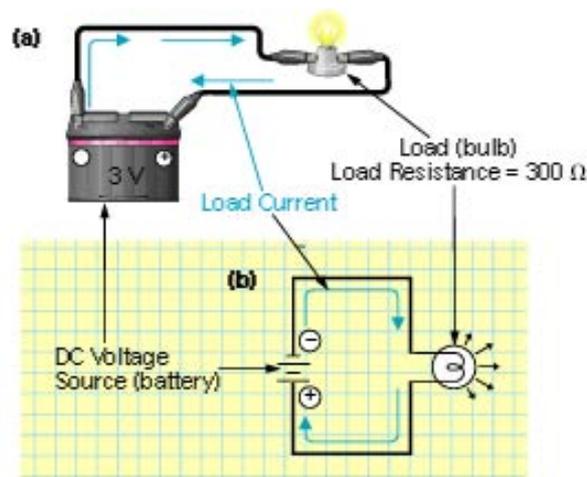


DC (Direct-Current) 직류

Jee-Hwan Ryu

School of Mechanical Engineering
Korea University of Technology and Education

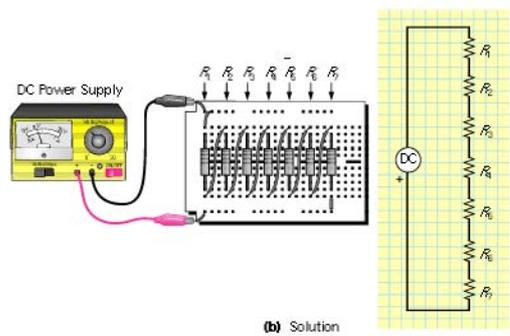
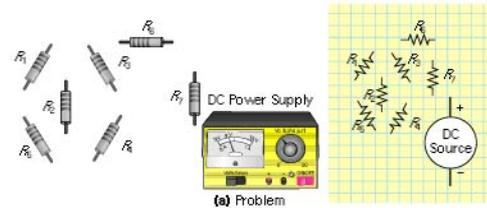
What is DC ?



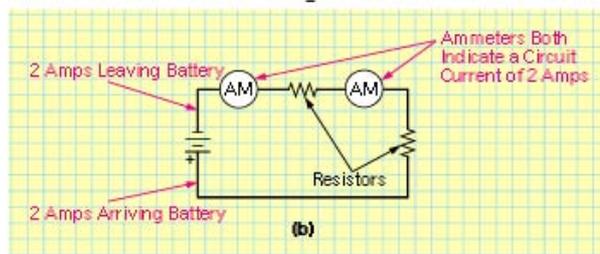
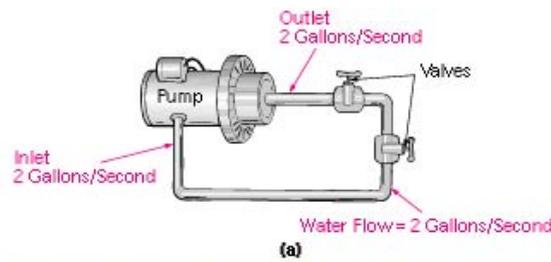
오직 한 방향으로 흐르는 연속적인 전류의 흐름

직렬 회로

- 소자들이 끝과 끝이 연결되어 전체 회로에서 전류가 흐르는 경로가 오직 하나인 회로



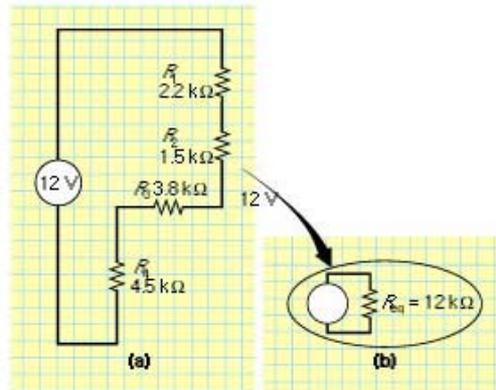
직렬회로의 전류



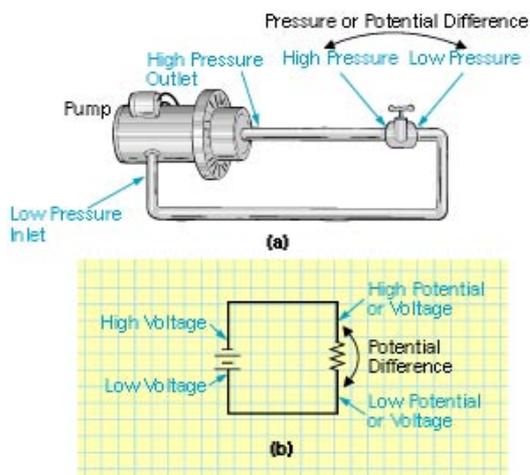
$$I_T = I_1 = I_2 = \dots$$

직렬회로의 저항

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots$$



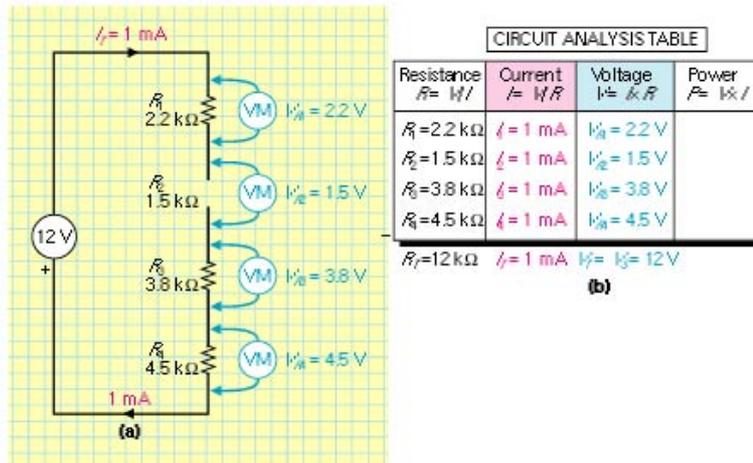
직렬회로의 전압



장치에 걸리는 전압 강하는 장치의 저항에 비례한다

전압 분배기

- 직렬회로에서 전압강하의 합은 인가한 전압과 같다

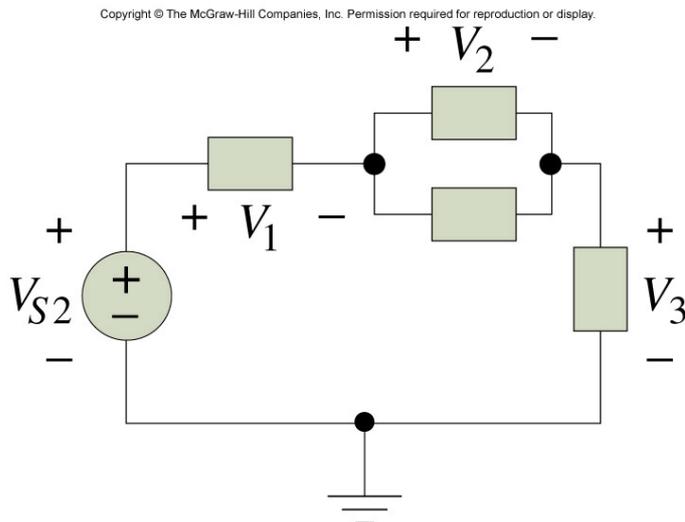


$$V_{drop} = \frac{R_{drop}}{R_T} \times V_s$$

Kirchhoff's Voltage Law

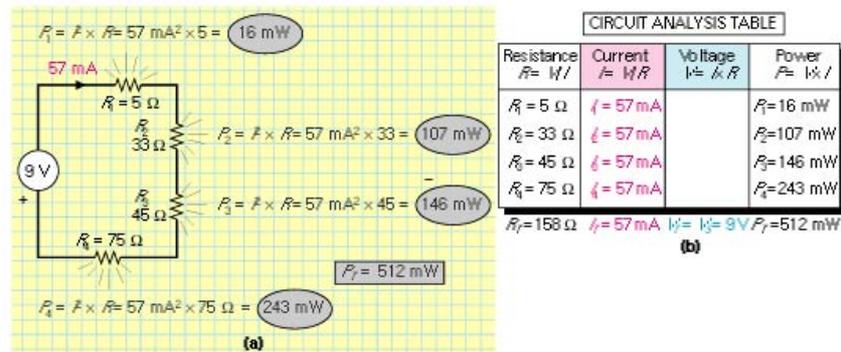
- 전기회로에서 에너지가 발생 또는 소멸되지 않는다.
- 소스와 관련된 모든 전압의 합은 부하 전압의 합과 같다.

$$\sum_{n=1}^N V_n = 0$$



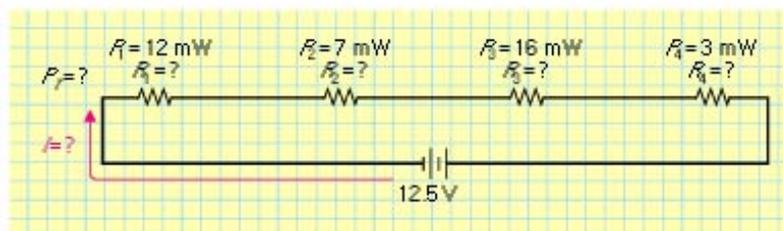
직렬회로의 전력

- 직렬회로에서 발생된 총 전력은 모든 저항기에서 발생된 전력의 합과 같다

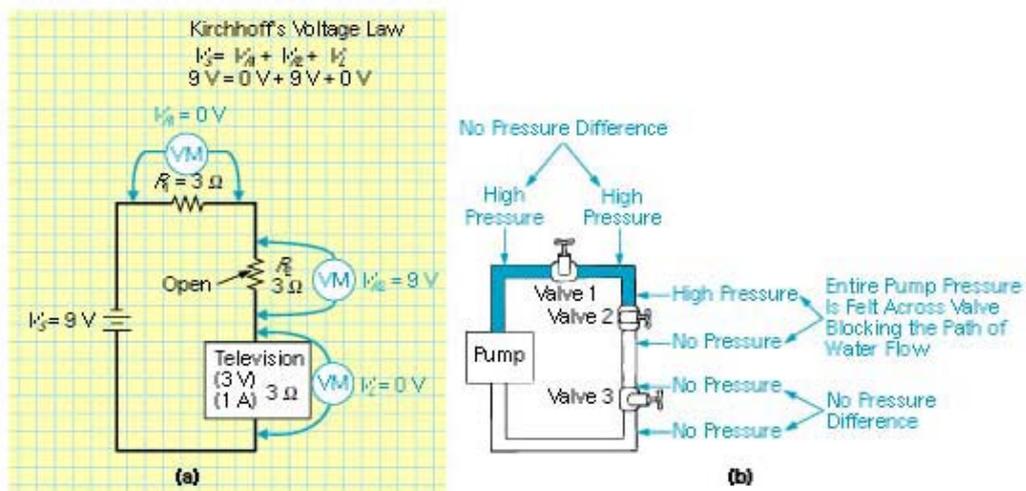


$$P_T = P_1 + P_2 + \dots$$

Example

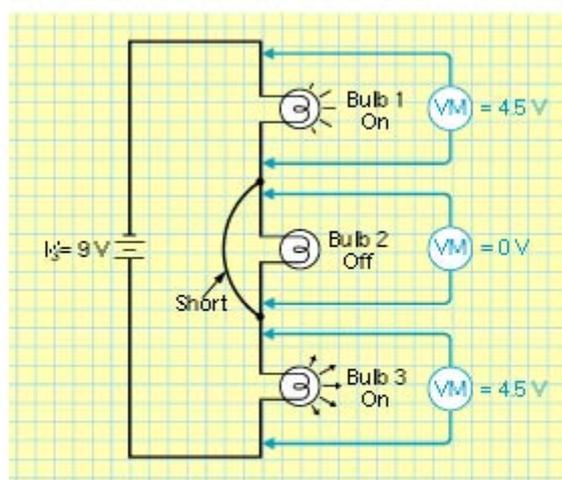


직렬회로의 문제점: 개방소자



Korea University of Technology and Education

직렬회로의 문제점: 단락 된 소자

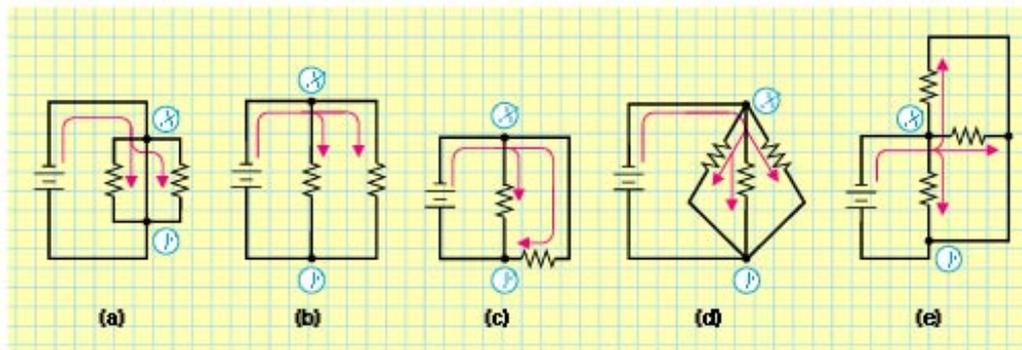


Why 전압기 ? How about 전류기?

Korea University of Technology and Education

병렬회로 (Parallel Circuit)

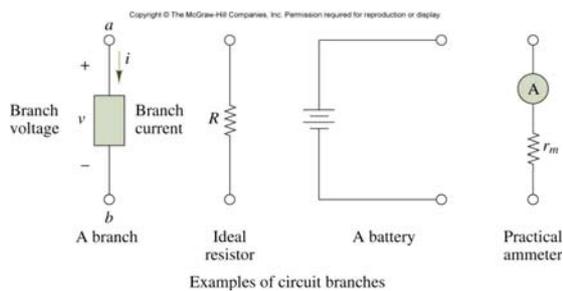
- 전류의 흐름을 위한 경로가 둘 혹은 그 이상을 가지는 회로



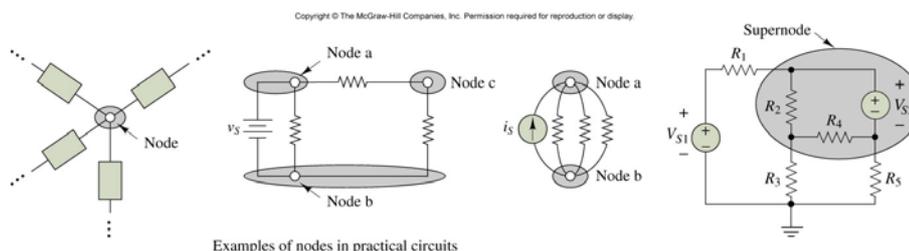
Korea University of Technology and Education

Definitions

- 분기 (branch): 두 단자를 갖는 회로의 임의의 부분, 하나 또는 그 이상의 회로 소자로 구성



- 노드 (node): 한 개 또는 그 이상의 분기가 접합하는 곳



Korea University of Technology and Education

병렬회로의 전류: Kirchoff's current law

- 한 노드에서의 전류의 합은 '0' 이 된다

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0$$

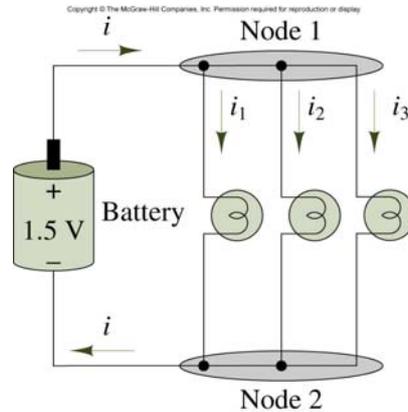
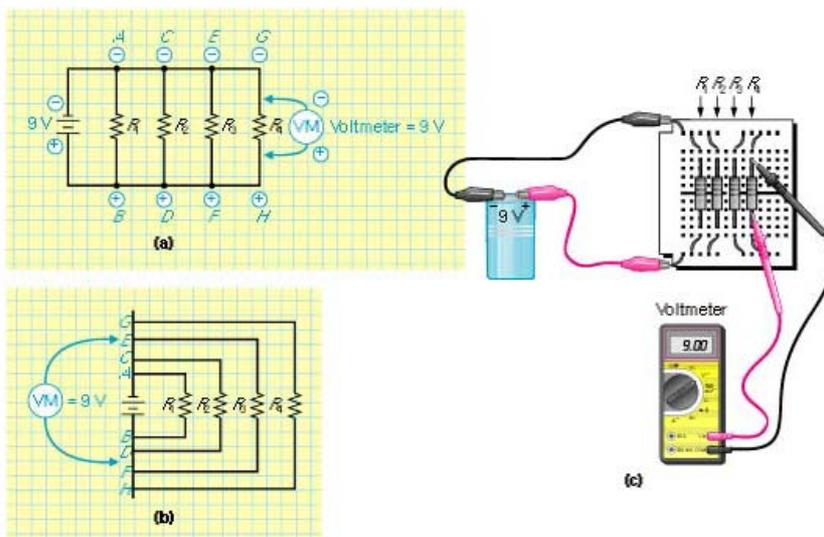


Illustration of KCL at node 1: $-i + i_1 + i_2 + i_3 = 0$

Korea University of Technology and Education

병렬회로의 전압

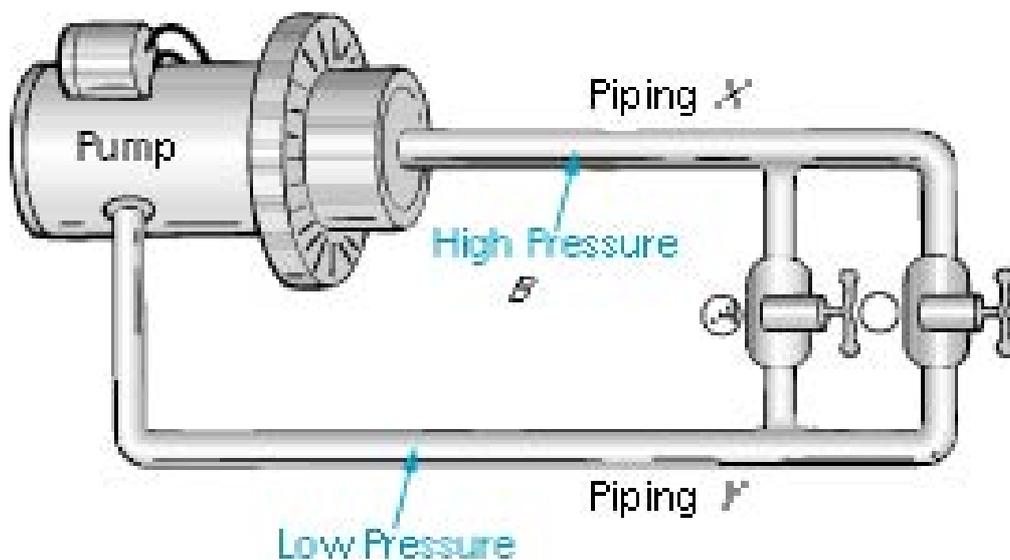
병렬회로 각 가지의 전압강하는 같다



$$V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} = V_{R4} = V_s$$

Korea University of Technology and Education

유체에서 병렬회로 압력



Korea University of Technology and Education

병렬회로의 저항

- 회로에 전류를 전도하는 정도: 컨덕턴스
- 병렬회로 전체의 컨덕턴스는 각각 저항의 컨덕턴스들의 합과 같다.

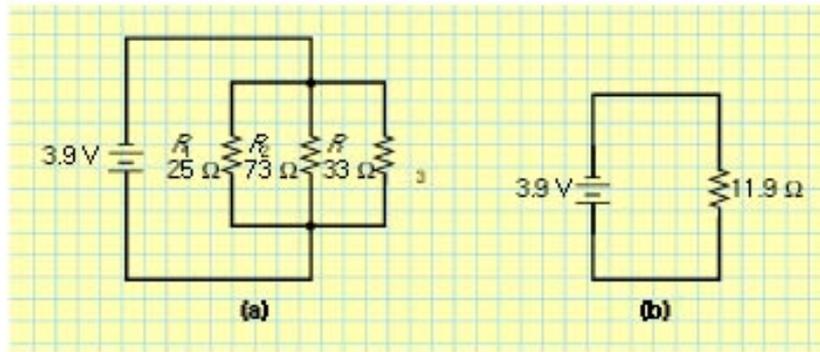
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

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

$$\text{OR } \frac{V}{R_T} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \dots$$

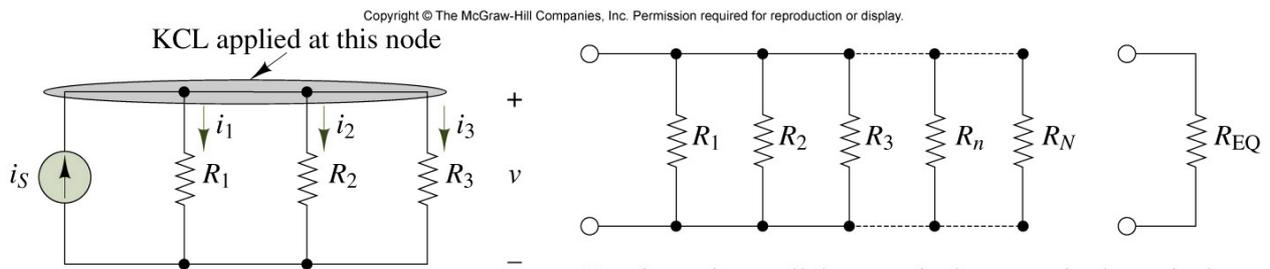
Korea University of Technology and Education

Example



Korea University of Technology and Education

병렬회로의 전류분배



The voltage v appears across each parallel element; by KCL, $i_s = i_1 + i_2 + i_3$

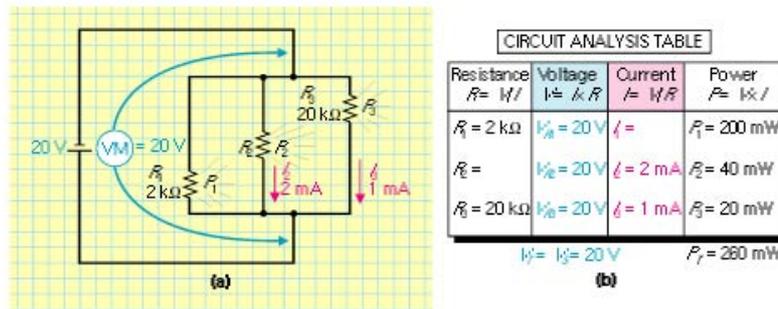
N resistors in parallel are equivalent to a single equivalent resistor with resistance equal to the inverse of the sum of the inverse resistances.

$$I_n = \frac{\frac{1}{R_n}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} + \dots + \frac{1}{R_N}} I_s$$

Korea University of Technology and Education

병렬회로의 전력

- 병렬 저항회로의 전체 전력은 병렬회로에서 각 저항의 전력손실의 합과 같다.



$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

Korea University of Technology and Education

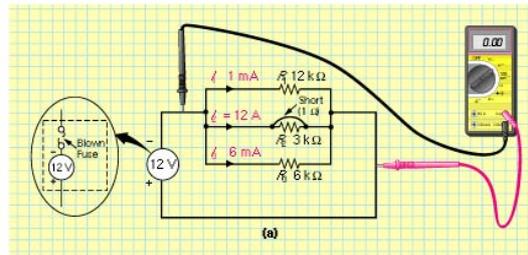
병렬회로의 고장수리: 개방(Open)된 회로

- 각 가지의 전류를 측정 → 전류가 흐르지 않는 가지 검출
- 전체 전류를 측정 후 원래 흘러야 하는 전류보다 줄어든 전류 값 도출, 그 전류가 흘러야 하는 유일한 가지 있으면 검출 가능
- 같은 저항을 가진 가지라면 각 가지의 저항을 측정하여 검출

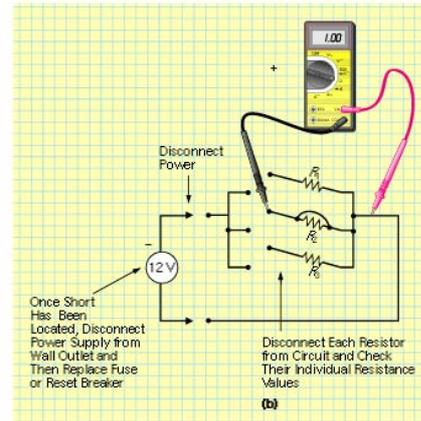
Korea University of Technology and Education

병렬회로의 고장수리: 단락(Short)된 회로

과부하로 인한 퓨즈차단



저항기 사용하여 단락회로 확인



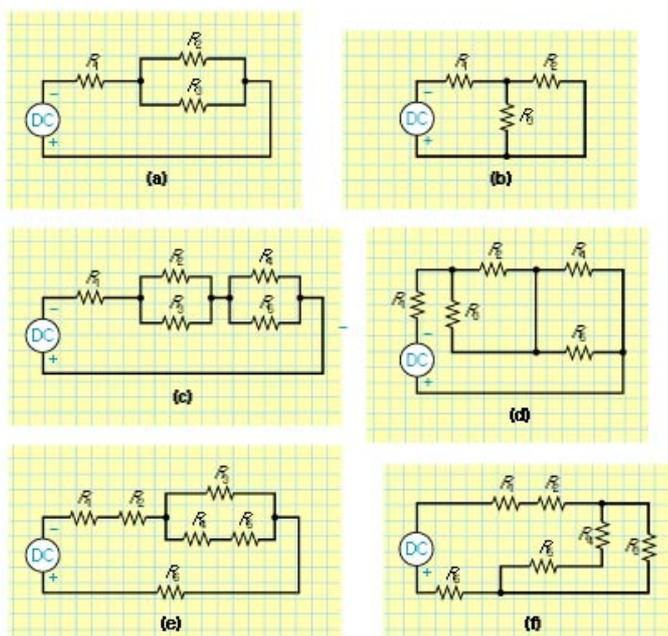
Korea University of Technology and Education

직 병렬 직류회로

- 일반적으로 모든 전자장비는 직렬회로와 병렬 회로를 결합하여 구성되어 있다.
- 전체 전류가 어떤 소자를 통해 흐르는 방향이 오직 한 방향이면, 직렬
- 전체 전류가 2개 혹은 더 많은 소자를 통해 흐르는 방향이 2개 혹은 더 많은 방향이면, 병렬

Korea University of Technology and Education

직 병렬 저항회로



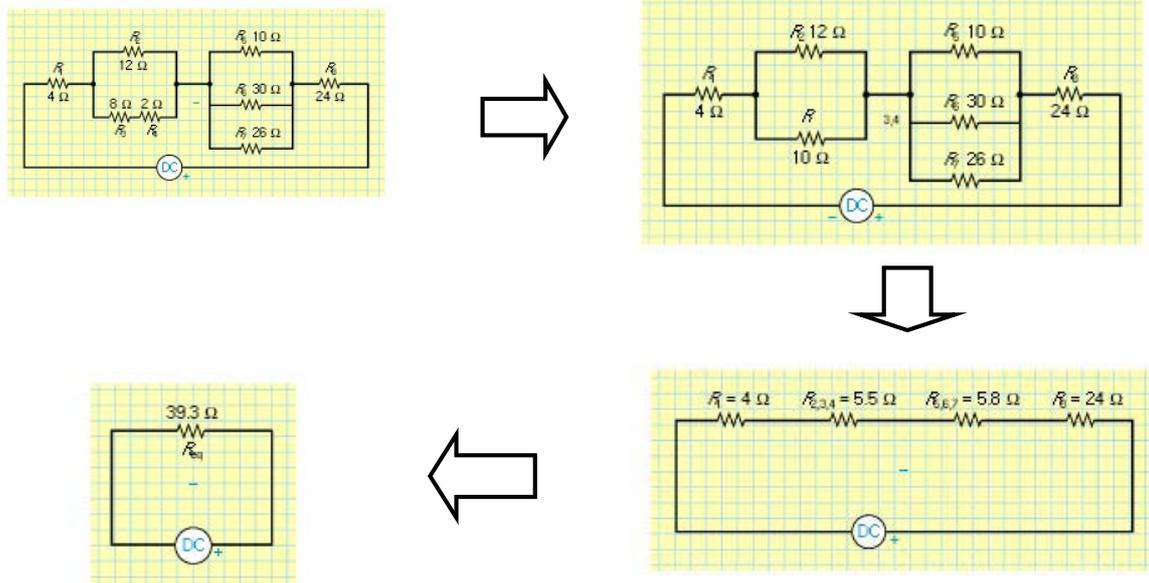
Korea University of Technology and Education

직 병렬회로의 전체 저항

- 단계 A: 모든 가지에 직렬로 연결된 저항들의 등가저항을 결정한다.
- 단계 B: 모든 가지에 병렬로 연결된 저항들의 등가저항을 결정한다.
- 단계 C: 직렬로 연결된 남아있는 저항들의 등가저항을 결정한다.

Korea University of Technology and Education

Example



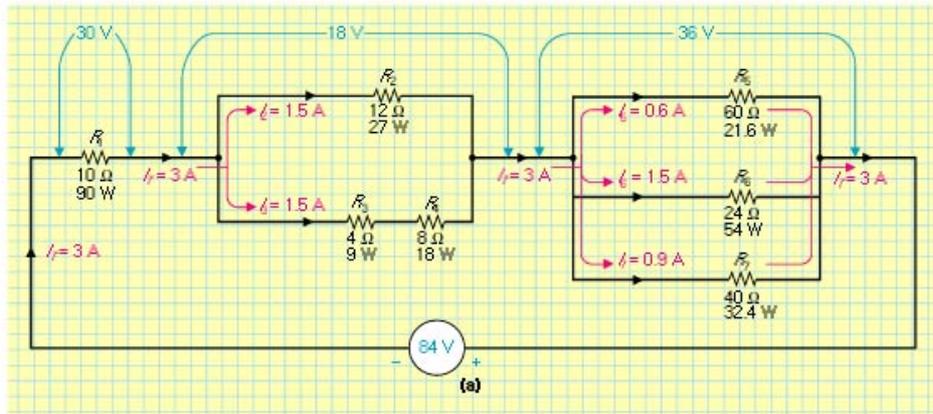
Korea University of Technology and Education

직 병렬회로 분석을 위한 5단계 방법

- 단계 1: 회로의 전체 저항을 결정
 - 단계 A: 모든 병렬결합에서 직렬로 연결된 저항 결정
 - 단계 B: 모든 병렬결합을 해결
 - 단계 C: 남아있는 직렬저항들을 해결
- 단계 2: 회로의 전체 전류를 결정
- 단계 3: 각각의 직렬저항과 병렬결합(직렬 등가저항)에 걸리는 전압을 결정
- 단계 4: 모든 병렬결합에서 각 병렬저항을 통해 흐르는 전류를 결정
- 단계 5: 회로에 의해 소비되는 전체 및 개별 전력을 결정

Korea University of Technology and Education

Example



CIRCUIT ANALYSIS TABLE

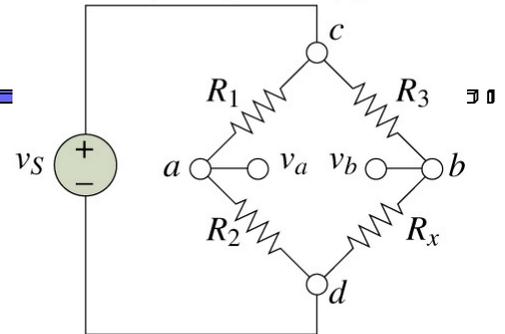
| Resistance $R = \Omega$ | Voltage $V = \Delta \times R$ | Current $I = W/R$ | Power $P = I \times I$ |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| $R_1 = 10 \Omega$ | $V_{R_1} = 30 \text{ V}$ | $i_1 = 3 \text{ A}$ | $P_1 = 90 \text{ W}$ |
| $R_2 = 12 \Omega$ | $V_{R_2} = 18 \text{ V}$ | $i_2 = 1.5 \text{ A}$ | $P_2 = 27 \text{ W}$ |
| $R_3 = 4 \Omega$ | $V_{R_3} = 6 \text{ V}$ | $i_3 = 1.5 \text{ A}$ | $P_3 = 9 \text{ W}$ |
| $R_4 = 8 \Omega$ | $V_{R_4} = 12 \text{ V}$ | $i_4 = 1.5 \text{ A}$ | $P_4 = 18 \text{ W}$ |
| $R_5 = 60 \Omega$ | $V_{R_5} = 36 \text{ V}$ | $i_5 = 0.6 \text{ A}$ | $P_5 = 21.6 \text{ W}$ |
| $R_6 = 24 \Omega$ | $V_{R_6} = 36 \text{ V}$ | $i_6 = 1.5 \text{ A}$ | $P_6 = 54 \text{ W}$ |
| $R_7 = 40 \Omega$ | $V_{R_7} = 36 \text{ V}$ | $i_7 = 0.9 \text{ A}$ | $P_7 = 32.4 \text{ W}$ |
| $R_T = 28 \Omega$ | $V_T = V_S = 84 \text{ V}$ | $i_T = 3 \text{ A}$ | $P_T = 252 \text{ W}$ |

Kor

휘스톤 브리지 (Wheatstone bridge) 회로

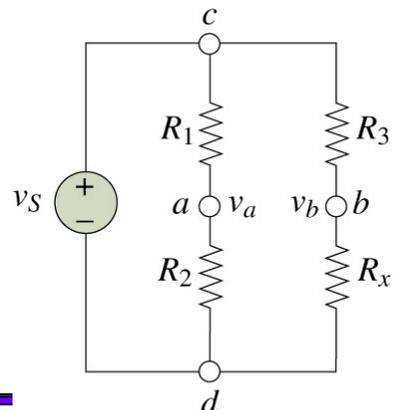
- 4가지가 일반적으로 저항으로 구성되며, 저항 측정 용도 및 여러 가지 측정 장치의 회로에 자주 사용된다.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc.
Permission required for reproduction or display.



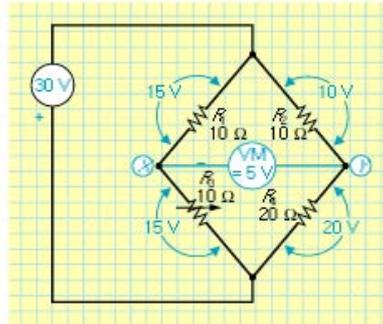
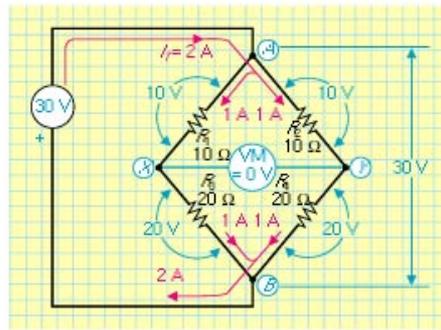
(a)

$$V_{ab} = V_{ad} - V_{bd} = V_s \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_x}{R_3 + R_x} \right)$$



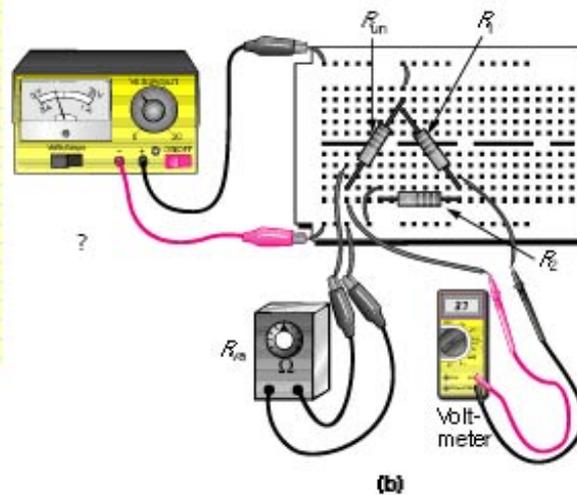
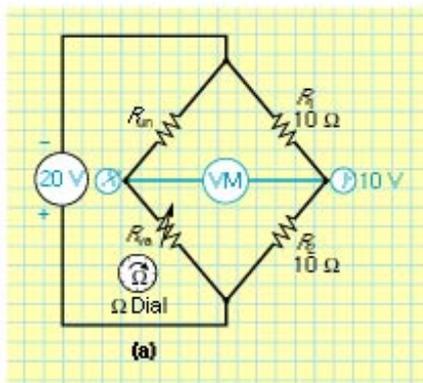
(b)

평형 및 불 평형 브리지



Korea University of Technology and Education

미지저항 결정



Korea University of Technology and Education

Strain Gauge

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

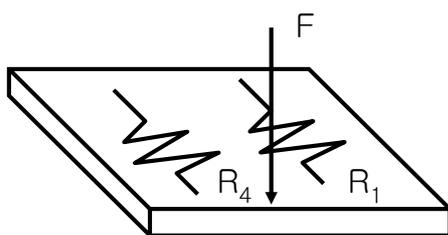
$$G(\text{Gage Factor}) = \frac{\Delta R / R}{\Delta L / L}$$

$$\Delta R = R_0 G \varepsilon$$

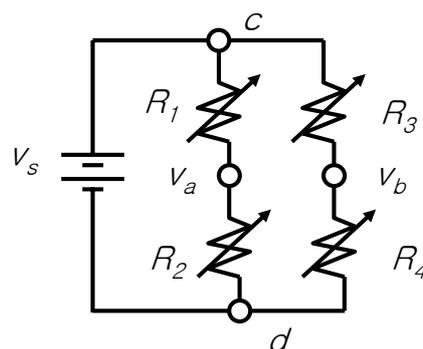
$$\text{where } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Korea University of Technology and Education

휘스톤 브리지를 이용한 힘의 측정



R_2, R_3 bonded to the bottom surface



$$R_1 = R_4 = R_0 + \Delta R$$

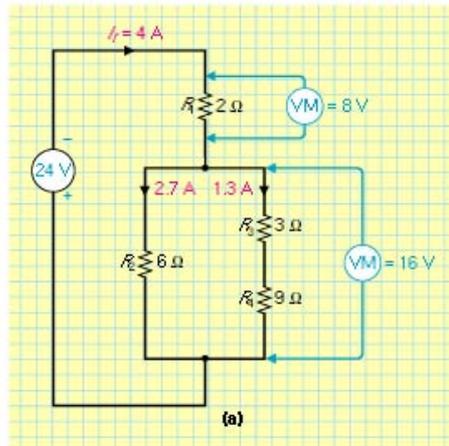
$$R_2 = R_3 = R_0 - \Delta R$$

$$\varepsilon = \frac{6LF}{wh^2Y}$$

$$\begin{aligned} v_b - v_a &= \frac{v_s R_4}{R_3 + R_4} - \frac{v_s R_2}{R_1 + R_2} \\ &= v_s \frac{R_0 + \Delta R}{R_0 + \Delta R + R_0 - \Delta R} - v_s \frac{R_0 - \Delta R}{R_0 + \Delta R + R_0 - \Delta R} \\ &= v_s \frac{\Delta R}{R_0} = v_s G \varepsilon = \frac{6v_s GFL}{wh^2Y} = kF \end{aligned}$$

Korea University of Technology and Education

직 병렬회로의 문제 해결



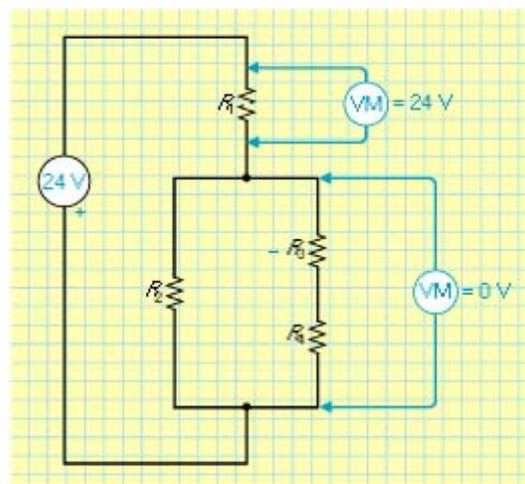
CIRCUIT ANALYSIS TABLE

| Resistance $R = V/I$ | Voltage $V = I \times R$ | Current $I = V/R$ | Power $P = V \times I$ |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| $R_1 = 2 \Omega$ | $V_{R_1} = 8 \text{ V}$ | $I = 4 \text{ A}$ | $P_1 = 32 \text{ W}$ |
| $R_2 = 6 \Omega$ | $V_{R_2} = 16 \text{ V}$ | $I_2 = 2.7 \text{ A}$ | $P_2 = 43.2 \text{ W}$ |
| $R_3 = 3 \Omega$ | $V_{R_3} = 4 \text{ V}$ | $I_3 = 1.3 \text{ A}$ | $P_3 = 5.2 \text{ W}$ |
| $R_4 = 9 \Omega$ | $V_{R_4} = 12 \text{ V}$ | $I_3 = 1.3 \text{ A}$ | $P_4 = 15.6 \text{ W}$ |
| $R_T = 6 \Omega$ | $V_T = V_S = 24 \text{ V}$ | $I_T = 4 \text{ A}$ | $P_T = 96 \text{ W}$ |

(b)

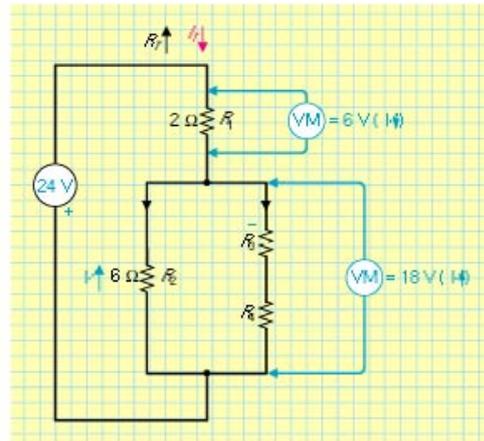
Korea University of Technology and Education

개방 소자, 직렬 가지 에서의 개방



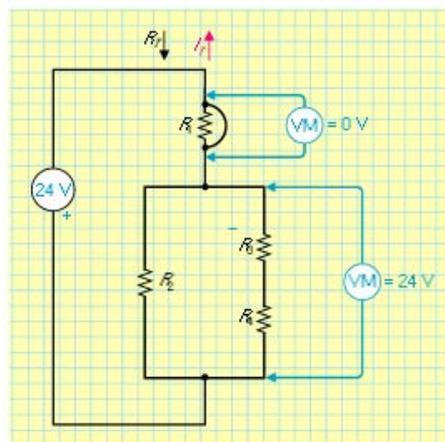
Korea University of Technology and Education

개방 소자, 병렬 가지 에서의 개방

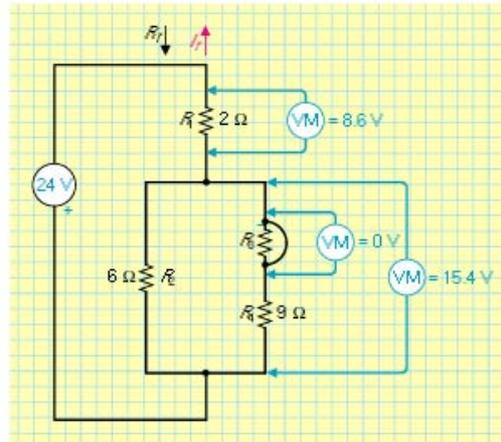


병렬 가지 에서의 개방 -> 전체회로의 저항 증가 -> 병렬 가지의 전압강하 증가

단락 소자, 직렬 가지 에서의 단락



단락 소자, 병렬 가지 에서의 단락



Korea University of Technology and Education

문제해결 요약

- 개방된 소자는 전체 저항을 증가시킨다. 그러므로 전체 전류는 감소한다. 그리고 개방된 소자가 직렬일 경우, 그 양단의 전압은 전원 전압과 같다. 병렬 가지일 경우, 그 양단의 전압은 병렬 가지 전압을 가진다.
- 단락 된 소자는 전체 저항을 감소시킨다. 그러므로, 전체 전류는 증가한다. 단락 된 소자가 직렬일 경우, 또는 병렬 가지일 경우, 그 양단의 전압 강하는 0V 이다.

Korea University of Technology and Education