

บทที่ 11

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Devices)

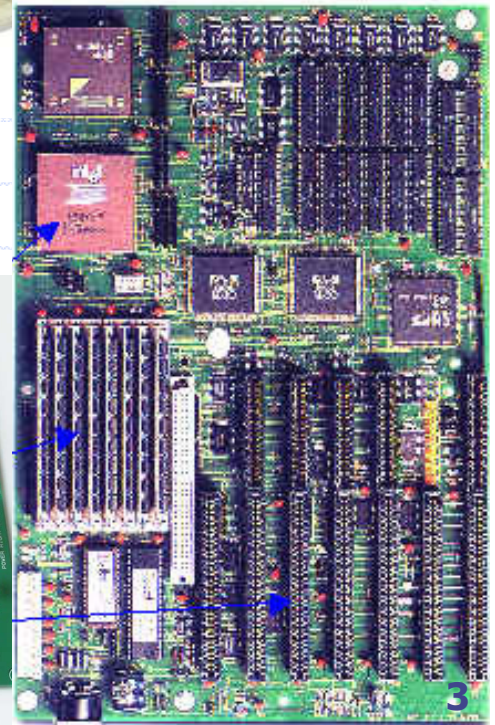
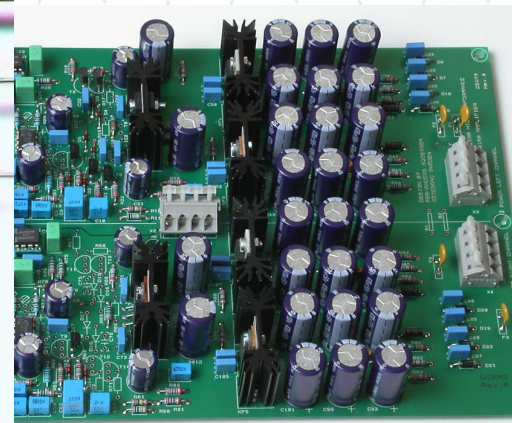
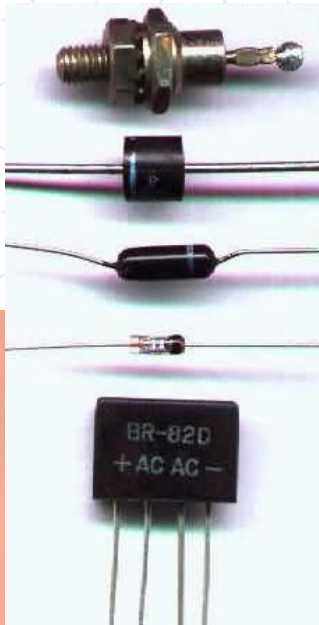
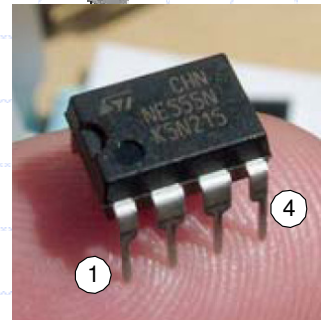
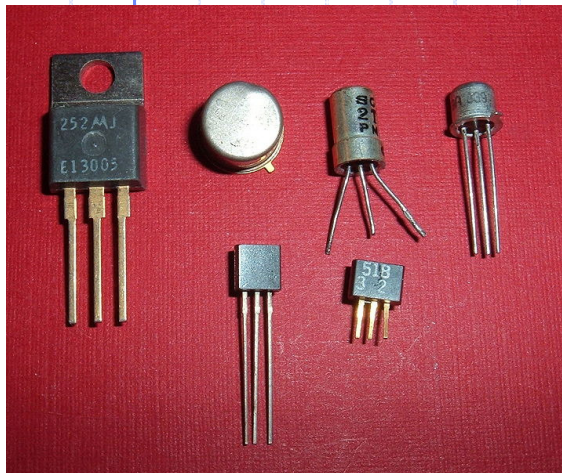
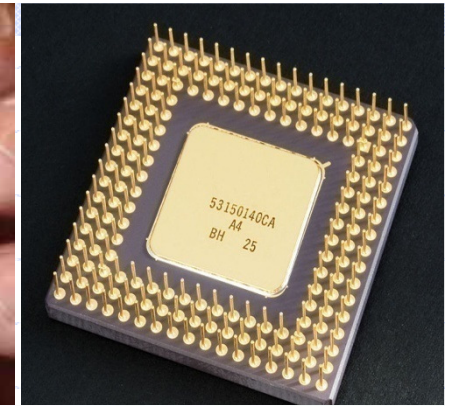
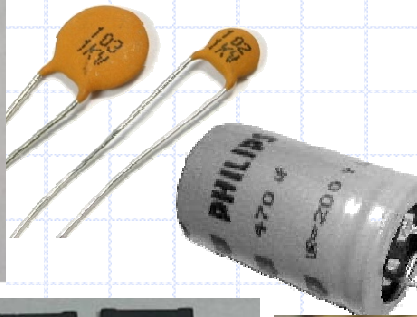
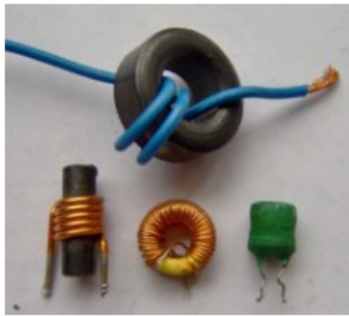
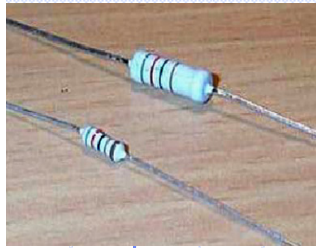
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

○ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หมายถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กๆ เช่น ตัวต้านทาน (Resistors) ตัวเหนี่ยวนำ (Inductors) ตัวเก็บประจุ (Capacitors) หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformers) รีเลย์ (Relays) อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (Semiconductors) และอุปกรณ์อื่นๆ

อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (Semiconductors) คืออุปกรณ์ที่สร้างมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด N-Type และ P-Type เช่น ไดโอด (Diodes) ทรานซิสเตอร์ (Transistors) เฟต (FETs) ไอซีชนิดต่างๆ (IC = Integrated Circuits) และอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอื่นๆอีกมากมาย

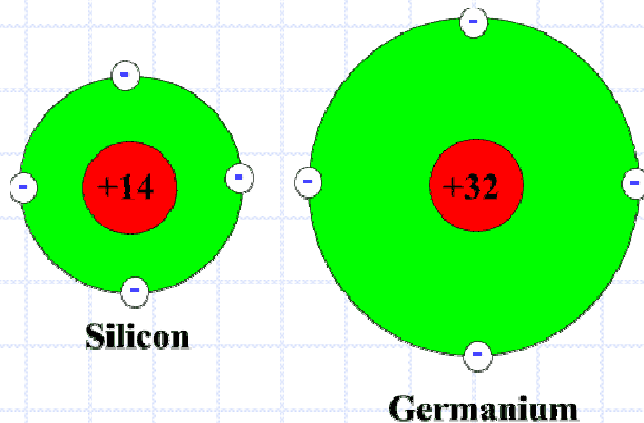
วงจรอิเล็กทรอนิกส์ จะเป็นการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาต่อกันเป็นวงจร ข้อสังเกตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่จะใช้ไฟเลี้ยงเป็นไฟดีซีป้อนให้แก่วงจรเพื่อให้วงจรสามารถทำงานได้เช่น วงจรคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ วงจรเครื่องขยายเสียง วงจรหรีไฟ วงจรวิทยุ วงจรทีวี และวงจรอื่นๆ

ตัวอย่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

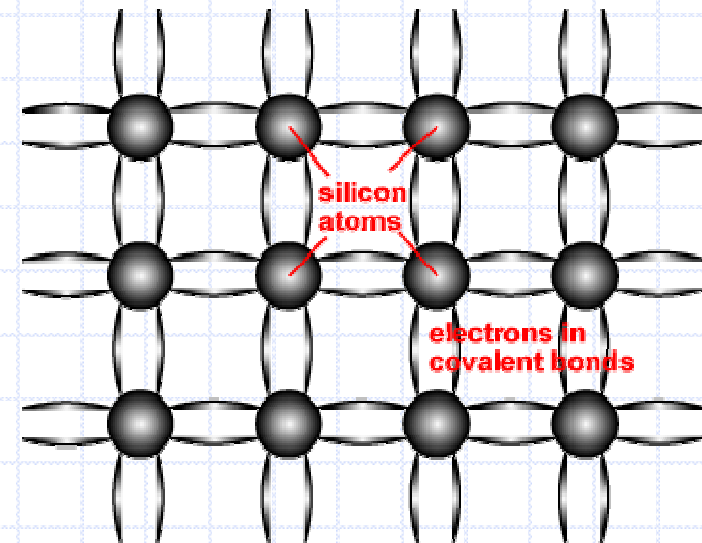


N-Type เป็นสารกึ่งตัวนำที่สร้างจาก ซิลิกอน (Silicon) หรือ เจอร์เมเนียม (Germanium) ที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron) รอบนอก 4 ตัว และทำการเติมสาร (Dope) สารที่มีวาเลนซ์อิเล็กตรอน 5 ตัว เช่น อาร์ซีนิก (Arsenic) อะลูมิเนียม (Aluminum) หรือ ฟอสฟอรัส (Phosphorous)

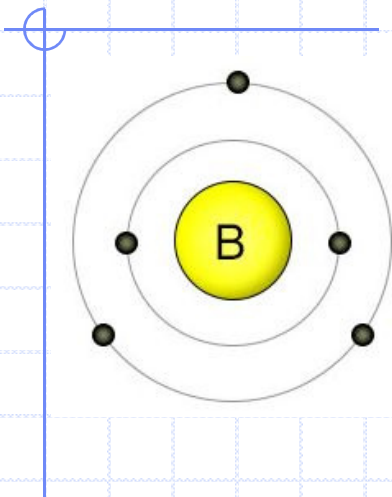
โครงสร้างอะตอมของ ซิลิกอน (Silicon)
และ เจอร์เมเนียม (Germanium)



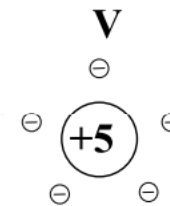
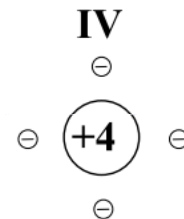
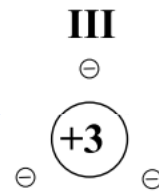
โครงสร้างโมเลกุลของซิลิกอน



โครงสร้างอะตอมของ ที่มี Valence Electron 3 ตัว 4 ตัว และ 5 ตัว



Boron
Aluminum
Gallium

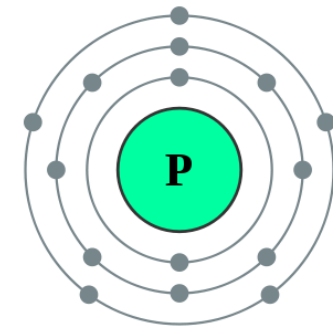


Antimony

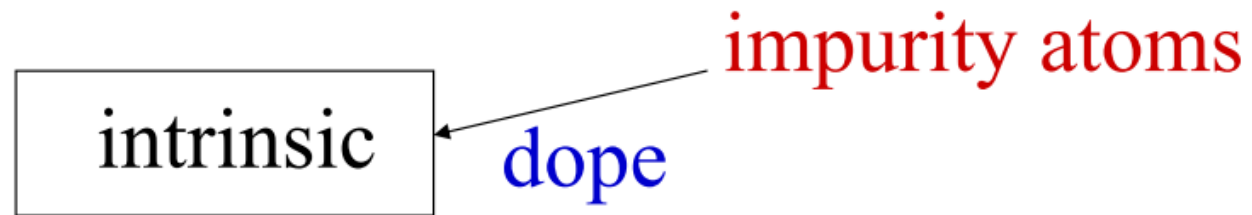
Arsenic

Phosphorous

5	B	6	C	7	N
Boron		Carbon		Nitrogen	
10.82		12.01		14.008	
13	Al	14	Si	15	P
Aluminum		Silicon		Phosphorus	
26.97		28.09		31.02	
31	Ga	32	Ge	33	As
Gallium		Germanium		Arsenic	
69.72		72.60		74.91	
49	In	50	Sn	51	Sb
Indium		Tin		Antimony	
114.8		118.7		121.8	

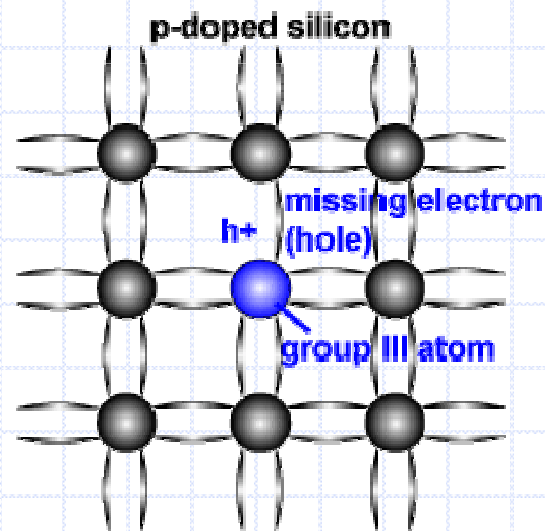
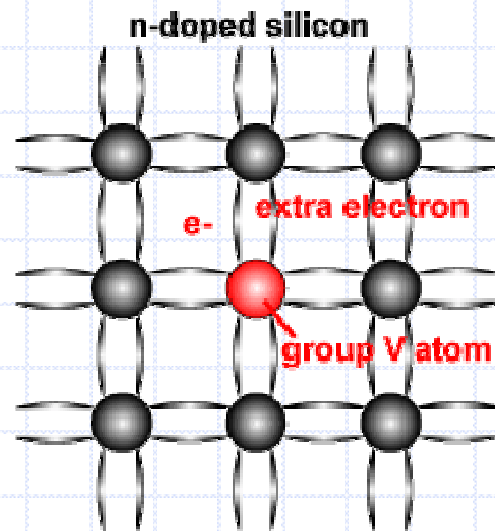


Extrinsic (Doped) Semiconductors

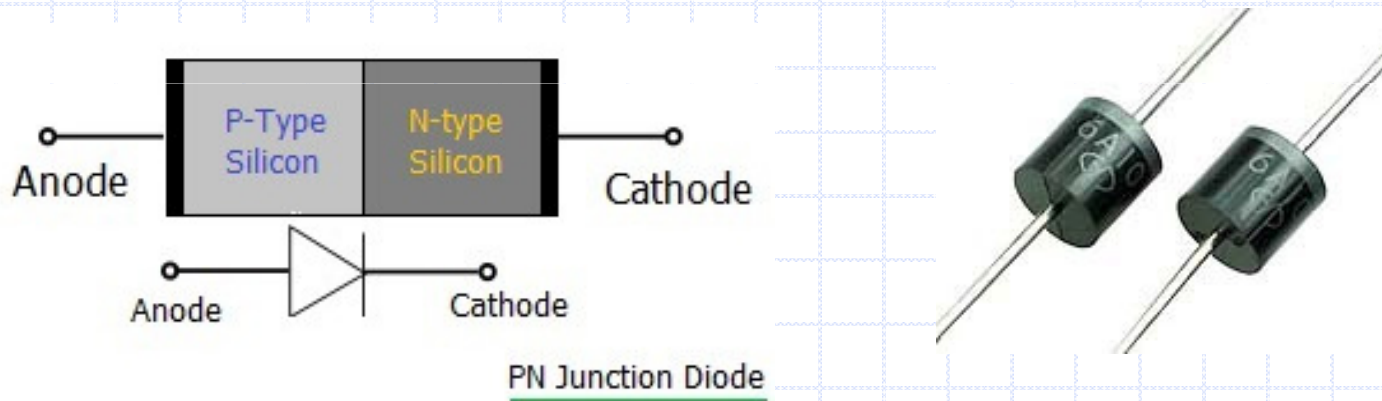


โครงสร้างของ N - Type

โครงสร้างของ P - Type



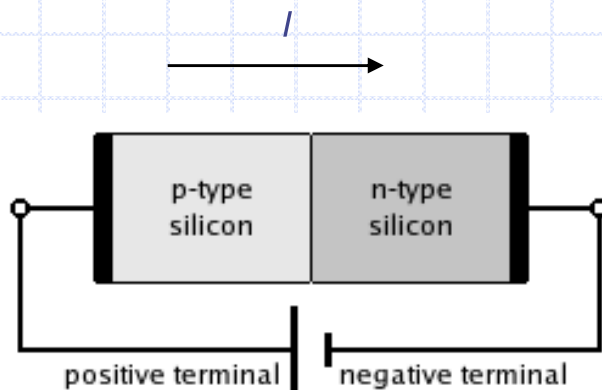
11.1 ไดโอด (Diode) เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำชนิด P-Type และ N-Type มาเชื่อมต่อกันดังรูปที่ 11.1 คุณสมบัติของไดโอดสามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียวเท่านั้น ไดโอดประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด (Anode; A) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด P-Type และ แคโทด (Cathode; K) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด N-Type ไดโอดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ใช้เป็นวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าในวงจรภาคจ่ายไฟ เป็นต้น



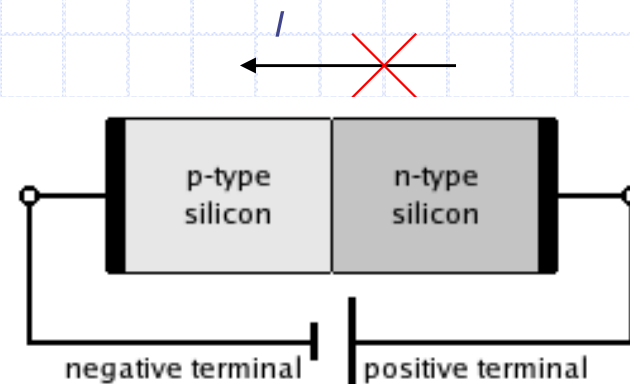
รูปที่ 11.1 แสดงโครงสร้างไดโอดแบบรอยต่อพีเอ็น และ สัญลักษณ์ลักษณะไดโอด

การต่อวงจรไดโอดเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติไดโอด แบ่งเป็น 2 แบบคือ

1. วงจรไบอัสตรง (Forward Bias) เป็นการป้อนไฟบวกที่ขั้ว Anode ป้อนไฟลบที่ขั้ว Cathode กระแสสามารถผ่านในวงจรได้เปรียบเสมือน Short Circuit ดังรูป 11.2 (ก) กราฟคุณสมบัติดังรูปที่ 11.3
2. วงจรไบอัสกลับ (Reverse Bias) เป็นการป้อนไฟบวกที่ขั้ว Cathode ป้อนไฟลบที่ขั้ว Anode กระแสไม่สามารถผ่านในวงจรได้เปรียบเสมือน Open Circuit ดังรูป 11.2 (ข) กราฟคุณสมบัติดังรูปที่ 11.3

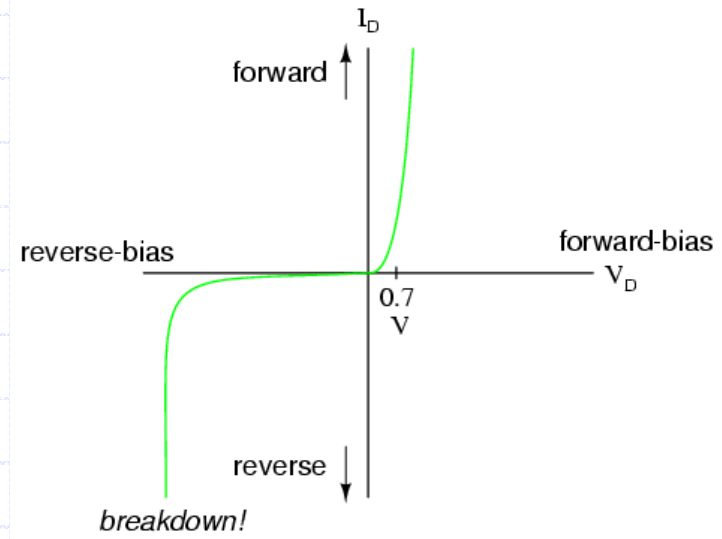
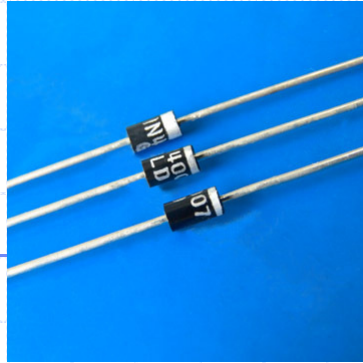


(ก)

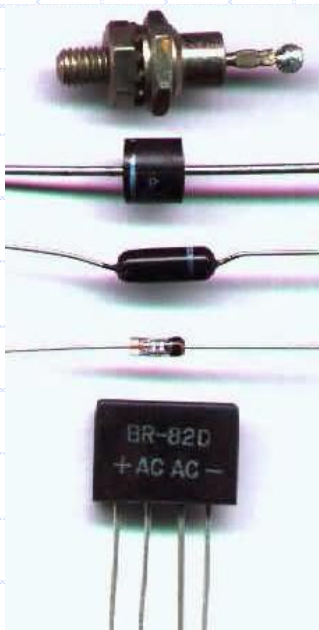


(ข)

รูปที่ 11.2 แสดงการต่อวงจรเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของไดโอด



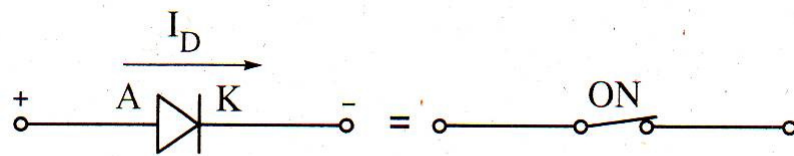
รูปที่ 11.3 แสดงกราฟคุณสมบัติของไดโอด



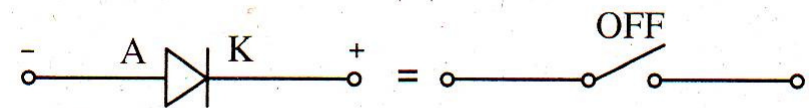
รูปที่ 11.4 แสดงลักษณะไดโอดที่ใช้งานแบบต่างๆ

ไดโอดในทางอุดมคติ

ไดโอดในทางอุดมคติ (ideal diode) เป็นไดโอดที่พิจารณาคุณสมบัติการทำงาน โดยเปรียบไดโอดเหมือนสวิตช์ไฟฟ้าตัวหนึ่ง ทำงานเป็นสวิตช์ตามการจ่ายไบอัสให้ตัวไดโอด ขณะจ่ายไบอัสตรงไดโอดนำกระแส เหมือนกับสวิตช์ที่อยู่ในสถานะต่อวงจร (ON) และขณะจ่ายไบอัสกลับไดโอดไม่นำกระแส เหมือนกับสวิตช์ที่อยู่ในสถานะตัดวงจร (OFF) ไดโอดทางอุดมคตินี้ไม่คำนึงถึงค่าความต้านทานภายในตัวไดโอด (R_D) ขณะไบอัสตรงมีกระแสไหล ค่า $R_D = 0 \Omega$ และในขณะไบอัสกลับไม่มีกระแสไหล $R_D = \infty \Omega$

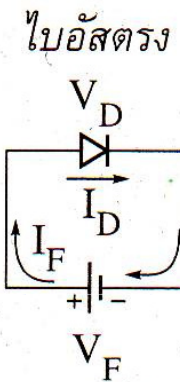
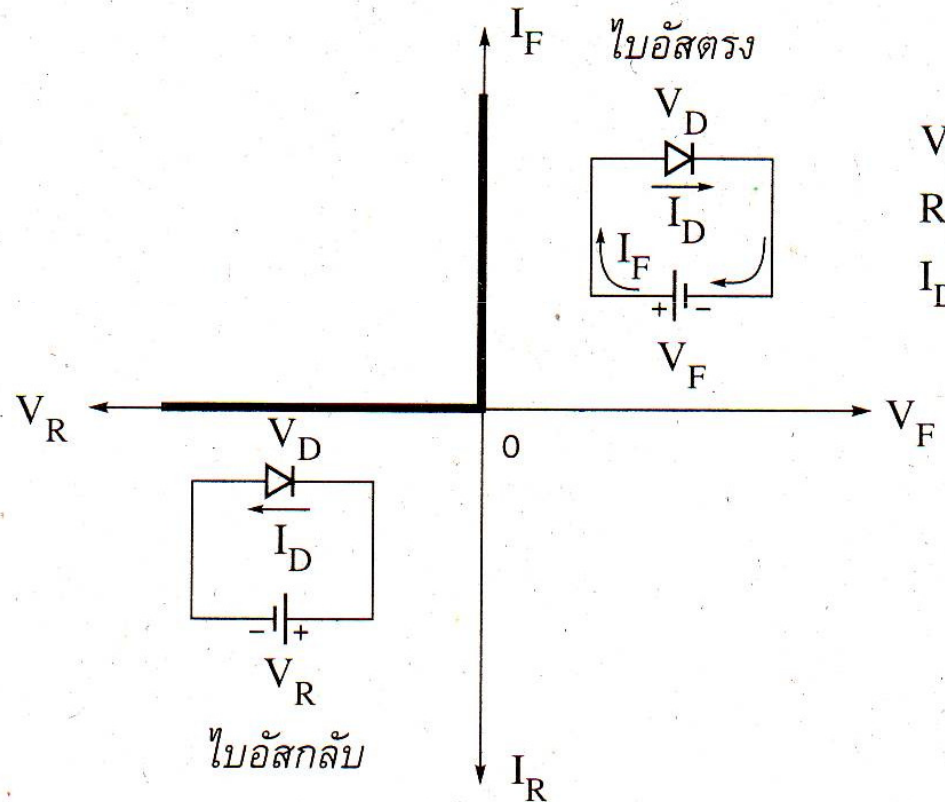
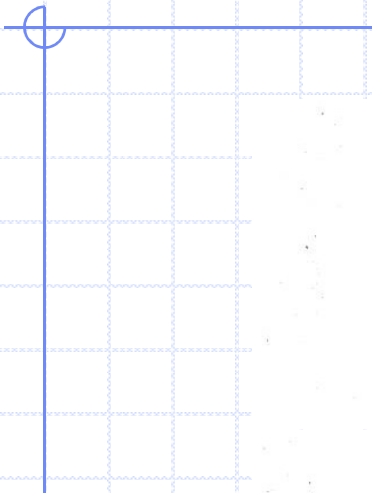


(ก) จ่ายไบอัสตรง



(ข) จ่ายไบอัสกลับ

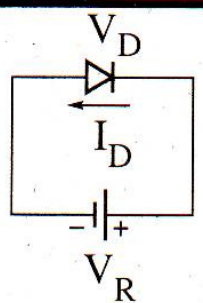
กราฟแสดงคุณสมบัติของไดโอดทางอุดมคติ



$$V_D = 0 \text{ V}$$

$$R_D = 0 \Omega$$

$$I_D = I_F$$



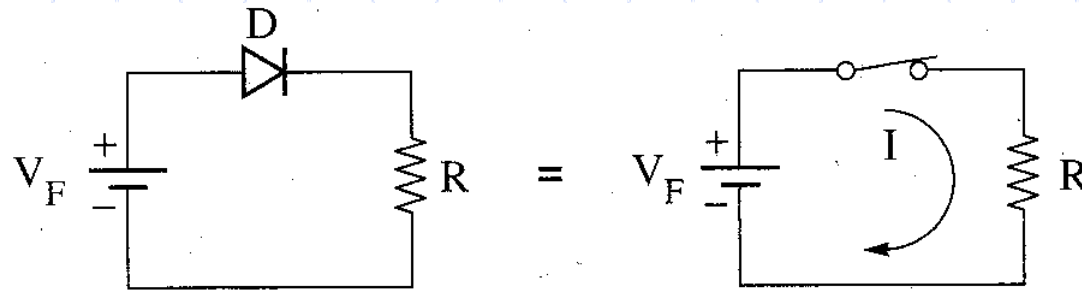
$$V_D = V_R$$

$$R_D = \infty \Omega$$

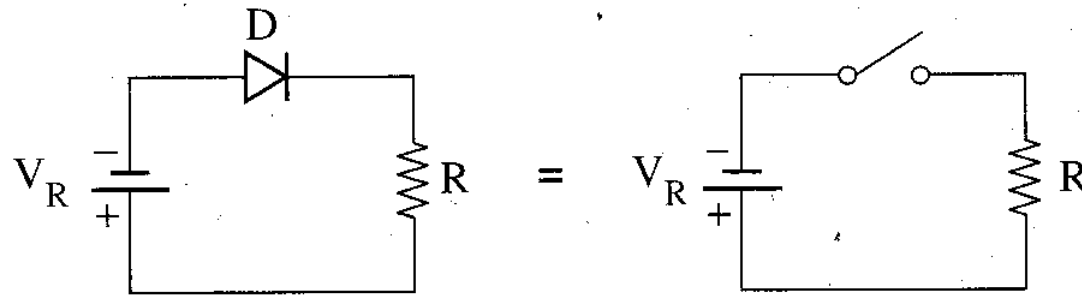
$$I_D = 0 \text{ A}$$

ไปอัสกลับ

การวิเคราะห์ห้วงจรไดโอด

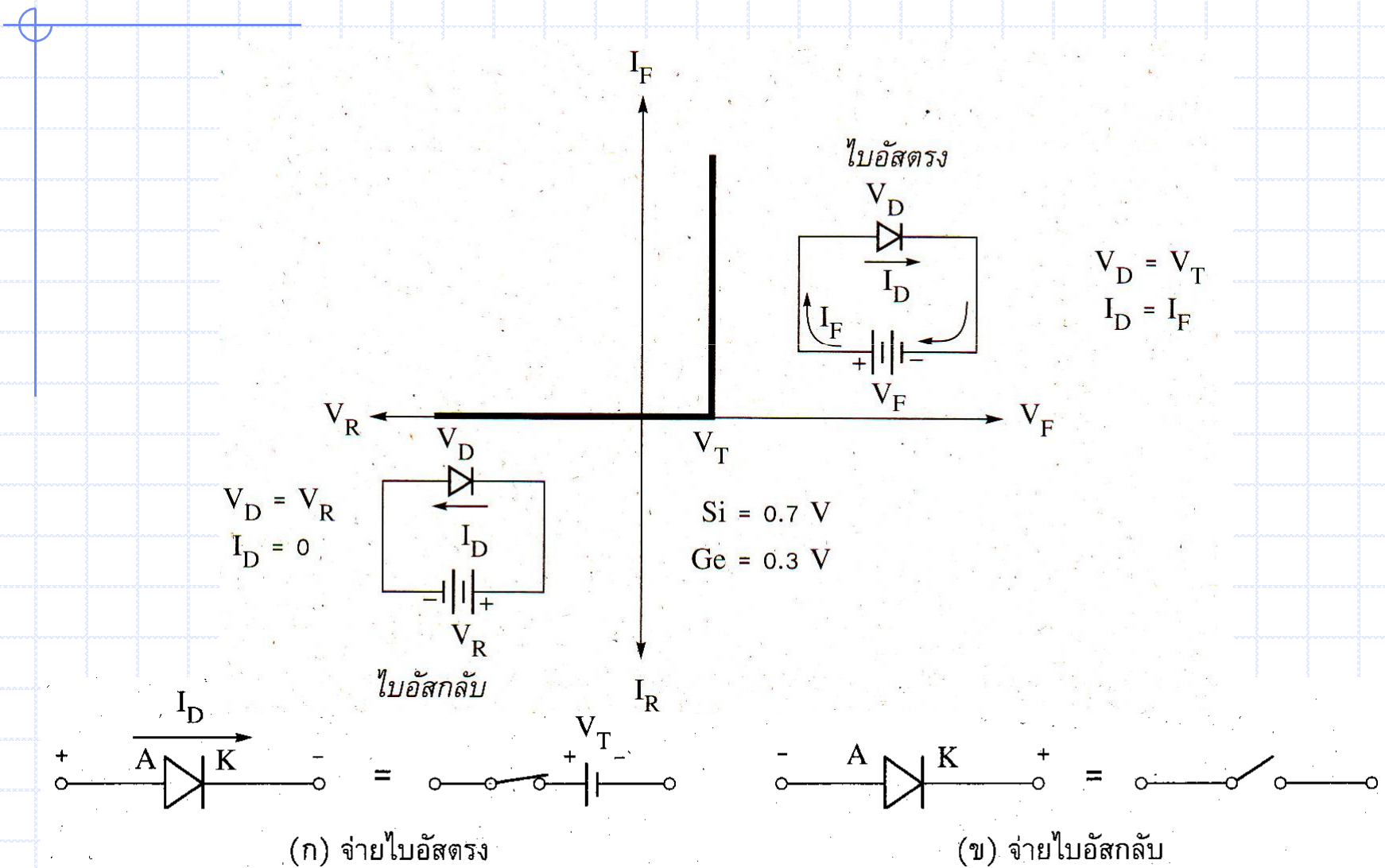


(ก) ขณะไดโอดได้รับไบอัสตรง

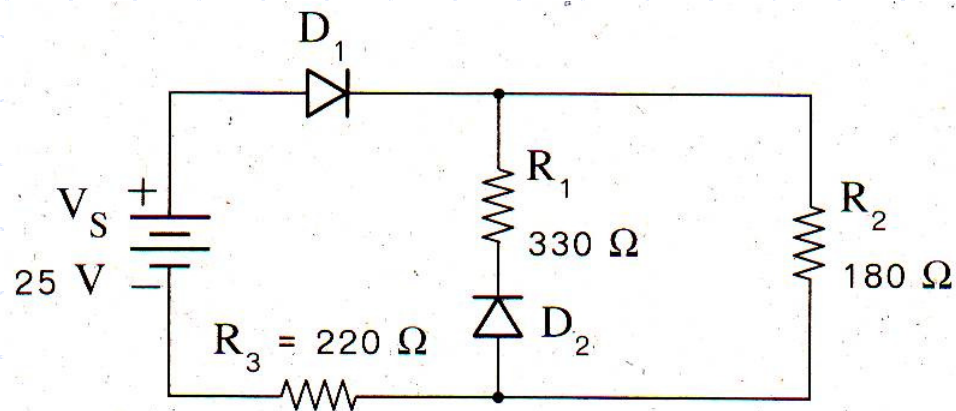


(ข) ขณะไดโอดได้รับไบอัสกลับ

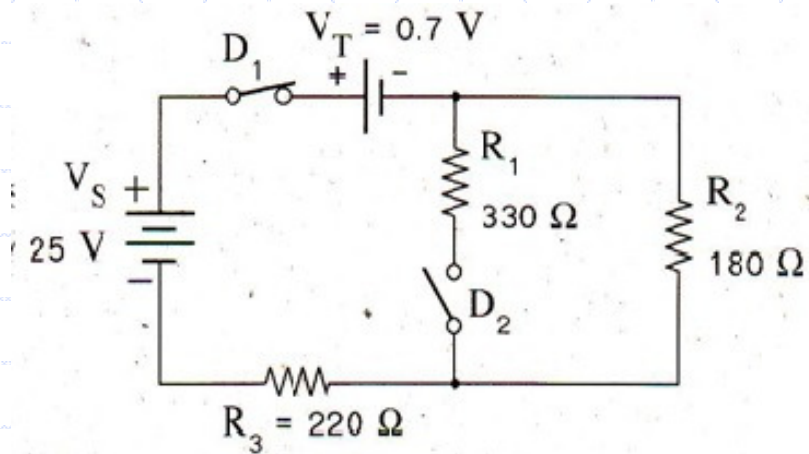
ไดโอดทางอุดมคติที่พิจารณาค่าแรงดันตกคร่อมรอยต่อ



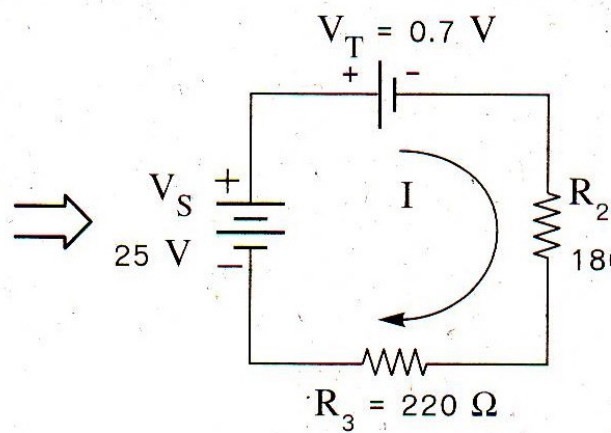
ตัวอย่าง 11.1



จากวงจร ไดโอดเป็นไดโอดในทางอุดมคติชนิดซิลิคอน (Si) จงคำนวณหาค่ากระแสไหลผ่านวงจร



(n)



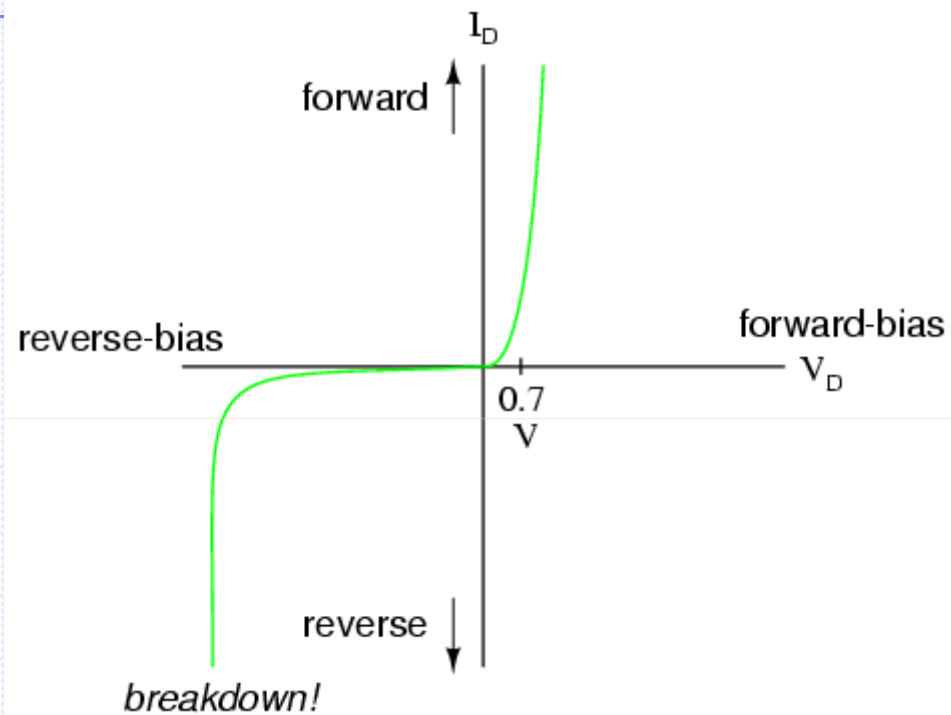
(1)

$$I = \frac{V_S - V_T}{R_2 + R_3}$$

$$I = \frac{25 \text{ V} - 0.7 \text{ V}}{180 \Omega + 220 \Omega} = 6.075 \times 10^{-2} \text{ A}$$

$$\therefore I = 60.75 \text{ mA}$$

ความสัมพันธ์กระแส - แรงดันของไดโอด



$$i_D = I_S \left(e^{\frac{v_D}{\eta V_T}} - 1 \right)$$

สมการช็อคલી

โดยที่ I_S คือกระแสย้อนกลับอิ่มตัว (reverse saturation current) สำหรับไดโอดแบบรอยต่อพีเอ็นซิลิกอนจะมีค่าอยู่ในช่วง 10^{-15} - 10^{-13} A

V_T คือ thermal voltage มีค่าประมาณ 26 mV ที่อุณหภูมิห้อง 27 °C หรือ 300K ที่อุณหภูมิอื่น ๆ หาได้จากความสัมพันธ์

$$V_T = \frac{kT}{q}$$

k คือค่าคงที่ของโบลต์ซมานน์ มีค่าเท่ากับ $1.3806503 \times 10^{-23}$ J K⁻¹

T คืออุณหภูมิสัมบูรณ์ที่รอยต่อพีเอ็น

q คือประจุของอิเล็กตรอน มีค่าเท่ากับ $1.602176487 \times 10^{-19}$ C

η คือสัมประสิทธิ์การแพร่ของสารเจือ (emission coefficient) มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 2 โดยทั่วไปใช้ค่า 1 ในการคำนวณ

ตัวอย่าง 11.2

จงคำนวณหาค่ากระแสไหลผ่านรอยต่อพี-เอ็นของไดโอดตัวหนึ่ง ที่อุณหภูมิ 300 K เมื่อกำหนด

$I_S = 10^{-14}$ A และ $\eta = 1$ ค่าแรงดัน v_D ที่ป้อนมีค่า +0.7 V และ -0.7 V

$v_D = +0.7$ V → ไบอัสตรง

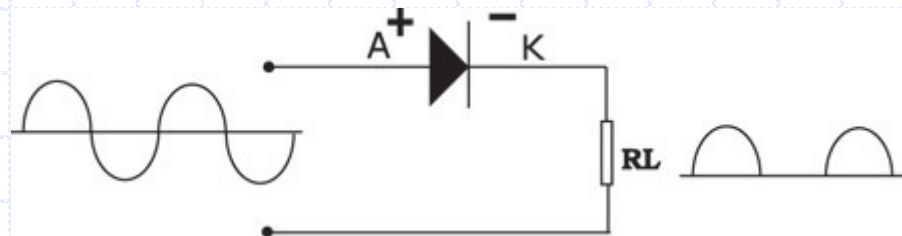
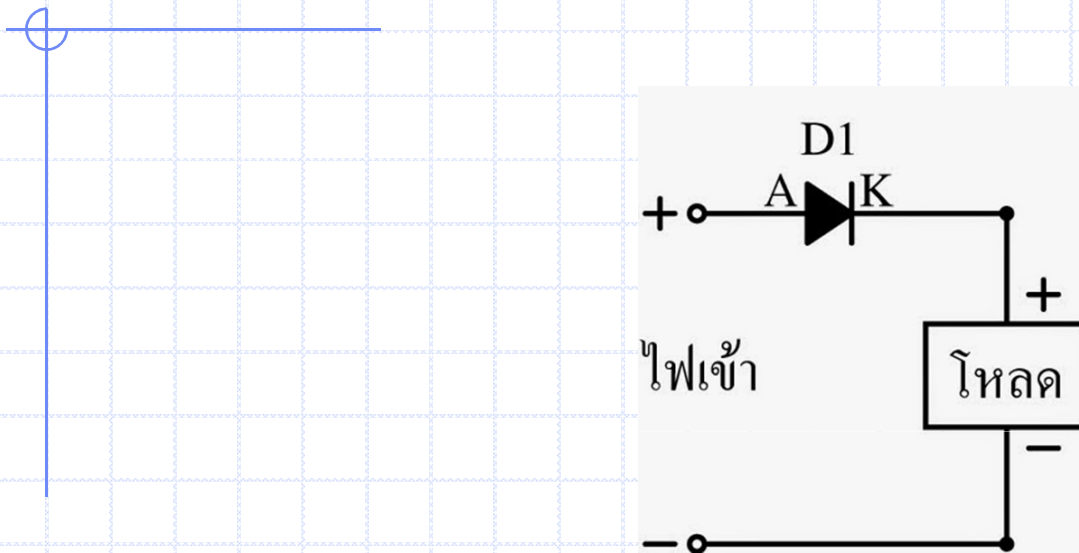
$$i_D = I_S \left(e^{\frac{v_D}{\eta V_T}} - 1 \right) = 10^{-14} \left(e^{\frac{0.7}{0.026}} - 1 \right) = 4.93 \text{ mA}$$

$v_D = -0.7$ V → ไบอัสกลับ

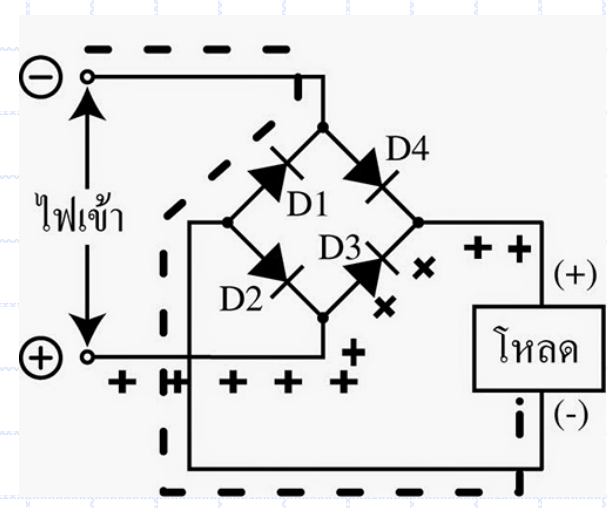
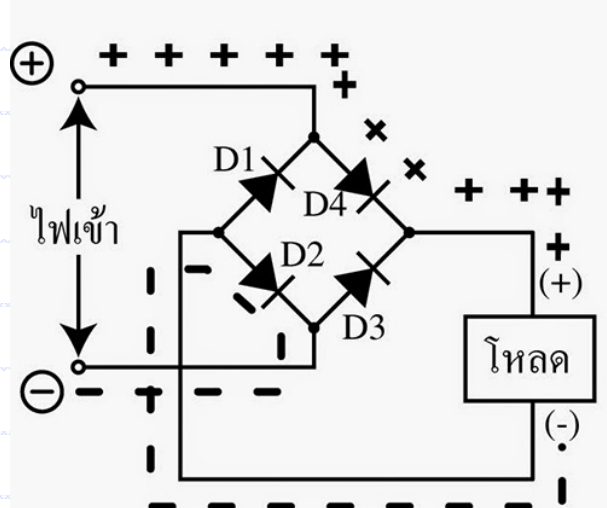
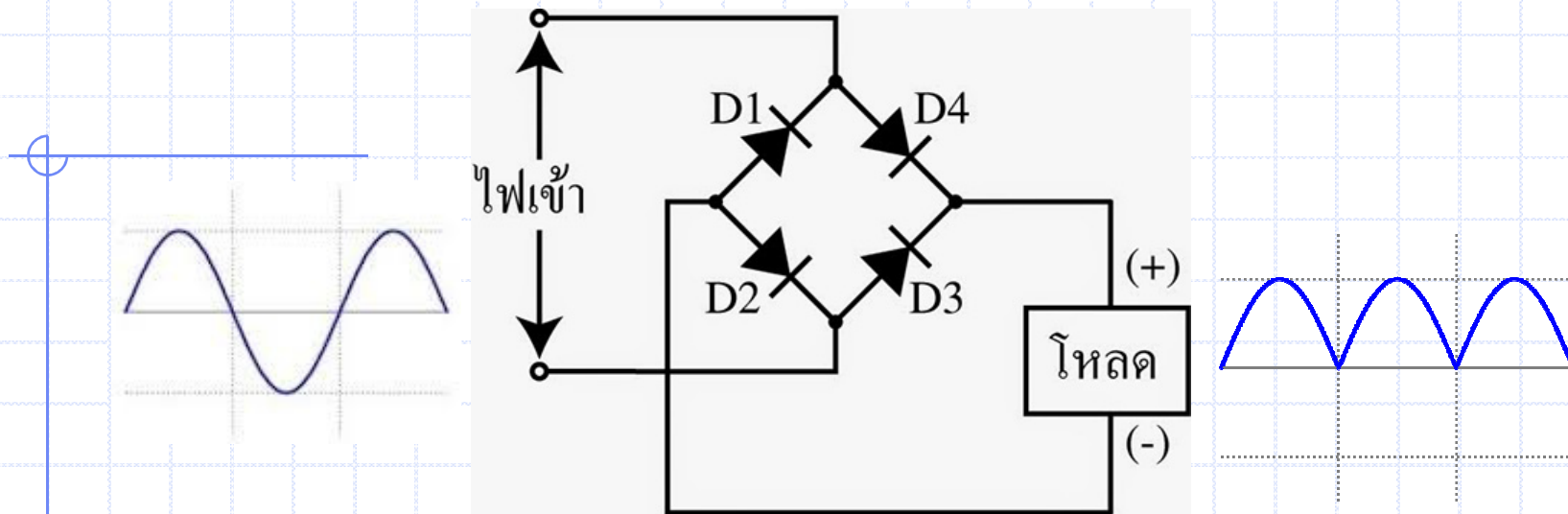
$$i_D = I_S \left(e^{\frac{v_D}{\eta V_T}} - 1 \right) = 10^{-14} \left(e^{\frac{-0.7}{0.026}} - 1 \right) \approx 10^{-14} \text{ A}$$

ตัวอย่างวงจรที่ใช้ไดโอดทำงาน

เช่น วงจรแปลงไฟเอซีเป็นดีซี หรือวงจรเรียงกระแส (Rectifier)



วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half wave Rectifier)

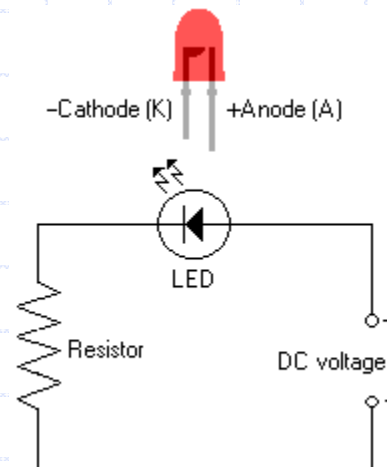


วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full wave Rectifier) หรือแบบ Bridge

2. ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode ; LED)

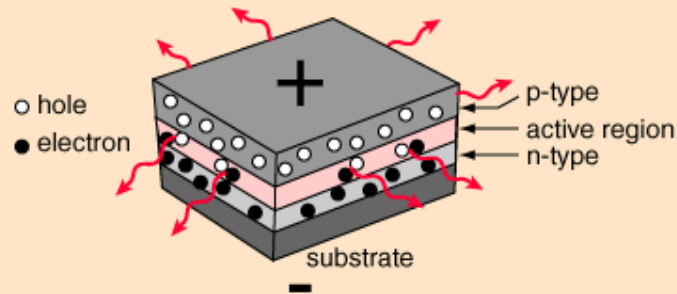
LED เป็นไดโอดที่ใช้สารประเภทแกลเลียมอาร์เซไนด์ฟอสไฟต์ (Gallium Arsenide Phosphide ; GaAsP) หรือสารแกลเลียมฟอสไฟต์ (Gallium Phosphide ; GaP) มาทำเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด p และ n แทนสาร Si และ Ge สารเหล่านี้มีคุณลักษณะพิเศษ คือ สามารถเรืองแสงได้เมื่อได้รับไบอัสตรง การเกิดแสงที่ตัว LED นี้เราเรียกว่า อิเล็กโทรลูมิเนสเซนซ์ (Electroluminescence) ปัจจุบันนิยมใช้ LED แสดงผลในเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เช่น แสดงผลการเปิดปิดวงจร เครื่องคิดเลข นาฬิกา เป็นต้น

LED มีหลายสีขึ้นกับโครงสร้างของไดโอด ถ้าต้องการให้ LED สว่างให้ทำการบิอัสไฟดีซีแบบฟอร์เวิร์ดไบอัส (Forward Bias) ถ้าไม่ต้องการให้ LED สว่างก็ไม่ต้องการทำการบิอัสไฟดีซีให้แก่ไดโอด



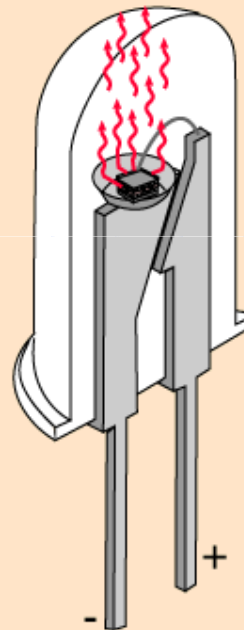
รูปที่ 11.5 แสดงลักษณะไดโอดเปล่งแสงและวงจรใช้งาน

LED Device Structure



One way to construct an [LED](#) is to deposit three semiconductor layers on a substrate. Between [p-type](#) and [n-type](#) semiconductor layers, an active region emits light when an [electron and hole](#) recombine. Considering the p-n combination to be a diode, then when the diode is [forward biased](#), holes from the p-type material and electrons from the n-type material are both driven into the active region. The light is produced by a solid state process called [electroluminescence](#).

In this particular design, the layers of the LED emit light all the way around the layered structure, and the LED structure is placed in a tiny reflective cup so that the light from the active layer will be reflected toward the desired exit direction.



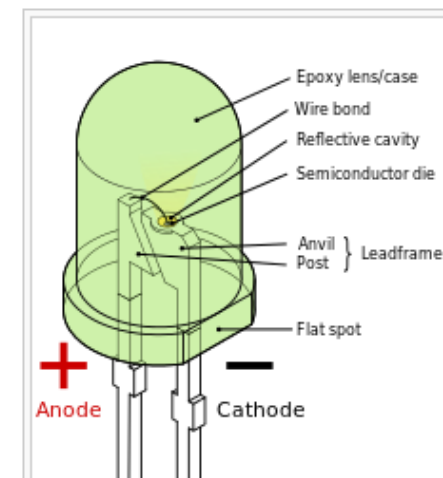
Light-emitting diode



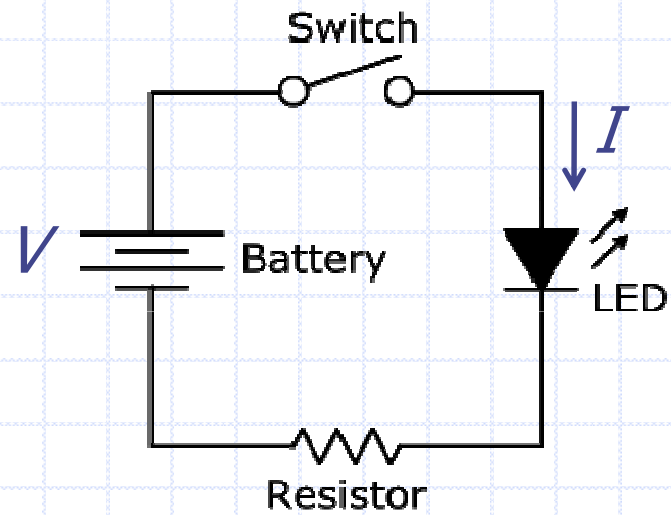
Blue, pure green, and red LEDs in 5 mm diffused cases

Type	Passive, optoelectronic
Working principle	Electroluminescence
Invented	Oleg Losev (1927) ^{[1][2][3]} James R. Biard (1961) ^[4] Nick Holonyak (1962) ^[5]
First production	1968 ^[6]
Pin configuration	anode and cathode

Electronic symbol



Simple LED Circuit



$$I = \frac{V - V_{AK}}{R}$$

ตัวอย่าง 11.3

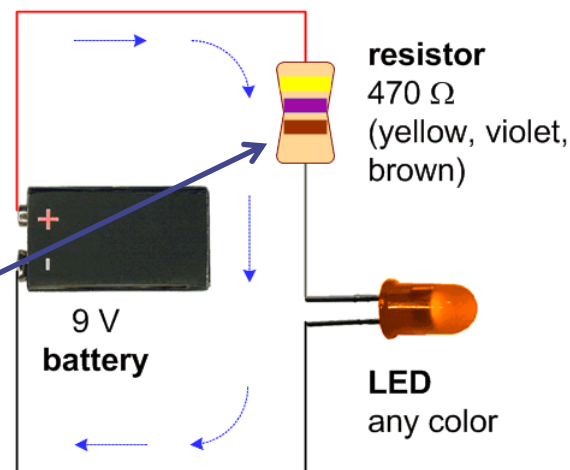
ต้องการต่อวงจรไดโอดเปล่งแสง โดยใช้แบตเตอรี่ 9V ค่ากระแสไหลผ่านวงจรประมาณ 15 mA

จงคำนวณหาค่าความต้านทานที่เหมาะสม ถ้าแรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสงมีค่า 2.5 V

$$I = \frac{V - V_{AK}}{R}$$

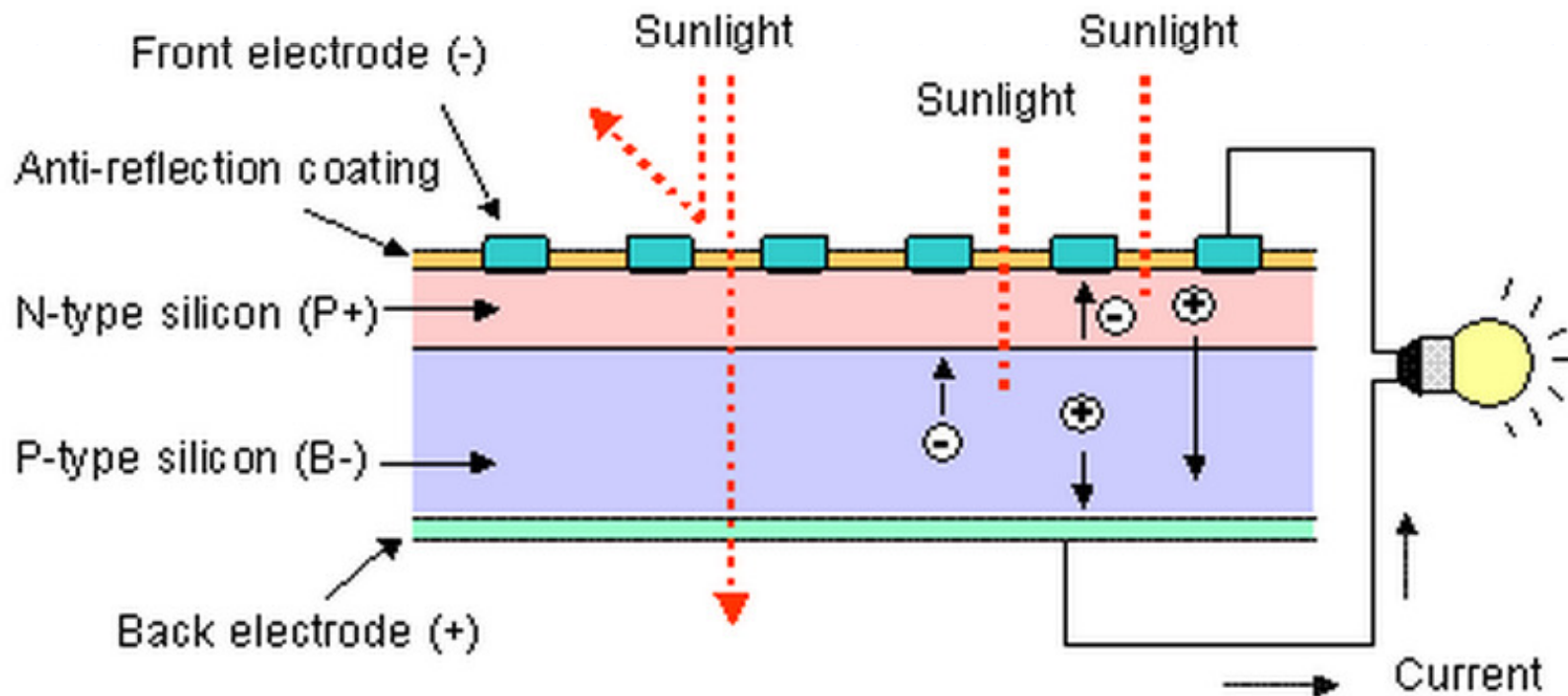
$$R = \frac{V - V_{AK}}{I} = \frac{9 - 2.5}{15 \text{ mA}} = 433.3 \Omega$$

$$I = \frac{9 - 2.5}{470} = 13.83 \text{ mA}$$



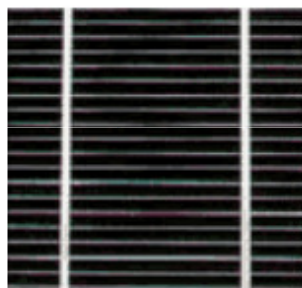
หลักการทำงาน " เซลล์แสงอาทิตย์ "

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสง เป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำ จะเกิดการถ่ายทอดพลังงาน ระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแส ไฟฟ้า (อิเล็กตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าดัง กล่าวไปใช้งานได้ (ตามรูป)

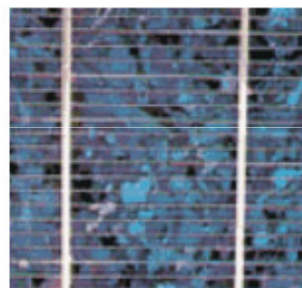




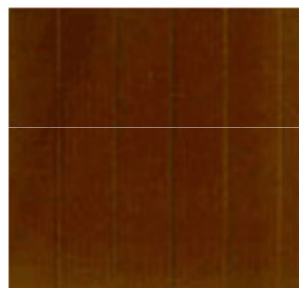
เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน



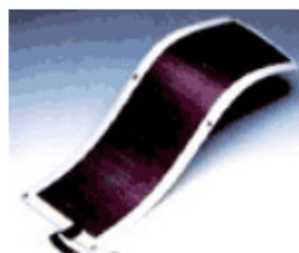
แบบผลึกเดี่ยว
(Single Crystal)



แบบผลึกรวม
(Poly Crystal)



แบบอะมอร์ฟิส
(Amorphous)

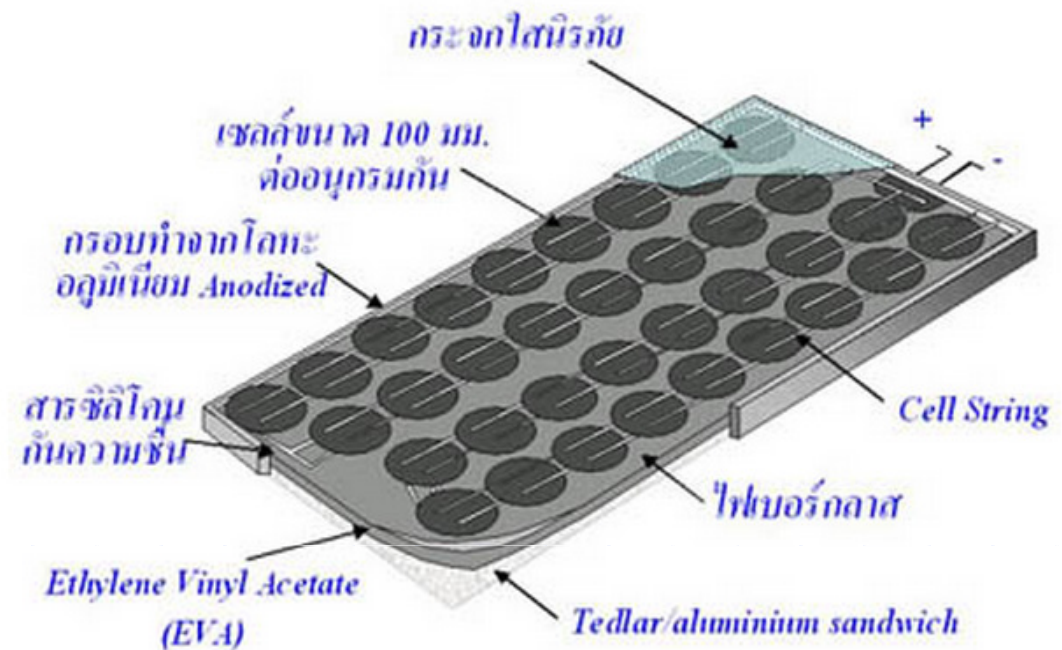


เซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่ม เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน จะแบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น คือ แบบที่เป็น รูปผลึก (Crystal) และแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) แบบที่เป็นรูปผลึก จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Single Crystalline Silicon Solar Cell) และ ชนิดผลึกรวมซิลิคอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell) แบบที่ไม่เป็นรูปผลึก คือ ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟิสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell)

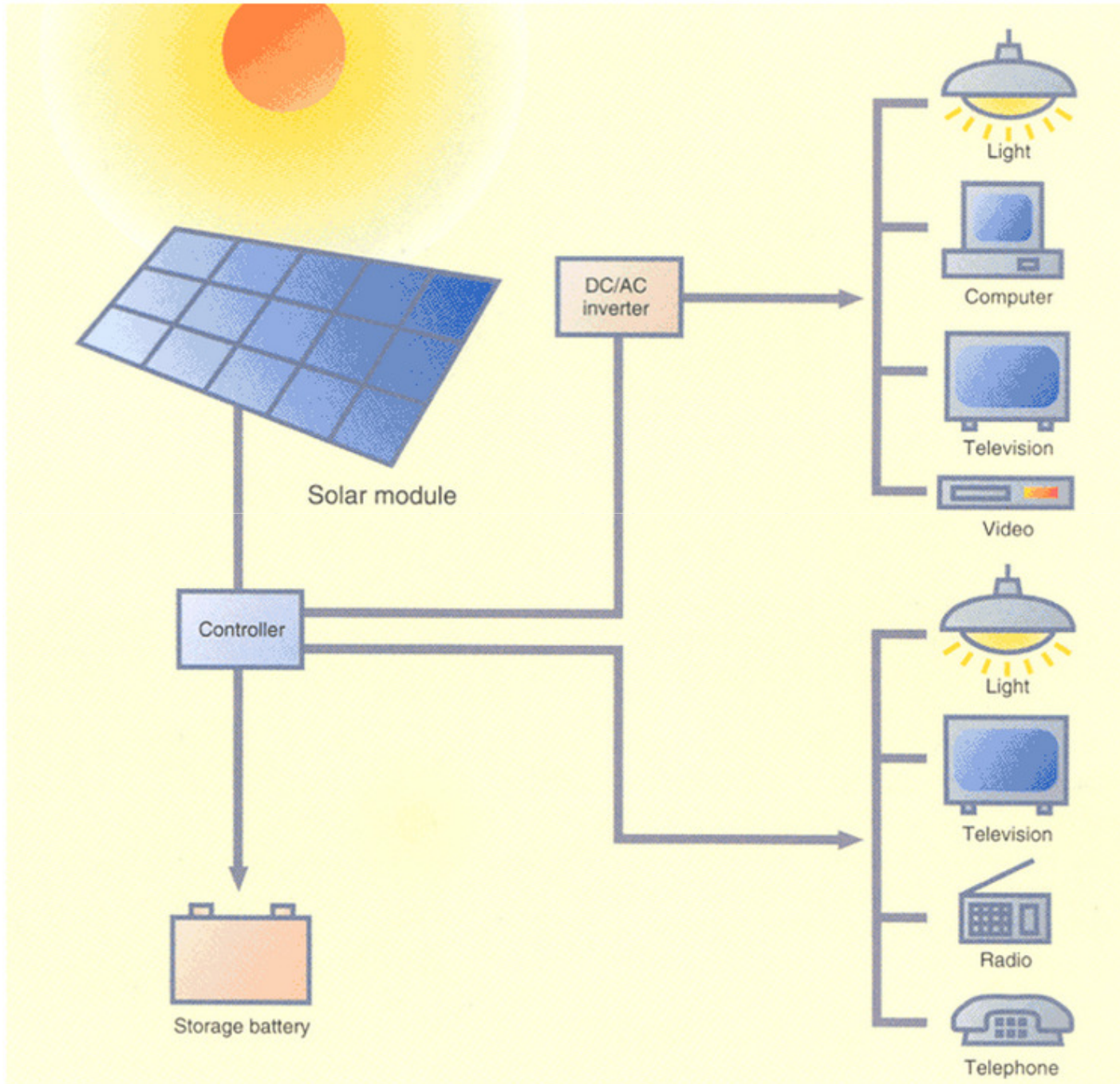
2. กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งประเภทนี้ จะเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 25% ขึ้นไป แต่มีราคาสูงมาก ไม่นิยมนำมาใช้บนพื้นโลก จึงใช้งานสำหรับ ดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่ แต่การพัฒนาขบวนการผลิตสมัยใหม่จะทำให้มีราคาถูกลง และนำมาใช้มากขึ้นในอนาคต (ปัจจุบันนำมาใช้เพียง 7 % ของปริมาณที่มีใช้ทั้งหมด)

ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์



แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเซลล์เดียวจะมีค่าต่ำมาก การนำมาใช้งานจะต้องนำเซลล์หลาย ๆ เซลล์ มาต่อกันแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้น เซลล์ที่นำมาต่อกันในจำนวนและขนาดที่เหมาะสมเรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module หรือ Solar Panel)

Stand-Alone System



11.3 ทรานซิสเตอร์ (Transistors)

ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิกอน N - Type และ P - Type มีประโยชน์ในการนำไปต่อวงจรเพื่อทำหน้าที่ ขยายสัญญาณ ผลิตสัญญาณ ปิดเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า วงจรควบคุมไฟฟ้าต่างๆ และวงจรอื่นๆ

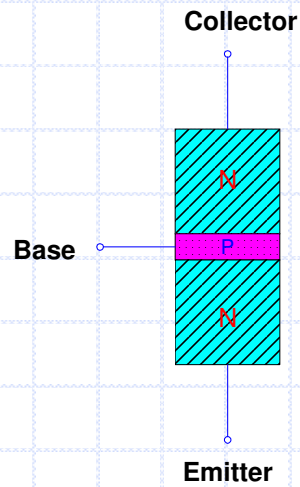
Transfer + Resistor = Transistor

ทรานซิสเตอร์แบบนี้จะประกอบด้วยขา 3 ขา คือ ขา B (Base) ขา C (Collector) ขา E (Emitter) กระแสที่เกิดขึ้นแต่ละขาคือ I_B I_C และ I_E

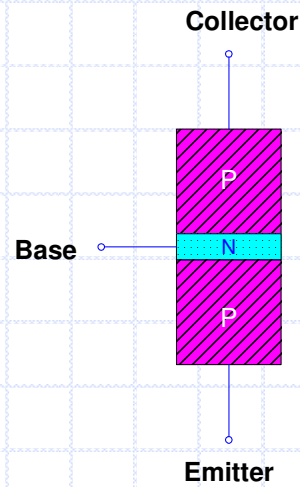
ในบางครั้งเราเรียก Transistor ทั่วๆไปว่า Bipolar Junction Transistor แบ่งชนิดของ ทรานซิสเตอร์ ตามโครงสร้างเป็น 2 แบบคือ

โครงสร้างทรานซิสเตอร์

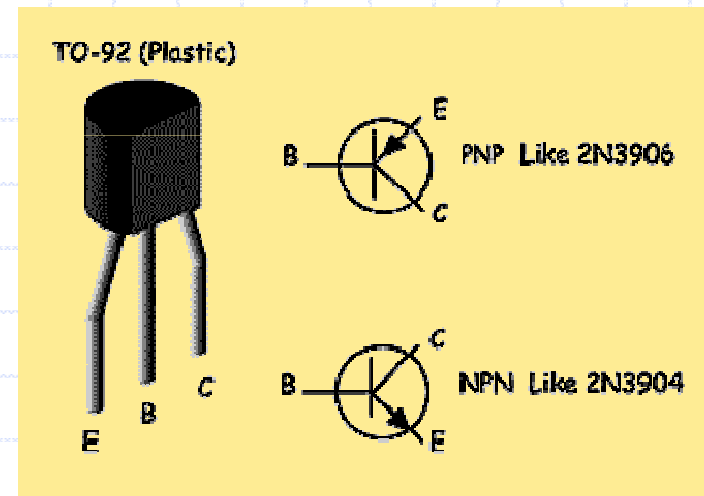
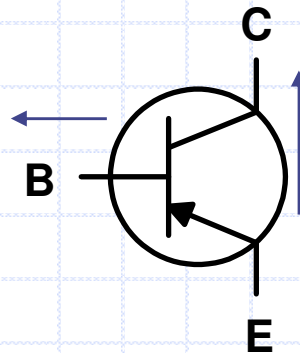
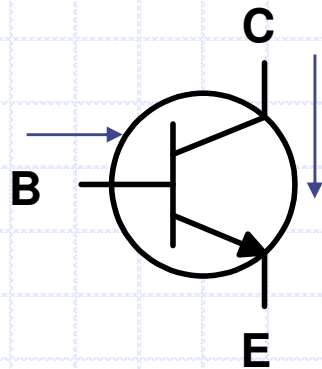
ชนิด NPN

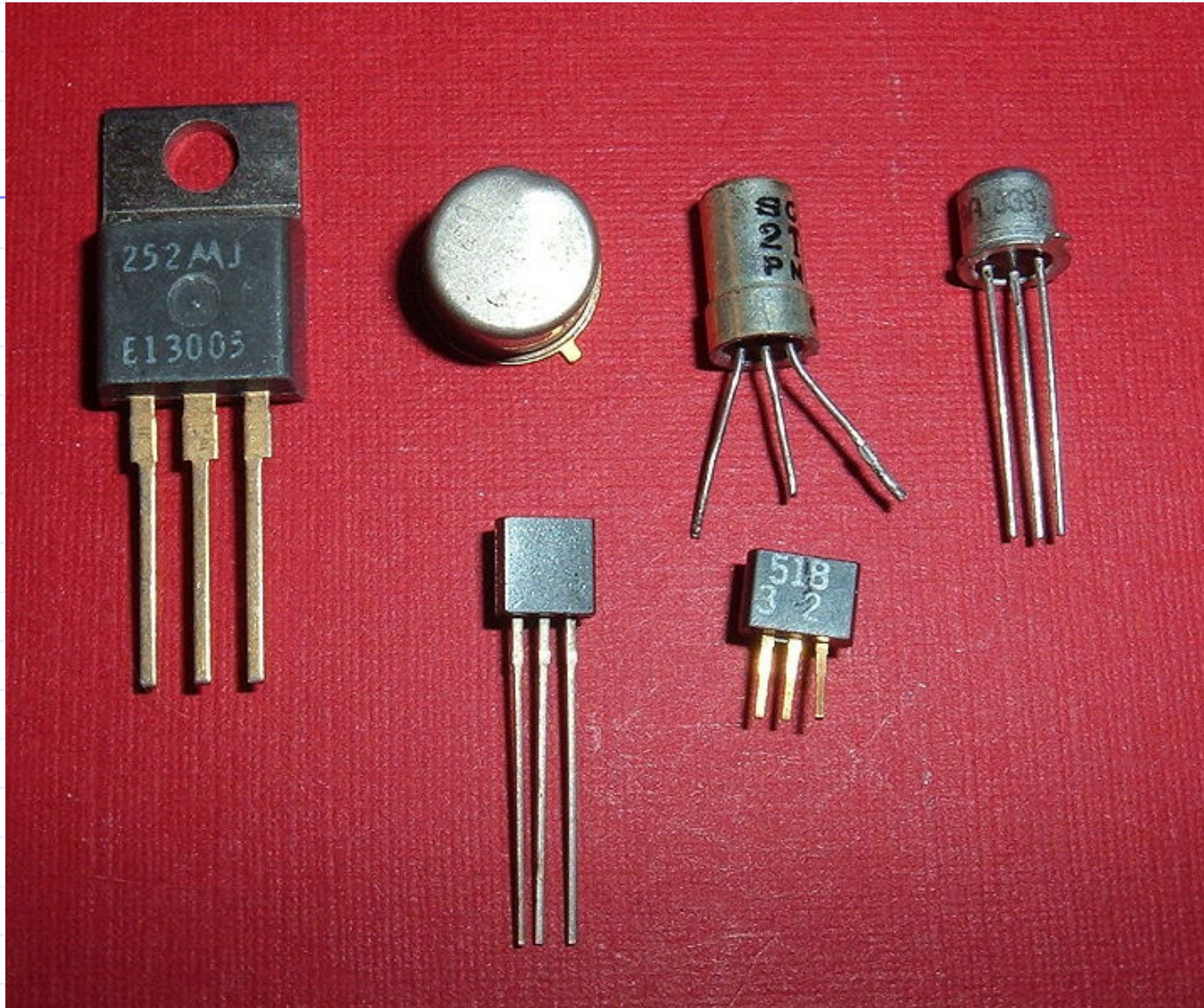


ชนิด PNP



สัญลักษณ์ทรานซิสเตอร์





4. วงจรใช้งานทรานซิสเตอร์

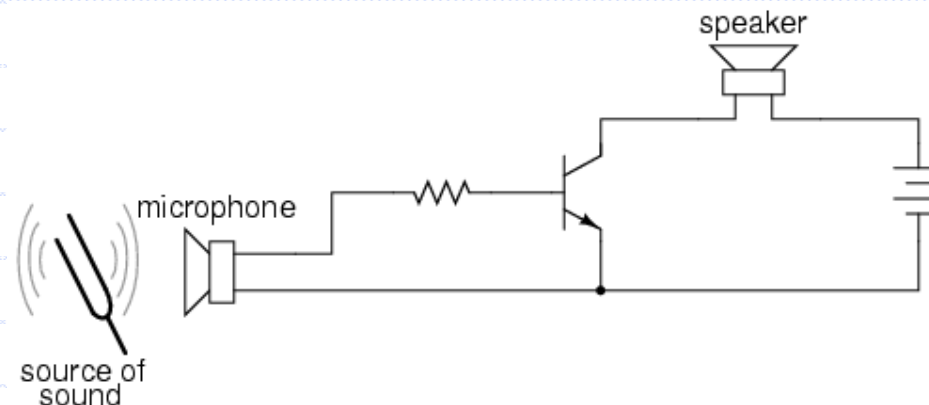
ใช้ทรานซิสเตอร์ในวงจรต่างๆมากมายเช่น วงขยายสัญญาณเสียงหรือขยายสัญญาณอื่นๆ มีหลายแบบขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่ต้องการ

คุณสมบัติที่สำคัญของทรานซิสเตอร์คือ กระแสคอลเลกเตอร์(I_C) แปรผันตรงกับ กระแสเบส(I_B) และ I_B เป็นอินพุต I_C เป็นเอาต์พุต

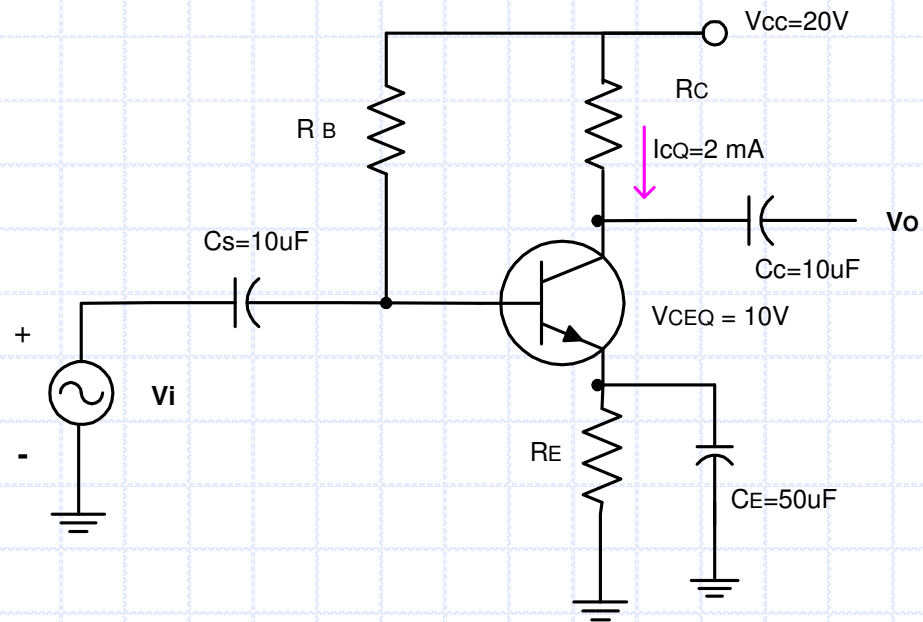
$$I_C = \beta I_B$$

เมื่อ β คือค่าคงที่มากกว่า 1 ทำให้เกิดการขยายสัญญาณ

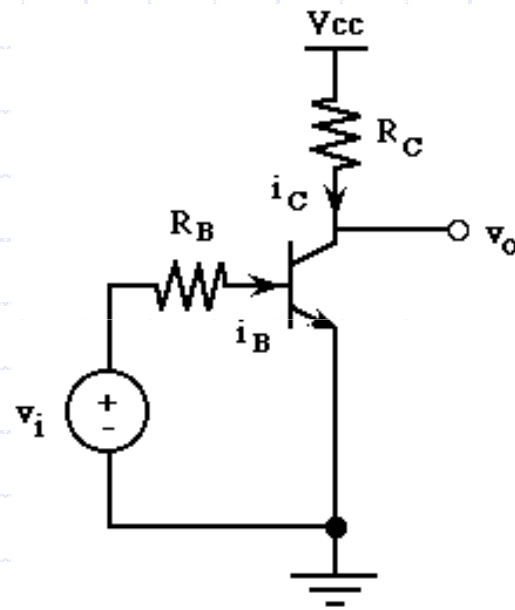
วงขยายสัญญาณเสียง อย่างง่าย



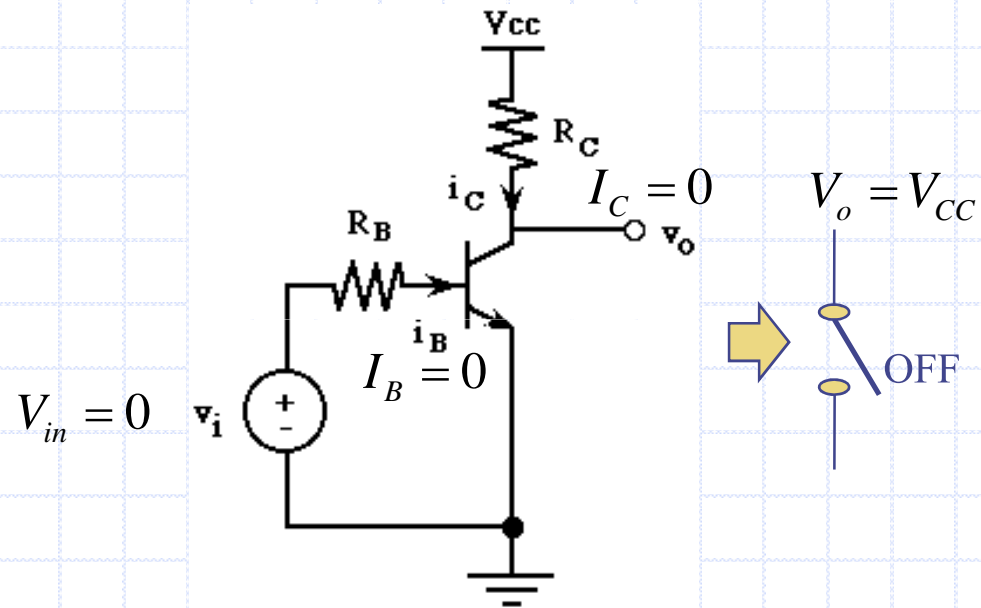
วงขยายสัญญาณใดๆให้มีขนาดโตขึ้น วงจร Common Emitter



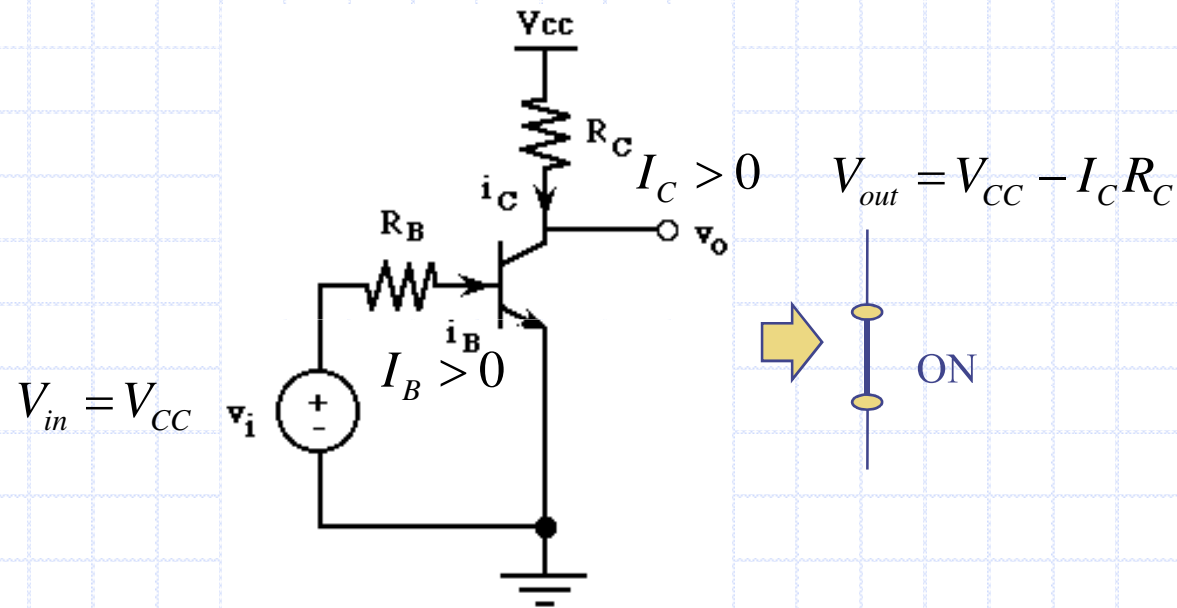
วงจรทรานซิสเตอร์สวิตช์อย่างง่าย



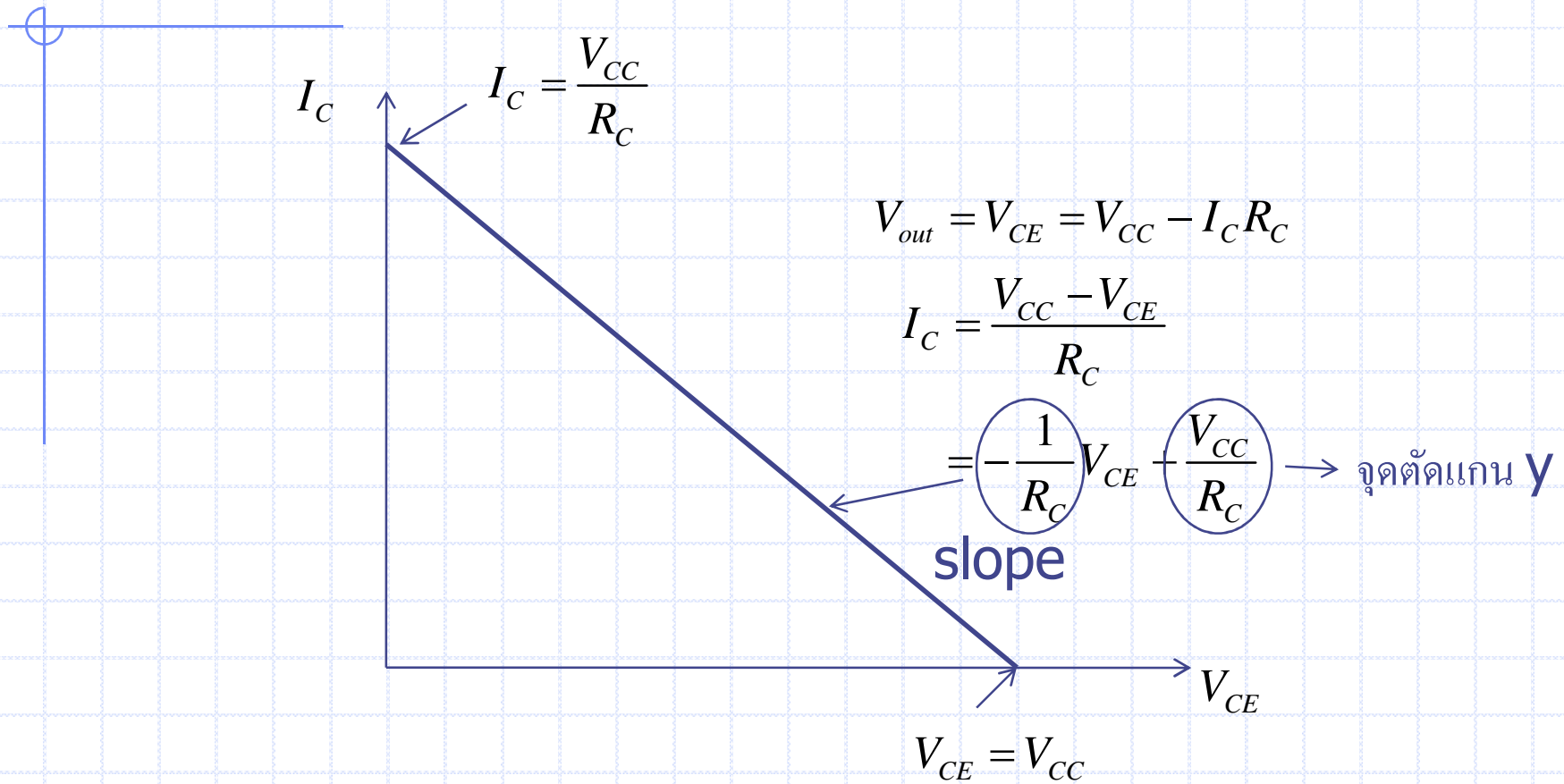
$V_{in} = 0$ ทรานซิสเตอร์ OFF ไม่นำกระแส



$V_{in} = V_{CC}$ ทรานซิสเตอร์ ON นำกระแส



DC load line



ตัวอย่าง 11.4

จากวงจร กำหนดให้

$$V_{CC} = 10 \text{ V} \quad R_C = 1 \text{ k}\Omega$$

$$V_{in} = 2 \text{ V} \quad R_B = 100 \text{ k}\Omega$$

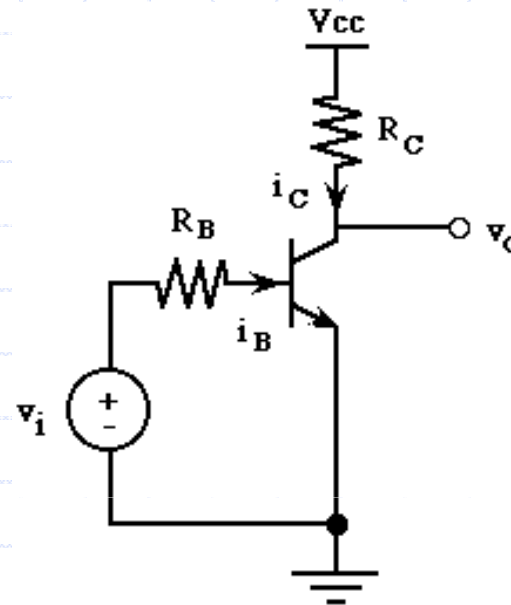
$$V_{BE} = 0.7 \text{ V} \quad \beta = 100$$

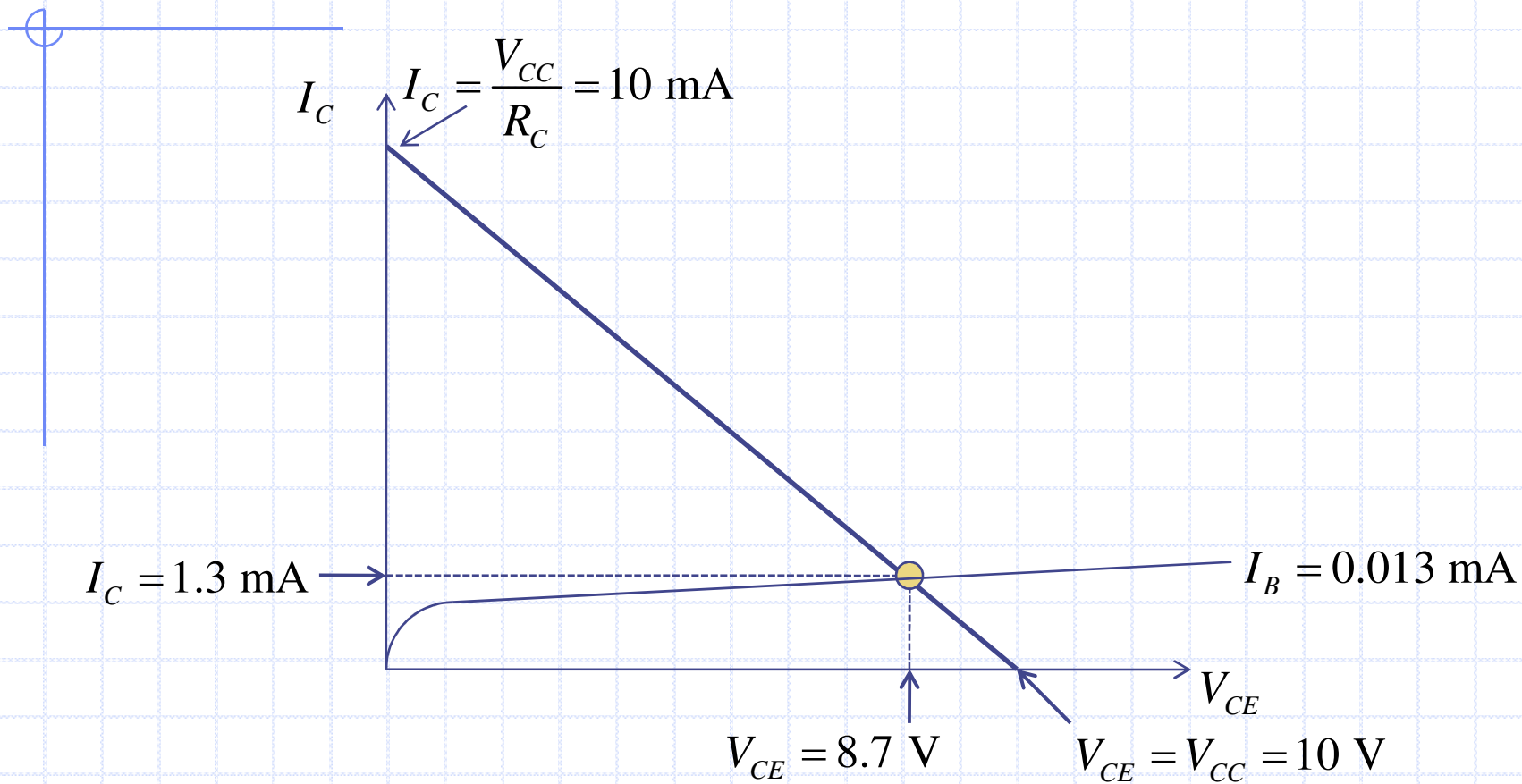
จงคำนวณหากระแส I_C และแรงดัน V_{CE}

$$\text{กระแสเบส } I_B = \frac{V_{in} - V_{BE}}{R_B} = \frac{2 - 0.7}{100 \text{ k}\Omega} = 0.013 \text{ mA}$$

$$I_C = \beta I_B = 100 \times 0.013 = 1.3 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 10 - 1.3 \times 1 = 8.7 \text{ V}$$





11.4 MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET)

FET เป็นทรานซิสเตอร์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งแตกต่างจาก Bipolar Junction Transistor คือ FET จะเป็นทรานซิสเตอร์ชนิดรอยต่อเดียว (Unipolar Junction Device) และใช้สนามไฟฟ้า(Voltage) ควบคุมการไหลของกระแสเอานท์พุท

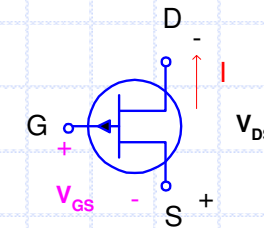
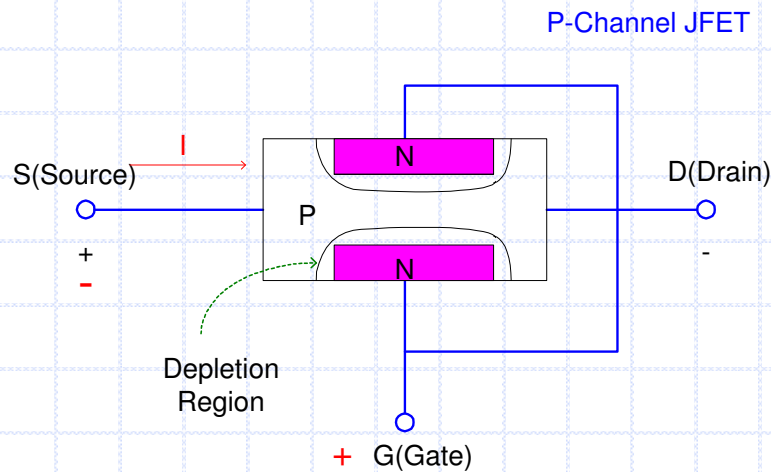
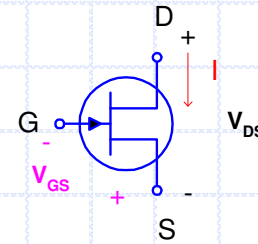
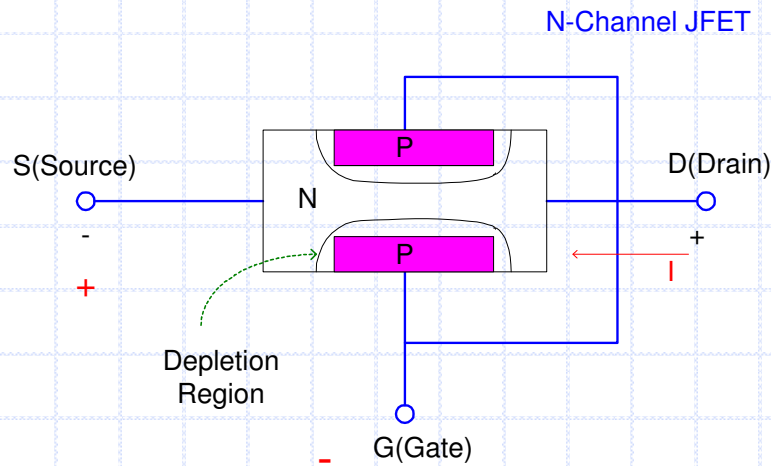
สามารถเป็น 2 ชนิด

1. JFET (Junction FET)
2. MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET) แบ่งเป็น 2 ชนิด
 - Depletion MOSFET
 - Enhancement MOSFET

JFET (Junction FET)

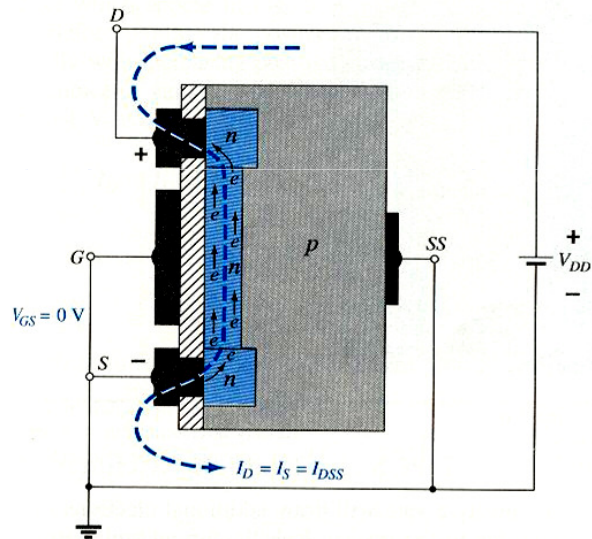
โครงสร้าง

สัญลักษณ์ และการบ่อนไฟเลี้ยง

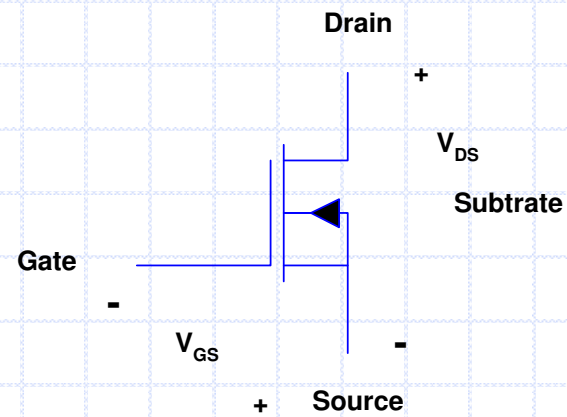


Depletion MOSFET

โครงสร้าง



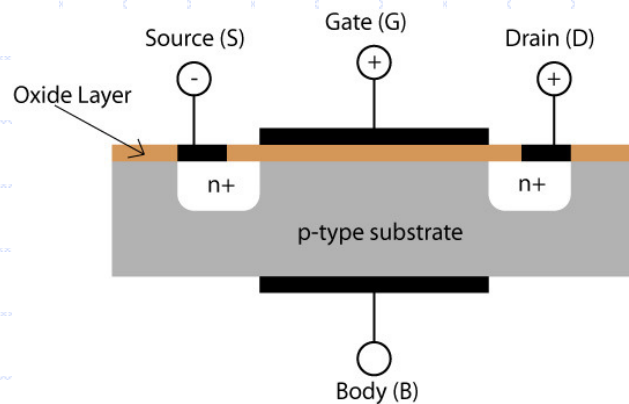
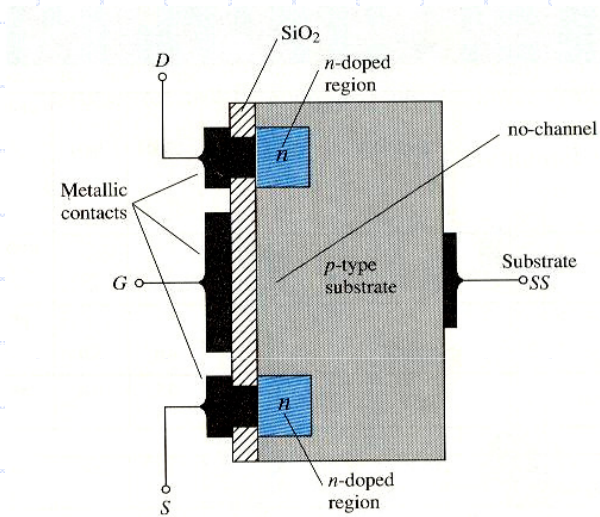
สัญลักษณ์ และ การบ่งไฟเลี้ยง



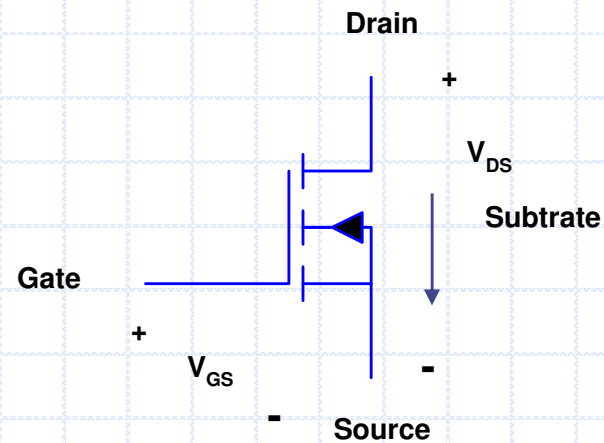
N- Channel MOSFET

Enhancement MOSFET (E-MOSFET)

โครงสร้าง



สัญลักษณ์ และ การบ่อนไฟเลี้ยง



N- Channel MOSFET

ข้อสังเกต

- โครงสร้างของ FET จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด N-Type และ P-Type ดังรูปข้างต้น

- FET ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันคือ Enhancement MOSFET (E-MOSFET)

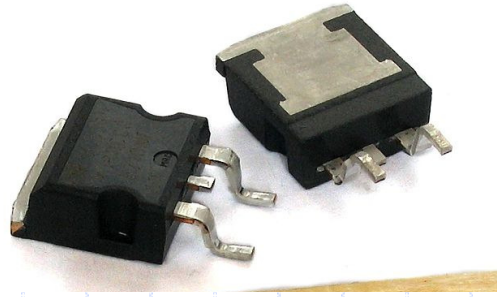
- คุณสมบัติที่สำคัญของ FET คือ กระแสเดรน(I_D) แปรผันตรงกับ แรงดัน V_{GS}

$I_D = g_m V_{GS}$ เมื่อ g_m คือค่าคงที่เฉพาะตัวของ MOSFET

V_{GS} เป็นอินพุต I_D เป็นเอาต์พุต ถ้ากระแส I_D มีค่าสูงไหลผ่านความต้านทาน จะเป็นแรงดันเอาต์พุต ทำให้เกิดการขยายสัญญาณ

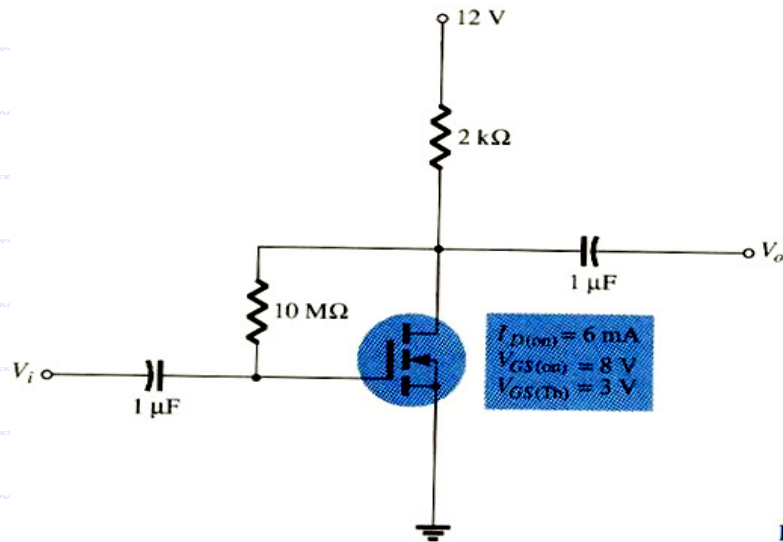
MOSFET ใช้ในวงจรต่างๆมากมายเช่น วงขยายสัญญาณเสียงหรือขยายสัญญาณอื่นๆ วงจรทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ คล้ายกับทรานซิสเตอร์แบบ Bipolar Transistor

รูปร่างMOSFETจริง

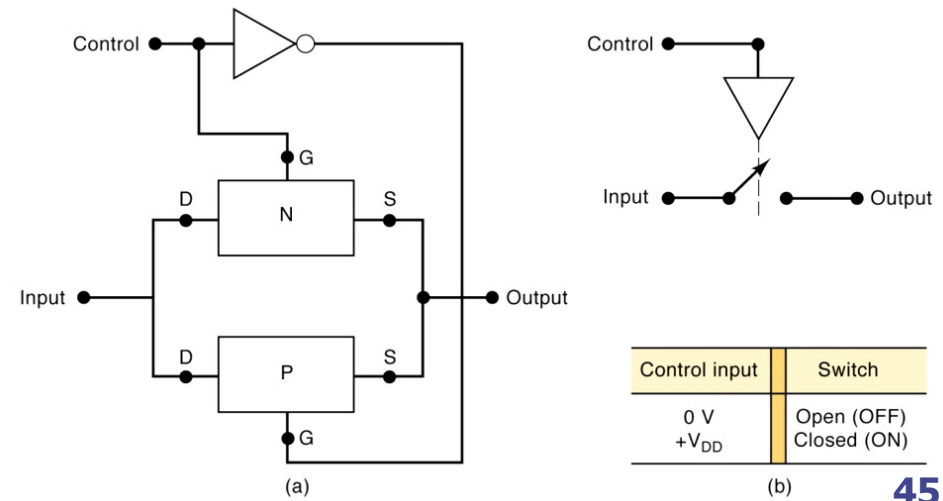


วงขยายสัญญาณใดๆให้มีขนาดโตขึ้น
วงจร Common Source

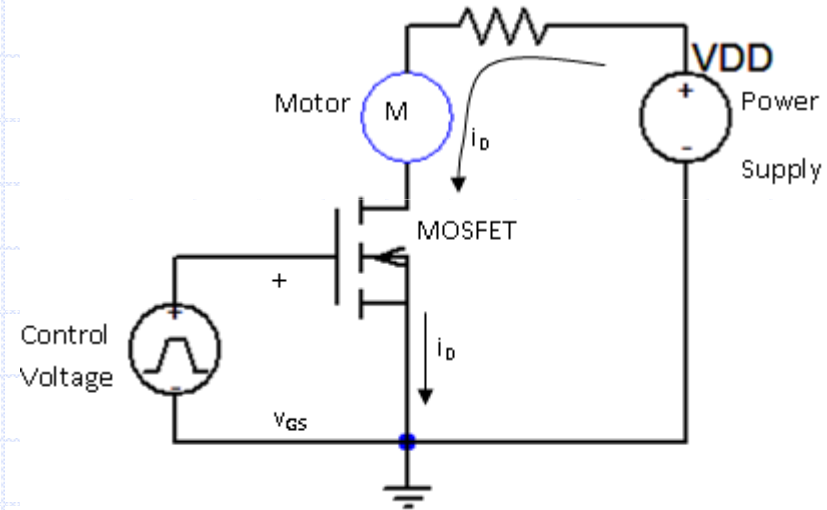
วงจรทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์



F



MOSFET Switch



11.5 ไอซี หรือ วงจรรวม (IC)

ไอซีย่อมาจากคำว่า *Integrated Circuits* แปลว่า วงจรรวม หมายความว่าไอซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ หรือมอสเฟต ต่อกันเป็นวงจรบรรจุอยู่ในไอซี และโยงขาอินพุท เอาท์พุทมาที่ขาไอซีเพื่อนำไปต่อใช้งาน

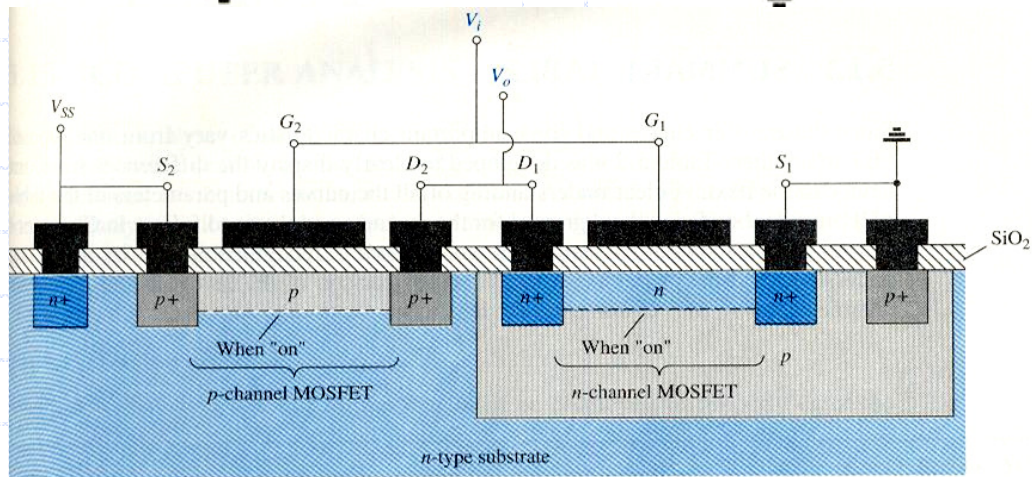
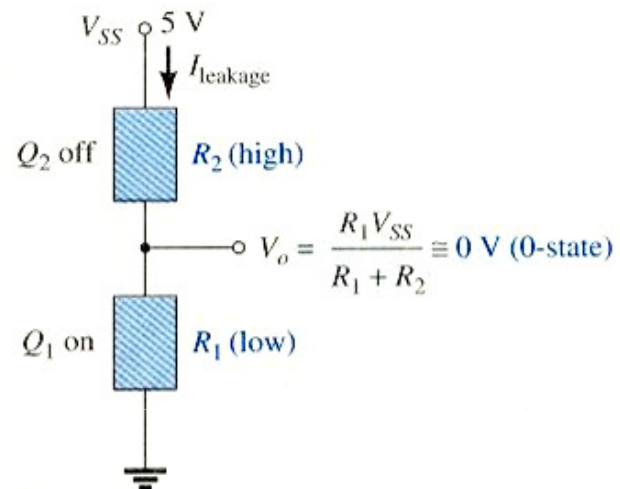
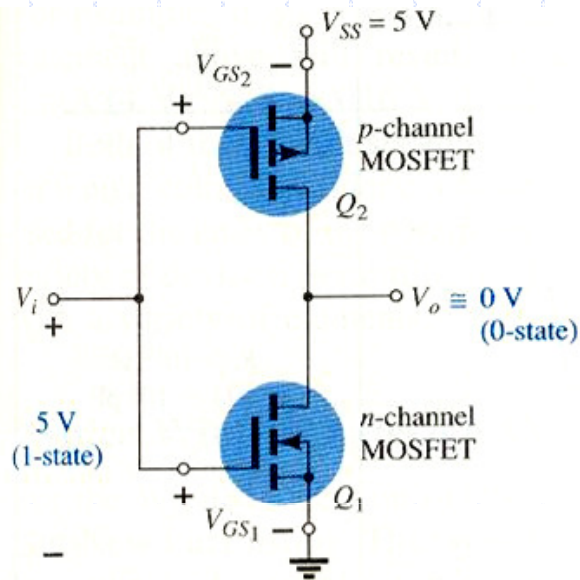
ไอซีแบ่งเป็น สองแบบใหญ่ๆ คือ

1. แบบอนาล็อกไอซี (Analog IC) เป็นไอซีที่อินพุทและเอาท์พุท เปลี่ยนแปลงกันโดยตรงเช่น OP-Amp ที่ใช้ในการขยายสัญญาณ
2. แบบดิจิตอลไอซี (Digital IC) เป็นไอซีที่ทำงานด้วยตัวเลข 0 และ 1 เท่านั้น หรือทำงานแบบปิดหรือเปิดเท่านั้น

ถ้าแบ่งไอซีตามขนาดวงจรภายในไอซี จำนวนอุปกรณ์ทรานซิสเตอร์หรือเฟตที่ใช้ในวงจร สามารถแบ่งได้เป็น

- ไอซีขนาดเล็ก(SSI = Small Scale IC) จำนวนทรานซิสเตอร์หรือเฟตในวงจรมีประมาณเป็นสิบตัว เช่นไอซีเกตชนิดต่างๆ ฟลิปฟลอป OP-Amp
- ไอซีขนาดกลาง(MSI = Medium Scale IC) จำนวนทรานซิสเตอร์หรือเฟตในวงจรมีประมาณเป็นร้อยตัว เป็นไอซีเฉพาะงานต่างๆเช่น Encoder Decoder Multiplexer อื่นๆ
- ไอซีขนาดใหญ่(LSI = Large Scale IC) จำนวนทรานซิสเตอร์หรือเฟตในวงจรมีประมาณเป็นพันตัว เป็นไอซีเฉพาะงานต่างๆ เช่น หน่วยความจำ A/D converter
- ไอซีขนาดใหญ่มาก(VLSI = Very Large Scale IC) จำนวนทรานซิสเตอร์หรือเฟตประมาณเป็นหมื่นถึงเป็นล้านตัว ส่วนใหญ่เป็นพวกไมโครโปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ
- ไอซีขนาดความจุมากกว่าล้านตัว เช่น ULSI(Ultra Large Scale IC) , WSI(Wafer Scale IC) , SOC(System On Chip)

ตัวอย่างวงจรภายในไอซี CMOS

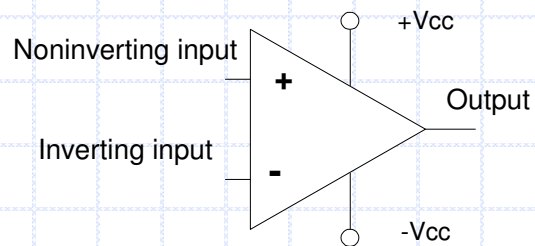
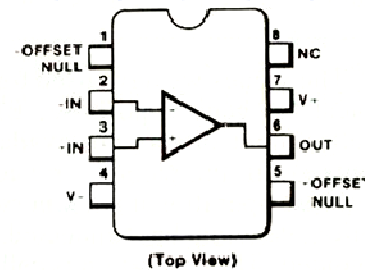
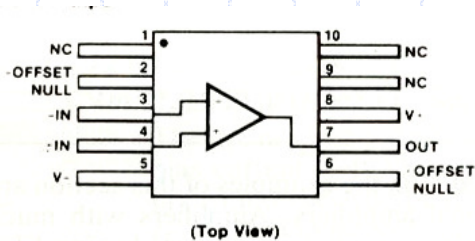


โครงสร้างภายในไอซี CMOS

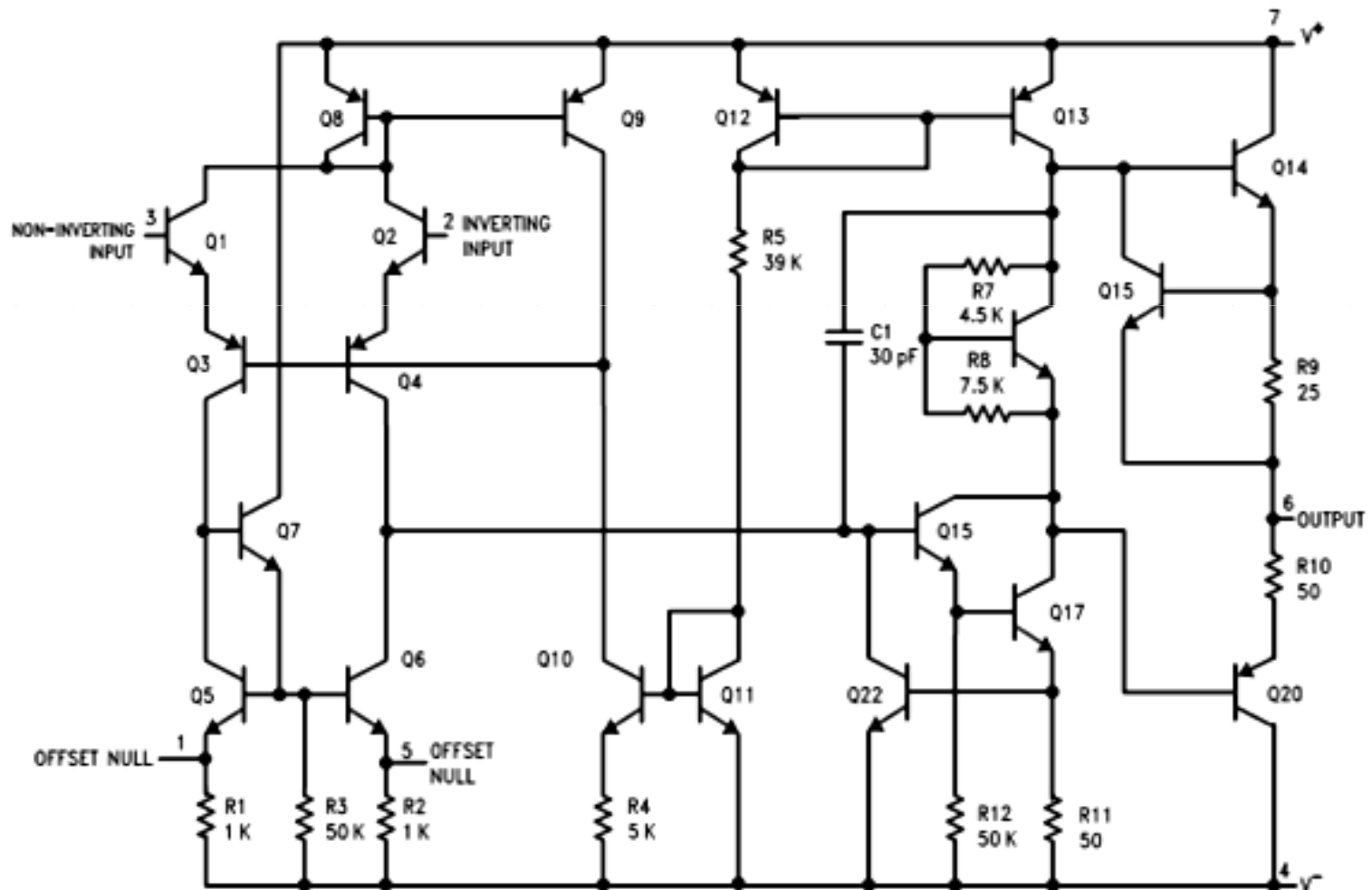
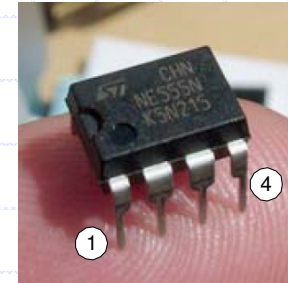
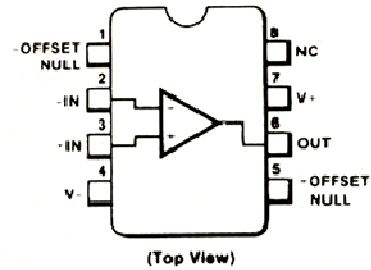
ตัวอย่างไอซี OP-Amp

OP-Amp คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบเพื่อให้สามารถทำงานได้หลายรูปแบบ และเน้นความสะดวกในการใช้งาน OP-Amp เป็น IC(Integrated Circuit) ชนิดหนึ่ง บางครั้งจึงเรียก OP-Amp ว่าเป็น IC เอนกประสงค์ เพราะสามารถนำไปต่อวงจรได้มากมาย เช่น ขยายสัญญาณ ผลิตสัญญาณ เปรียบเทียบสัญญาณ รวมสัญญาณ และอื่นๆ

โครงสร้างฯ สัญญาณลักษณะของ OP-Amp



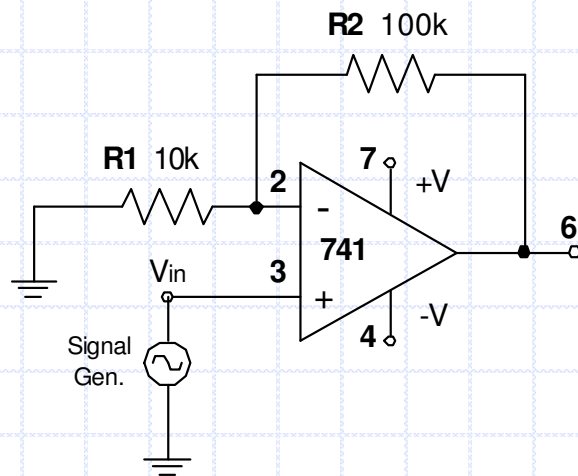
วงจรภายในไอซี OP-Amp



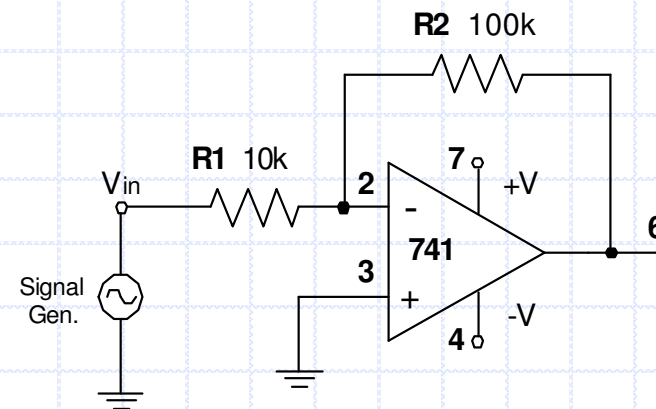
0093410

วงจรรขยายสัญญาณโดยใช้ OP-Amp

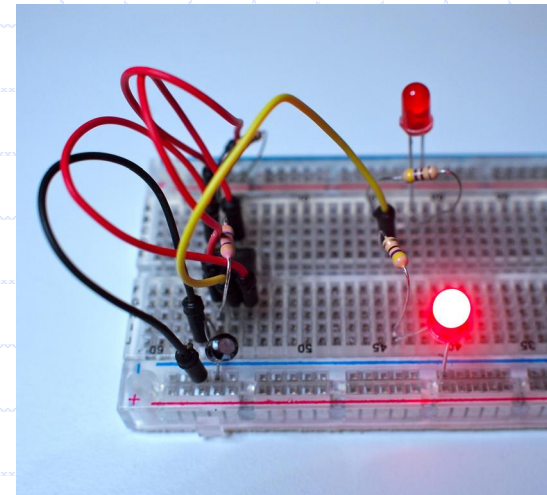
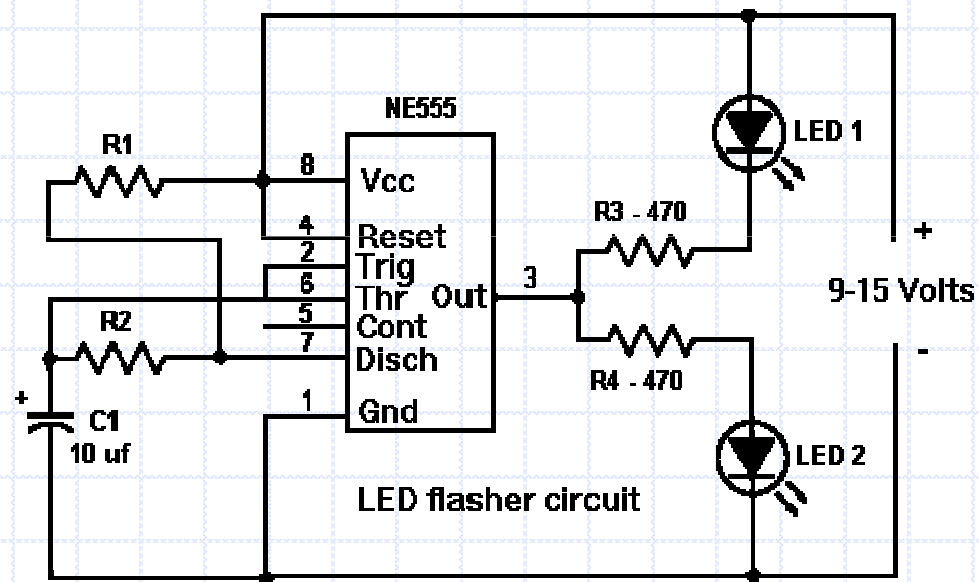
Non-inverting Amplifier



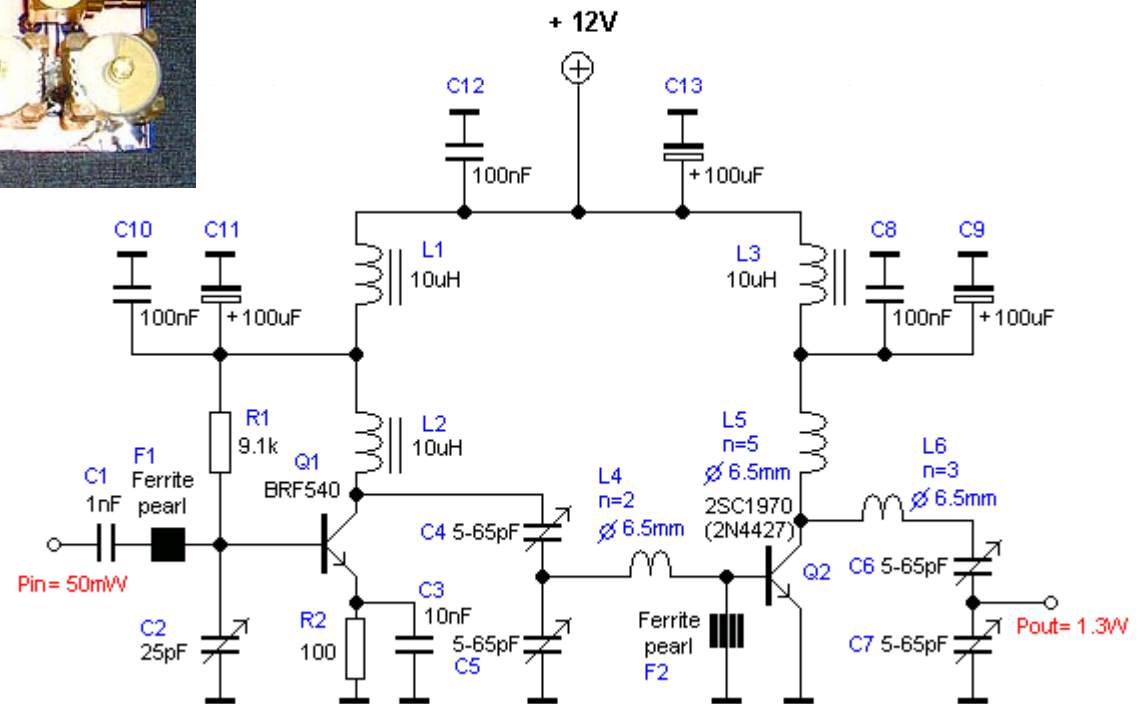
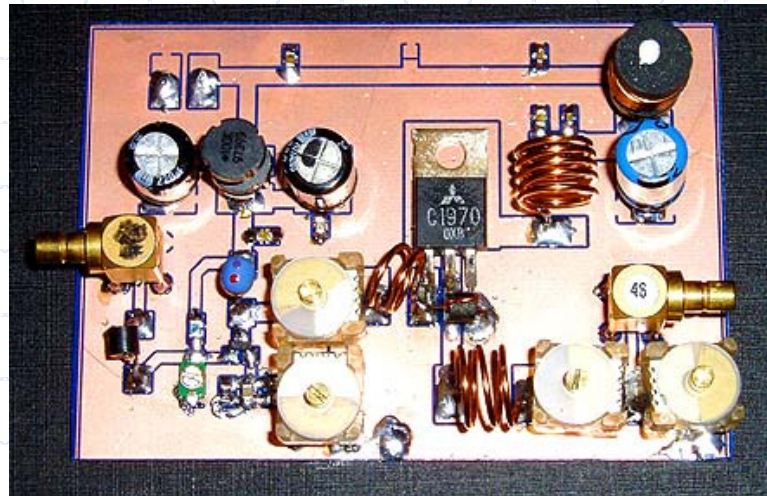
Inverting Amplifier



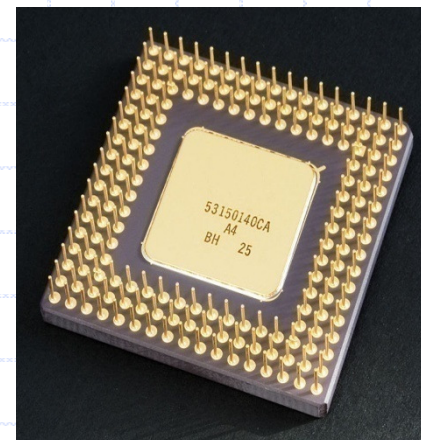
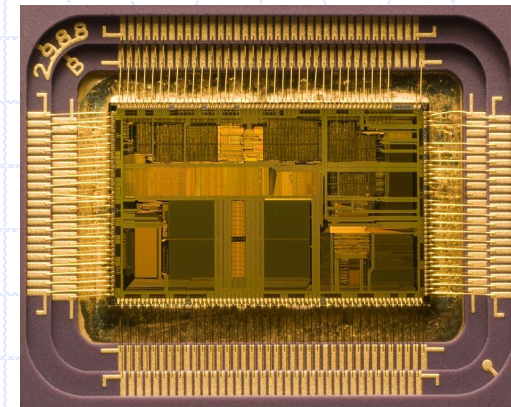
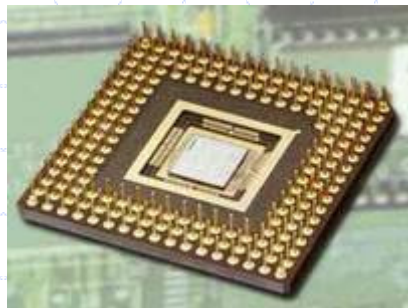
วงจรไฟกระพริบ



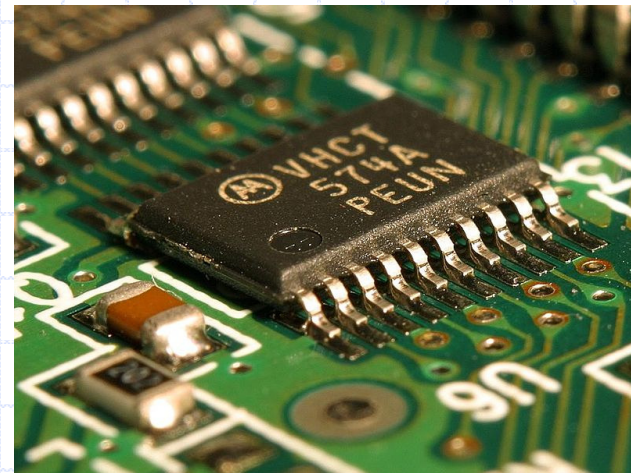
วงจรขยายสัญญาณความถี่สูง(RF Amp)



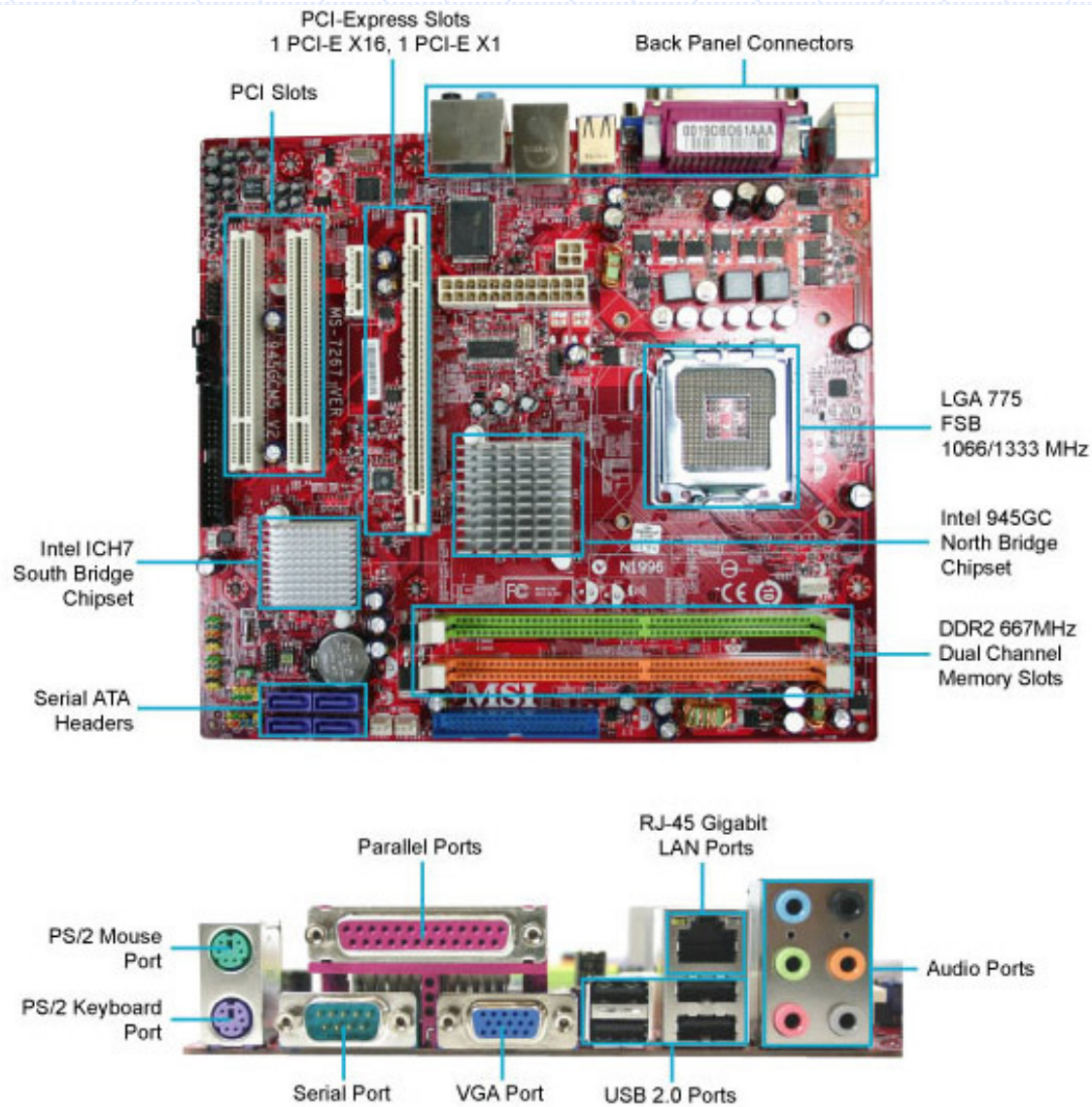
ตัวอย่างไอซีไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor)



ตัวอย่างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในของเล่น



เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC Computer Mother Board)



Digital Mobile Phone

BEHIND THE FACADE

Electronic components of a mobile phone

