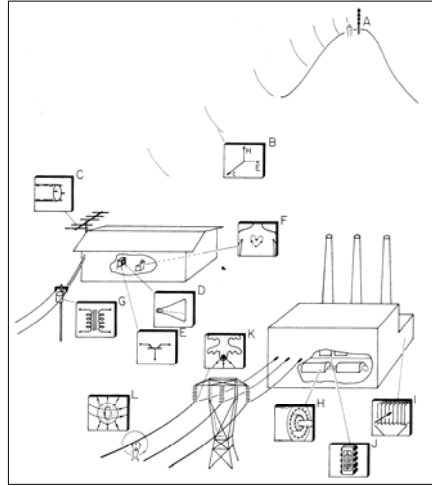


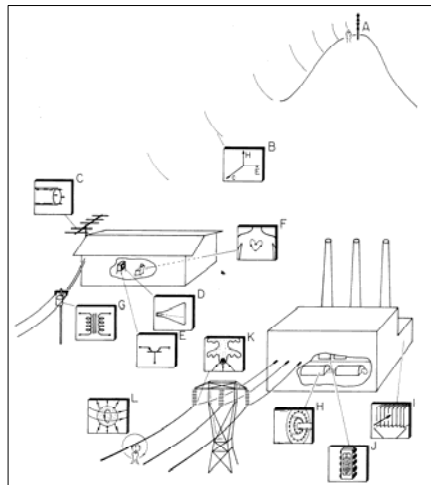
전기 공학

- 전기공학은 전력을 발생시키고 이를 수송하며 각 사용자가 이를 유용하게 쓸 수 있도록 하는 학문 분야이다.
- 그림에서 보는 바와 같이 발전소의 발전기(대개는 동기기(同期機))가 발전을 하여 이것을 삼상(三相)으로 송전한다. 이것은 변전소와 배전소를 거쳐 단상(單相)으로 가정에 공급된다.
- 가정에서는 전자파(電磁波)로 수송되는 TV신호를 받아 TV를 볼 수 있다. TV에는 트랜지스터, Op Amp(Operational Amplifier), 인덕터, 캐패시터 등의 회로소자를 사용하고 있다.



전기 시스템 (I)

- A :** TV signal : 주파수 60 - 400 MHz
파장 . $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/sec}}{f}$
- Ch2 :** 60 MHz 파장 = 5 m
- Ch54 :** 1,500 MHz 파장 = 0.2 m
- B :** 전자파의 형태로 전파.
- C :** 전자파가 안테나에서 전하와 전류를 유도.
- D :** 전자가 전계에 의해 가속이 되어 CRT면을 때려서 빛을 발함
- E :** 트랜지스터 내의 전자와 정공(正孔)의 움직임으로 신호를 처리.
- F :** TV를 보는 사람의 심장에도 전류가 흐르고 있음.



전기 시스템 (II)

G : 집으로 들어오는 전압은 변압기에 의해 강압(降壓)됨.

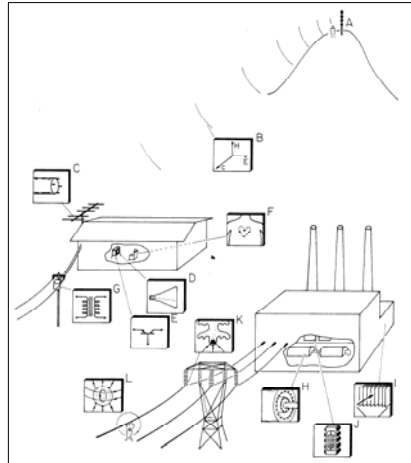
H : 동기 발전기에 의해서 전력이 만들어짐.

I : 화력 발전소에 발생하는 미진(微塵)을 정전력으로 포집(捕集) 하는 집진기(集塵機).

J : 조정실의 컴퓨터에 의해 전력이 분배되고 제어 되어짐.

K : 만들어진 전력은 삼상(三相) 회선에 의해서 수송되며, 이 선들은 절연체에 의해 송전탑으로부터 절연되고 있음

L : 송전선 아래에 사람이 서 있는 경우, 송전선의 전압과 전류가 만들어 내는 전기와 자계의 영향을 받을 수 있음.



전하

전하의 중요 특성

(1) **positive, negative** 극성을 갖고 있다.

(2) 전자 전하의 정수배($-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

(3) 전기적 효과를 발생시킨다.

- 전하가 분리되면 전압이 발생, 전하가 흐르면 전류 발생.

- 전하량은 전자 전하량의 정수배로 불연속하지만 워낙 작은 양 ($-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$) 이 굉장히 많으므로(예: $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 구리의 경우 전자 밀도 10^{23} 개/cm^3) 연속적이라고 본다.

Systems of Units

- 1960년 General Conference of Weights and Measures 에서 SI units 를 정했다.

- 사람의 이름을 딴 단위는 대문자로 쓴다.
- 기호 다음에 마침표(period)를 찍지 않는다.
- 또한 기호에 복수형은 쓰지 않는다.
- 단위는 정자체(正字體)로 쓴다.
- 숫자와 단위 사이는 띄어쓰기를 한다.
예: 100 m (o), 100 m (x), 100m (x).

- 참고: 변수 표현법
- 변수는 기울임체로 쓴다.
- 윗첨자와 아래 첨자의 경우, 숫자는 정자체로, 알파벳트는 기울임체로 쓴다.
예: $v_x, v_y, 100 \text{ V}$ (여기서 V는 단위임).

Table 1.4-1 SI Base Units

QUANTITY	SI UNIT	
	NAME	SYMBOL
Length	meter	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Electric current	ampere	A
Thermodynamic temperature	kelvin	K
Amount of substance	mole	mol
Luminous intensity	candela	cd

Derived Units in SI and SI Prefixes

- 기본 단위들을 조합하면 유도 단위를 나타낼 수 있다.
예: $C = A \cdot s, W = J/s$

Table 1.4-3 Prefixes

MULTIPLE	PREFIX	SYMBOL
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f

Table 1.4-2 Derived Units in SI

QUANTITY	UNIT NAME	FORMULA	SYMBOL
Acceleration—linear	meter per second per second	m/s^2	
Velocity—linear	meter per second	m/s	
Frequency	hertz	s^{-1}	Hz
Force	newton	$kg \cdot m/s^2$	N
Pressure or stress	pascal	N/m^2	Pa
Density	kilogram per cubic meter	kg/m^3	
Energy or work	joule	$N \cdot m$	J
Power	watt	J/s	W
Electric charge	coulomb	$A \cdot s$	C
Electric potential	volt	W/A	V
Electric resistance	ohm	V/A	Ω
Electric conductance	siemens	A/V	S
Electric capacitance	farad	C/V	F
Magnetic flux	weber	$V \cdot s$	Wb
Inductance	henry	Wb/A	H

- 1000을 의미하는 k는 소문자.
- 1/100을 의미하는 c는 소문자.

전류

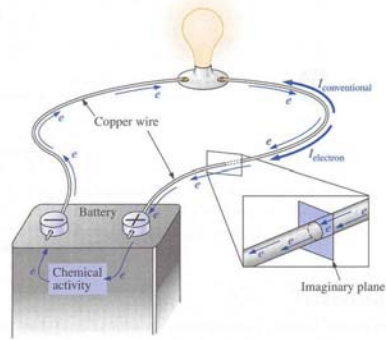
전류

정의 : 단위 시간당 전하의 알짜 흐름.

단위 : C/s = A (amperes)

$$i = \frac{dq}{dt} \quad 1 \text{ A는 } 1 \text{ 초에 } 1 \text{ coulomb의 전하가 흐른다는 의미.}$$

Basic electric circuit
Boylestad 책 34쪽 그림 2.7



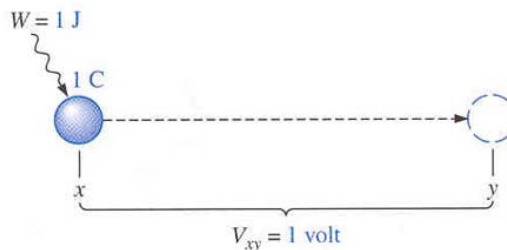
전압

전압

정의 : 전하를 분리시키는 데 드는 단위 전하 당 에너지.

단위 : J/C = V (volts)

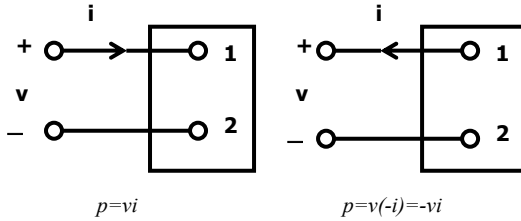
$$v = \frac{dW}{dq} \quad 1 \text{ V는 } 1 \text{ Joule의 에너지로 } 1 \text{ coulomb의 전하를 분리시켰다는 의미.}$$



Defining the unit of measurement for voltage
Boylestad 책 37쪽 그림 2.10

에너지와 Power

$$p(t) = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = vi$$



Passive reference configuration

Power : positive

상자 안의 회로에
에너지가 전달됨.

Power : negative

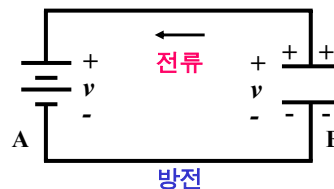
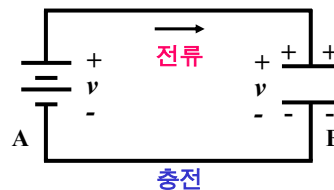
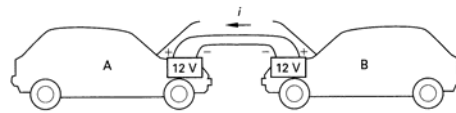
상자 안의 회로로부터
에너지가 나옴.

충방전과 에너지의 흐름

축전지도 캐패시터이다. 캐패시터는 에너지를 저장하기도 하고 방출하기도 한다. 캐패시터에 에너지가 충전될 때에는 전류가 흘러들어와서 전하가 축적되며, 전압이 상승한다.

방전시에는 전류가 캐패시터로부터 흘러나가 축적된 전하가 줄어들며 전압이 떨어지게 된다.

자동차의 축전지를 충전하는 것도 같은 원리이다. 충방전 시의 에너지 흐름에 대해서 생각해 보자.



Dc Voltage Sources and Batteries

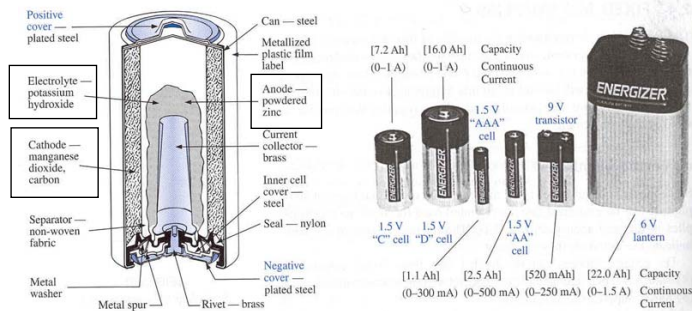
- Dc voltage sources

- batteries (chemical action)
- generators (electromechanical)
- power supplies (rectification)

- Batteries

- battery 는 battery of cells 로부터 유래.
- 따라서, battery 는 두 개 이상의 cell 의 조합으로 구성.
- primary 와 secondary 로 구분.
- secondary 는 rechargeable.
- 대표적인 이차전지는 lead-acid battery (주로 자동차에 쓰임)와 nickel-cadmium battery (계산기, 휴대용 장비, 카메라 플래시, 면도기 등)가 있다.

Alkaline and Lithium-Iodine Primary Cells



(a) Cutaway of cylindrical Energizer® alkaline cell; (b) Eveready® Energizer primary cells. Boylestad 책 40쪽 그림 2.12

Lithium-Iodine primary cells,
Boylestad 책 40쪽 그림 2.13

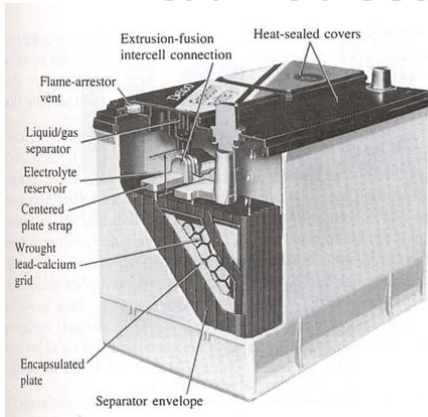


(a) Lithiodine™ lithium-iodine cell
2.8 V, 870 mAh
Long-life power sources with printed circuit board mounting capability

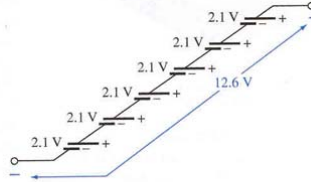


(b) Lithium-iodine pacemaker cell
2.8 V, 2.0 Ah

Lead-Acid Secondary Cell



- electrolyte : sulfuric acid
- electrodes : spongy lead and lead peroxide.
- electrons: spongy lead -> lead peroxide during discharge.

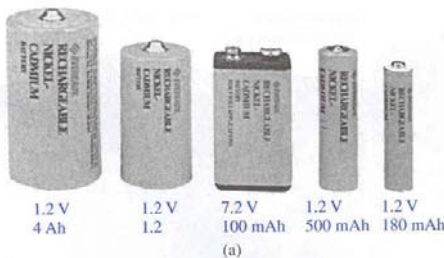


Maintenance-free 12-V (actually 12.6-V) lead-acid battery

Boylestad 책 41쪽 그림 2.14

- 방전량은 **specific gravity**를 측정하면 알 수 있다. **1.28 ~ 1.30** 이면 정상이고, **1.1** 정도이면 충전해야 한다.
- 충전하기 위해서는 **dc current source** 가 필요하다.

Nickel-Cadmium Secondary Cell



Rechargeable nickel-cadmium batteries.
Boylestad 책 42쪽 그림 2.15



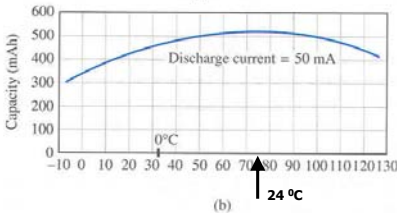
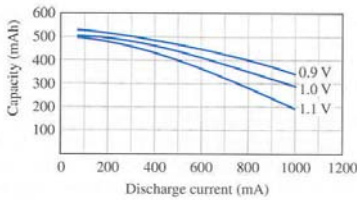
Eveready® BH 500 cell
1.2 V, 500 mAh
App: Where vertical height is severe limitation

(b)

- **1000 charge/discharge cycles.**
- **Ni-Cad battery**를 사용해야 하는 기구에 일차 건전지를 사용하면 안된다.
- 이차 전지는 **1.2 V** 이나, 일차 전지는 **1.5 V** 이며, 이차 전지를 사용하는 기구는 내부에 충전하는 회로를 갖고 있기도 하기 때문이다.
- **Ni-Cad battery** 는 충전할 때 거의 단자 전압이 변하지 않으면서 정 전류원으로 충전한다.
- 그러나, **lead-acid battery** 는 **battery**의 상태에 따라 전류량이 변하는 정전압원에 의해서 충전된다.

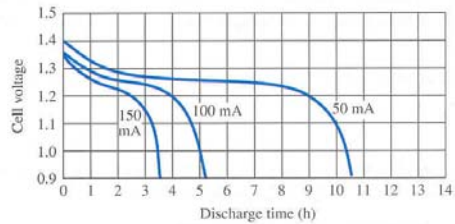
Ampere-Hour Rating

- Battery의 용량 정격은 Ah 또는 mAh로 표시.
- 전류량이 많아지면 줄고, 상온보다 높거나 낮으면 준다.
- 단자 전압은 방전시간이 길어지면 줄어든다.



Eveready® BH 500 cell characteristics:
 (a) capacity versus discharge current;
 (b) capacity versus temperature.
 Boylestad 책 44쪽 그림 2.18

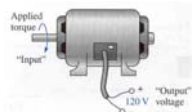
$$\text{Life(hours)} = \frac{\text{ampere-hour rating(Ah)}}{\text{amperes drawn(A)}}$$



Eveready® BH 500 cell discharge curves.
 Boylestad 책 44쪽 그림 2.19

Generators and Power Supplies

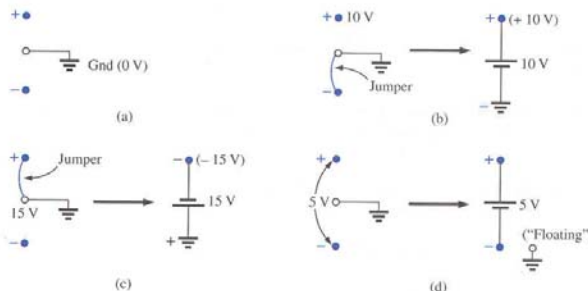
- **Dc generators :**
120 V or 240 V



dc generator
 Boylestad 책 45쪽 그림 2.20

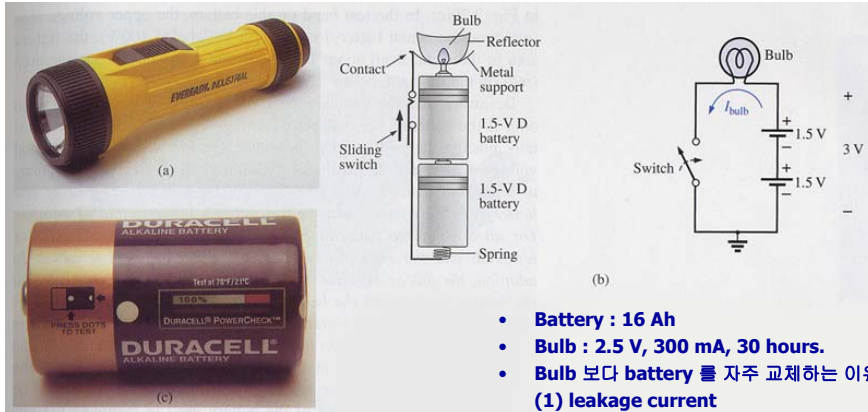
- **Power Supplies :**
Rectification and filtering

dc laboratory supply.
 Boylestad 책 45쪽
 그림 2.21



dc laboratory supply :
 (a) available terminals;
 (b) positive voltage with respect to (w.r.t) ground;
 (c) negative voltage w.r.t. ground;
 (d) floating supply
 Boylestad 책 46쪽 그림 2.22

Applications - Flashlight



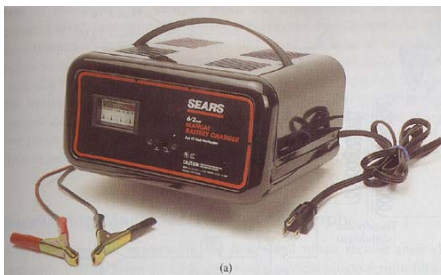
(a) Eveready® D cell flashlight;
 (b) electrical schematic of flashlight of part (a);
 (c) Duracell® Powercheck™ D cell battery
 Boylestad 책 51쪽 그림 2.29

- **Battery : 16 Ah**
- **Bulb : 2.5 V, 300 mA, 30 hours.**
- **Bulb 보다 battery 를 자주 교체하는 이유**
 (1) leakage current
 (2) 연속사용이 아님
 - bulb: cool down 효과
 - battery: initial surge current
- **Battery 는 대개 1.2 ~ 1.3 V 에서 동작.**
- **0.9 V 이하에서는 교체해야 함.**

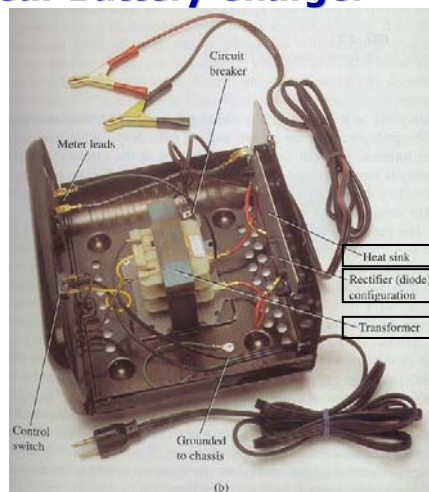
Circuit Theory I

Lecture 1-17

Applications – 12 V Car Battery Charger



Battery charger:
 (a) external appearance
 Boylestad 책 53쪽 그림 2.30(a)



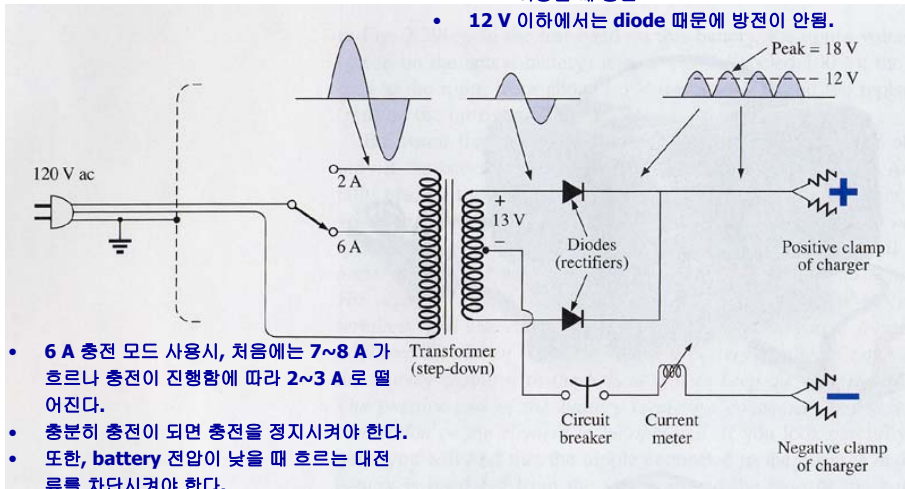
Battery charger:
 (b) internal construction
 Boylestad 책 53쪽 그림 2.30(b)

Circuit Theory I

Lecture 1-18

Applications – 12 V Car Battery Charger Circuit

- 12 V 이상일 때 충전.
- 12 V 이하에서는 diode 때문에 방전이 안됨.

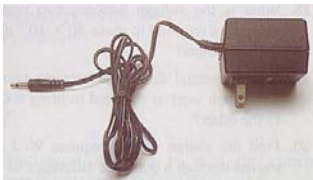


Electrical schematic for the battery charger of Fig. 2. 30
Boylestad 책 54쪽 그림 2.31

Circuit Theory I

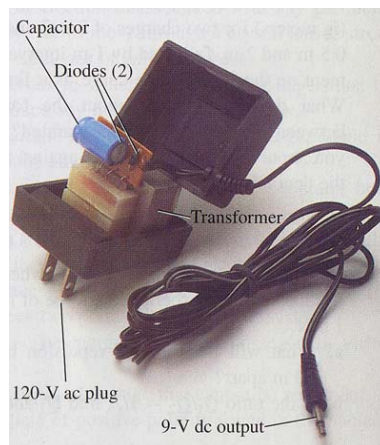
Lecture 1-19

App. – Answer Machines/Phones dc Supply



Answering machine/phone 9-V dc supply
Boylestad 책 55쪽 그림 2.32

- 9 V, 200 mA.
- Regulator chip 을 수신단에 설치.
- 이유
 - 발생 열 분리
 - 잡음과 진동을 줄이기 위해 부하 가까이에 설치.



Internal construction of the 9-V dc supply of Fig. 2.32
Boylestad 책 55쪽 그림 2.33

Circuit Theory I

Lecture 1-20

Jet Valve Controller

- 작은 실험용 우주 로켓에서 그림과 같이 두 개의 회로 소자로 회로를 구성하여 1분간 jet valve 제어기에 에너지를 전달한다. 1분간 40 mJ을 전달하는 배터리(회로소자 1)를 골라야 한다.
- $i(t) = D e^{-t/60}$ mA for $t \geq 0$ 이고, 소자 2 에 걸리는 전압은 $v_2(t) = B e^{-t/60}$ V for $t \geq 0$ 이다.
- 전류의 크기 D 가 최대 1 mA 로 제한되어있다면, B 는 얼마이어야 하나?
- 요구되는 배터리는 어떤 것인가?

