Lecture 2.
Electric Circuit Theories

고윤호

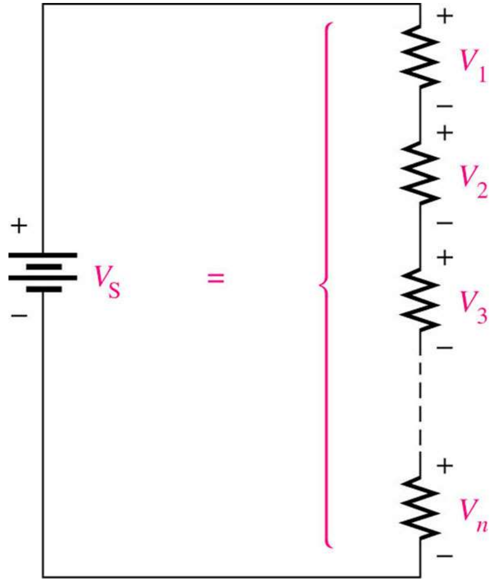
Index

1. Kirchhoff's Voltage Law
2. Kirchhoff's Current Law
3. Series Circuits
4. Parallel Circuits
5. Basic Examples (Series-Parallel circuits)
6. Source conversions
7. Superposition Theorem
8. Thevenin's Theorem
9. Norton's Theorem
10. Maximum Power Transfer Theorem
11. Preliminary to systematic circuit analysis
12. Mesh Current Method
13. Node Voltage Method

1. 키르히호프의(Kirchhoff’s) 전압 법칙

- 키르히호프의(Kirchhoff’s) 전압 법칙
  - ◆ 폐루프를 따라 전압 강하의 합은 전원 전압의 합과 같다.

$$V_S = V_1 + V_2 + V_3 + \Lambda + V_n$$

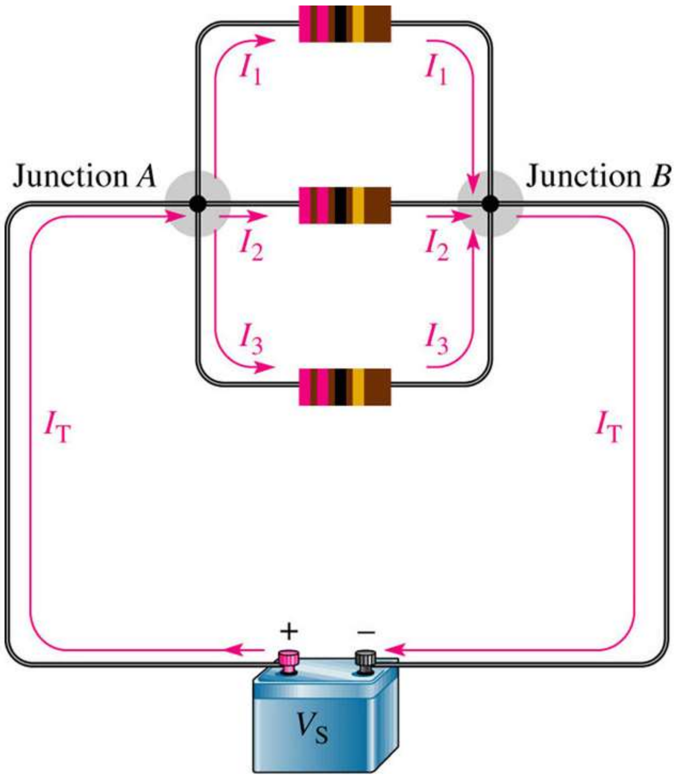


- 키르히호프의 전압 법칙의 다른 표현
  - ◆ 폐회로를 따라 모든 전압을 대수적으로 더하면 **0** 이 된다.

$$V_1 + V_2 + V_3 + \Lambda + V_n - V_S = 0$$

2. 키르히호프의 전류법칙

- 키르히호프의 전류법칙
  - ◆ 임의의 접합점**(junction)**으로 유입되는 전류의 총합은 이 접합점에서 유출되는 전류의 총합과 같다.

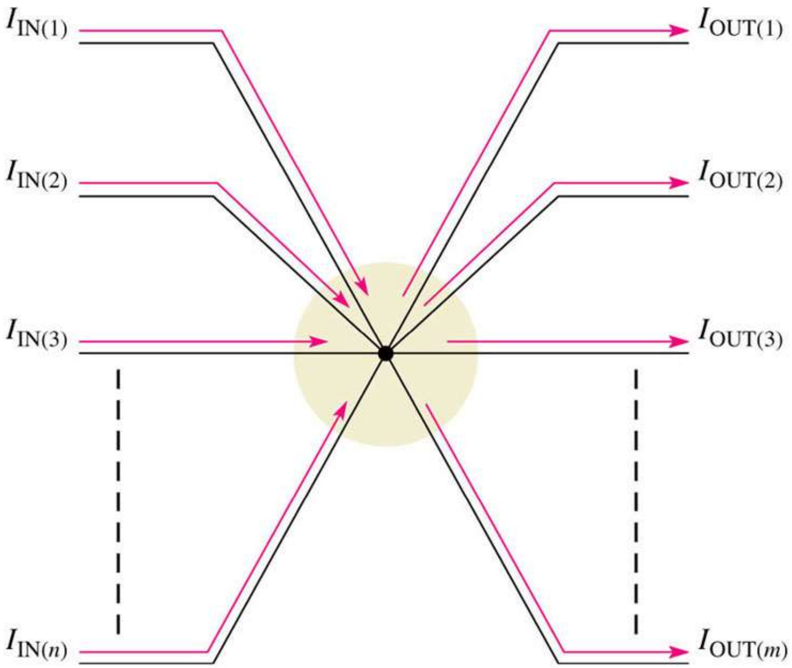


접합점 : 두 개 이상의 소자가 연결된 회로내의 임의의 한 점

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

2. 키르히호프의 전류법칙

● 키르히호프의 전류법칙의 일반식



$$I_{IN(1)} + I_{IN(2)} + \Lambda + I_{IN(n)} = I_{OUT(1)} + I_{OUT(2)} + \Lambda + I_{OUT(m)}$$

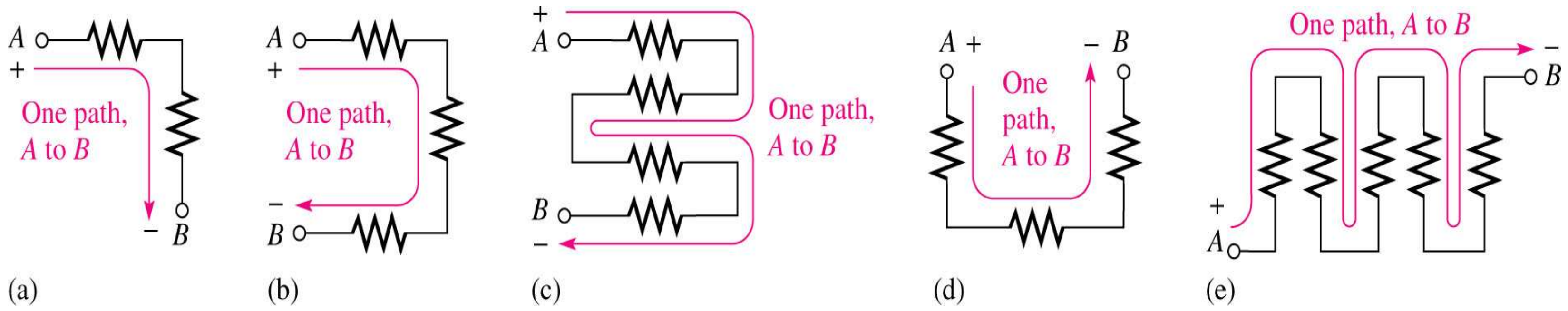
● 키르히호프의 전류법칙 (다른 표현)

◆ 임의의 접합점에 유출(유입) 되는 전류들의 총합은 **0**

$$I_{OUT(1)} + I_{OUT(2)} + \Lambda + I_{OUT(m)} - I_{IN(1)} - I_{IN(2)} - \Lambda - I_{IN(n)} = 0$$

3. Series Circuits

- 직렬 연결
  - ◆ 전류가 흐를 수 있는 경로가 한 개뿐인 줄의 형태로 연결
  - ➔ 직렬 연결된 저항의 전류는 동일



- 직렬 회로의 합성저항 **(total resistance)**
  - ◆ 직렬로 연결된 각 저항의 합과 같다.

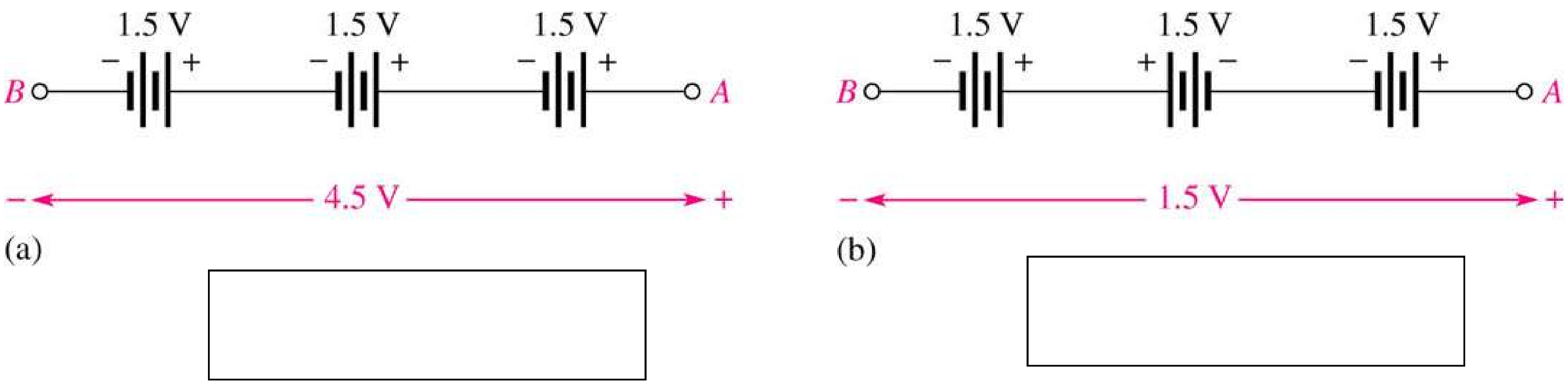
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \Lambda + R_n$$

3. Series Circuits

- 전압 전원의 직렬 연결
  - ◆ 총 전압은 각 전원 전압의 대수 합
  - ◆ 직렬로 연결된 전원의 극성 고려

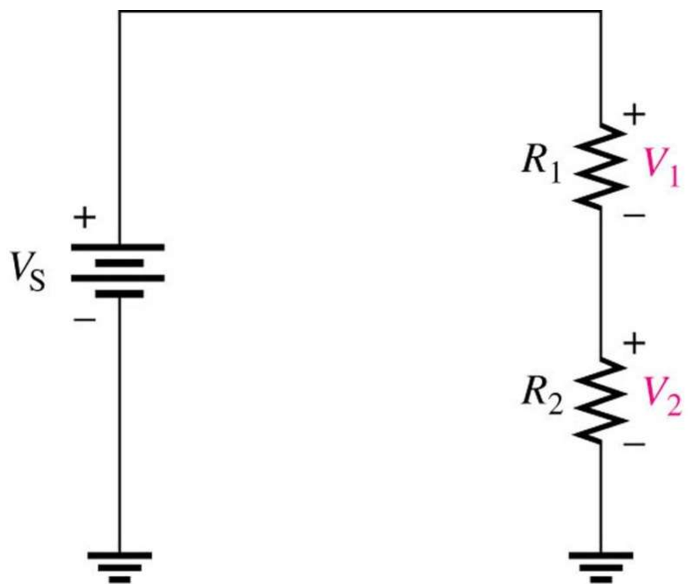
$$V_{S(tot)} = V_{S1} + V_{S2} + \Lambda + V_{Sn}$$

  - ◆ **V_{AB} : B**에 대한 **A**의 전압 의미



3. Series Circuits

- 전압분배(법칙)
  - ◆ 직렬로 연결된 특정 저항에서 강하되는 전압은 합성 저항값에 대한 특정 저항의 비에 전원(전체) 전압을 곱한 값



$$R_T = R_1 + R_2$$

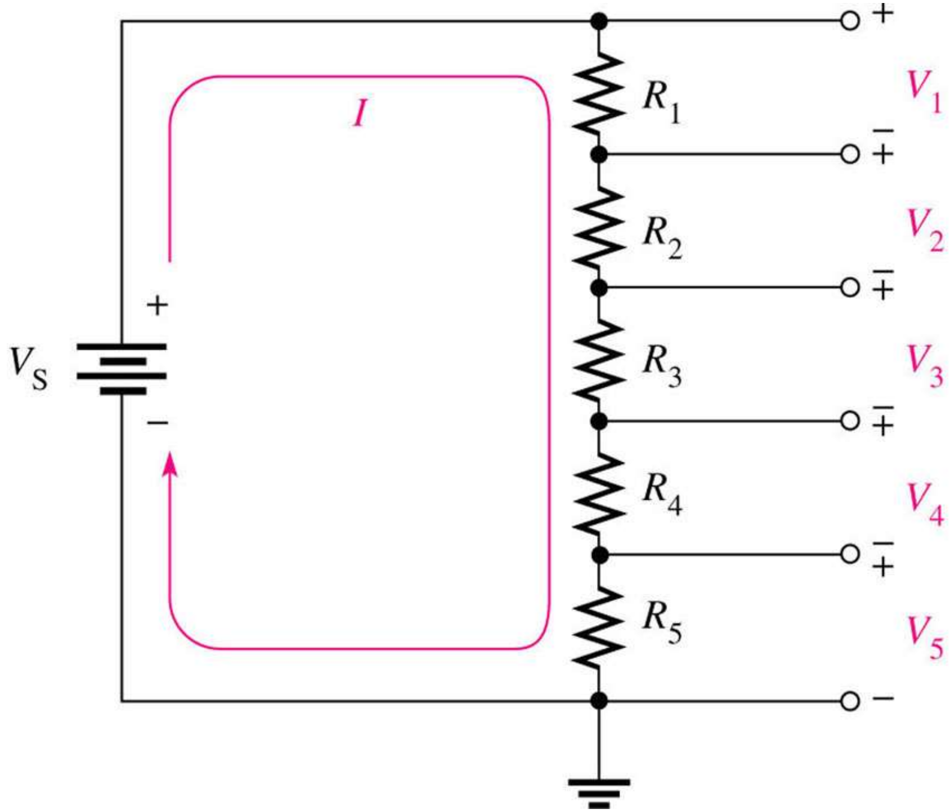
$$I = \frac{V_S}{R_T} = \frac{V_S}{R_1 + R_2}$$

$$V_1 = R_1 I = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S$$

$$V_2 = R_2 I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_S$$

3. Series Circuits

- 전압분배(법칙) -일반화
  - 직렬로 연결된 특정 저항에서 강하되는 전압은 합성 저항값에 대한 특정 저항의 비에 전원(전체) 전압을 곱한 값



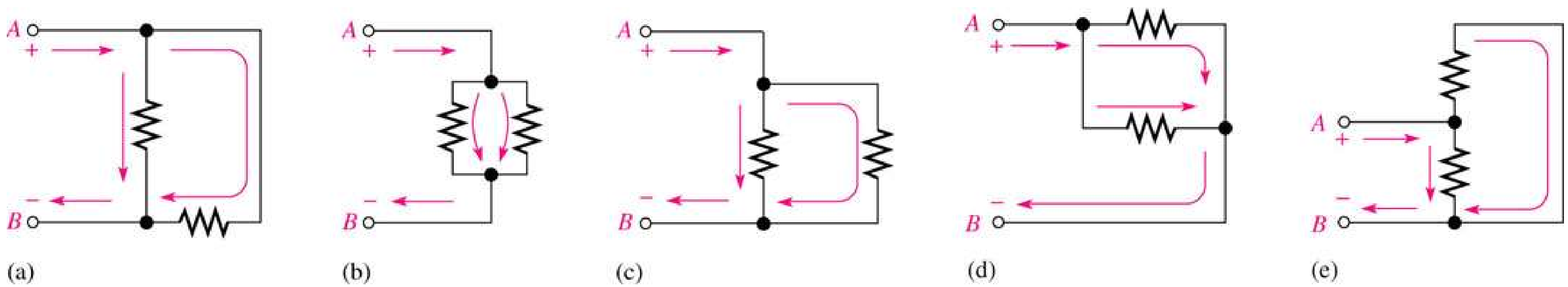
$$R_T = R_1 + R_2 + \Lambda + R_5$$

$$I = \frac{V_S}{R_T}$$

$$V_x = \left(\frac{R_x}{R_T}\right) V_S$$

4. Parallel Circuits

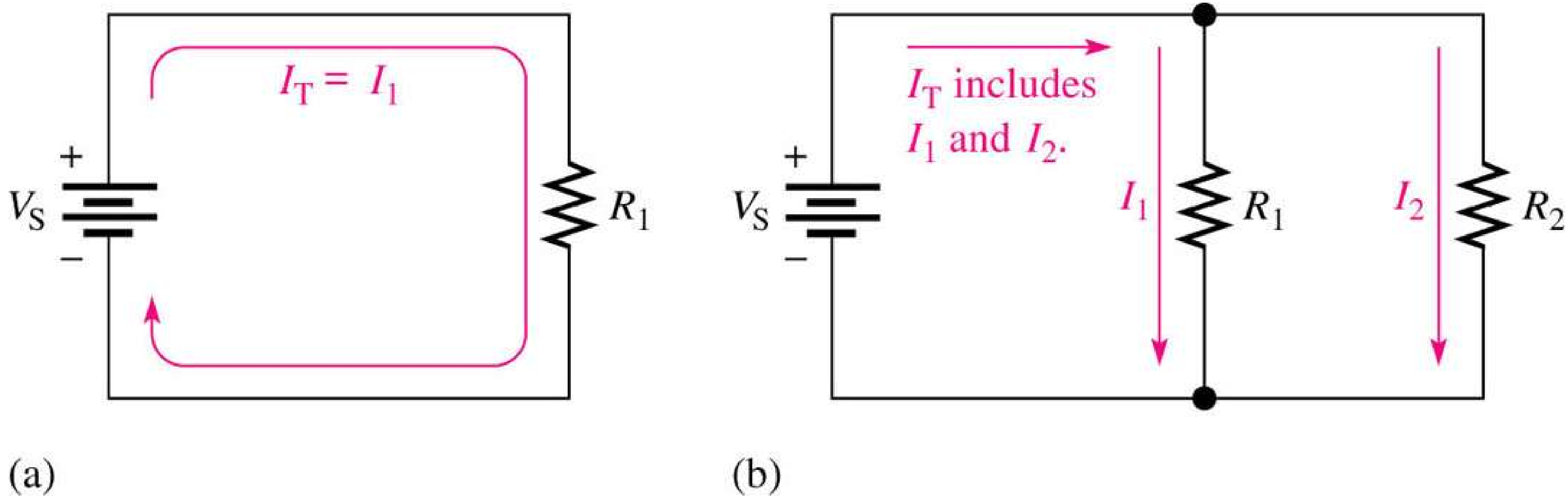
- 병렬연결
  - ◆ 두 점 사이에 두 개 이상의 전류 경로가 연결된 전기회로 관계
  - ◆ 가지(**branch**)
    - ❖ 병렬로 연결된 각 전류의 경로



❖ 병렬회로의 모든 가지(**branch**)의 양단 전압은 동일.

4. Parallel Circuits

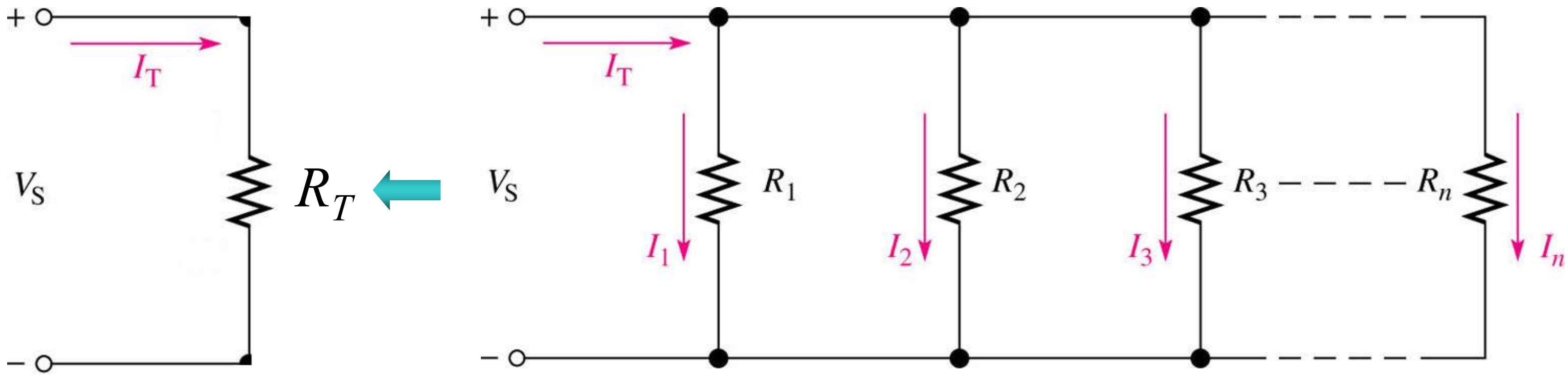
● 전류의 경로수가 병렬합성저항값에 미치는 영향



◆ 병렬연결 → 전류의 경로수 증가 → 전류의 흐름을 방해하는 성질 감소 → 합성저항 감소

4. Parallel Circuits

- 합성저항의 계산 공식



$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \Lambda + I_n$$

$$\frac{V_S}{R_T} = \frac{V_S}{R_1} + \frac{V_S}{R_2} + \frac{V_S}{R_3} + \Lambda + \frac{V_S}{R_n}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \Lambda + \frac{1}{R_n}$$

$$G_T = G_1 + G_2 + G_3 + \Lambda + G_n$$

4. Parallel Circuits

◆ 병렬 저항의 표기

❖ 두 평행 수직선으로 표기

$$R_1 \| R_2 \| R_3 \| R_4 \| R_5$$

◆ 두 개 저항을 병렬 연결한 경우

❖ 다수의 저항이 병렬연결 된 회로의 합성 저항 = 두 개씩 병렬 저항을 나누어서 전체 저항을 나누어서 계산

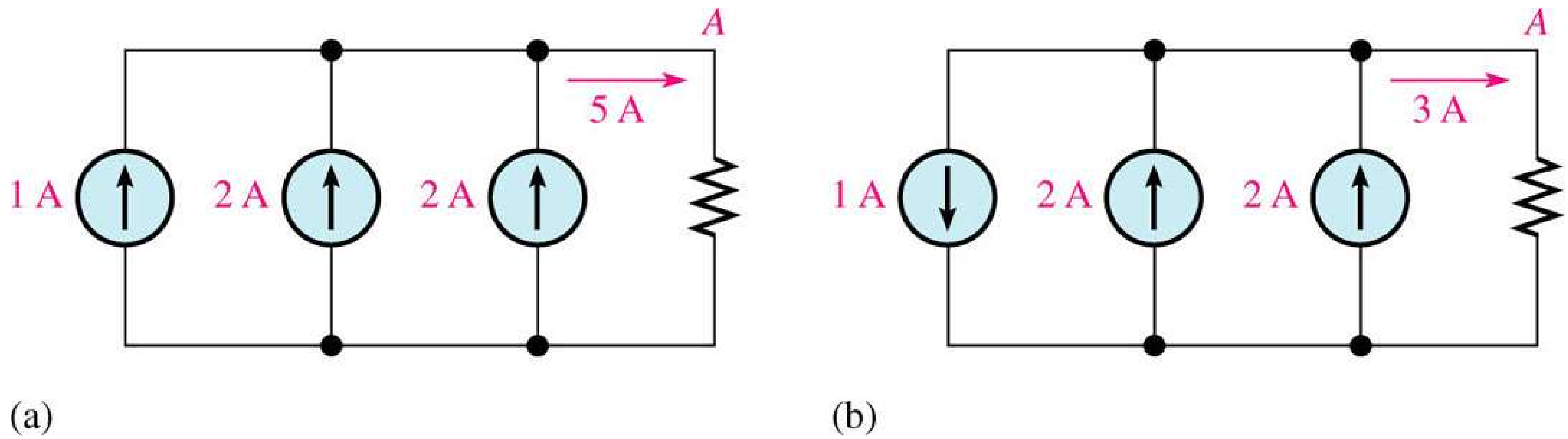
$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}}$$

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

4. Parallel Circuits

- 전류원의 병렬 연결
  - ◆ 전류원 (전류 전원)
    - ❖ 부하의 저항이 변하더라도 항상 일정 전류를 공급하는 에너지원
  - ◆ 전류원의 병렬 연결
    - ❖ 병렬 연결 전류원에 의한 총 전류 = 개개 전류원의 대수적인 합

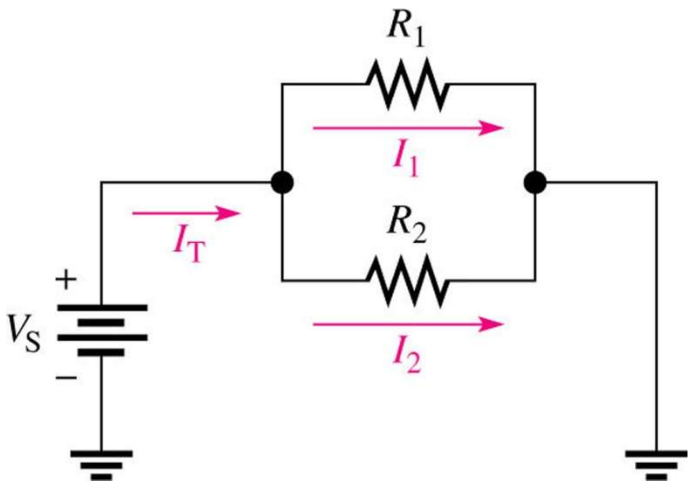


$$I_T = 1A + 2A + 2A = 5A \qquad I_T = -1A + 2A + 2A = 3A$$

4. Parallel Circuits

- 전류분배 (법칙)
  - ◆ 병렬 연결 시 전압일정
    - ❖ 유입되는 총 전류는 어떻게 각 가지로 분배 될 것인가?
    - ❖ 큰 저항의 가지에 작은 전류, 작은 저항의 가지에 많은 전류

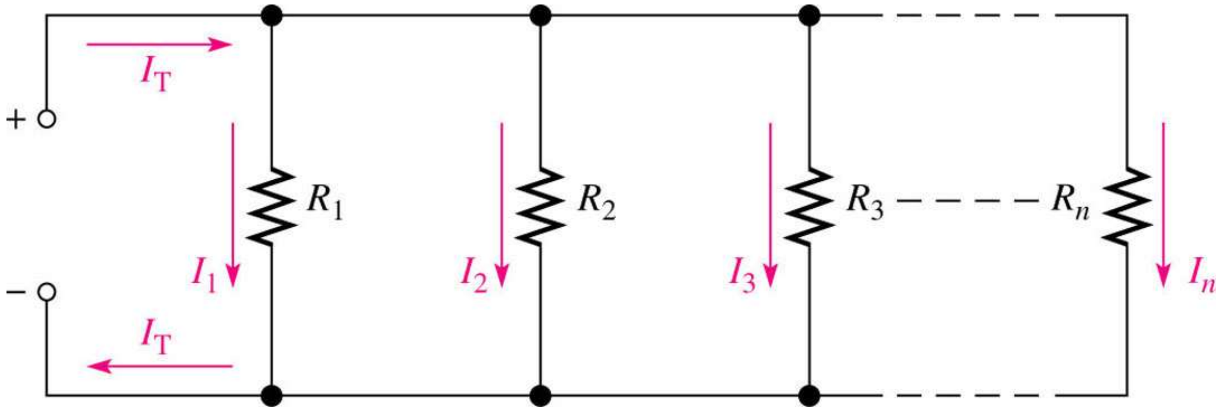
총 전류는 저항값에 반비례하여 병렬 저항에 분배



$$I_1 = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} I_T = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_T$$

4. Parallel Circuits

- 전류분배(일반화)



$$I_x = \frac{V_S}{R_x}$$

$$\left(V_S = I_T R_T\right)$$

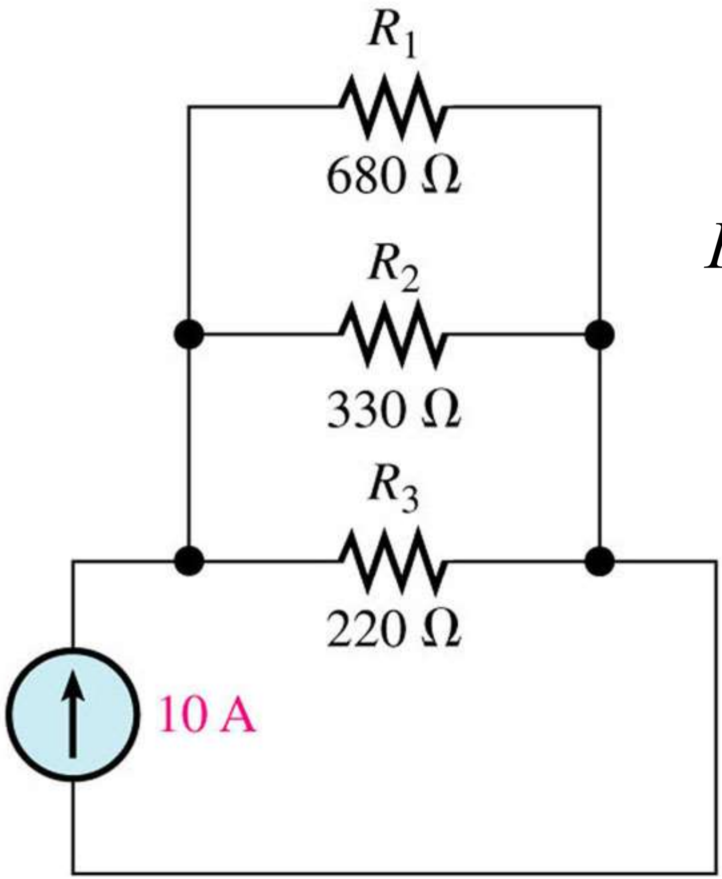
$$I_x = \frac{I_T R_T}{R_x}$$

$$I_x = \frac{R_T}{R_x} I_T \Rightarrow I_x = \frac{\frac{1}{R_x}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \Lambda + \frac{1}{R_n}} I_T$$

(저항값에 반비례)

4. Parallel Circuits

예제 각 저항에 흐르는 전류를 구하라



$$I_1 = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} I_T = 1.63A$$

5. Baisc Examples

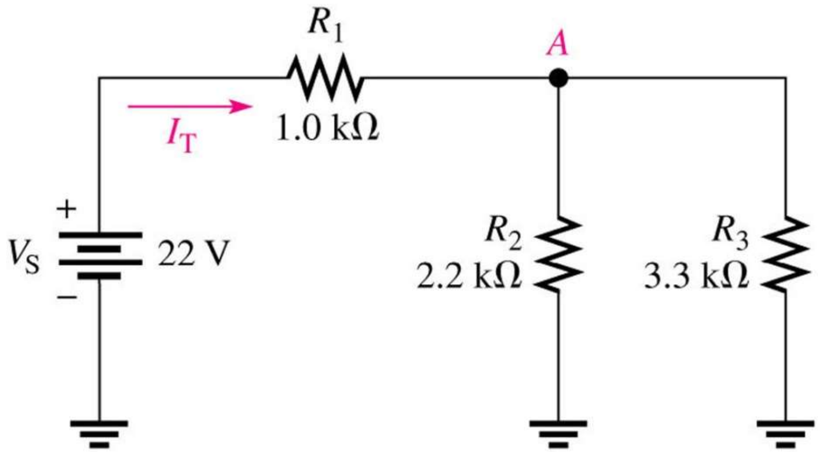
- 직▪병렬 회로의 해석
  - 합성 저항 (R_T)
    - 직▪병렬 연결 관계를 통해…
  - 총 전류

$$I_T = \frac{V_S}{R_T}$$

  - 가지 전류
    - 전류 분배 공식, 키르히호프의 전류 법칙, 오옴의 법칙 조합
  - 전압 강하
    - 전압 분배 공식, 키르히호프의 전압 법칙, 오옴의 법칙 조합

5. Baisc Examples

예제 1　　R_3에 흐르는 전류?



$$R_T = R_1 + R_2 \| R_3 = 2.32k\Omega$$

$$I_T = \frac{V_S}{R_T} = 9.48mA$$

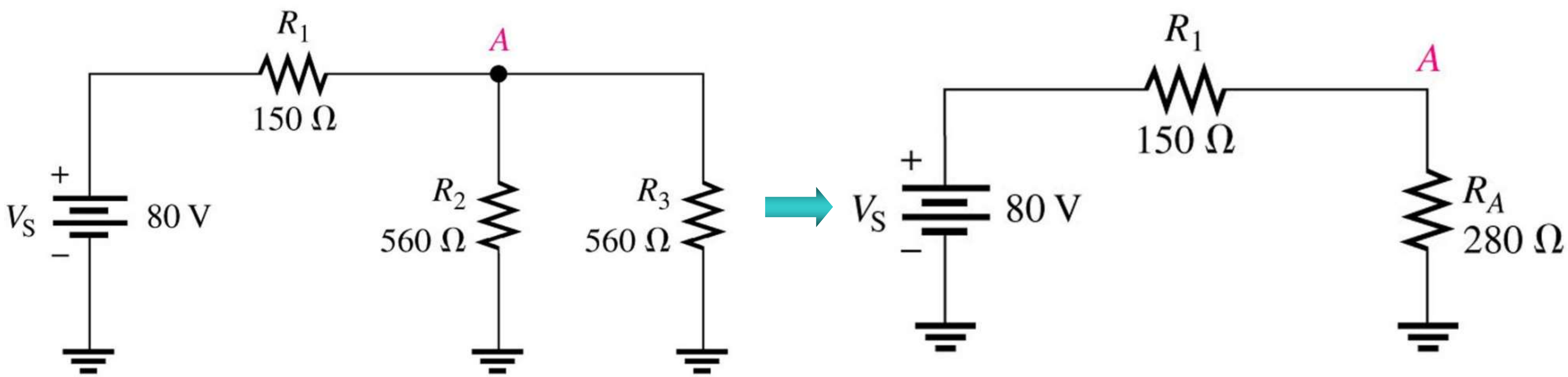
$$I_2 = \boxed{} = 5.69mA$$

$$I_3 = I_T - I_2$$

$$(\Theta\ I_2 + I_3 = I_T)$$

5. Baisc Examples

예제 2 A에서 접지까지의 전압강하? R_1의 양단 전압?



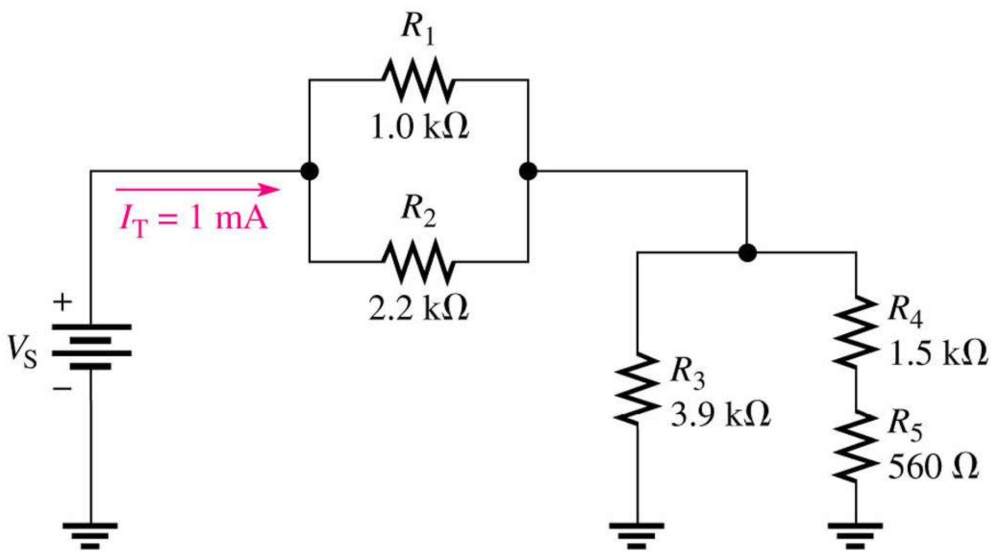
$$V_A = \boxed{\qquad\qquad}$$

$$V_1 = V_S - V_A = 27.9V$$

$$(\Theta\ V_S = V_1 + V_A)$$

5. Baisc Examples

예제 3 각 저항 양단의 전압?



$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_T = 688\mu A$$

$$V_1 = I_1 R_1 = 688mV$$

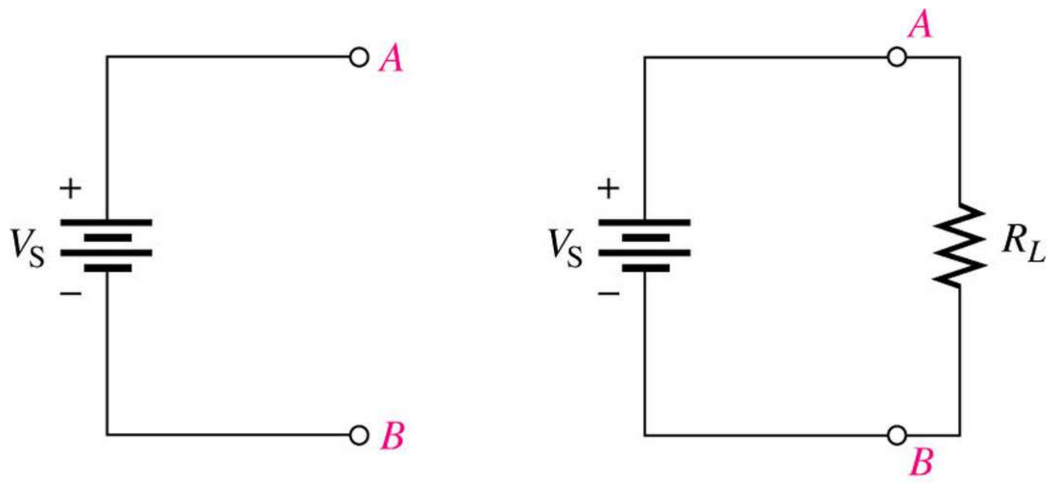
$$I_3 = \frac{R_4 + R_5}{R_3 + R_4 + R_5} I_T = 346\mu A$$

$$V_3 = I_3 R_3 = 1.35V$$

$$I_4 = I_5 = I_T - I_3 = 654\mu A \qquad V_4 = I_4 R_4 = 981mV$$

6. Source Converiosns

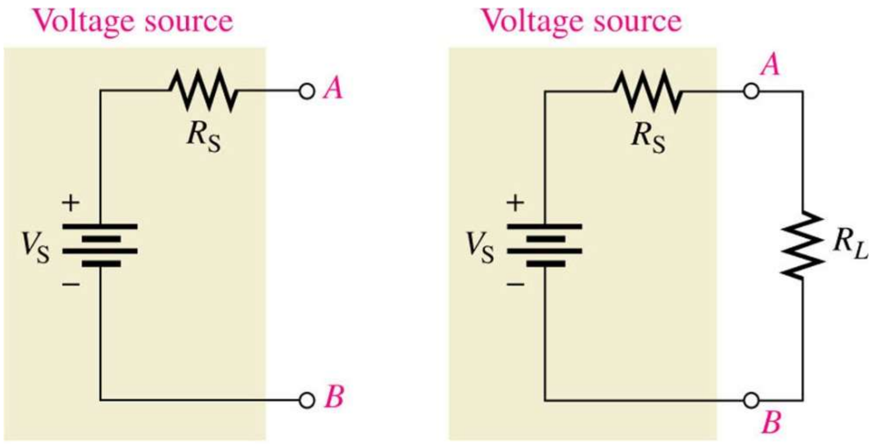
- 이상적 **DC** 전압원 **(Ideal DC voltage source)**
  - ◆ 부하 저항이 변화할 때도 부하에 일정한 전압을 공급
  - ◆ 내부저항은 **0 ➔** 실제로는 존재하지 않음



(a) Unloaded (b) Loaded

6. Source Converiosns

- 실제 전압원 **(Practical voltage source)**
  - 물리, 화학적 구성의 결과로 고유한 내부 저항을 가짐
  - 실제 전압원 ➔ 이상적 전압원 + 내부 저항 (직렬 연결)
  - 개방 전압
    - ❖ 무부하일 경우 실제 전압원의 출력 → 이상적 전압원의 크기

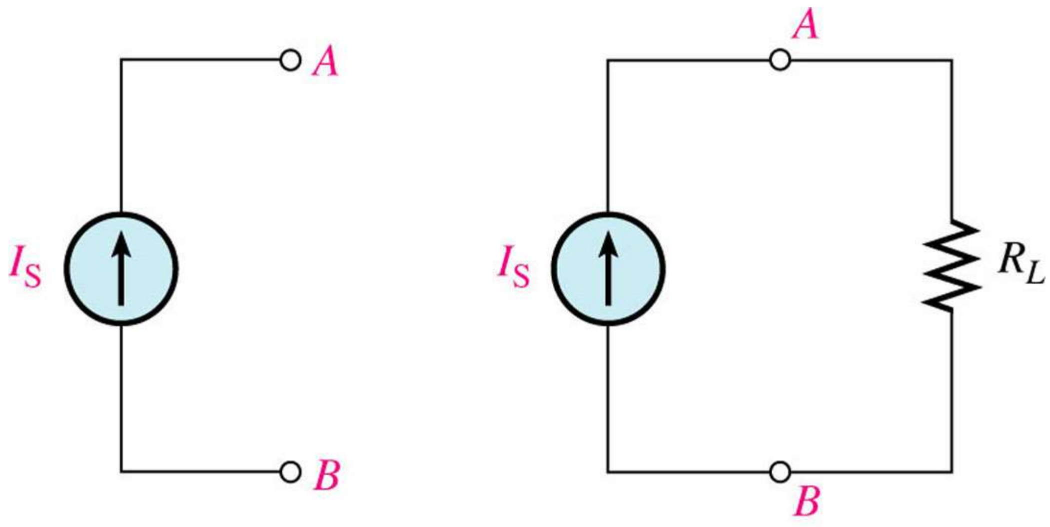


(a) Unloaded (b) Loaded

  - 전압원의 부하효과
    - ❖ **R_S << R_L :** 전압원의 대부분이 **R_L** 에 걸림, 실제 전압이 이상에 가까워짐

6. Source Converiosns

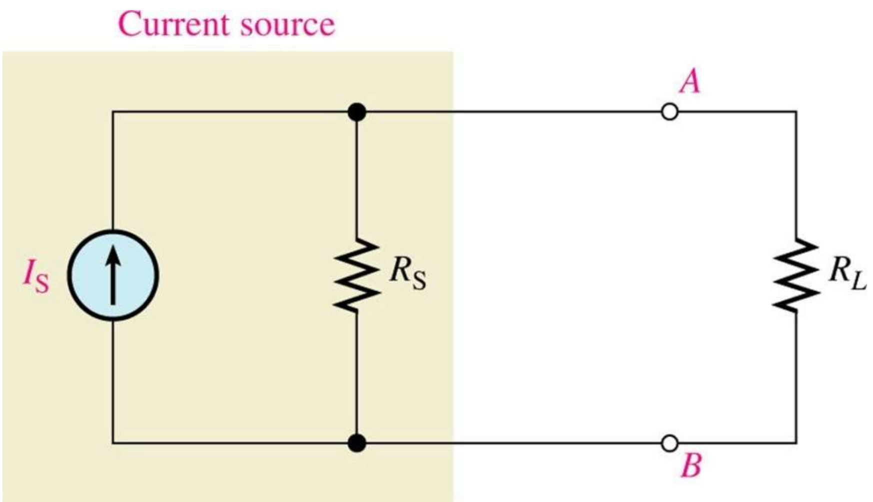
- 이상적 전류원 **(Ideal current source)**
  - 부하 저항이 변화할 때도 일정한 전류를 공급
  - 화살표는 전류의 방향
  - 내부 **(**병렬**)** 저항은 무한대 ➔ 실제로는 존재하지 않음



(a) Unloaded (b) Loaded

6. Source Converiosns

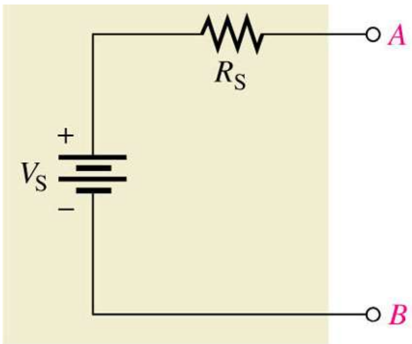
- 실제 전류원 (Practical current source)
  - ◆ 실제 전류원 ➔ 이상적 전류원 + 내부 저항 (병렬 연결)



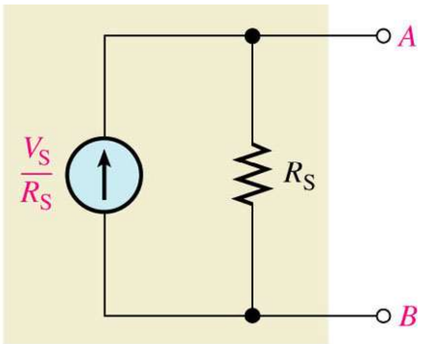
  - ◆ 단락 전류
  - ◆ 전류원의 부하 효과
    - ❖ R_S >> R_L : 전류원의 대부분이 R_L 에 걸림, 실제 전원은 이상에 가까워짐

6. Source Converiosns

- 전원 변환
  - ◆ 회로 해석 시 편의성을 위해 (전압원 → 전류원, 전류원 → 전압원)
- 전압원을 전류원으로 변환
  - ◆ $$I_S = \frac{V_S}{R_S}$$
  - ◆ 전류의 화살표 방향 : 전압원의 (-)에서 (+) 쪽으로



(a) Voltage source

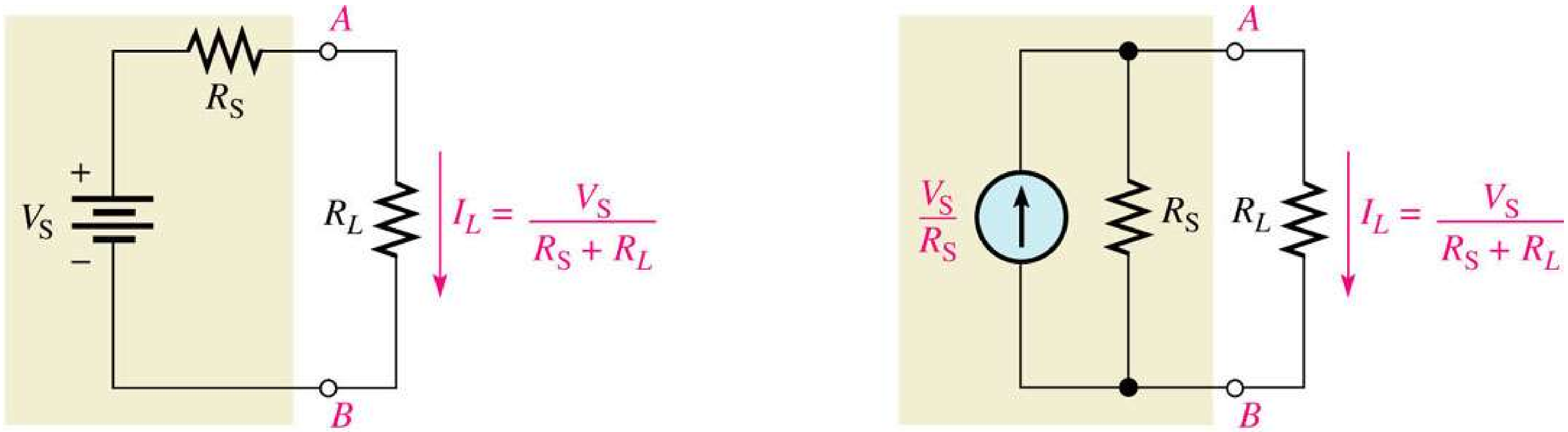


(b) Current source

  - ◆ 단자 등가성
    - ❖ 단자에 연결된 부하에 동일한 부하 전압과 부하 전류가 공급

6. Source Converiosns

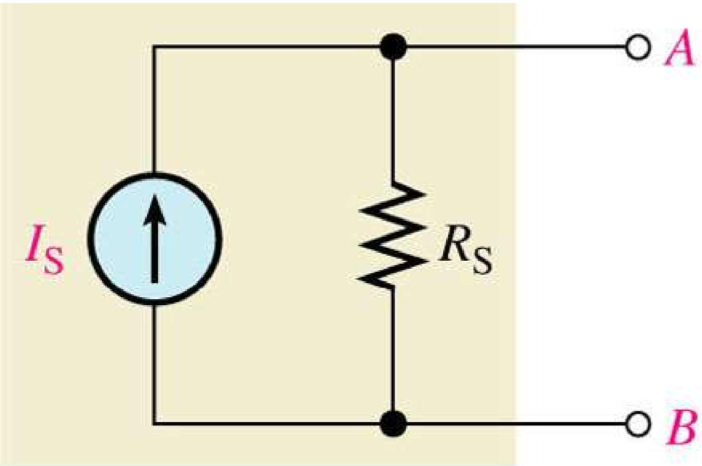
- 전압원을 전류원으로 변환 **(cont.)**
  - 단자 등가성**(cont.)**



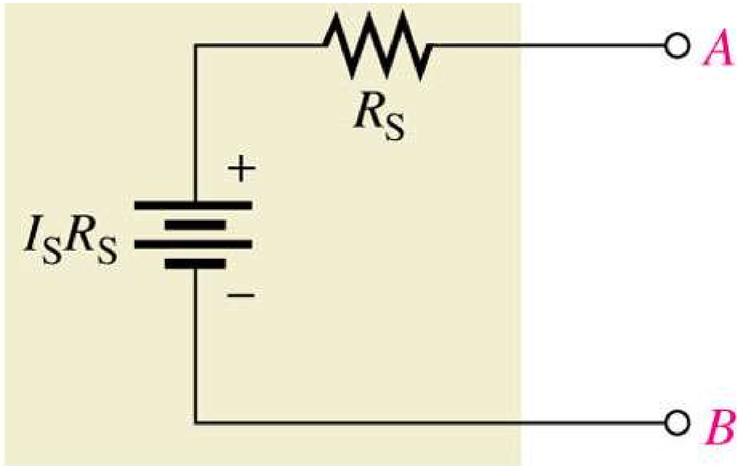
(a) Loaded voltage source (b) Loaded current source

6. Source Converiosns

- 전류원을 전압원으로 변환
  - $V_S = I_S R_S$
  - 전압원의 극성 방향 **(-) → (+)** : 전류원의 방향



(a) Current source



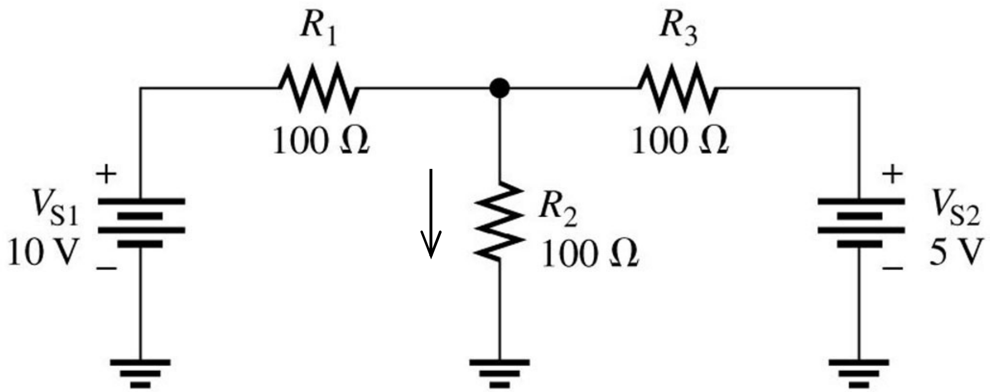
(b) Voltage source

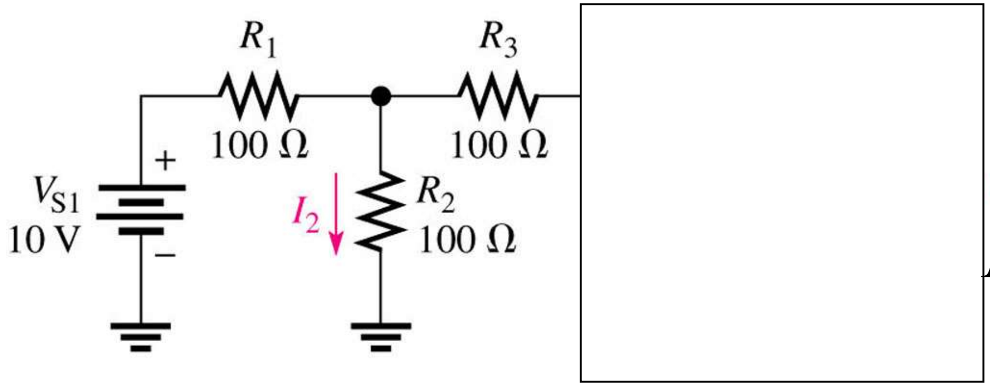
7. 중첩 정리 (Superposition Theorem)

- 중첩 정리
  - 다중 전원이 있는 회로에서 어느 특정 가지의 전류는, 각 전원이 단독으로 동작할 때 그 특정 가지에서의 전류를 대수합 함으로써 구할 수 있다.
    - ❖ 단 각 전원이 단독으로 동작할 때 다른 모든 전원은 그들의 내부 저항으로 대체 한다.
  - 알고리즘
    1. 한 번에 한 개의 전압(전류)원을 취하고 다른 전압(전류)원은 단락(개방) 시킨다. <이상적인 전압원 : 단락, 이상적인 전류원 : 개방 >
    2. 회로에 전원이 한 개만 있는 것으로 생각하여 원하는 특정 전류(전압)을 구한다.
    3. 다음 전원을 취하여 단계 1과 단계 2를 반복한다.
    4. 주어진 가지에서 실제 전류를 구하기 위해 각 개별 전원에 의한 각각의 전류값을 대수적으로 합한다.

7. 중첩 정리 (Superposition Theorem)

예제 1 R_2에 흐르는 전류?



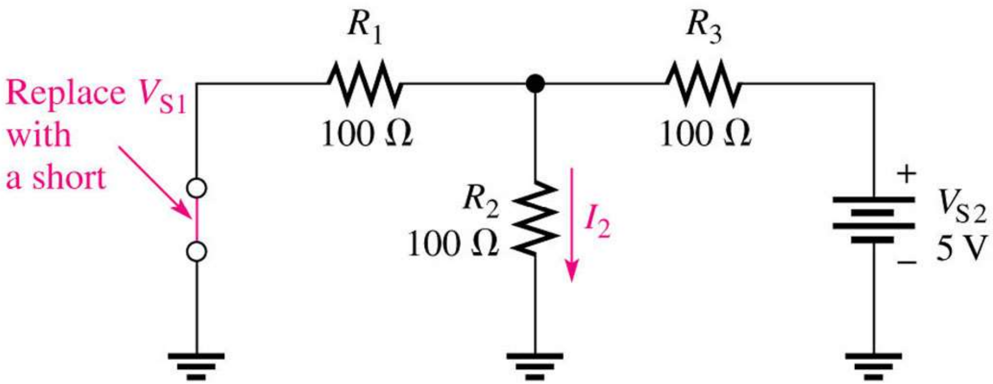


$$R_{T(S1)} = R_1 + R_2 \| R_3 = 150\Omega$$

$$I_{T(S1)} = \frac{V_{S1}}{R_{T(S1)}} = 66.7mA$$

$$I_{2(S1)} = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}} I_{T(S1)} = 33.3mA$$

7. 중첩 정리 (Superposition Theorem)



$$R_{T(S2)} = R_3 + R_1 \| R_2 = 150\Omega$$

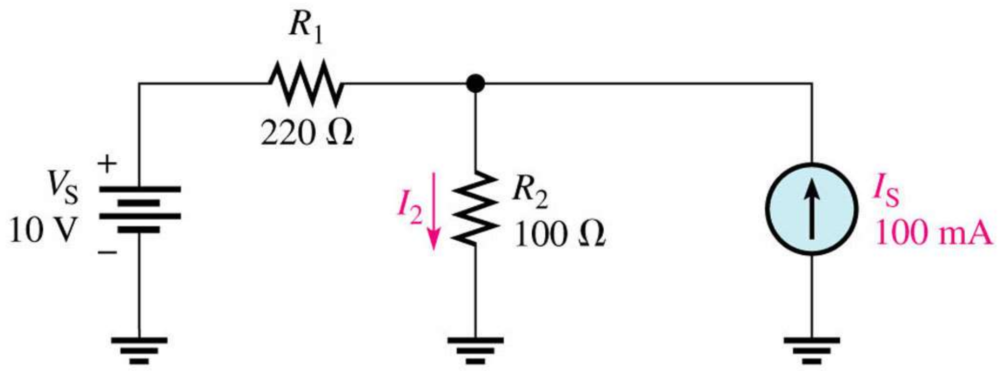
$$I_{T(S2)} = \frac{V_{S2}}{R_{T(S2)}} = 33.3mA$$

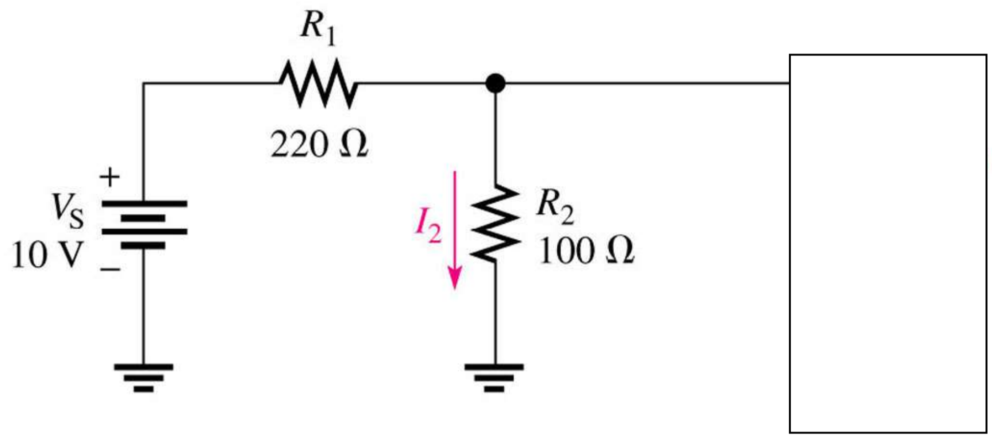
$$I_{2(S2)} = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} I_{T(S2)} = 16.7mA$$

$$\therefore I_2 = I_{2(S1)} + I_{2(S2)} = 50mA$$

7. 중첩 정리 (Superposition Theorem)

예제 2 R_2에 흐르는 전류?

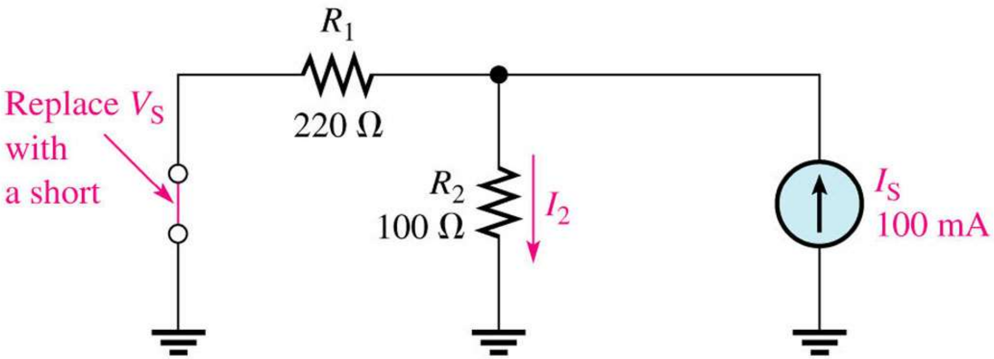




$$R_{T(S1)} = R_1 + R_2 = 320\Omega$$

$$I_{2(V_s)} = \frac{V_S}{R_{T(V_s)}} = 31.2mA$$

7. 중첩 정리 (Superposition Theorem)

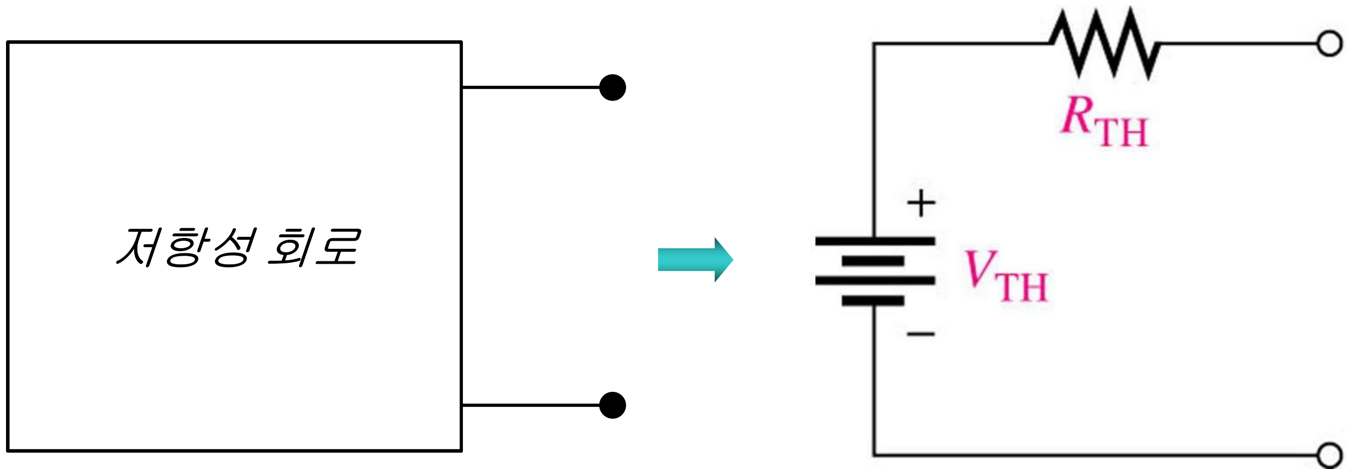


$$I_{2(I_S)} = \frac{\frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} I_S = 68.8mA$$

$$\therefore I_2 = I_{2(V_S)} + I_{2(I_S)} = 100mA$$

8. 테브난의 정리 (Thevenin's Theorem)

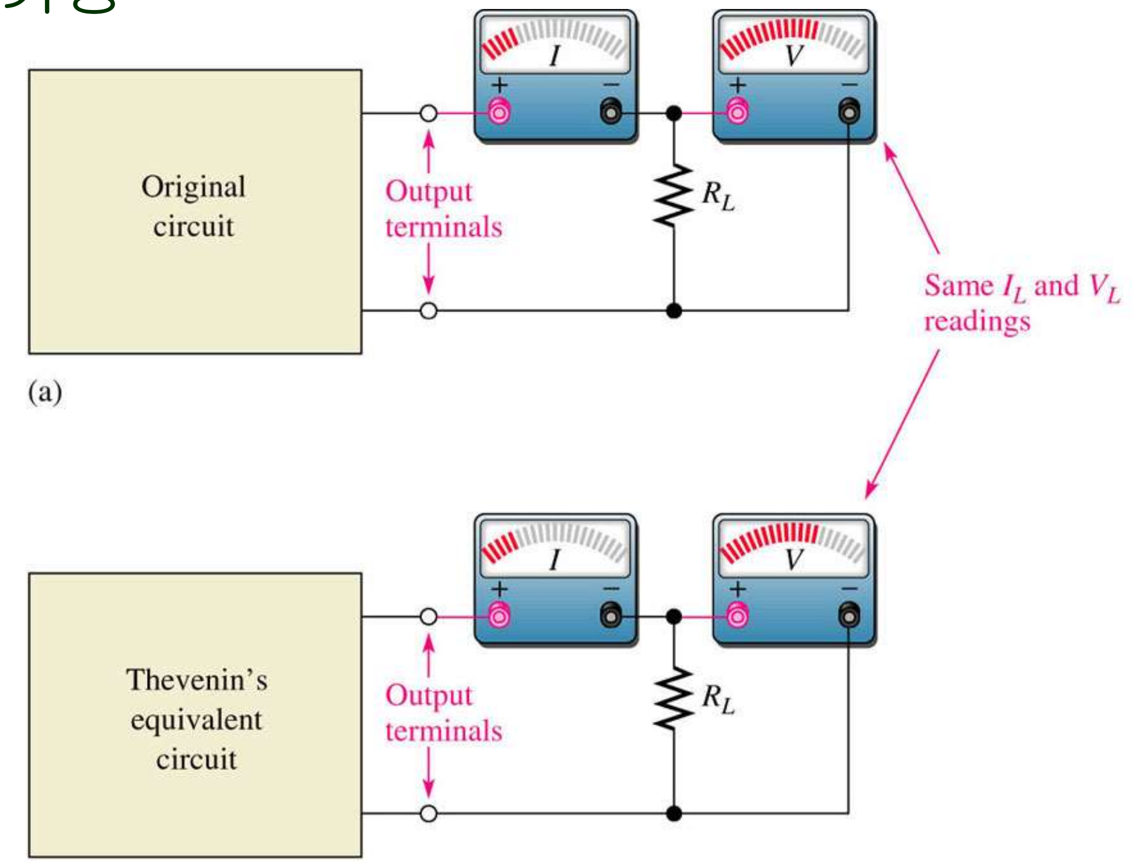
- 테브난 등가 회로의 형태
  - ◆ 모든 저항성 회로는 테브난 등가 회로의 형태로 간략화 가능
  - ◆ 테브난 등가 전압원(V_{TH})
    - ❖ 회로의 두 단자 사이의 개방 회로 전압으로 정의
  - ◆ 테브난 등가 저항 (R_{TH})
    - ❖ 모든 전원을 그 내부 저항으로 대체 했을 때 **(전압원:단락, 전류원:개방),** 회로의 두 단자 사이의 전체 저항



테브난 등가회로

8. 테브난의 정리 (Thevenin's Theorem)

- 단자 등가성



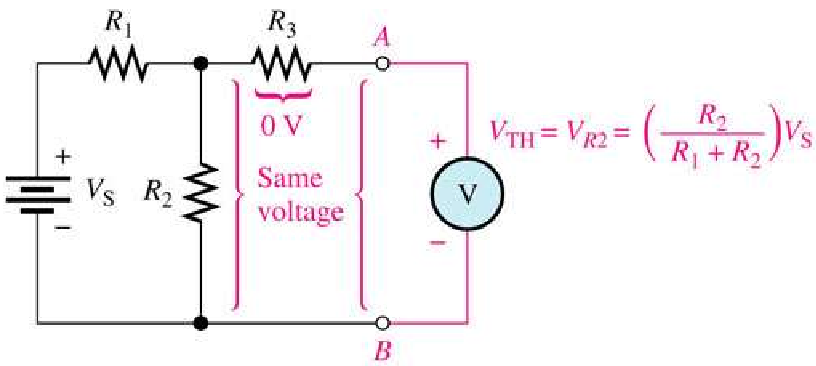
(a)

(b)

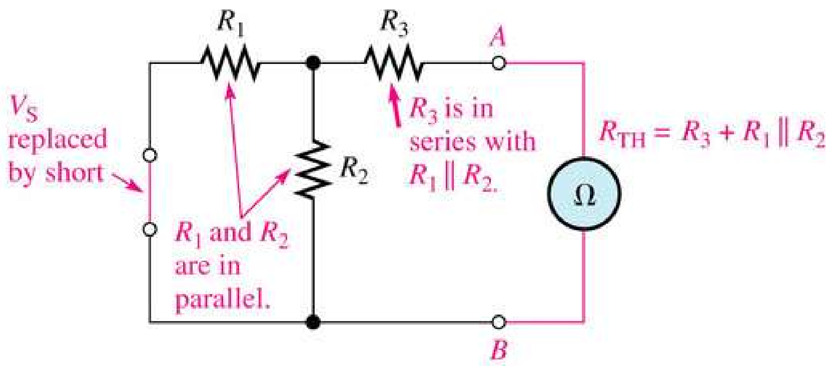
➔두 출력 단자에서 볼 때 회로는 동일하게 보임

8. 테브난의 정리 (Thevenin's Theorem)

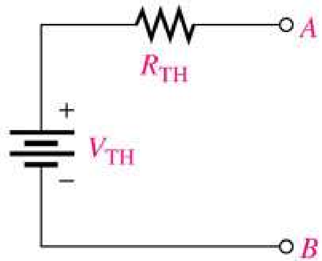
- 회로의 테브난 등가



(a) Finding V_{TH}



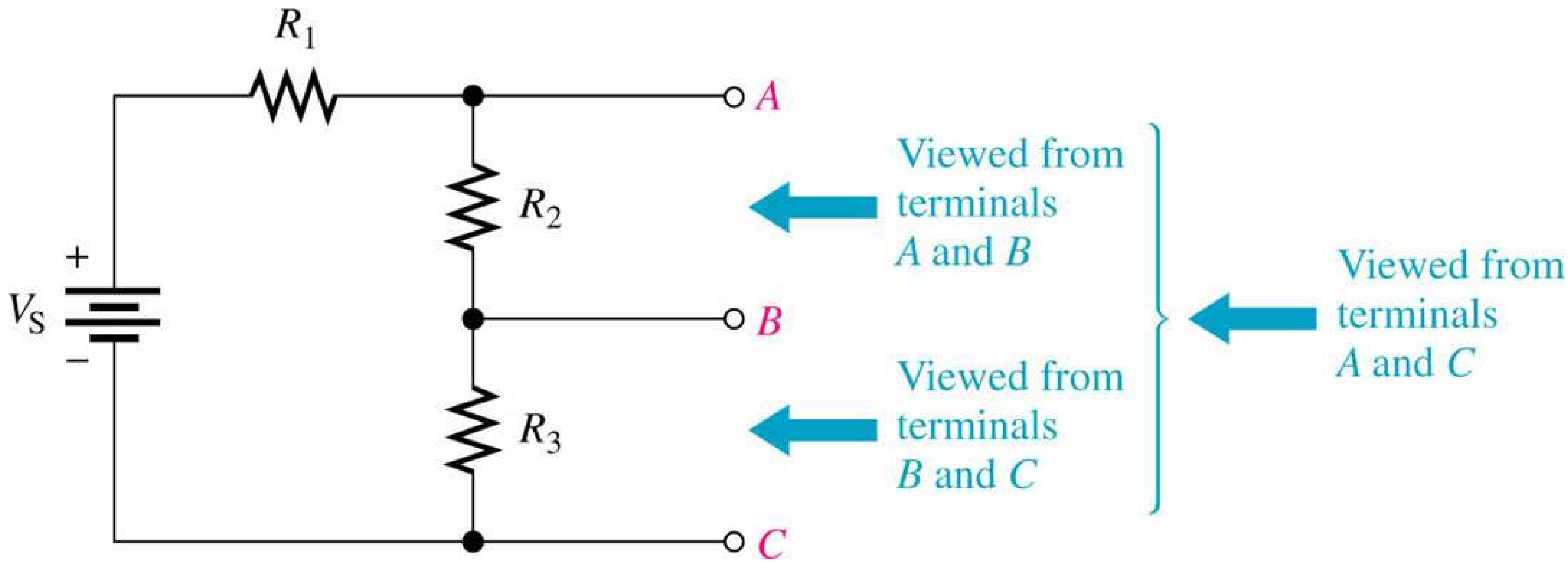
(b) Finding R_{TH}



(c) Thevenin equivalent circuit

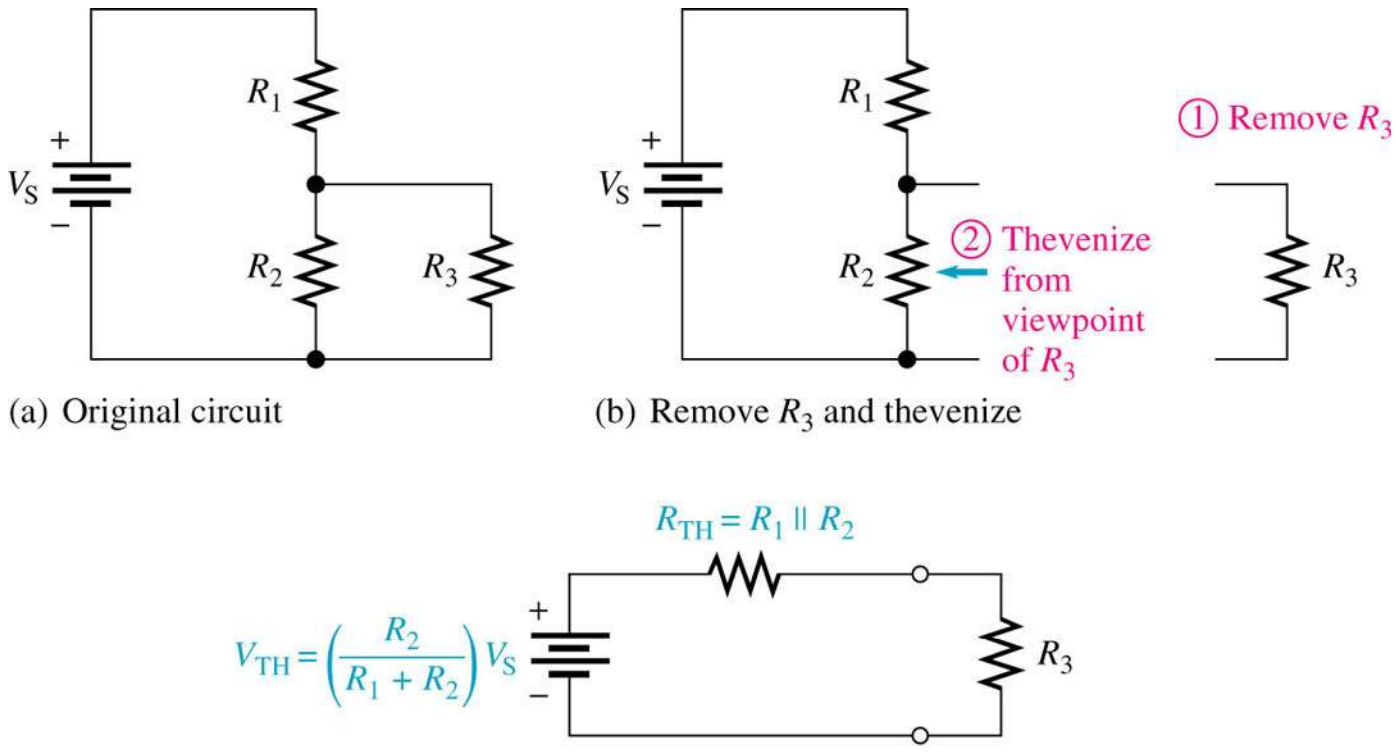
8. 테브난의 정리 (Thevenin's Theorem)

- 테브난 등가성은 관점에 따라 다르다



8. 테브난의 정리 (Thevenin's Theorem)

- 회로의 한 부분을 테브난화



(a) Original circuit

(b) Remove R_3 and thevenize

(c) Thevenin equivalent of original circuit with R_3 connected

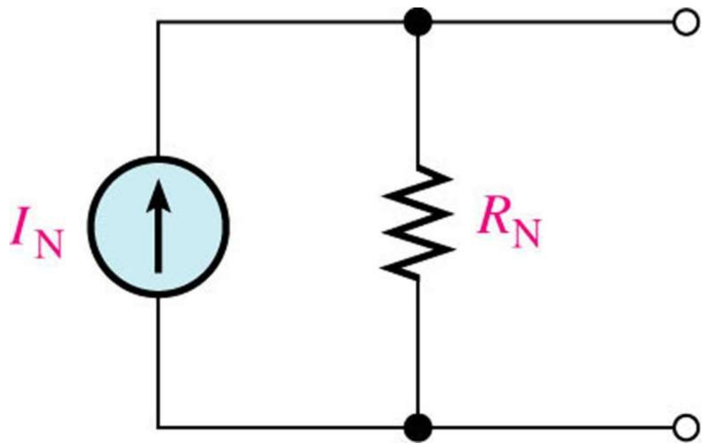
➔ 각각 다른 저항값에 대해 회로를 다시 해석해야 할 필요 없어짐

8. 테브난의 정리 (Thevenin's Theorem)

- 테브난 정리 요약
  1. 테브난 등가 회로를 구하려는 두 단자를 개방
  2. 개방된 두 단자 사이의 전압 (V_{TH}) : 오픈 전압을 구한다.
  3. 전압원은 단락시키고 전류원은 개방시켜, 두 단자 사이의 저항 (R_{TH})을 구한다.
  4. V_{TH}와 R_{TH}를 직렬 연결시켜, 테브난 등가회로를 만든다.
  5. 단계 1에서 제거한 부하를 연결해 회로를 해석한다.

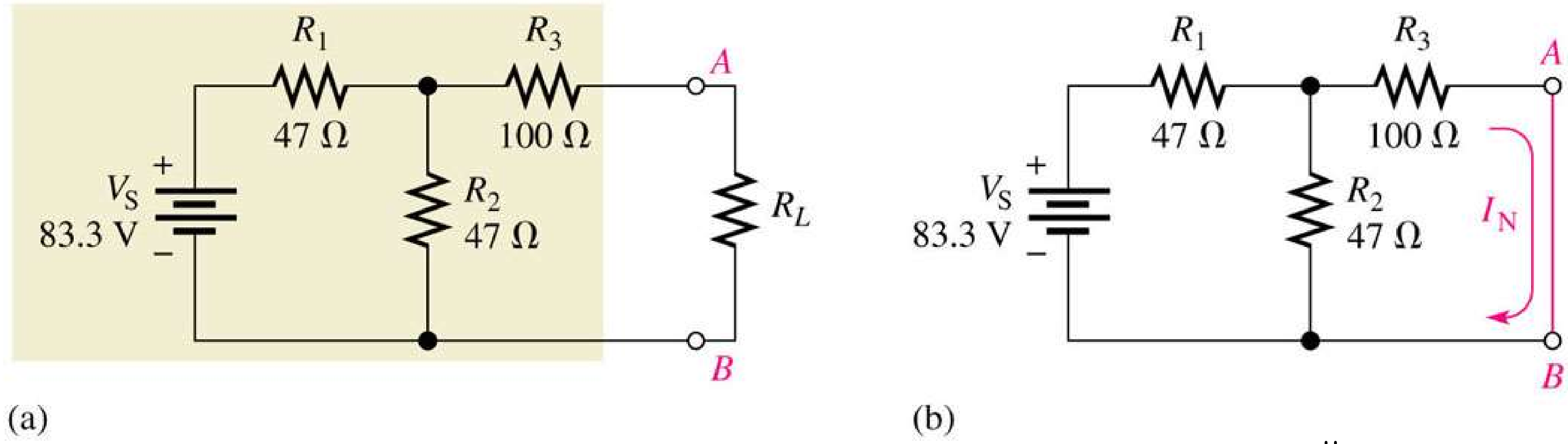
9. 노튼의 정리(Norton's Theorem)

- 노튼 등가 회로의 형태
  - 노튼 등가 전류원(I_N)
    - 회로의 두 단자 사이의 단락 전류로 정의
  - 노튼 등가 저항 (R_N)
    - 모든 전원을 그 내부 저항으로 대체 했을 때 **(전압원:단락, 전류원:개방),** 회로의 두 단자 사이의 전체 저항
    - 테브난 등가회로에서와 동일



9. 노튼의 정리(Norton's Theorem)

예제 1 노튼의 등가 전류?

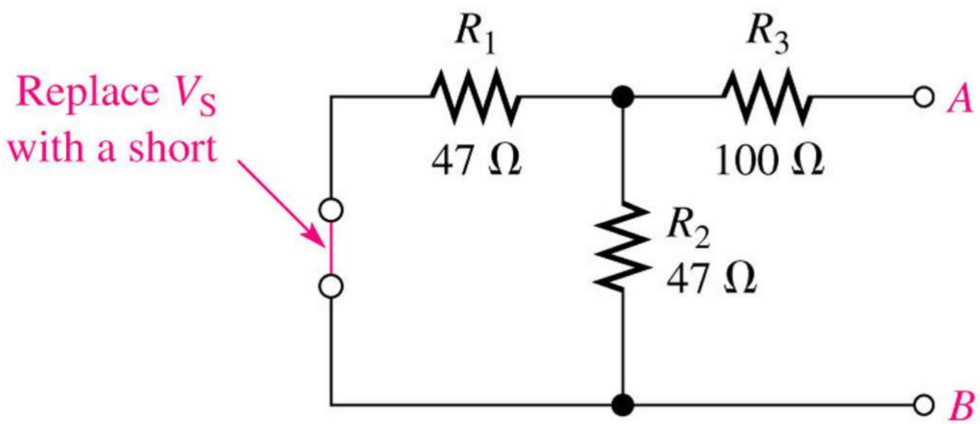


$$R_T = R_1 + R_2 \| R_3 = 79\Omega$$

$$I_T = \frac{V_S}{R_T} = 1.05A \qquad I_N = \frac{\frac{1}{R_3}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} I_T = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_T = 336mA$$

9. 노튼의 정리(Norton's Theorem)

예제 2 노튼의 등가 저항?



$$R_N = R_1 \| R_2 + R_3 = 124\Omega$$

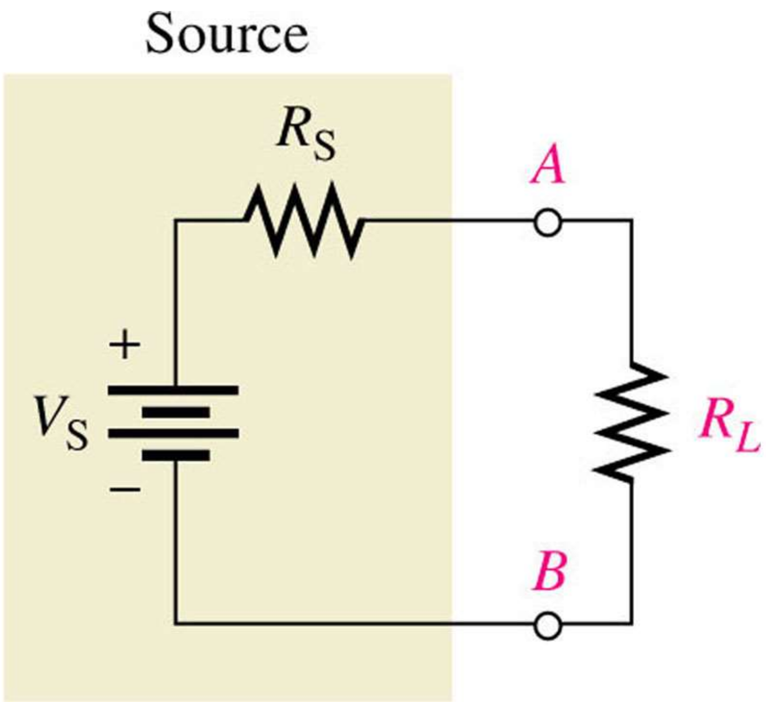
9. 노튼의 정리(Norton's Theorem)

- 노튼의 정리 요약
  1. 노튼 등가 회로를 구하려는 두 단자를 단락
  2. 단락된 두 단자 사이의 전류 (I_N) : 단락 전류를 구한다.
  3. 전압원은 단락시키고 전류원은 개방시켜, 두 단자 사이의 저항 (R_N=R_{TH})을 구한다.
  4. I_N와 R_N를 병렬 연결시켜, 노턴 등가회로를 만든다.
  5. 단계 1에서 제거한 부하를 연결해 회로를 해석한다.

10. Maximum Power Transfer Theorem

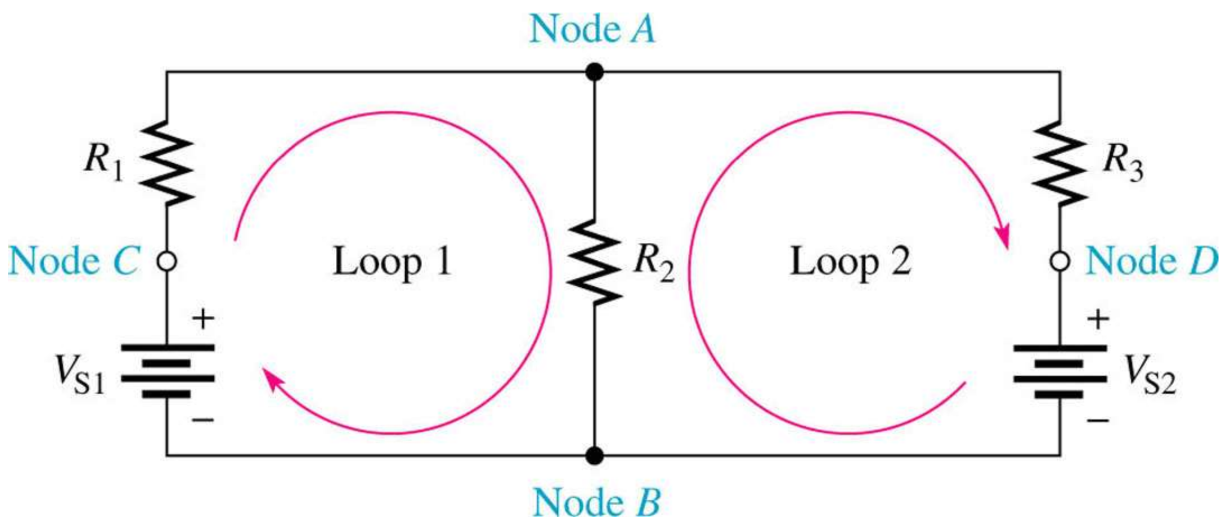
- 최대 전력 전달 이론
  - 부하 저항이 내부 전원 저항과 같을 때 최대 전력이 부하에 전달

$$R_S = R_L$$



11. Preliminary to systematic circuit analysis

- **Terminology**
  - 루프(loop), 폐루프
    - 회로에서 전류가 흐르는 완벽한 경로
  - 마디(node)
    - 두 개 이상의 소자가 만나는 점
  - 가지(branch)
    - 두 마디 사이를 잇는 경로



11. Preliminary to systematic circuit analysis

- 연립 방정식의 해
  - 대입 방법
  - 행렬식(**determinant**)을 통한 방법
- **2**개 미지수에 대한 연립방정식

$$10I_1 + 5I_2 = 15$$
$$2I_1 + 4I_2 = 8$$

$$\begin{vmatrix} 10 & 5 \\ 2 & 4 \end{vmatrix}$$

특성행렬식
(characteristic determinant)

$$\begin{vmatrix} 15 & 5 \\ 8 & 4 \end{vmatrix}$$

Replace coefficients of I_1 with constant from right sides of equations

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 15 & 5 \\ 8 & 4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 10 & 5 \\ 2 & 4 \end{vmatrix}} = \frac{20}{30}$$

11. Preliminary to systematic circuit analysis

- **2개 미지수에 대한 연립방정식 (cont.)**

$$10I_1 + 5I_2 = 15$$
$$2I_1 + 4I_2 = 8$$

$$I_2 = \boxed{} = \frac{50}{30}$$

11. Preliminary to systematic circuit analysis

- 3개의 미지수에 대한 연립방정식

$$
\begin{aligned}
1I_1 + 3I_2 - 2I_3 &= 7 \\
0I_1 + 4I_2 - 1I_3 &= 8 \\
-5I_1 + 1I_2 + 6I_3 &= 9
\end{aligned}
\quad \Rightarrow \quad
I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 7 & 3 & -2 \\ 8 & 4 & -1 \\ 9 & 1 & 6 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 3 & -2 \\ 0 & 4 & -1 \\ -5 & 1 & 6 \end{vmatrix}}
$$

11. Preliminary to systematic circuit analysis

- 확장 방법

$$\begin{array}{|ccc|cc} 7 & 3 & -2 & 7 & 3 \\ 8 & 4 & 1 & 8 & 4 \\ 9 & 1 & 6 & 9 & 1 \end{array}$$

$$\begin{vmatrix} 7 & 3 & -2 \\ 8 & 4 & 1 \\ 9 & 1 & 6 \end{vmatrix}$$

$$= [7 \times 4 \times 6 + 3 \times 1 \times 9 + (-2) \times 8 \times 1]$$

$$-[9 \times 4 \times (-2) + 1 \times 1 \times 7 + 6 \times 8 \times 3] = 100$$

11. Preliminary to systematic circuit analysis

◆ 공통인자 방법 **(cofactor method)**

- ❖ 한 행이나 열을 선택, 선택된 행(또는 열)의 숫자는 곱하는 계수로 사용.
- ❖ 선택한 행(또는 열)의 각 숫자에 대한 **cofactor**를 계산.
  <Cofactor는 그 행과 열에 있지 않은 다른 수로 구성된 행렬식**>**
- ❖ 곱하는 계수에 교번 형태로 적절한 부호를 할당.

$$\begin{vmatrix} + & - & + \\ - & + & - \\ + & - & + \end{vmatrix}$$

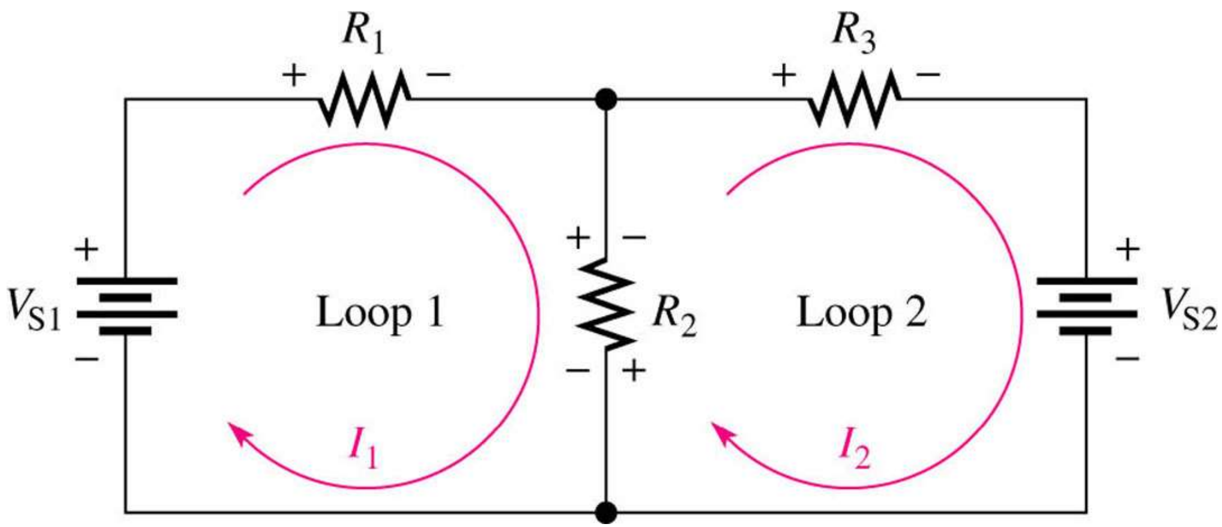
$$\begin{vmatrix} 1 & 3 & -2 \\ 4 & 0 & -1 \\ 5 & 1.5 & 6 \end{vmatrix}$$

$$= 1\times\begin{vmatrix} 0 & -1 \\ 1.5 & 6 \end{vmatrix} - 4\times\begin{vmatrix} 3 & -2 \\ 1.5 & 6 \end{vmatrix} + 5\times\begin{vmatrix} 3 & -2 \\ 0 & -1 \end{vmatrix}$$

$$= 1\times 1.5 - 4\times 15 + 5\times(-3) = -73.5$$

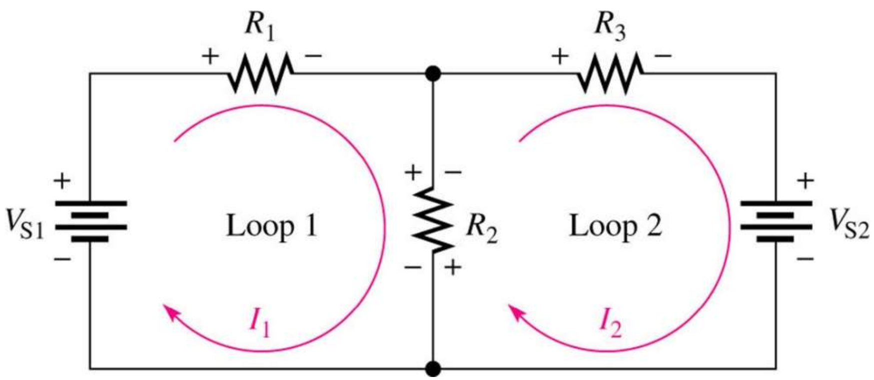
12. 망 전류 방법(Mesh Current Method)

- 루프 전류를 이용
  - ◆ 가지 전류는 가지에 흐르는 실제 전류
  - ◆ 루프 전류는 루프에 흐르는 전류로써 회로 해석을 위한 가상의 전류
    - ❖ 루프 내에 특정 가지가 다른 루프와 독립적이면 루프 전류는 실제 전류



12. 망 전류 방법(Mesh Current Method)

- 망 전류 방법
  1. 루프 전류의 방향은 어느 쪽이어도 무방하지만 통상 시계 방향으로 설정. 루프 전류는 회로의 모든 소자에 흐르는 전류가 포함되도록 설정
  2. 각 폐루프에 키르히호프의 전압 법칙을 적용
     - ❖ 통상 전압 강하를 **+**, 전압 상승을 **-**
     - ❖ 폐루프 하나당 하나의 방정식
  3. 연립 방정식을 푼다

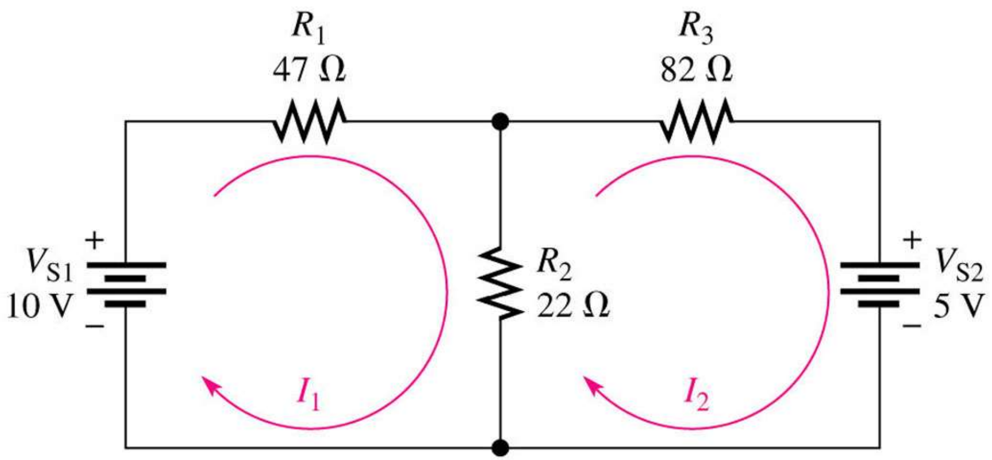


$$R_1 I_1 + R_2(I_1 - I_2) - V_{S1} = 0$$

$$R_3 I_2 + V_{S2} + R_2(I_2 - I_1) = 0$$

12. 망 전류 방법(Mesh Current Method)

예제 1 Mesh current 방법을 이용하여 가지 전류들을 구하라

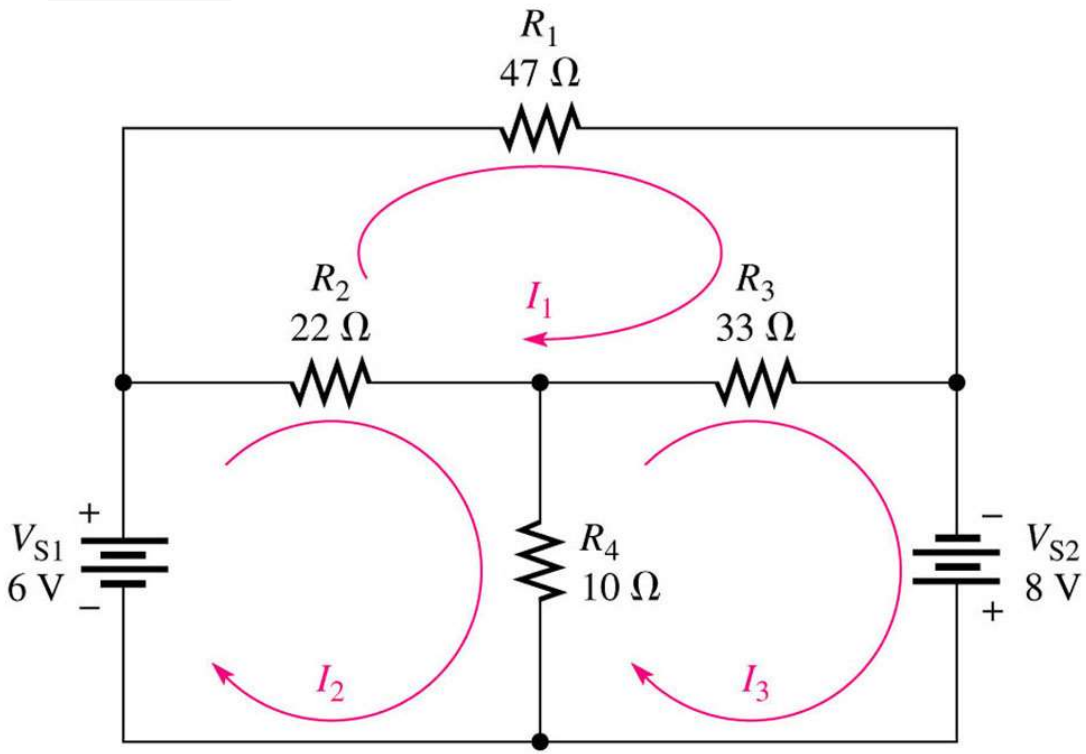


$$69I_1 - 22I_2 = 10$$
$$-22I_1 + 104I_2 = -5$$

$$I_1 = 139mA \qquad I_2 = -18.7mA$$

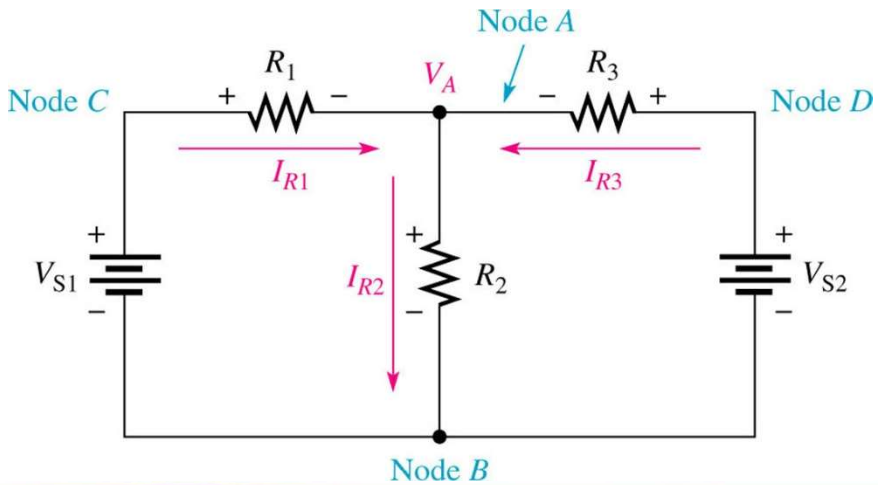
12. 망 전류 방법(Mesh Current Method)

예제 2 Mesh current 방법을 이용하여 I_3를 구하라



13. 마디 전압 방법(Node Voltage Method)

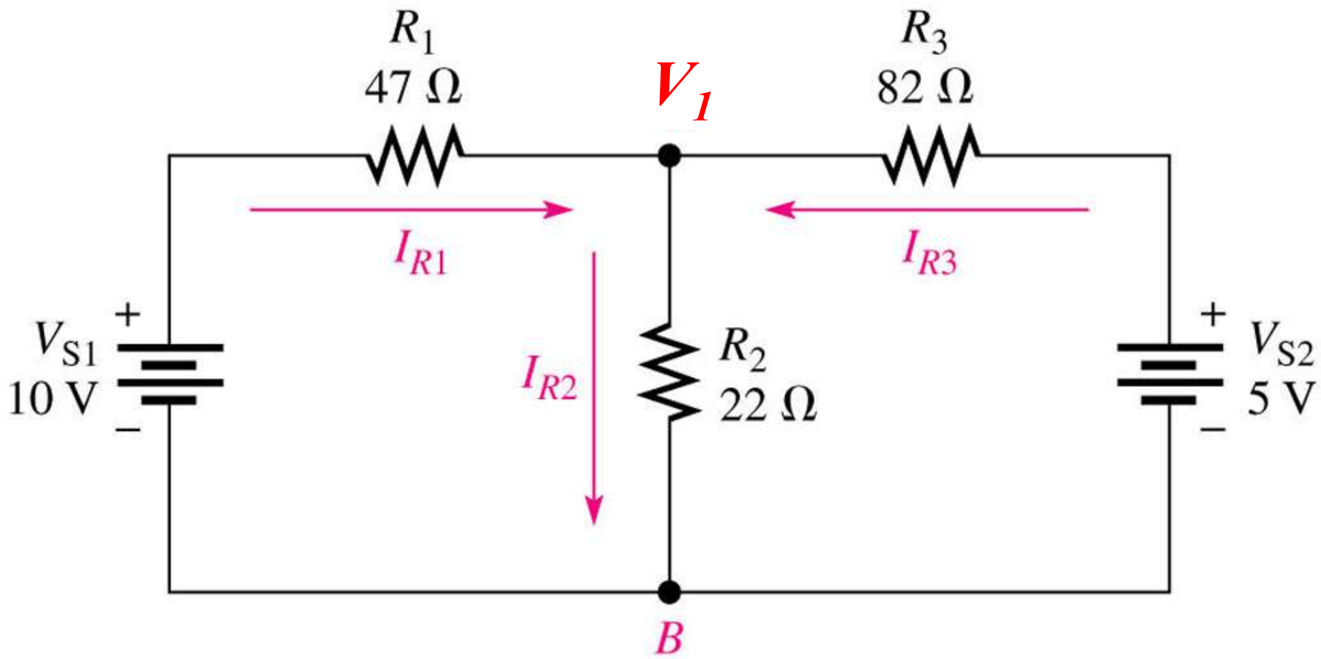
- 마디 전압 방법
  1. 마디의 수를 정한다.
  2. 하나의 기준 마디를 정하고, 각 마디 전압을 미지수로 설정한다. 이때 모든 전압은 기준 마디와의 전위차이다.
     - ❖ 전원에 의해 전압을 이미 알고 있는 노드는 제외 시킨다.
  3. 각각의 마디에 키르히호프의 전류 법칙을 적용시킨다.
     - ❖ 통상 마디로 나가는 전류의 방향을 +, 들어오는 전류를 –
     - ❖ 기준 마디는 제외, 마디 전압당 하나의 방정식
  4. 연립 방정식을 푼다.



$$\frac{V_A - V_{S1}}{R_1} + \frac{V_A}{R_2} + \frac{V_A - V_{S2}}{R_3} = 0$$

13. 마디 전압 방법(Node Voltage Method)

예제 1 Node voltage 방법을 이용하여 V_1를 구하라



13. 마디 전압 방법(Node Voltage Method)

예제 2 Node voltage 방법을 이용하여 V_1과 V_2를 구하라