# 2 직렬 및 병렬 저항회로



저항회로해석은 그 자체로서도 중요하지만 다른 회로해석의 기본이 된다. 특히 6장에서 배울 교류회로해석은 저항회로해석과 거의 평행으로 이루어지므로 저항회로의 해석방법을 철저하게 공부할 필요가 있다.

이 장에서는 먼저 직렬회로와 병렬회로, 다음에 직병렬회로의 해석방법을 배우고, 회로구성에 제한을 받지 않는 일반적 해석방법은 다음 장으로 미룬다. 이 장에서 전압, 전류를 $V, I$로 표시한 것은 직류에 대한 것이고 $v$, $i$로 표시한 것은 일반적인 경우로, 저항회로에서는 어느 경우에나 모든 관계식이 동일형식을 갖는다. 저항회로에서는 회로 내의 모든 전류, 전압이 전원과 동일파형을 갖는다.

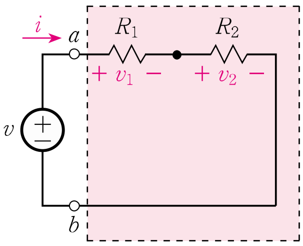
## 2.1 직렬회로와 병렬회로

직렬회로와 병렬회로를 서로 대비하면서 해석하는 것은 흥미 있는 일이다.

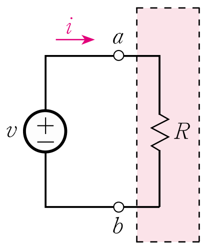
그림 2.1 (a)와 같이 저항 $R_1$, $R_2$가 직렬로 연결된 회로가 전압원 $v$로 구

그림 2.2 (a)와 같이 컨덕턴스 $G_1$, $G_2$가 병렬로 연결된 회로가 전류원 $i$로 구

동될 때 입력전류를 $i$라 하면 $i$는 각 소자에 공통이다. $R_1$, $R_2$에서의 $i$의 방향으로의 전압강하를 각각 $v_1$, $v_2$라 하고 각 저항에 옴의 법칙을 적용하면




(a)




(b) $R = R_1 + R_2$

**그림 2.1 두 저항의 직렬회로** (전류, 전압의 기준방향에 유의)

$$v_1 = R_1 i, \quad v_2 = R_2 i \tag{2.1}$$

또 KVL로부터

$$v = v_1 + v_2 \tag{2.2}$$

여기에 식 (2.1)을 대입하면

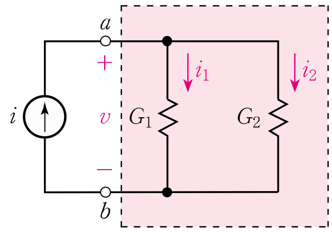
$$v = (R_1 + R_2) i$$

$$\therefore \quad \boxed{i = \frac{v}{R_1 + R_2}} \tag{2.3}$$

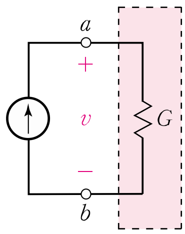
지금

$$\boxed{R = R_1 + R_2} \tag{2.4}$$

동될 때 입력전압을 $v$라 하면 $v$는 각 소자에 공통으로 걸린다. $G_1$, $G_2$에서의 전압강하의 방향으로의 전류를 각각 $i_1$, $i_2$라 하고, 각 컨덕턴스에 옴의 법칙을 적용하면




(a)




(b) $G = G_1 + G_2$

**그림 2.2 두 저항의 병렬회로** (전류, 전압의 기준방향에 유의)

$$i_1 = G_1 v, \quad i_2 = G_2 v \tag{2.10}$$

또 KCL로부터

$$i = i_1 + i_2 \tag{2.11}$$

여기에 식 (2.10)을 대입하면

$$i = (G_1 + G_2) v$$

$$\therefore \quad \boxed{v = \frac{i}{G_1 + G_2}} \tag{2.12}$$

지금

$$\boxed{G = G_1 = G_2} \tag{2.13}$$

로 정의되는 하나의 저항 $R$을 단자 $a-b$에 연결한 그림 2.1 (b)의 단자전류는

$$i = \frac{v}{R} = \frac{v}{R_1 + R_2} \tag{2.5}$$

와 같이 된다. 즉, 두 회로의 단자전류는 동일하다. 따라서 그림 2.1 (a)의 직렬회로는 단자 $a-b$ 외부에 관한 한 그림 (b)와 같이 하나의 저항으로 대치할 수 있으며, 이 후자를 직렬회로의 **등가회로**(equivalent circuit)라고 하고, 식 (2.4)로 정의되는 저항 $R$을 단자 $a-b$에서 본 **등가저항** 또는 **입력저항**이라고 한다.

각 저항에서의 전압강하를 구하려면 원회로 (a)에 돌아가서 식 (2.3)을 식 (2.1)에 대입함으로써

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} v = \frac{R_1}{R} v \\ v_2 &= \frac{R_2}{R_1 + R_2} v = \frac{R_2}{R} v \end{aligned} \tag{2.6}$$

즉, 입력전압은 직렬회로의 각부에 그 저항에 비례하여 분배된다. 이것을 **전압분배의 법칙**이라 한다.

이상은 직렬저항이 2개 이상인 경우에도 확장될 수 있으며, 예컨대 3개의 저항 $R_1$, $R_2$, $R_3$가 직렬로 된 회로의 입력전류는

$$i = \frac{v}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{2.7}$$

으로 정의되는 하나의 컨덕턴스 $G$를 단자 $a-b$에 연결한 그림 2.2 (b)의 단자전압은

$$v = \frac{i}{G} = \frac{i}{G_1 + G_2} \tag{2.14}$$

와 같이 된다. 즉, 두 회로의 단자전압은 동일하다. 따라서 그림 2.2 (a)의 병렬회로는 단자 $a-b$ 외부에 관한 한 그림 (b)와 같이 하나의 컨덕턴스로 대치할 수 있으며, 이 후자를 병렬회로의 등가회로라고 하고, 식 (2.13)으로 정의되는 컨덕턴스 $G$를 단자 $a-b$에서 본 **등가컨덕턴스** 또는 **입력컨덕턴스**라고 한다.

각 컨덕턴스에서의 전류를 구하려면 원회로 (a)에 돌아가서 식 (2.12)를 식 (2.10)에 대입함으로써

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{G_1}{G_1 + G_2} i = \frac{G_1}{G} i \\ i_2 &= \frac{G_2}{G_1 + G_2} i = \frac{G_2}{G} i \end{aligned} \tag{2.15}$$

즉, 입력전류는 병렬회로의 각부에 그 컨덕턴스에 비례하여 분배된다. 이것을 **전류분배의 법칙**이라 한다.

이상은 병렬컨덕턴스가 2개 이상인 경우에도 확장될 수 있으며, 예컨대 3개의 컨덕턴스 $G_1$, $G_2$, $G_3$가 병렬로 된 회로의 입력전압은

$$v = \frac{i}{G_1 + G_2 + G_3} \tag{2.16}$$

등가저항은

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \tag{2.8}$$

각 저항에서의 전압강하는

$$v_k = \frac{R_k}{R} v \quad (k = 1,\ 2,\ 3) \tag{2.9}$$

등가컨덕턴스는

$$G = G_1 + G_2 + G_3 \tag{2.17}$$

각 컨덕턴스를 흐르는 전류는

$$i_k = \frac{G_k}{G} i \quad (k = 1,\ 2,\ 3) \tag{2.18}$$

**[수치예]** (a) $2\,\Omega$과 $3\,\Omega$의 직렬에 $10\,\text{V}$의 전압을 걸 때 $2\,\Omega$ 양단의 전압은

$$10\,\text{V} \times \frac{2}{2+3} = 4\,\text{V}$$

(b) $0.8\,\text{S}$와 $0.2\,\text{S}$의 병렬에 $10\,\text{V}$의 전류를 흘릴 때 $0.2\,\text{S}$를 흐르는 전류는

$$10\,\text{A} \times \frac{0.2}{0.8+0.2} = 2\,\text{A}$$

(c) $2\,\Omega$과 $5\,\Omega$의 병렬에 $10\,\text{V}$의 전압을 걸 때 전(全)전류는 ($2\,\Omega$을 흐르는 전류) + ($5\,\Omega$을 흐르는 전류) $= \frac{10}{2} + \frac{10}{5} = 7\,\text{A}$

또는 식 (2.12)로부터 $v(G_1 + G_2) = 10\,\text{V}\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{5}\right)\text{S} = 7\text{A}$

이상과 관련하여 몇 가지 점을 지적하고자 한다.

**1.** 직렬회로에서는 저항, 병렬회로에서는 컨덕턴스를 사용하여 해석했기 때문에 두 회로의 해석에 완벽한 대응관계가 성립한다. 만일 병렬회로의 해석에서 컨덕턴스 대신에 초학자에게는 더 익숙한 저항을 사용한다면 등가저항 $R$은 식 (2.13)에서

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \quad \text{즉} \quad R = \frac{1}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}} \tag{2.19a}$$

따라서

$$\boxed{R = R_1 /\!/ R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \quad (/\!/\text{은 병렬연결을 의미한다}) \tag{2.19b}$$

식 (2.14)는

$$v = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} i = Ri$$

식 (2.15)는

$$i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} i, \quad i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} i \tag{2.20}$$

즉, 병렬회로에서 전류는 저항에 반비례하여 분류된다(전류분배의 법칙).

저항이 2개 이상이면 이 식들은 더욱 복잡하게 되며, 식 (2.19a)는

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots} \tag{2.21}$$

**[수치예]** (a) $10\,\Omega$, $2\,\Omega$, $5\,\Omega$의 병렬회로의 등가저항은 $\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5}$로부터 $R = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5}} = 10$(계산기를 쓸 때에는 통분할 필요없음)

(b) $2\,\Omega$과 $8\,\Omega$의 병렬회로에 $20\,\text{A}$의 전류가 유입될 때 $2\,\Omega$을 흐르는 전류는 $20 \times \frac{8}{2+8} = 16\,\text{A}$. $8\,\Omega$을 흐르는 전류는 $20 \times \frac{2}{2+8} = 4\text{A}$

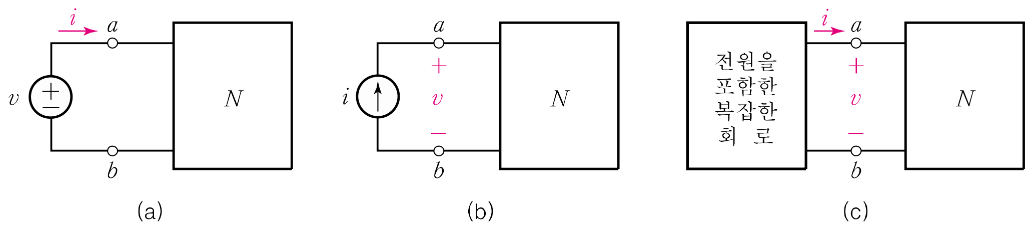



**그림 2.3** 세 회로에서 $v$ 또는 $i$가 같으면 $N$ 내의 전류, 전압분포는 세 회로에서 동일함

**2.** 위에서 직렬회로는 전압원으로 구동되고 병렬회로는 전류원으로 구동되는 것으로 하였으나, 위의 해석은 어떤 전원으로 구동하든지 또는 단자 $a-b$가 전원을 포함한 다른 복잡한 회로에 연결되어 있든지(그림 2.3) 이상의 해석은 적용된다. 즉, 단자 $a-b$ 좌측에 무엇이 연결되어 있든지간에 $v$, $i$를 단순히 단자전압, 단자전류로 간주하면 된다. 이 사실은 앞으로 일일이 언급하지 않겠다.

**3.** 직렬회로의 입력등가저항은 각 저항 중 가장 큰 것보다 더 크고, 병렬회로의 입력등가저항은 각 저항 중 가장 작은 것보다 더 작다. 또 각 회로가 $n$개의 동일저항 $R$로 구성될 때 직렬회로의 등가저항은 $nR$, 병렬회로의 등가저항은 $R/n$이 된다.

**[수치예]** $1\,\mathrm{k\Omega}$의 저항이 100개 병렬로 된 두 회로의 등가저항은 $\dfrac{1\,\mathrm{k\Omega}}{100}=10\,\Omega$

**4.** 직렬회로 또는 병렬회로를 그 입력단자에서 하나의 등가저항 또는 등가컨덕턴스로 대치하여 해석하는 기교는 앞으로 자주 쓸 것이다. 그러나 주의할 것은 회로 내부의 전압 또는 전류를 구하고자 할 때에는 원회로에 돌아가서 생각해야 한다[위에서 식 (2.6), (2.15)를 구할 때에도 그렇게 하였다].

**5.** 저항회로의 모든 전류, 전압은 동일파형을 갖는다. 예컨대 3개 저항의 직렬회로에서 $v=e^{-t}$이면 $v_1$, $v_2$, $v_3$, $i$ 들도 $e^{-t}$에 어떤 계수를 곱한 것과 같으며, 이것은 식 (2.7), (2.9)에서 명백하다. 이 사실은 저항회로의 구조와는 관계없다.

**6.** 일단 회로 내의 전류, 전압이 구해지면 $k$번째 소자에서의 소비전력은 $p_k=v_k i_k=R_k i_k^2=G_k v_k^2=v_k^2/R_k$의 어느 것으로부터 구할 수 있다. 또 임의의 저항회로에서 입력단자 $a-b$ 간의 전압 $v_{ab}$, 회로에 유인하는 전류를 $i_{ab}$라 하면 회로에 공급되는 전력은 $P_{ab}=v_{ab}i_{ab}=R_{ab}i_{ab}^2=G_{ab}v_{ab}^2=v_{ab}^2/R_{ab}$의 어느 것으로도 구할 수 있다.

**[수치예]** $2\,\Omega$과 $3\,\Omega$의 직렬회로에 $10\,\mathrm{V}$의 전압을 인가할 때 전류는 $\dfrac{10}{2+3}=2\,\mathrm{A}$이므로 $2\,\Omega$에서 소비되는 전력은 $3\times2^2=8\,\mathrm{W}$, $3\,\Omega$에서 소비되는 전력은 $3\times2^2=12\,\mathrm{W}$ [전원의 공급전력은 $10\times2$, $(2+3)\times2^2$, $10^2/(2+3)$ 또는 $8+12$로부터 $20\,\mathrm{W}$]

**7.** 직렬저항회로와 병렬컨덕턴스회로의 해석은 앞에서 본 대로 $R\to G$, $v\to i$, $i\to v$로 바꾸면 완전히 꼭 같게 이루어진다. 이와 같은 두 회로를 서로 **쌍대적**(dual)이라고 하며, $R$과 $G$를 쌍대적인 양이라고 한다.

### 예제 2.1

그림 2.4의 각 회로에서 모든 전류, 전압과 등가입력저항을 구하라.

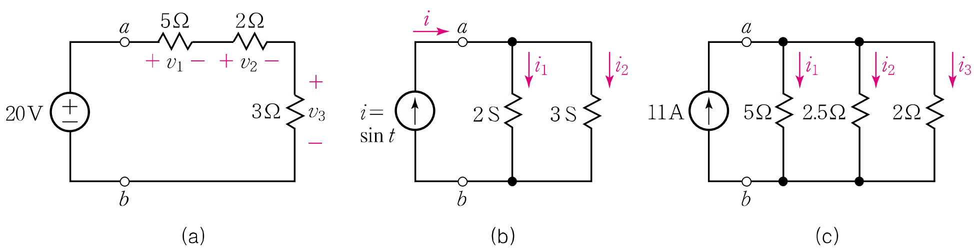



**그림 2.4** 예제 2.1의 회로

**풀 이**

(a) 단자 $a-b$에서 우측을 본 저항

$$R_{ab}=5+2+3=10\,\Omega,\quad i=\frac{v}{R_{ab}}=\frac{20}{10}=2\,\mathrm{A}$$
$$v_1=5\,\Omega\times 2\,\mathrm{A}=10\,\mathrm{V},\quad v_2=2\times 2=4\,\mathrm{V},\quad v_3=3\times 2=6\,\mathrm{V}$$

또는 전압분배의 법칙에 의하여

$$v_1=20\,\mathrm{V}\times\frac{5}{10}=10\,\mathrm{V},\ v_2=20\times\frac{2}{10}=4\,\mathrm{V},\ v_3=20\times\frac{3}{10}=6\,\mathrm{V}$$

(b) 전류분배의 법칙에 의하여

$$i_1=\frac{2}{2+3}i=0.4\sin t\,\mathrm{A},\quad i_2=\frac{3}{2+3}i=0.6\sin t\,\mathrm{A}$$
$$v_{ab}=i_1\times\frac{1}{2}=i_2\times\frac{1}{3}=0.2\sin t\,\mathrm{V}$$
$$R_{ab}=\frac{1}{G_{ab}}=\frac{1}{2+3}=0.2\,\Omega\quad\left(\text{또는 } R_{ab}=\frac{v_{ab}}{i}=0.2\,\Omega\right)$$

(c) $G_1=\frac{1}{5}=0.2\,\mathrm{S},\ G_2=\frac{1}{2.5}=0.4\,\mathrm{S},\quad G_3=\frac{1}{2}=0.5\,\mathrm{S}$

$$G_{ab}=0.2+0.4+0.5=1.1\,\mathrm{S}$$

전류분배의 법칙에 의하여

$$i_1=11\,\mathrm{A}\times\frac{0.2}{1.1}=2\,\mathrm{A},\quad i_2=11\times\frac{0.4}{1.1}=4\,\mathrm{A},\quad i_3=11\mathrm{A}\times\frac{0.5}{1.1}=5\,\mathrm{A}$$
$$v_{ab}=5i_1=2.5i_2=2i_3=10\,\mathrm{V}$$
$$R_{ab}=\frac{1}{G_{ab}}=\frac{1}{1.1}\,\Omega$$

## 2.2 직병렬회로

한 예로서 그림 2.5 (a)와 같은 **직병렬**(series-parallel) 저항회로에서 회로 내의 모든 전류, 전압의 분포를 구해 보자. 앞절에서 배운 등가저항의 개념을 반복 적용하여 그림 (b), (c), (d)와 같이 순차적으로 회로를 단순화하면 입력전류는

$$i_{da}=\frac{20}{10}=2\,\mathrm{A}$$

기타의 전류, 전압을 구하자면 먼저 그림 (c)에 돌아가서

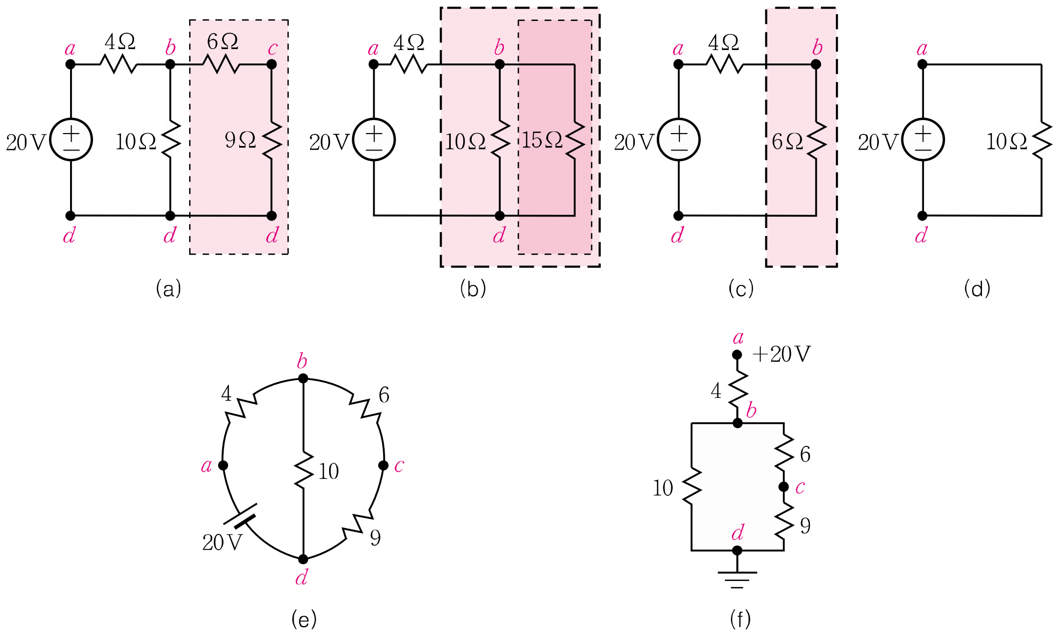



**그림 2.5** 등가저항의 반복대치에 의한 직병렬회로해석

$$i_{ab} = i_{da} = 2\,\text{A},\ \ v_{ab} = 4 \times 2 = 8\,\text{V},\ \ v_{bd} = 6 \times 2 = 12\,\text{V}$$

또 그림 (b)에 돌아가서

$$10\,\Omega\text{을 흐르는 전류} = \frac{12\text{V}}{10\,\Omega} = 1.2\,\text{A}$$

$$10\,\Omega\text{을 흐르는 전류} = \frac{12\text{V}}{15\,\Omega} = 0.8\,\text{A}$$

마지막으로 그림 (a)에 돌아가서 $i_{bc} = i_{cd} = 0.8\,\text{A}$

$$v_{bc} = 6\,\Omega \times 0.8\,\text{A} = 4.8\,\text{V},\quad v_{cd} = 9\,\Omega \times 0.8\,\text{A} = 7.2\,\text{V}$$

다음에 전력에 관해서 고찰하자.

전원이 공급하는 전력 $= 20\,\text{V} \times 2\,\text{A} = 40\,\text{W}$

회로 내에서 소비되는 전력의 합

$= \sum Ri^2 = 4 \times 2^2 + 10 \times 1.2^2 + 6 \times 0.8^2 + 9 \times 0.8^2$

$= 40\,\text{W} =$ 전원이 공급하는 전력(에너지 불멸법칙)

[설명을 요하지 않겠지만 그림 2.5의 (a), (e), (f)는 같은 회로이다; ⏚은 모든 전압의 기준이 되는 접지점을 나타낸다]

**[비고]** 단순히 입력저항 또는 입력전류만 구하고자 하는 경우에는 머릿속에서 회로도를 단순화하면서 다음과 같이 계산하면 된다. 즉, 회로의 우측으로부터 출발하여

6Ω과 9Ω의 직렬 = 15Ω
이 결과와 10Ω의 병렬 = 6Ω
이 결과와 4Ω의 직렬 = 10Ω = 입력저항
∴ 입력전류 = 20 V/16Ω = 2 A

## 2.3 사다리꼴회로

그림 2.6과 같은 여러 개의 저항이 직렬, 병렬 교대로 접속된 회로를 **사다리꼴회로**(ladder-type circuit)라고 한다. 이것은 앞절에서 취급한 직병렬회로에 불과하다. 따라서 앞절의 방법을 그대로 적용할 수 있겠으나 여기서는 더 조직적인 방법을 배운다.

이 방법의 요령은 우선 우단(右端)의 전류 또는 전압을 가정한 다음 좌측으로 향하면서 순차적으로 각부의 전류, 전압을 구하여 최후에 입력단자에 나타나는 전압을 구한다. 이것을 전원전압과 비교함으로써 처음에 가정했던 출력측의 전류와 기타 모든 전류, 전압을 결정할 수가 있다.

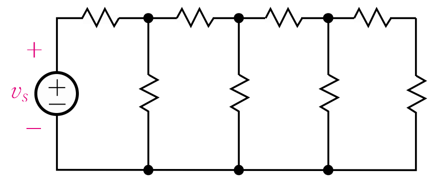



**그림 2.6** 사다리꼴회로

### 예제 2.2

그림 2.7의 저항회로에서 출력전류 $i_1$을 가정하여 위의 본문에서 제시한 방법으로 회로 각부의 전류, 전압을 구하라. 단, 모든 전압은 접지점을 기준으로 한다.

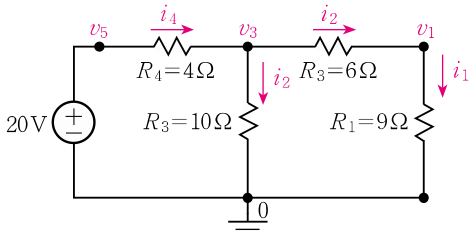



**그림 2.7** 예제 2.2의 회로

**풀 이**

$i_1 = 1\,\mathrm{A}$라 가정하고 다음 순서로 조직적으로 회로의 모든 전류, 전압을 구한다.

$$v_1 = R_1 i_1 = 9\,\mathrm{V}, \quad i_2 = i_1 = 1\,\mathrm{A}$$
$$v_3 = v_1 + R_2 i_2 = 9+6 = 15\,\mathrm{V}, \quad i_3 = v_3/R_3 = 1.5\,\mathrm{A}$$
$$i_4 = i_3 + i_2 = 2.5\,\mathrm{A}, \quad v_5 = v_3 + R_4 i_4 = 15+10 = 25\,\mathrm{V}$$

그런데 실제로는 $v_5 = 20\,\mathrm{V}$이므로 위에서 구한 모든 $v$, $i$를 $20/25 = 0.8$배 해주어야 한다(회로의 전압, 전류는 전원전압에 비례하기 때문에). 따라서 예컨대 $i_1 = 0.8\,\mathrm{A}$, $v_1 = 7.2\,\mathrm{V}$, $i_3 = 1.2\,\mathrm{A}$, $v_3 = 12\,\mathrm{V}$가 되며 이것들은 앞절에서 얻은 결과와 일치함을 볼 수 있다.

만일 이 문제에서 $v_1$만 필요하다면 전류를 구하는 과정을 빼고 전압분배의 법칙을 이용하여 다음과 같이 해결할 수도 있다.

$$v_1 = v_3 \cdot \frac{9}{6+9} = 0.6\,v_3$$

$R_3$ 우측의 등가저항$= 10 \,/\!\!/\, (6+9) = 6\,\Omega$

$$\therefore \; v_3 = v_5 \cdot \frac{6}{4+6} = 0.6\,v_5$$

이상으로 $\quad v_1 = 0.6 \times 0.6\,v_5 = 0.36 \times 20 = 7.2\,\mathrm{V}$

사다리꼴회로의 실제적 이용에서는 출력측의 전압만이 문제되는 경우가 많다. 이 경우에는 이 절의 방법이 결정적으로 유리하다. 그러나 입력저항이나 입력전류가 문제될 때에는 앞절의 [비고]의 방법이 유리하다.

단, 긴 사다리꼴회로의 모든 전류, 전압을 구하고자 할 때에는 이 절의 방법이 앞절의 방법보다 혼란을 덜 가져오고 컴퓨터 프로그래밍하기도 쉽다.

## 2.4 전원변환

그림 2.8에서 점선 내부의 두 회로는

$$i_0 = v_0/R_0 \quad \text{또는} \quad v_0 = R_0\,i_0 \tag{2.22}$$

의 조건이 만족되면 단자에 연결되는 부하저항 $R_L$(단자 $a-b$ 우측의 저항회로 $N$에 대한 등가입력저항) 여부에 불구하고 단자전류 $i$가 같아진다. 즉,

그림 2.8 (a)에서 $i=\dfrac{v_0}{R_0+R_L}$

그림 2.8 (b)에서 $i=i_0\dfrac{R_0}{R_0+R_L}$ (전류분배의 법칙) $=\dfrac{v_0}{R_0+R_L}$

따라서 점선 내부는 단자 외부에 관한 한 등가이므로 서로 대치할 수 있다. 그림 2.8에서 $i_0$는 단자 $a-b$를 단락(short)했을 때의 전류, $v_0$는 단자 $a-b$를 개방했을 때의 전압임을 알 수 있다.

다음 예제에서 보는 바와 같이 전압원과 직렬저항을 전류원과 병렬저항으로 대치하고, 또는 그 반대의 대치를 하는 기교 — **전원변환**이라고 함 — 는 특히 직병렬회로에서 어떤 특정된 두 단자간의 전압 또는 전류를 구할 때에 유용하다. 이 방법을 적용하는 데 특히 유의할 점은 대치된 부분은 그 외부에 대해서는 등가적이지만 그 내부에 대해서는 그렇지 않다는 것이다.

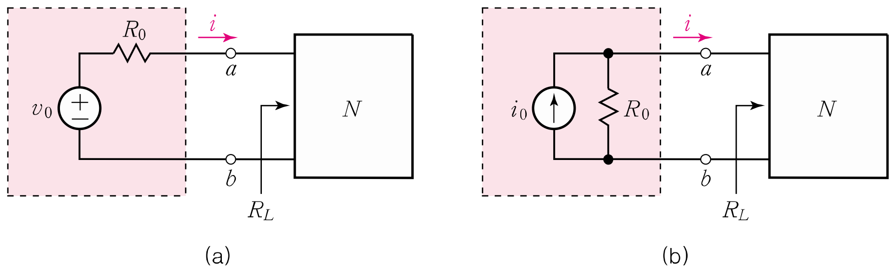



**그림 2.8** 전원변환

### 예제 2.3

그림 2.9 (a)의 저항회로에서 전원변환을 반복 적용함으로써 $v_L$을 구하라.

### 풀 이

우선 단자 $a-b$ 좌측회로에서 $v_g$와 $20\,\Omega$의 직렬은 전원변환하여 그림 (b)를 얻는다. 다음에 두 전류원을 합하고 $30\,/\!/\,20=12\,\Omega$이므로 그림 (c)를 얻는다. 여기서 다시 한 번 전원변환하면 그림 (d)와 같은 등가회로를 얻는다. 이로부터

$$v_L=(12i_g+0.6v_g)\times\frac{3}{12+5+3}=1.8i_g+0.09v_g \tag{2.23}$$

원회로 (a)와 등가회로 (d)는 단자 $a-b$ 좌측이 우측에 대해서는 등가적으로 작용하지만 그 좌측부가 완전히 변형되어 있다.

그러므로 이 문제에서 요구되고 있지 않지만 단자 $a-b$ 좌측부의 전압, 전류의 분포를 구하려면 다시 원회로에 돌아가서 생각해야 한다. 즉, 위에서 $v_L$이 구해졌으므로

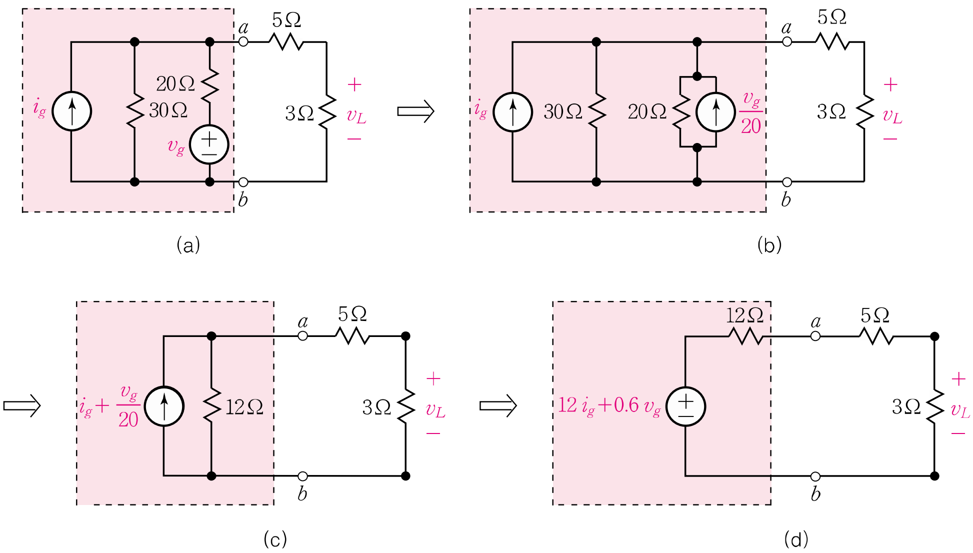



**그림 2.9** 예제 2.3의 회로

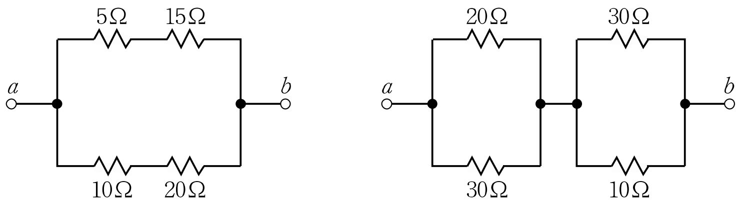
그림 (b)로부터 $v_{ab}=\dfrac{8}{3}v_L=(4.8i_g+0.16v_g)\,\mathrm{V}$

$$i(20\Omega)=\frac{v_{ab}}{30\Omega}=(0.16i_g+0.0053v_g)\,\mathrm{A}$$

그림 (a)로부터 $i(20\Omega)=\dfrac{v_{ab}-v_g}{20\Omega}=(0.24i_g+1.008v_g)\,\mathrm{A}$

## 연/습/문/제

**2.1** 그림 p 2.1 (a), (b)의 각각에서 단자 $a$-$b$ 간의 등가저항을 구하라.




(a) (b)

**그림 p 2.1**

**2.2** 그림 p 2.2의 회로에서 각 저항을 흐르는 전류를 구하라.

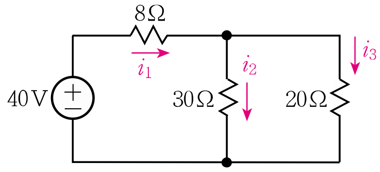



**그림 p 2.2**

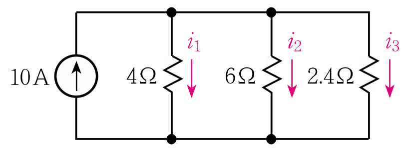



**그림 p 2.3**

**2.3** 그림 p 2.3의 회로에서 각 저항을 흐르는 전류를 구하라.

**2.4** 그림 p 2.4의 회로에서 $i_L$을 구하라.

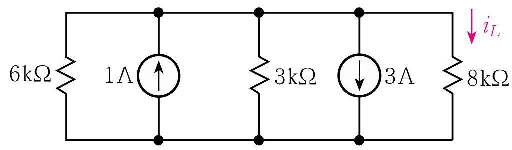



**그림 p 2.4**

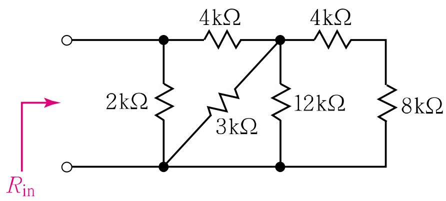



**그림 p 2.5**

**2.5** 그림 p 2.5의 회로에서 $R_{in}$을 구하라.

**2.6** 그림 p 2.6의 회로에서

(a) $i_1$, $i_2$, $v_o$을 구하라.

(b) 접합점 $d$에서 KCL이 성립함을 보여라.

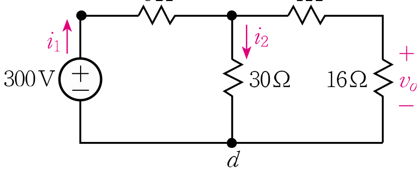



**그림 p 2.6**

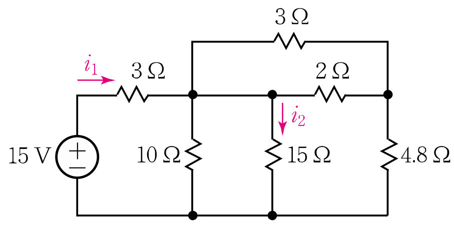



**그림 p 2.7**

**2.7** 그림 p 2.7의 회로에서 $i_1$, $i_2$을 구하라. (힌트 : 10Ω 좌측에서 우측을 본 등가저항＝3Ω)

**2.8** 그림 p 2.8의 회로에서 $i$을 구하라. (힌트 : 8V 전원좌측 및 우측에 대하여 전원변환을 하여 등가적으로 전원과 저항들이 직렬회로로 고쳐라)

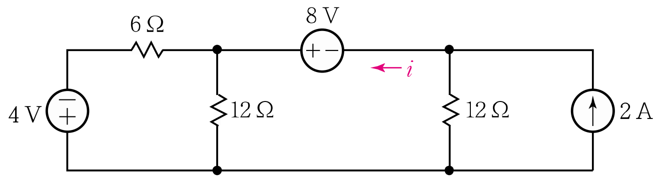



**그림 p 2.8**

**2.9** 그림 p 2.9의 회로에서 $i_1$, $i_2$를 구하라. (힌트 : 15Ω 양단전압＝10 V−3Ω × $i_1$)

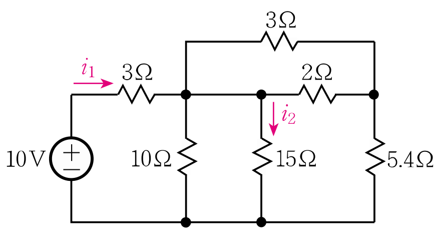



**그림 p 2.9**

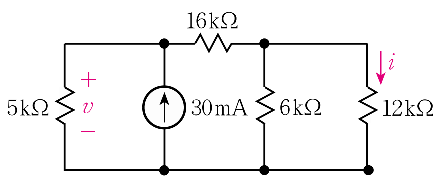



**그림 p 2.10**

**2.10** 그림 p 2.10의 회로에서 $v$, $i$ 를 구하라. (힌트 : 전류분배의 법칙을 이용하라. 즉, 30 mA가 5 kΩ과 (16＋6∥12) kΩ에 분류하고, 후자의 전류는 6 kΩ과 12 kΩ에 분류한다)

**2.11** 그림 p 2.11의 회로에서 $i_0$을 구하라.

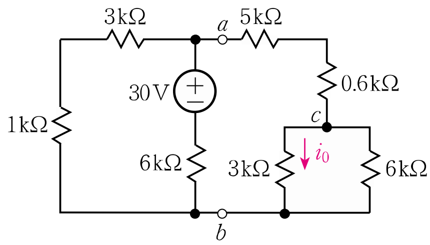



그림 p 2.11

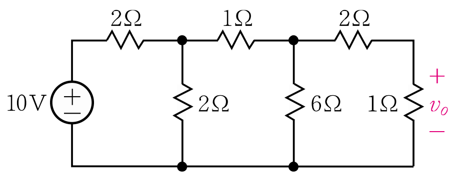



그림 p 2.12

**2.12** 그림 p 2.12의 회로에서 2.3절의 사다리꼴회로의 방법을 이용하여 $v_o$를 구하라.

**2.13** 그림 p 2.13의 회로에서 $v_{in}$를 구하라.

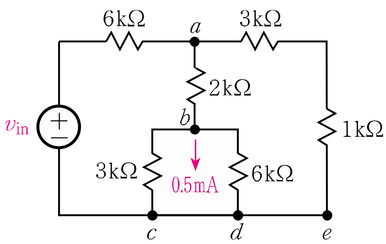



그림 p 2.13

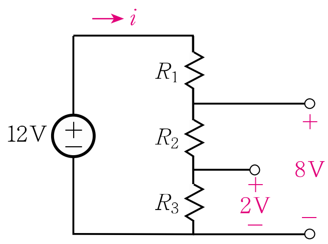



그림 p 2.14

**2.14** 그림 p 2.14는 12 V 전원에서 8 V 및 2 V를 얻기 위한 전압분배기이다.

(a) 전압원의 공급전력이 0.1 W를 넘지 않도록 저항들을 선정하라.

(b) 설계된 전압분배기에서 2 V 출력단자에 $2R_3$, 또 $20R_3$와 같은 부하저항을 연결할 때의 단자전압을 구하라.

**2.15** 그림 p 2.15의 회로에서 다음을 구하라. (힌트 : 40 V 전원의 극성에 유의하라)

(a) 전원변환을 반복하여 단자 $a$-$b$ 좌측을 하나의 전류원과 하나의 저항의 병렬로, 또 하나의 전압원과 하나의 저항의 직렬로 등가변환하라.

(b) 이 결과를 이용하여 단자 $a$-$b$ 사이에 7.6 Ω의 저항을 연결할 때의 $v_{ab}$를 구하라.

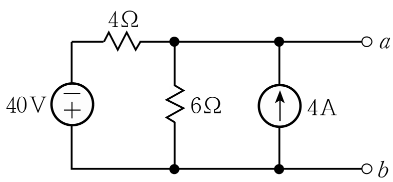



그림 p 2.15