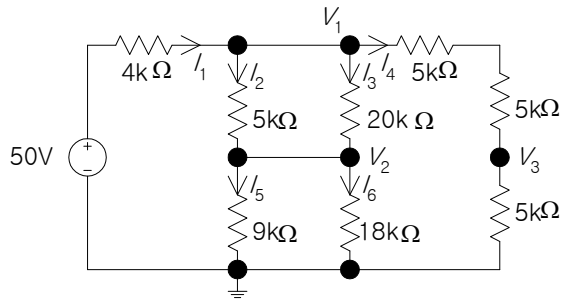


그림 p2.36

[풀이]

[2.36] $5k\Omega // 20k\Omega = 4k\Omega$, $9k\Omega // 18k\Omega = 6k\Omega$, $5k\Omega + 5k\Omega + 5k\Omega = 15k\Omega$ 이므로 그림 p2.36 회로의 등가회로는 그림 s2.36과 같다.

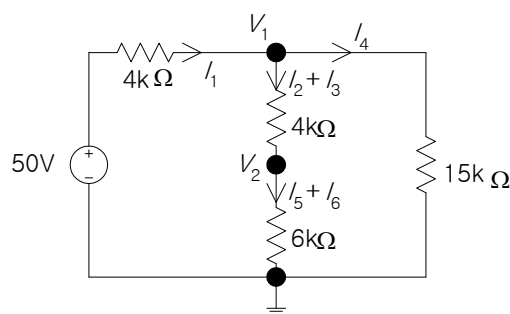


그림 s2.36 그림 p2.36 회로의 등가회로

그림 s2.36회로에서, $4k\Omega + (10k\Omega // 15k\Omega) = 10k\Omega$ 이므로 I_1 은

$$I_1 = \frac{50}{10} = 5(\text{mA}),$$

I_1 이 저항의 크기에 반비례하여 분배되므로

$$I_2 + I_3 = I_5 + I_6 = 5 \times \frac{15}{10+15} = 3(\text{mA}),$$

$$I_4 = 5 \times \frac{10}{10+15} = 2(\text{mA})$$

이다. 그림 p2.36 회로에서 $I_2 + I_3$ 가 저항의 크기에 반비례하여 분류되므로

$$I_2 = (I_2 + I_3) \times \frac{20}{5+20} = \frac{12}{5}(\text{mA}),$$

$$I_3 = (I_2 + I_3) \times \frac{5}{5+20} = \frac{3}{5}(\text{mA})$$

이다. 마찬가지로

$$I_5 = (I_5 + I_6) \times \frac{18}{9+18} = 2(\text{mA}),$$

$$I_6 = (I_5 + I_6) \times \frac{9}{9+18} = 1(\text{mA})$$

이다.

그림 s2.36의 회로에서, $V_1 = 15 \times I_4 = (4+6) \times (I_2 + I_3) = (10//15) \times I_1 = 30(\text{V})$ 이

고, $V_2 = V_1 \times \frac{6}{4+6} = 18(\text{V})$ 이다. 그림 p2.36 회로에서 V_1 이 저항의 크기에 비례하

여 분배되므로 $V_3 = V_1 \times \frac{5}{4+5+5} = 10(\text{V})$ 이다.

<< 2.7 브릿지 회로 >>

[2.37] 그림 p2.37의 휘스톤 브릿지 회로에서, $V_S = 18\text{V}$, $R_1 = 4\text{k}\Omega$, $R_3 = 6\text{k}\Omega$ 이다.

R_2 의 저항값이 $2\text{k}\Omega$ 일 때 이 회로가 평형이 되었다고 한다. 다음 물음에 답하여라.

- (1) R_x 의 값을 구하여라.
- (2) 전원 V_S 에서 공급하는 전류를 구하여라.

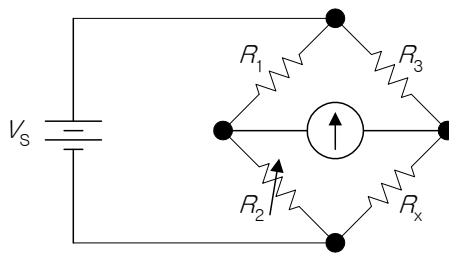


그림 p2.37

[풀이]

$$[2.37] (1) R_x = \frac{2 \times 6}{4} = 3[\text{k}\Omega].$$

$$(2) i = \frac{18}{4+2} + \frac{18}{6+3} = 5[\text{mA}].$$

[2.38] 그림 p2.38의 브릿지 회로에서, x 를 V_o 의 함수로 나타내어라.

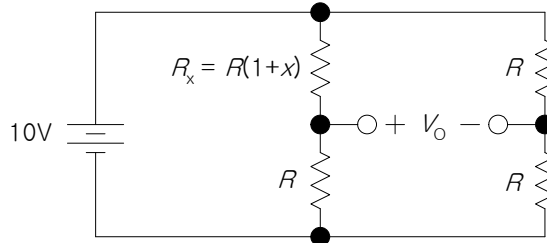


그림 p2.38

[풀이]

[2.38] 그림 p2.38의 회로에서,

$$V_o = \frac{R}{R(1+x) + R} \times 10 - \frac{R}{R+R} \times 10$$

이다. 이 식에서 x 를 구하면 다음과 같다.

$$R_x = \frac{10}{V_o + 5} - 2 = \frac{-2 V_o}{5 + V_o}$$

<< 2.8 Δ -Y 회로와 상호변환 >>

[2.39] 그림 p2.39의 브릿지회로에서 다음을 구하여라.

- (1) 30V 전원 측에서 본 등가저항 R_{eq}
- (2) I_1 , I_2 , I_3
- (3) I_4

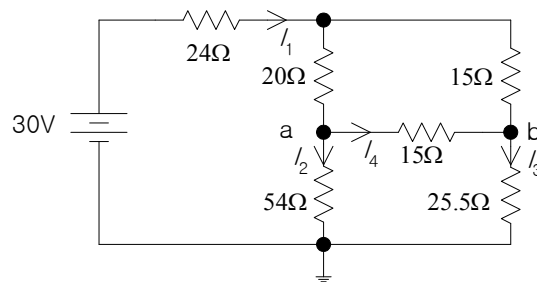


그림 p2.39

[풀이]

[2.39] 그림 p2.39의 회로를 $\Delta \rightarrow Y$ 변환하면 등가회로는 그림 s2.39의 회로와 같다.

- (1) 그림 s2.39의 회로에서, 전원측에서 본 등가저항 R_{eq} 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} R_{eq} &= 24 + 6 + (6 + 54) // (4.5 + 25.5) \\ &= 50[\Omega]. \end{aligned}$$

- (2) 그림 s2.39의 회로에서, 오옴의 법칙에 의하여

$$I_1 = \frac{30}{50} = 0.6[\text{A}]$$

이 고, KCL에 의하여

$$I_2 = \frac{30}{60+30} \times I_1 = 0.2[\text{A}],$$

$$I_3 = \frac{60}{60+30} \times I_1 = 0.4[\text{A}]$$

이다.

(3) 그림 s2.39의 회로에서,

$$V_a = 54 \times I_2 = 10.8[\text{V}],$$

$$V_b = 25.5 \times I_3 = 10.2[\text{V}]$$

이므로, $I_4 = \frac{V_a - V_b}{15} = 0.04[\text{A}]$ 이다.

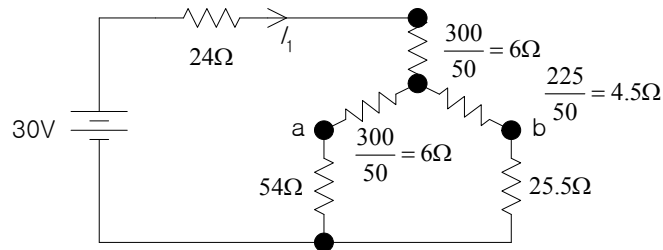


그림 s2.39 그림 p2.39의 등가회로

[2.40] 그림 p2.40의 브릿지회로에서 다음을 구하여라.

(1) I_1

(2) V_a, V_b

(3) I_2

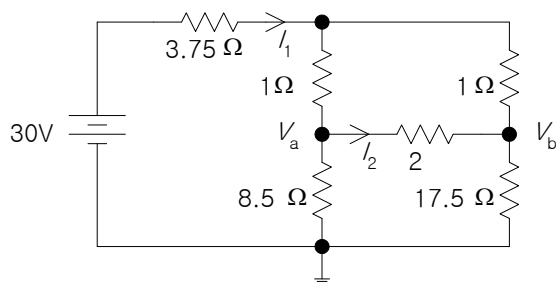


그림 p2.40

[풀이]

[2.40] 그림 p2.40의 회로를 $\Delta \rightarrow Y$ 변환하면 등가회로는 그림 s2.40의 회로와 같다.

(1) 그림 s2.40의 회로에서, 전원측에서 본 등가저항 R_{eq} 는 다음과 같다.

$$R_{eq} = 3.75 + \frac{1}{4} + (\frac{2}{4} + 8.5) // (\frac{2}{4} + 17.5)$$

$$= 10[\Omega].$$

그림 s2.4a의 회로에서, 옴의 법칙에 의하여

$$I_1 = \frac{30}{10} = 3[A]$$

이다.

(2) 그림 s2.40의 회로에서, KCL에 의하여

$$8.5\Omega \text{ 저항에 흐르는 전류는 } \frac{18}{9+18} \times I_1 = 2[A] \text{이고,}$$

$$17.5 \text{ 저항에 흐르는 전류는 } \frac{9}{9+18} \times I_1 = 1[A] \text{ 이므로}$$

$$V_a = 8.5 \times 2 = 17[V],$$

$$V_b = 17.5 \times 1 = 17.5[V]$$

이다.

$$(3) I_2 = \frac{V_a - V_b}{2} = -0.25[A] \text{이다.}$$

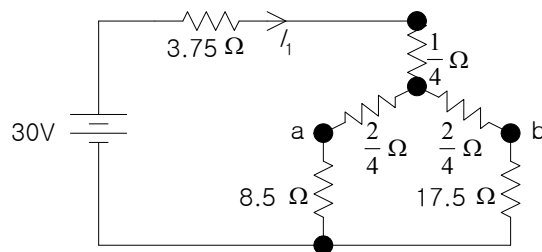


그림 s2.40 그림 p2.40의 등가회로