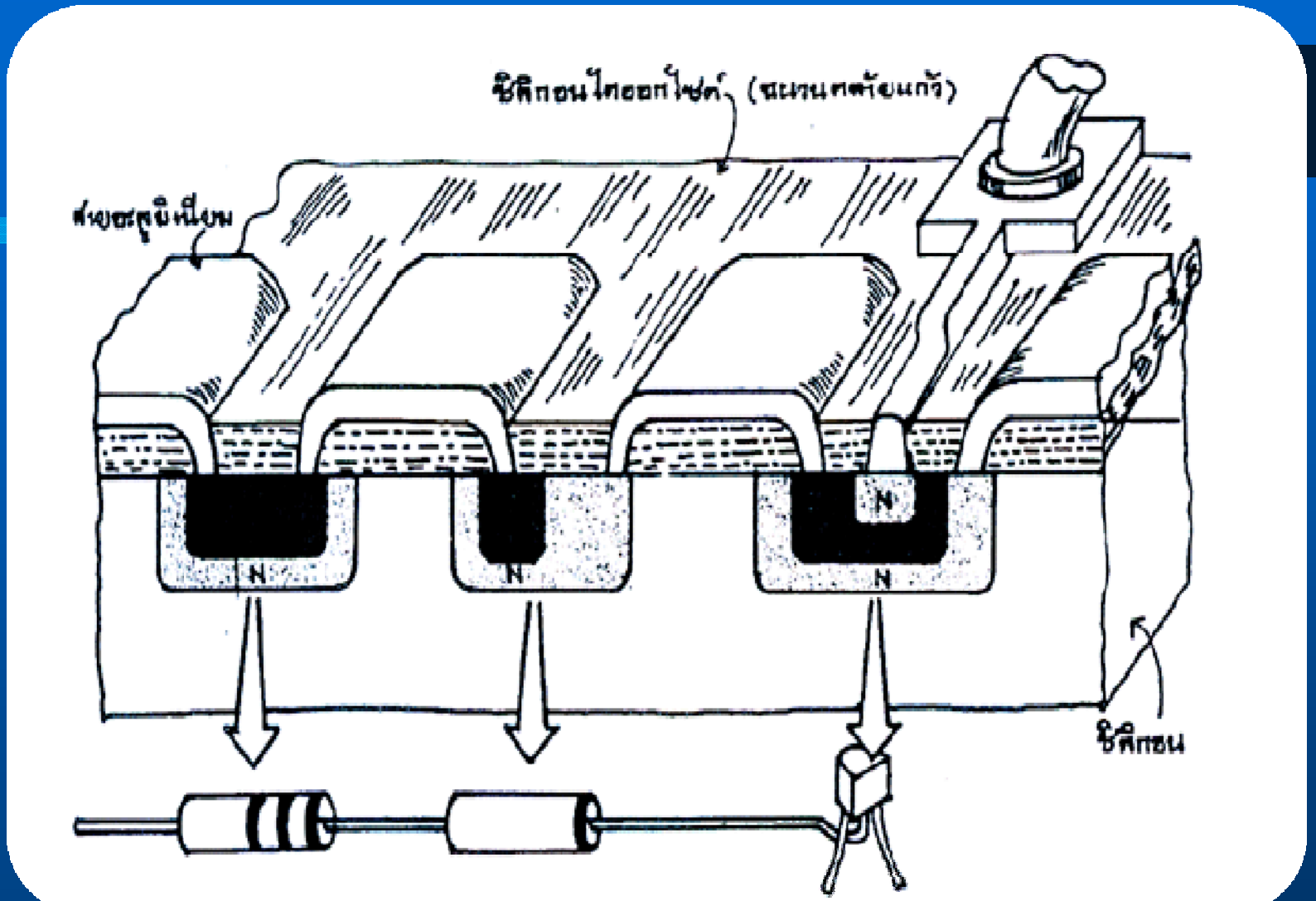
วงจรรวมหรือไอซี (Integrated Circuit, IC) และไอซีออปแอมป์(OP-AMP)

วงจรรวมหรือไอซี (Integrated Circuit, IC)

- วงจรรวมหรือไอซี (Integrated Circuit, IC) เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งรวบรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างเช่น ทรานซิสเตอร์ ไดโอด ตัวต้านทาน ลงบนชิพ (chip) เล็ก ๆ ของซิลิกอนซึ่ง อุปกรณ์ทั้งหลายเหล่านี้จะต่อถึงกันด้วยลวดอลูมิเนียม (บางครั้งเป็นทองคำ) โดยในไอซีนี้อาจประกอบด้วยอุปกรณ์เพียงไม่กี่ชิ้น จนถึงหลายร้อยหลายพันชิ้น ไอซีเหล่านี้ได้ถูกสร้างเป็นของเล่น ของใช้ เช่น วีดีโอเกม นาฬิกาดิจิตอล ตลอดจนชิ้นส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีความซับซ้อน



Transistor

Receiver IC Development

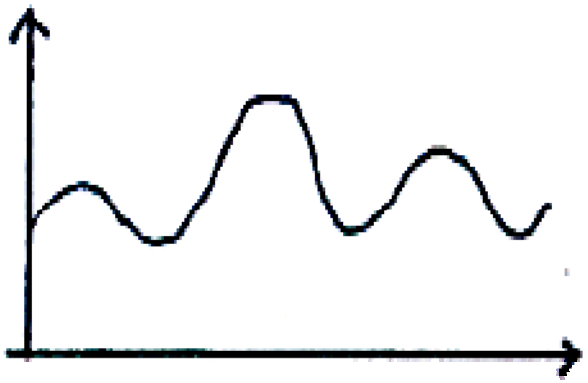
ชนิดของไอซี

- วงจรไอซีจัดเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่มคือ

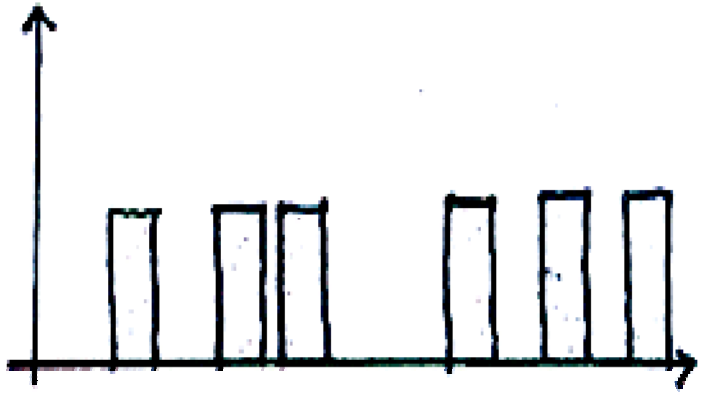
  1. Analog IC หรือ Linear IC

  2. ดิจิตอลไอซี (Digital IC) หรือ Logic IC เป็นไอซีที่ตอบสนองหรือกำเนิดระดับสัญญาณเพียงแค่ 2 ระดับ คือระดับลอจิกสูง และระดับลอจิกต่ำ ไอซีพวกนี้เป็นจำพวกไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) หน่วยความจำ (Memory) ซึ่งมีใช้ในไมโครโปรเซสเซอร์ และอื่น ๆ

เวลา IC แบบ Analog

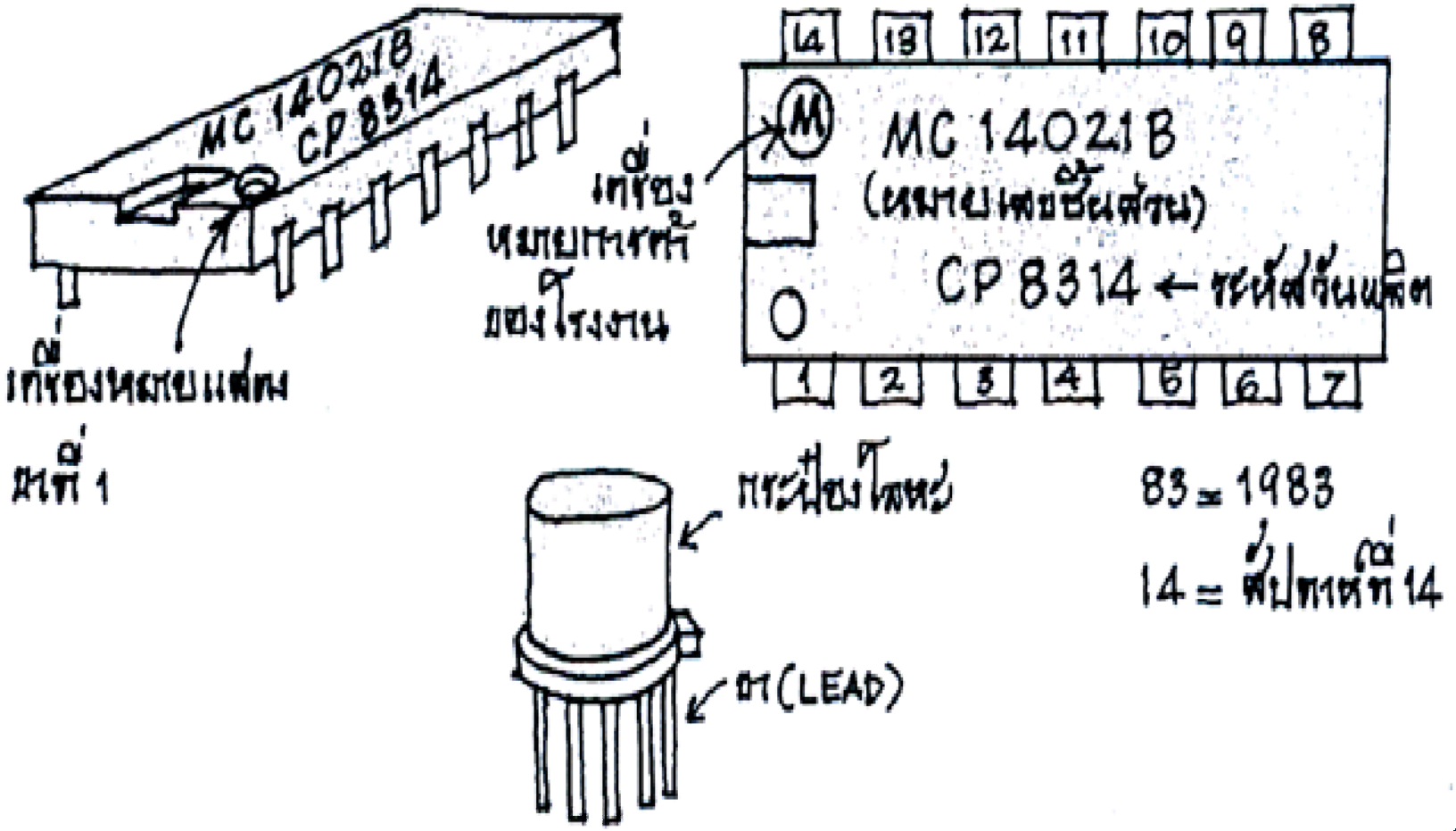


เวลา IC แบบ Digital



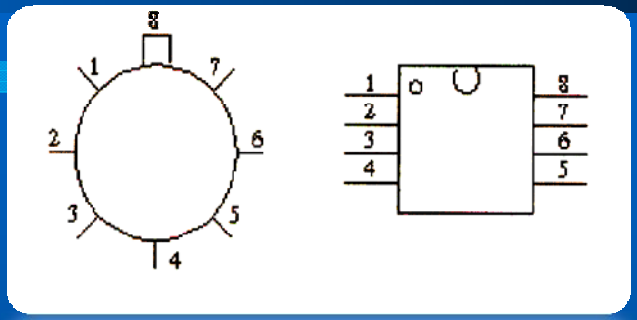
ถังและการดูขาไอซี

ไอซีส่วนใหญ่จะมีตัวถังเป็นแบบขาคู่วางขนาน (Dual IN-line package: DIP) นอกจากนี้อาจมีตัวถังประเภทอื่น ๆ เช่น ตัวถังโลหะเป็นหมวกปีก (TO-5) เป็นต้น ไอซีส่วนใหญ่จะมีหลายขา เช่น 14 ขาหรือมากกว่า แต่ก็มีบ้างที่มีเพื่อ 2 ถึง 3 ขา คล้าย ไดโอดหรือทรานซิสเตอร์ วิธีการดูขาไอซี ให้ดูจากรอยบาก ซึ่งจะอยู่ที่มุมของตัวไอซี ให้นับขาที่อยู่ใต้รอยบากเป็นขาที่ 1 และขาถัดมาเป็นขาที่ 2,3 ไปเรื่อย ๆ ตามทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

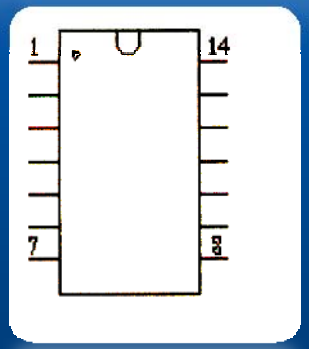

MC 14021B
CP 8314
เกี่ยวหมายแสดง
ตำแหน่งที่ 1
เกี่ยวหมายตำแหน่งของโรงงาน
14 13 12 11 10 9 8
MC 14021B
(หมายเลขชิ้นส่วน)
CP 8314 ← ระหัสวันผลิต
1 2 3 4 5 6 7
กระป๋องโลหะ
ขา (LEAD)
83 = 1983
14 = ขาตำแหน่งที่ 14

ตำแหน่งของขา Op-Amp บางชนิด

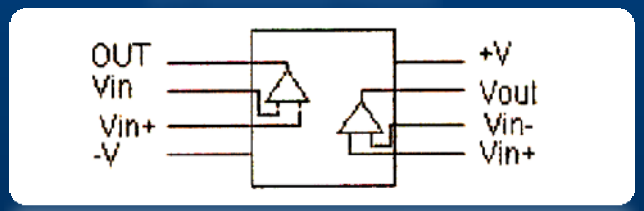
1. แบบขาเดี่ยว 8 ขา



2. ไอซีตัวเดี่ยว 14 ขา



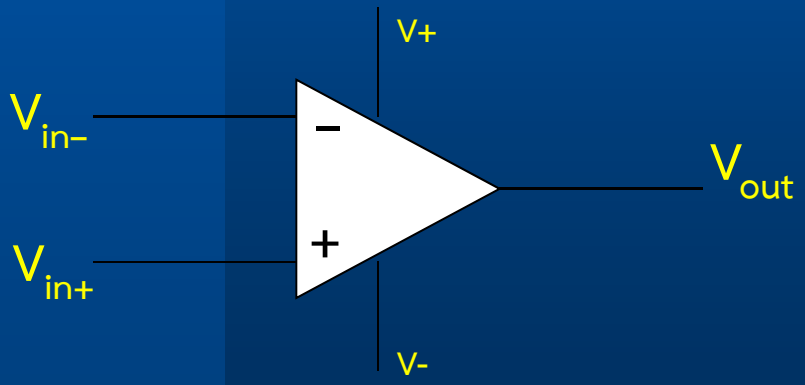
3. ตัวถังแบบ Op-Amp คู่



ไอซีออปแอมป์(OP-AMP)

- **ไอซีออปแอมป์** เป็นอีกวงจรหนึ่งที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งในรูปแบบของวงจรขยายสัญญาณ วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติมอีกไม่กี่ชิ้น ก็สามารถทำงานได้แล้ว

สัญลักษณ์ของ OP-AMP

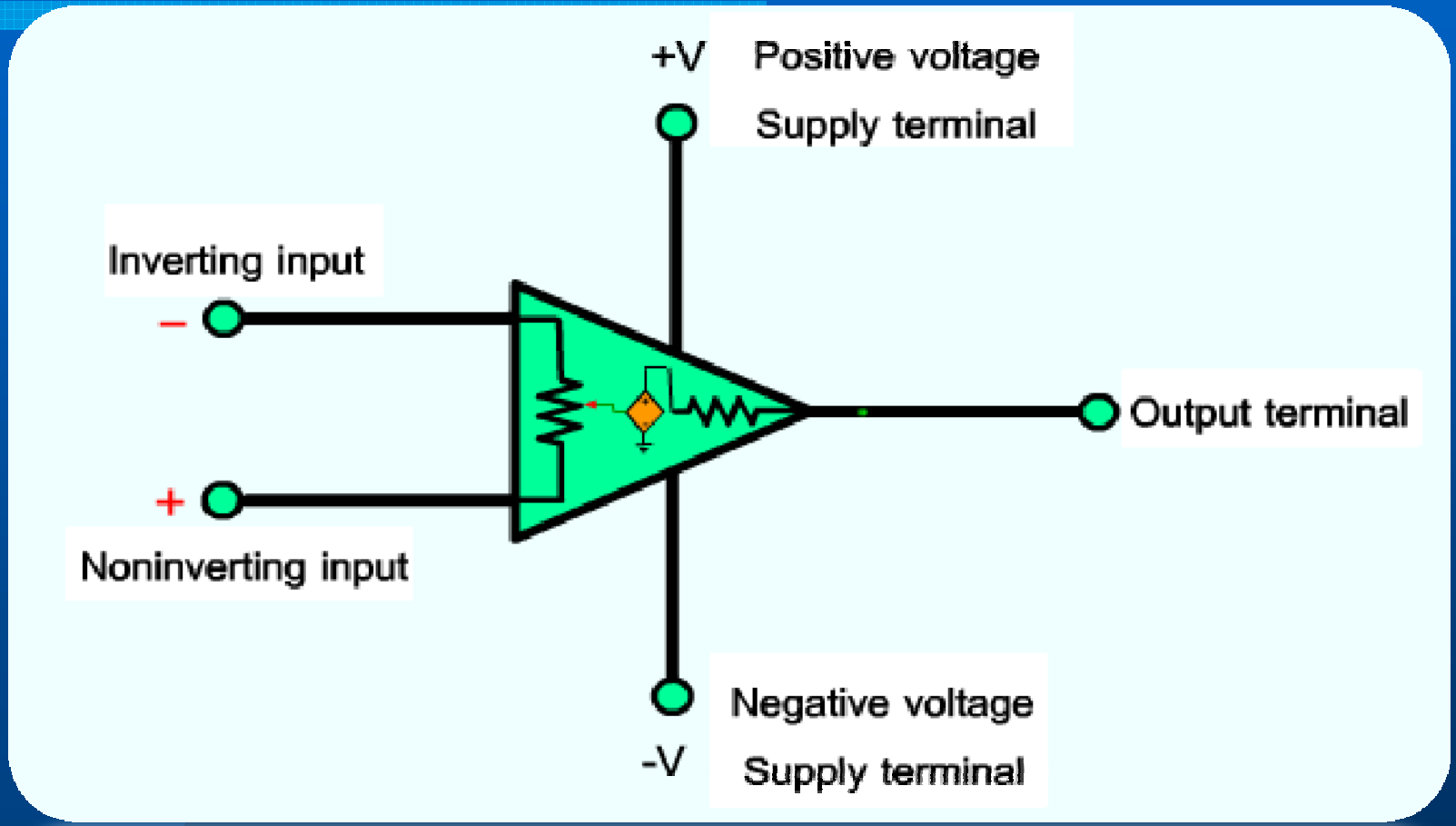


V_{in-} = Inverting Amplifier

V_{in+} = Non-inverting Amplifier

+V, -V = แหล่งจ่ายไฟฟ้า

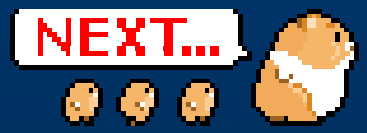
สัญลักษณ์ของ OP-AMP



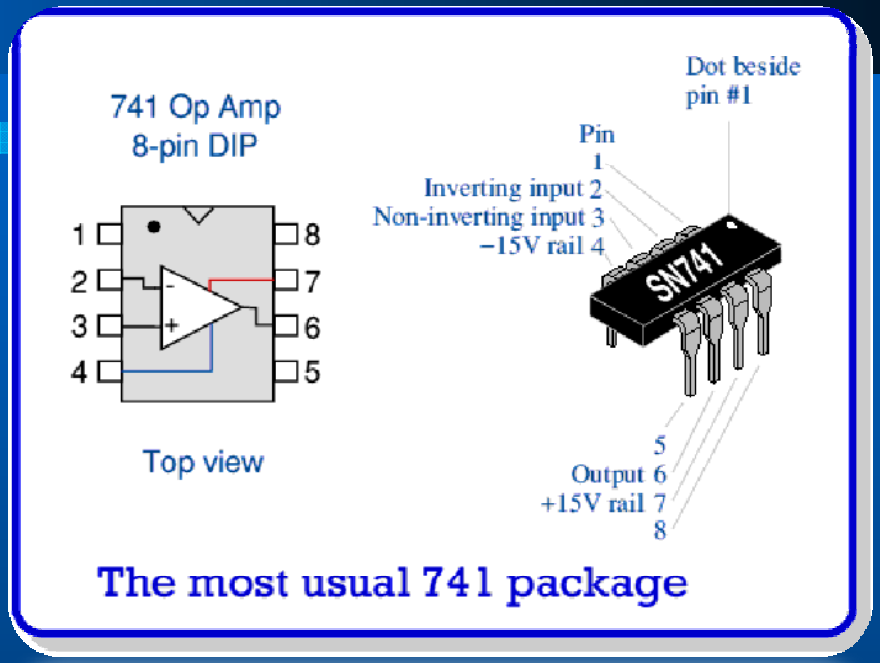
หลักการพื้นฐานของ Op-Amp

ออปแอมป์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มี **อัตราการขยาย** และ **อินพิแดนซ์อินพุต Zi หรือ Ri สูงมาก** และ **มีอินพิแดนซ์เอาร์พุต Zo หรือ Ro ต่ำมาก**

ถ้าจ่ายสัญญาณอินพุตให้กับขั้วบวกของออปแอมป์ จะได้สัญญาณเอาร์พุตมีมุมที่อินเฟสกับสัญญาณอินพุต แต่ถ้าจ่ายสัญญาณอินพุตให้กับขั้วลบของออปแอมป์ จะได้สัญญาณเอาร์พุตมีมุมที่ต่างเฟสกับสัญญาณอินพุต 180 องศา หรือมุมตรงกันข้าม

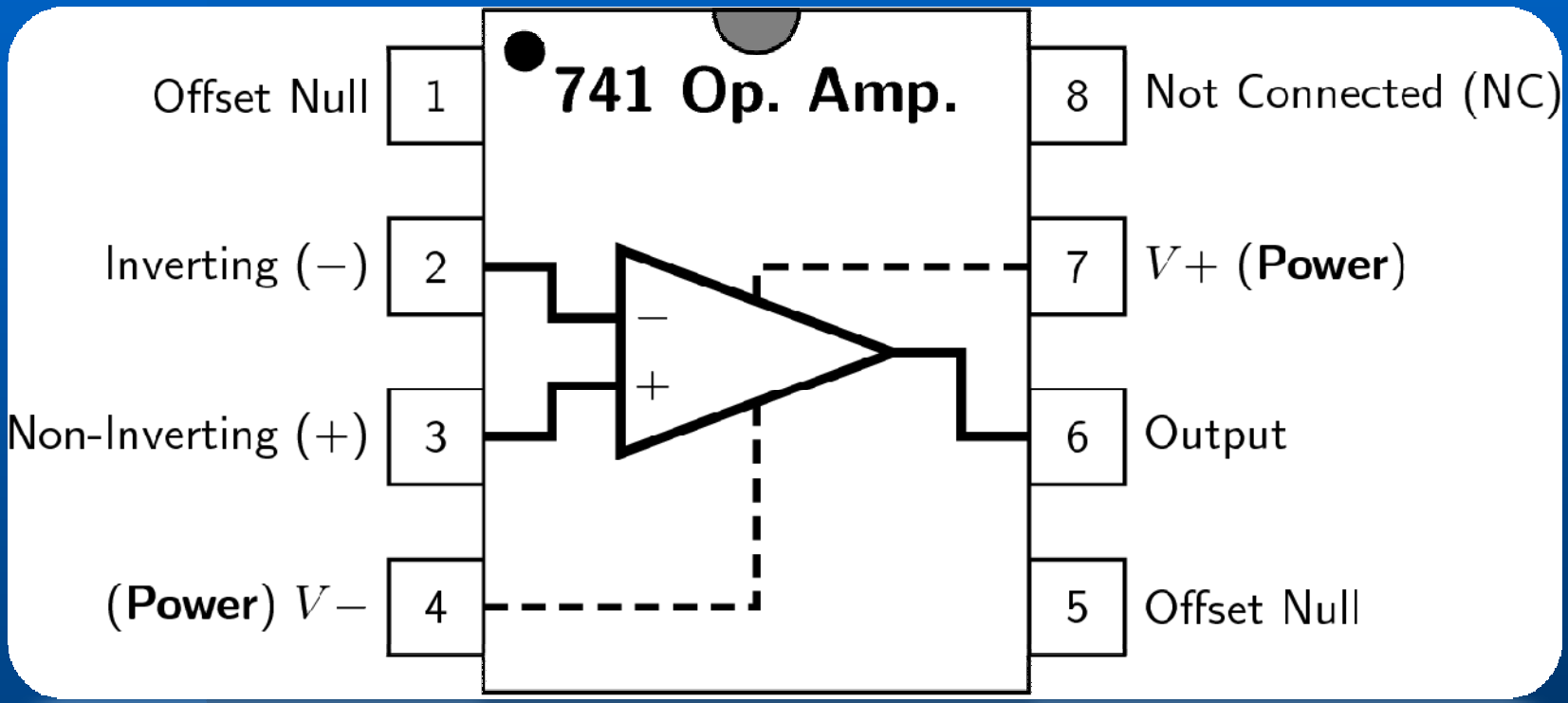


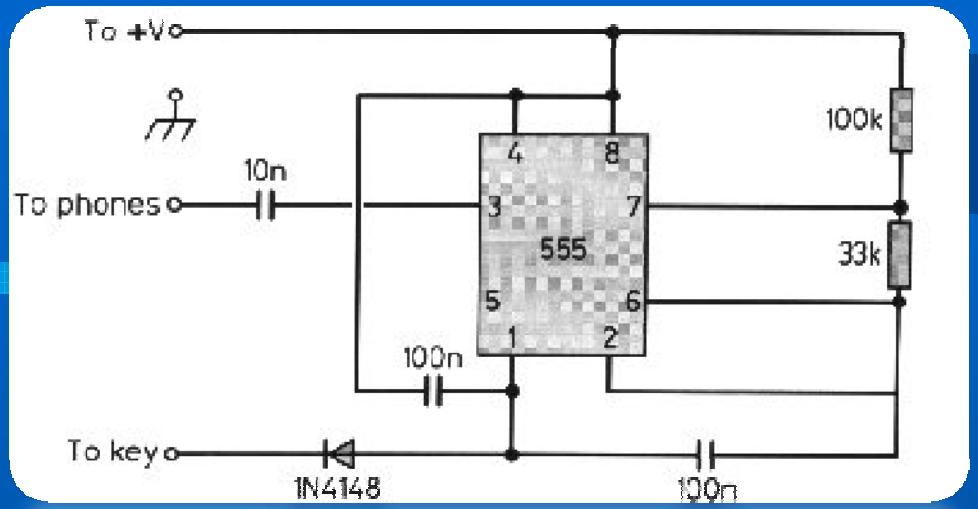
555 timer



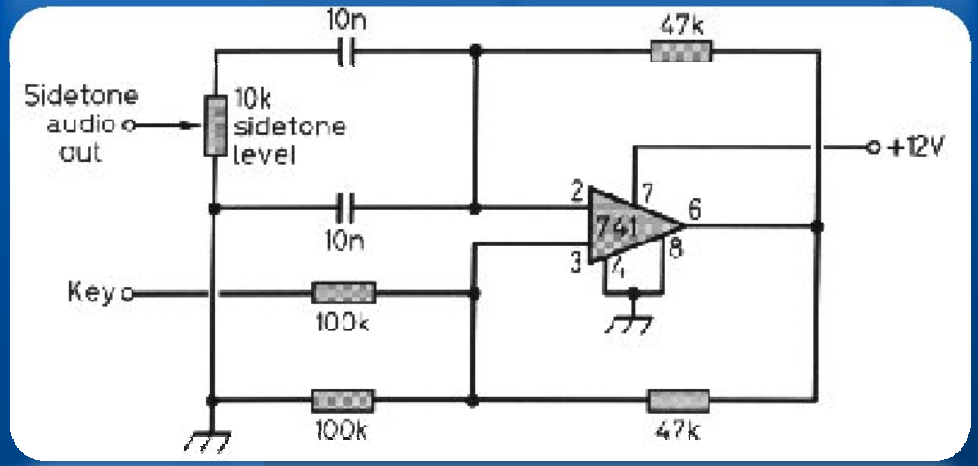
SN 741 op-amp

ตำแหน่งของขา Op-Amp เบอร์ 741





USING A 555 TIMER IC:



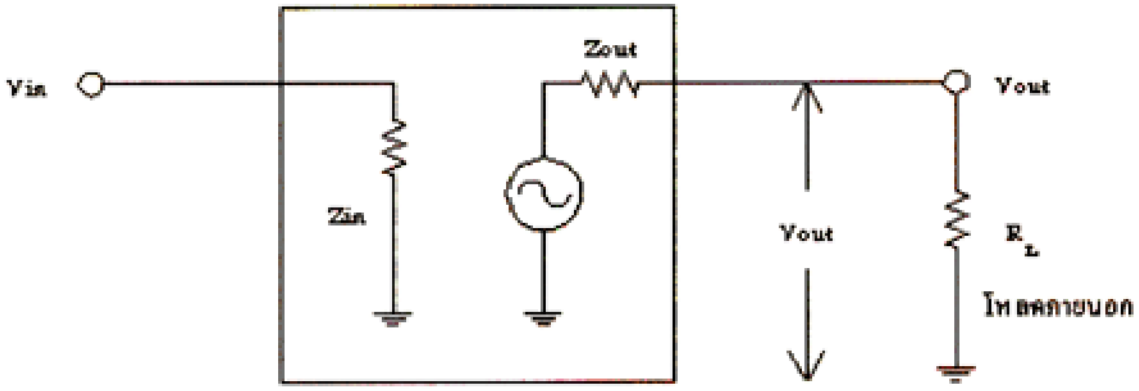
USING A 741 OP AMP IC:

TWO SIDETONE CIRCUITS FOR QRP RIGS

คุณลักษณะของ OP-AMP ในอุดมคติ (Ideal Op-Amp)

1. อัตราขยายของ Op-Amp แบบวงจรรอบเปิด (Open Loop Gain) มีค่าสูงมากจนเป็นอนันต์ AV_{OL} = infinity
2. Z_{in} มีค่าสูงมากจนถือได้ว่าเป็น infinity
3. Z_{out} มีค่าต่ำมากจนถือได้ว่าเป็น 0
4. อัตราขยายของ Op-Amp ไม่ขึ้นกับความถี่
5. เมื่อ V_{in} = 0 จะได้ V_{out} เป็น 0 ด้วย

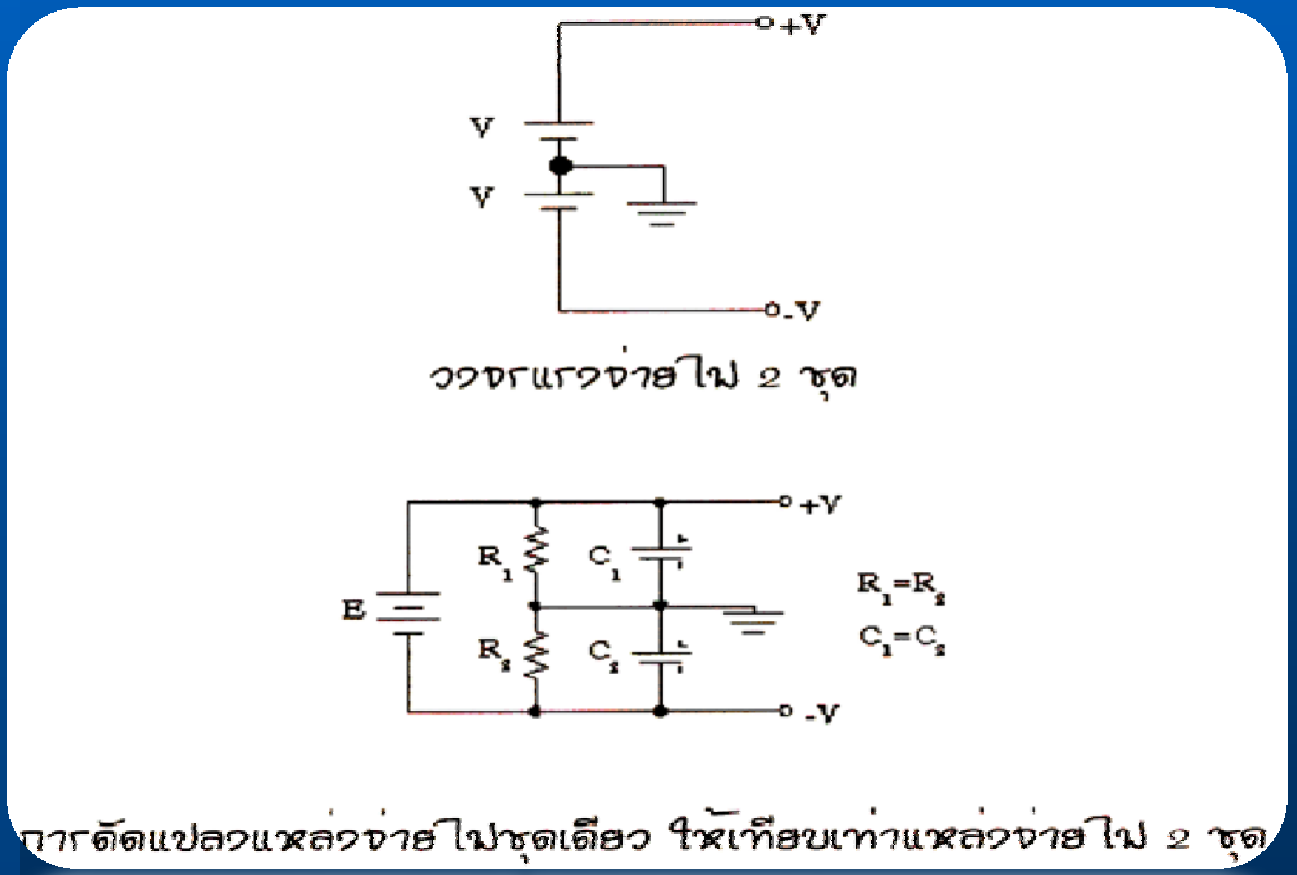
จากคุณสมบัติดังกล่าวมาแล้ว มีผลสืบเนื่องคือ $I_{in} = 0$ เนื่องด้วย Z_{in} สูงมาก ความต่างศักย์ระหว่างขั้ว input ทั้งสองของ Op-Amp เป็น 0 เนื่องจาก I_{in} และยังให้ค่า Z_{out} มีค่าต่ำมากจนประมาณได้ว่า $Z_{out} = 0$



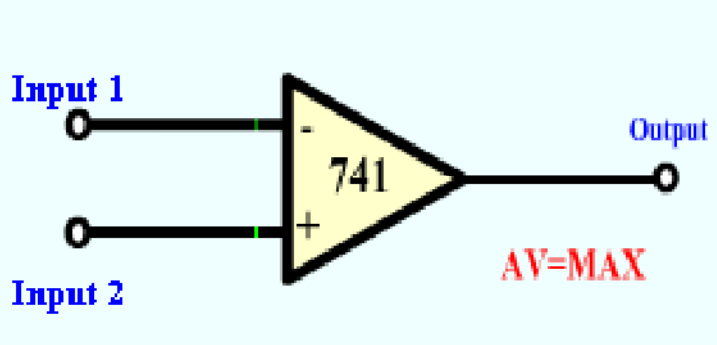
คุณสมบัติด้านความต้านทานของ Op-Amp

แหล่งจ่ายไฟสำหรับ OP-Amp

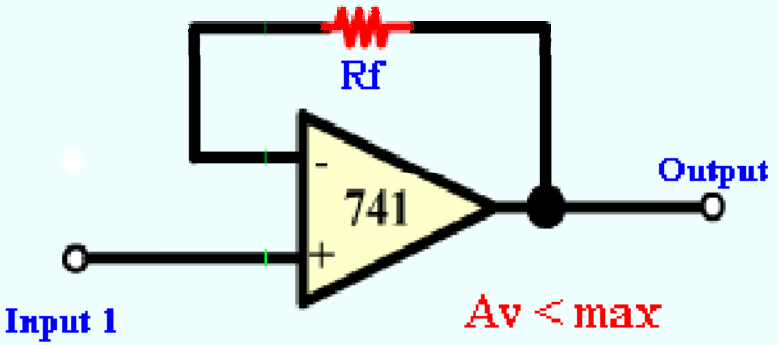
ส่วนใหญ่ต้องการแหล่งจ่ายไฟสองชุด บวกและลบ ชนิดสมมาตรอย่างไรก็ตามอาจดัดแปลงแหล่งจ่ายไฟชุดเดียว ให้เทียบเท่าแหล่งจ่ายไฟ 2 ชุดได้เช่นกัน



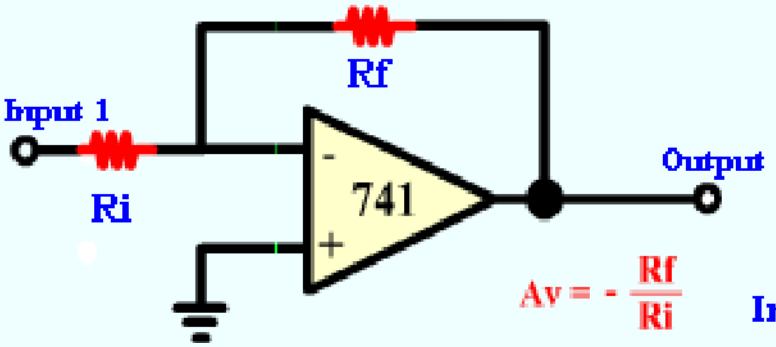
ลักษณะการทำงานของออปแอมป์



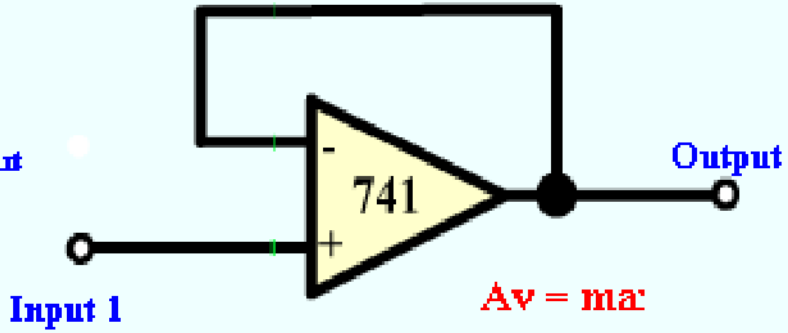
รูปที่1.3 a Open - loop mode



รูปที่1.3b Closed - loop mode



รูปที่1.3c Controlled gain



รูปที่1.3 d Unity gain

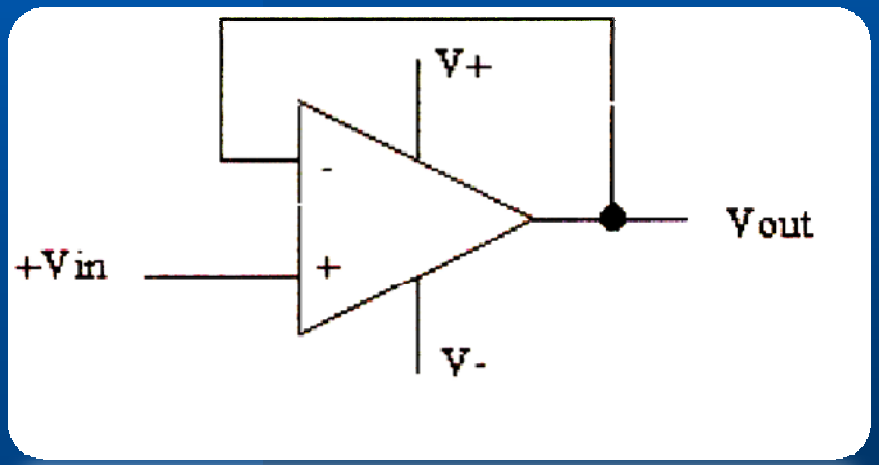
การใช้ Op-Amp ในวงจรขยายสัญญาณ

1. วงจร BUFFER หรือ VOLTAGE FOLLOWER

อัตราการขยายวงจรชิดนี้มีค่า เท่ากับ 1

นั่นคือ $AV = V_{out}/V_{in} = 1$

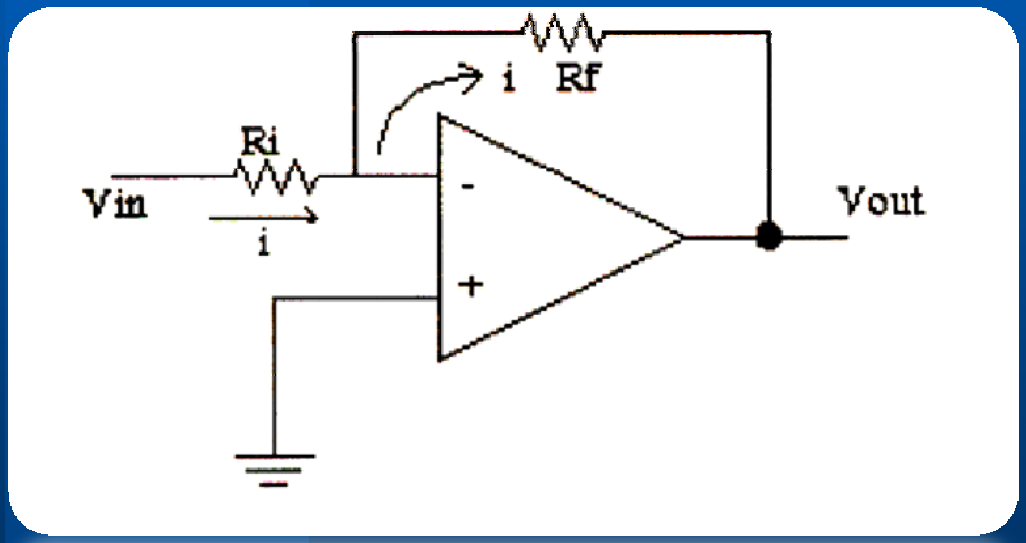
$V_{out} = V_{in}$



2. วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverter Amplifier)

ความต่างศักย์ระหว่าง V_{in-} และ V_{in+} = 0

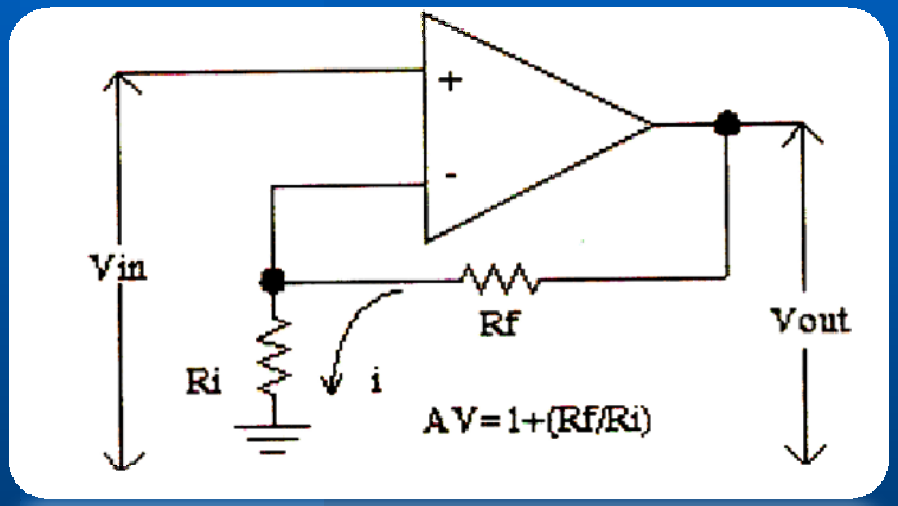
ดังนั้น ศักดาไฟฟ้าที่ขา Vin- = 0 กระแสผ่าน R_i และ R_f มีค่า i



เพราะฉะนั้น AV = $-\frac{R_f}{R_i}$

3. วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส (Non-inverting Amplifier)

กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_i และ R_f มีค่า i เท่ากันดังนั้น



$V_{in} = iR_i$

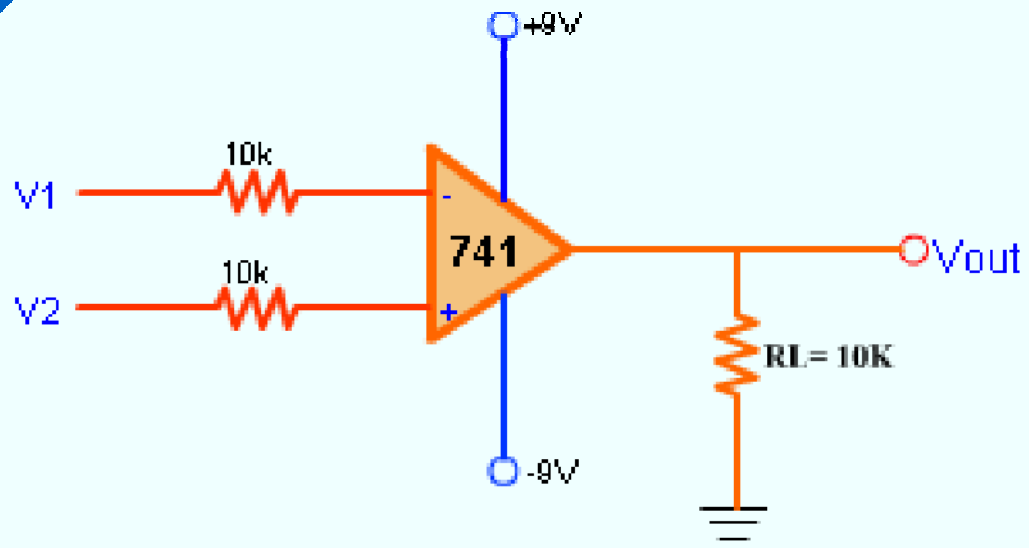
$V_{out} = i(R_i + R_f)$

$AV = i(R_i + R_f)/iR_i$

$AV = R_i + R_f/R_i$

หรือ ...$AV = 1+(R_f/R_i)$

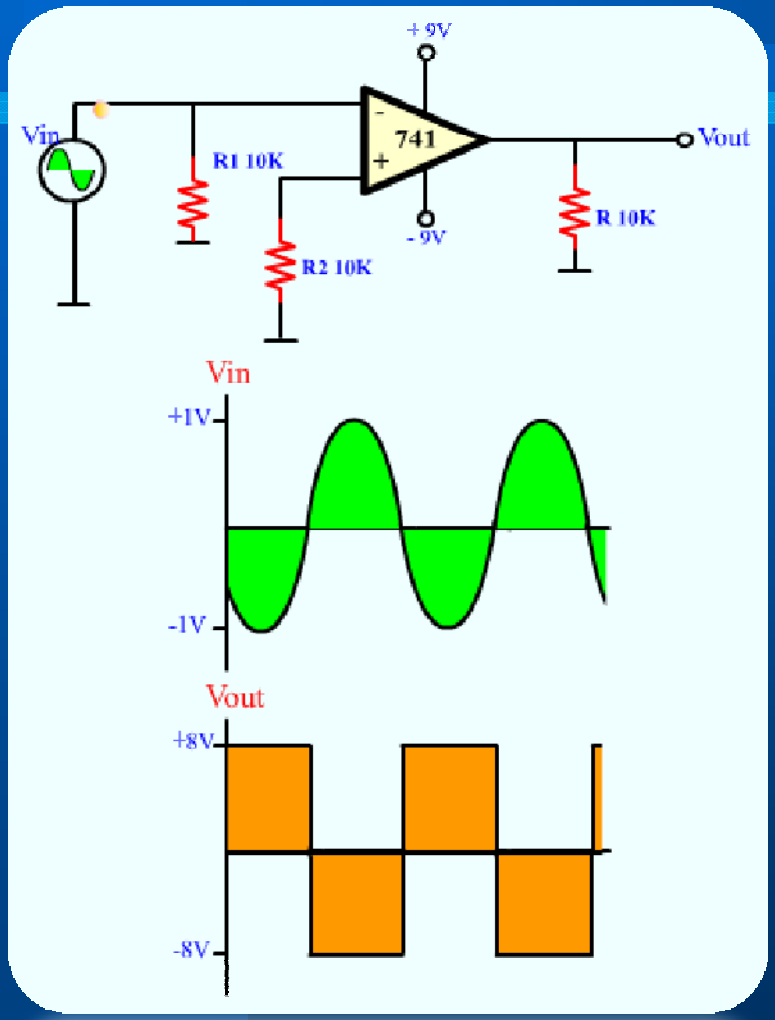
วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (คอมพาราเตอร์)

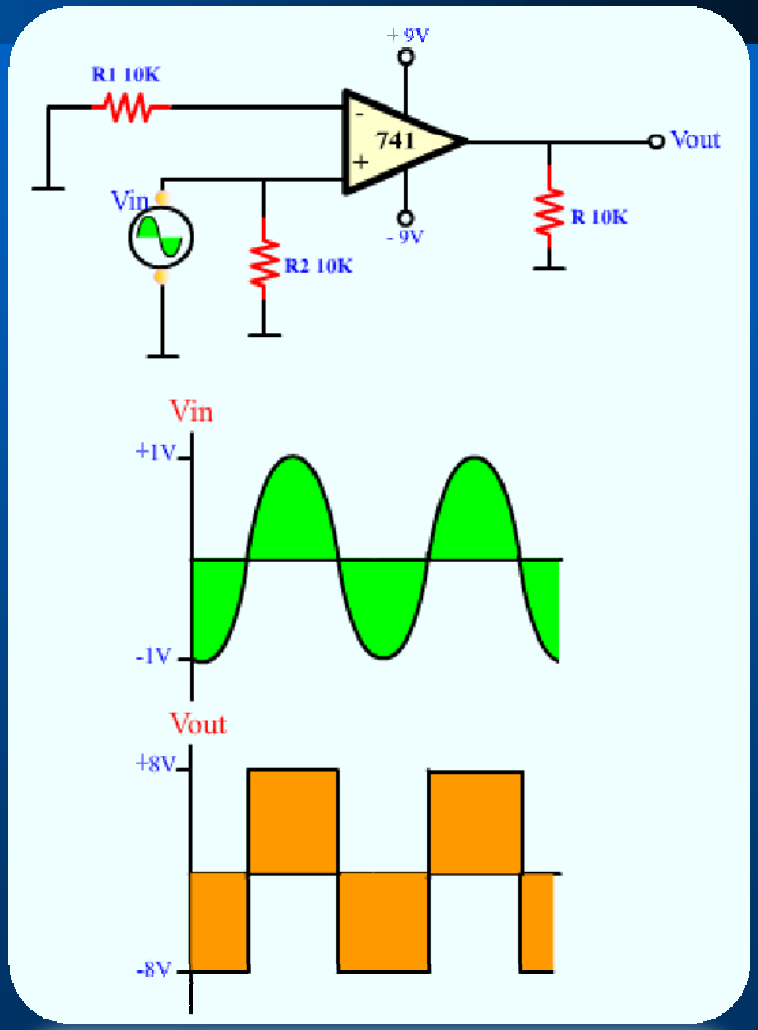


Vout = Vsat X sign (V2-V1)

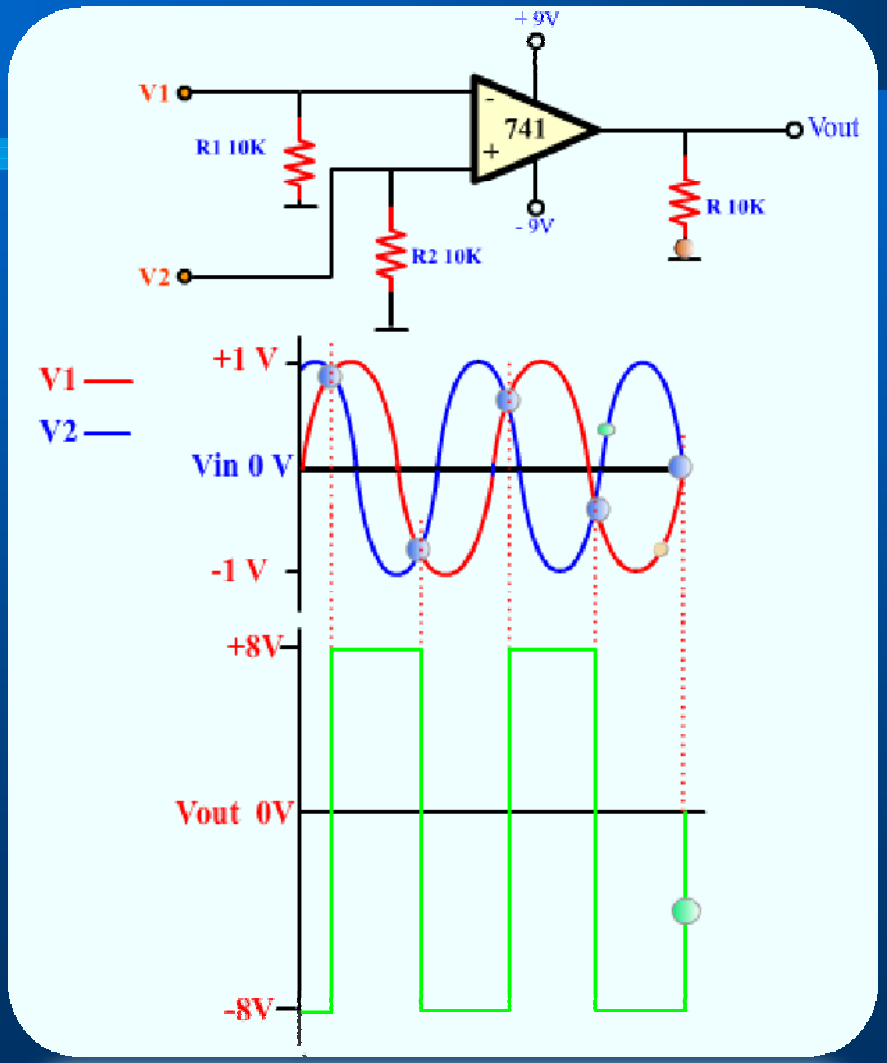
Input voltage		Output voltage
V1	V2	±Vsat
0	0	0
1	2	8
2	1	-8
1	1	0
-1	-2	-8
-2	-1	8
5	5	0

การตรวจวัดสัญญาณรูปไซน์

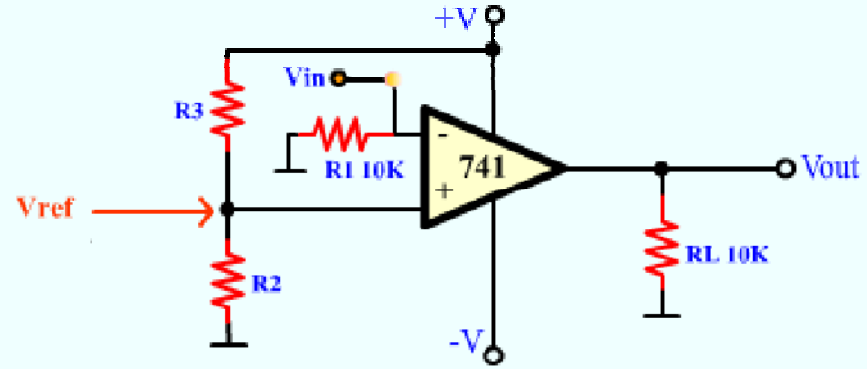




วงจรเปรียบเทียบเฟสของสัญญาณ



วงจรตรวจจับแรงดัน



+V = 0 V

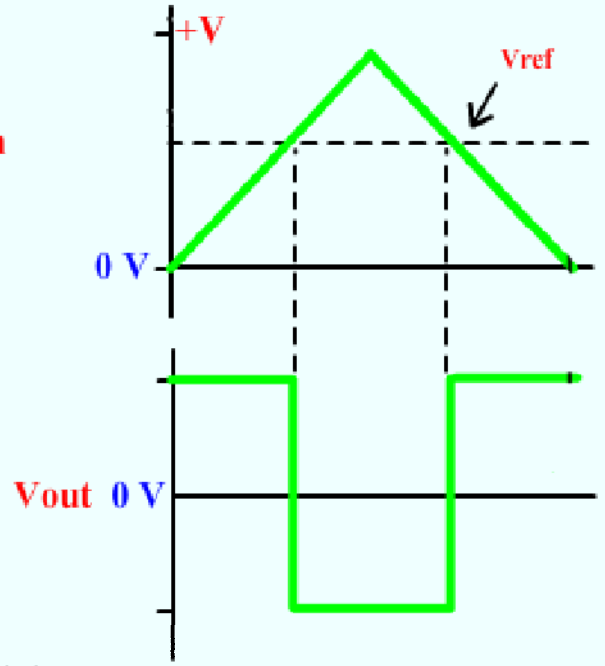
R2 = 0 K

R3 = 0 K

CHECK RESET

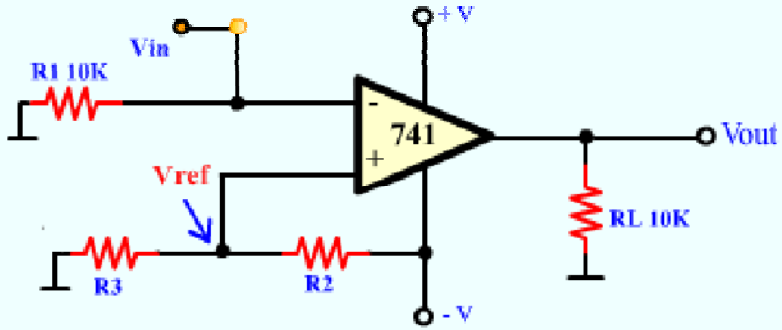
Vref = R2/(R2+R3)*(+V)

แรงดัน Vref =



รูปที่ 2.4a

วงจรตรวจจับแรงดัน



-V = 0 V

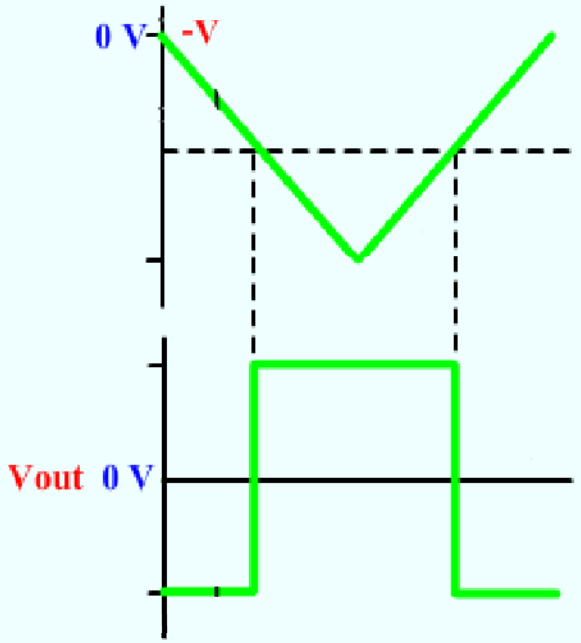
R2 = 0 K

R3 = 0 K

CHECK RESET

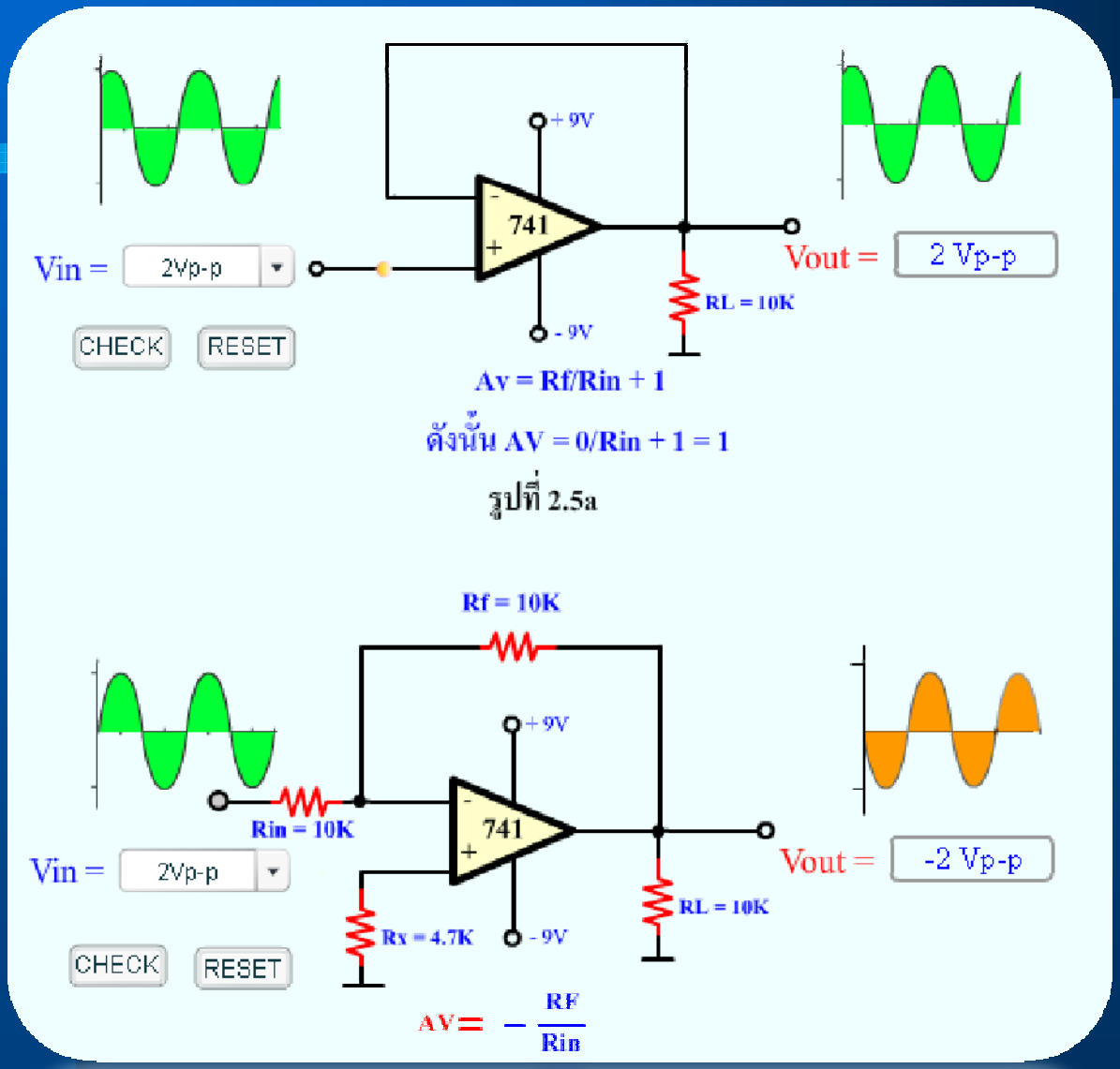
Vref = R2/(R2+R3)*(-V)

แรงดัน Vref = 0

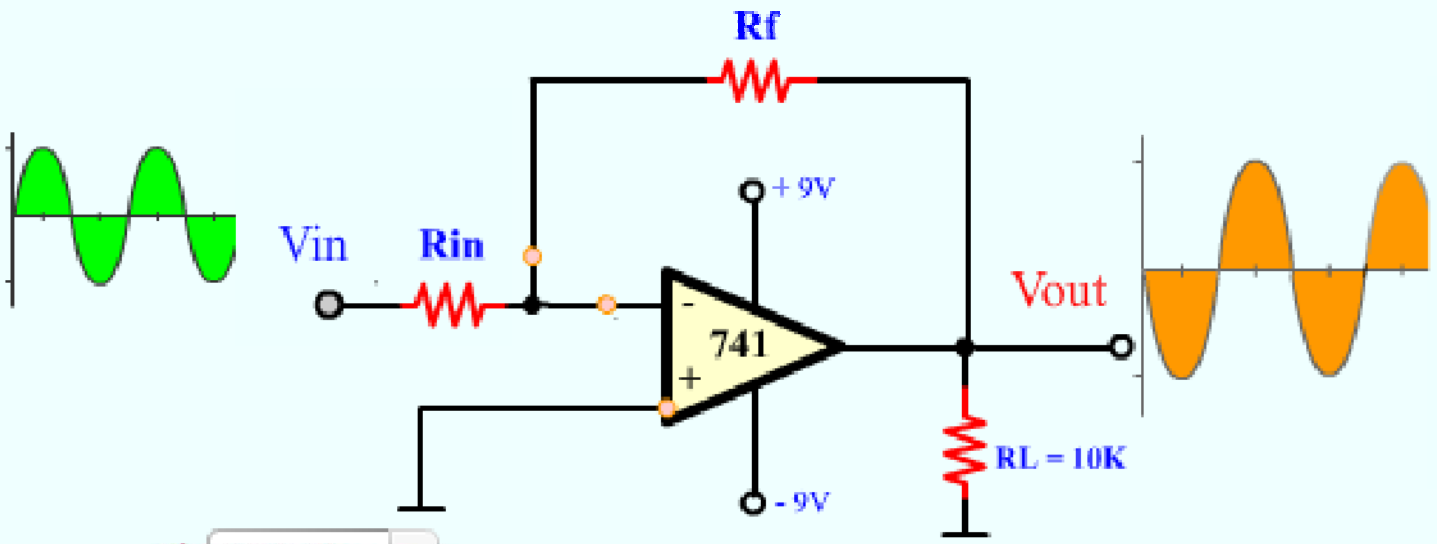


รูปที่ 2.4b

วงจรตามแรงดัน



วงจรขยายสัญญาณกลับเฟส



Vin -0.75 Vp-p

RF 50K

Rin 5K

$$Av = -\frac{RF}{Rin}$$

Vout = -(RF/Rin)*Vin

แรงดัน Output = 7.5 Vp-p

CHECK RESET

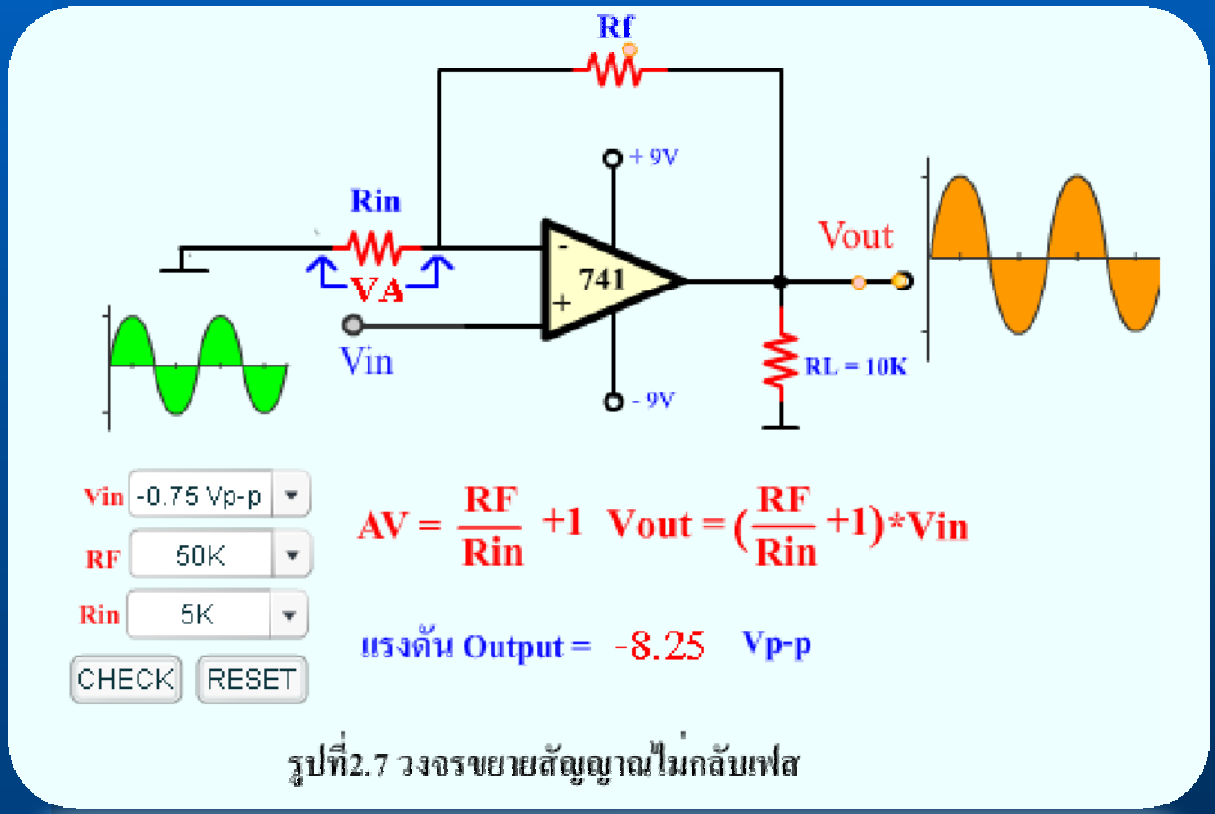
รูปที่2.6 วงจรขยายสัญญาณกลับเฟส

วงจรขยายสัญญาณไม่กลับเฟส

$$AV = \frac{Vout}{Vin}$$

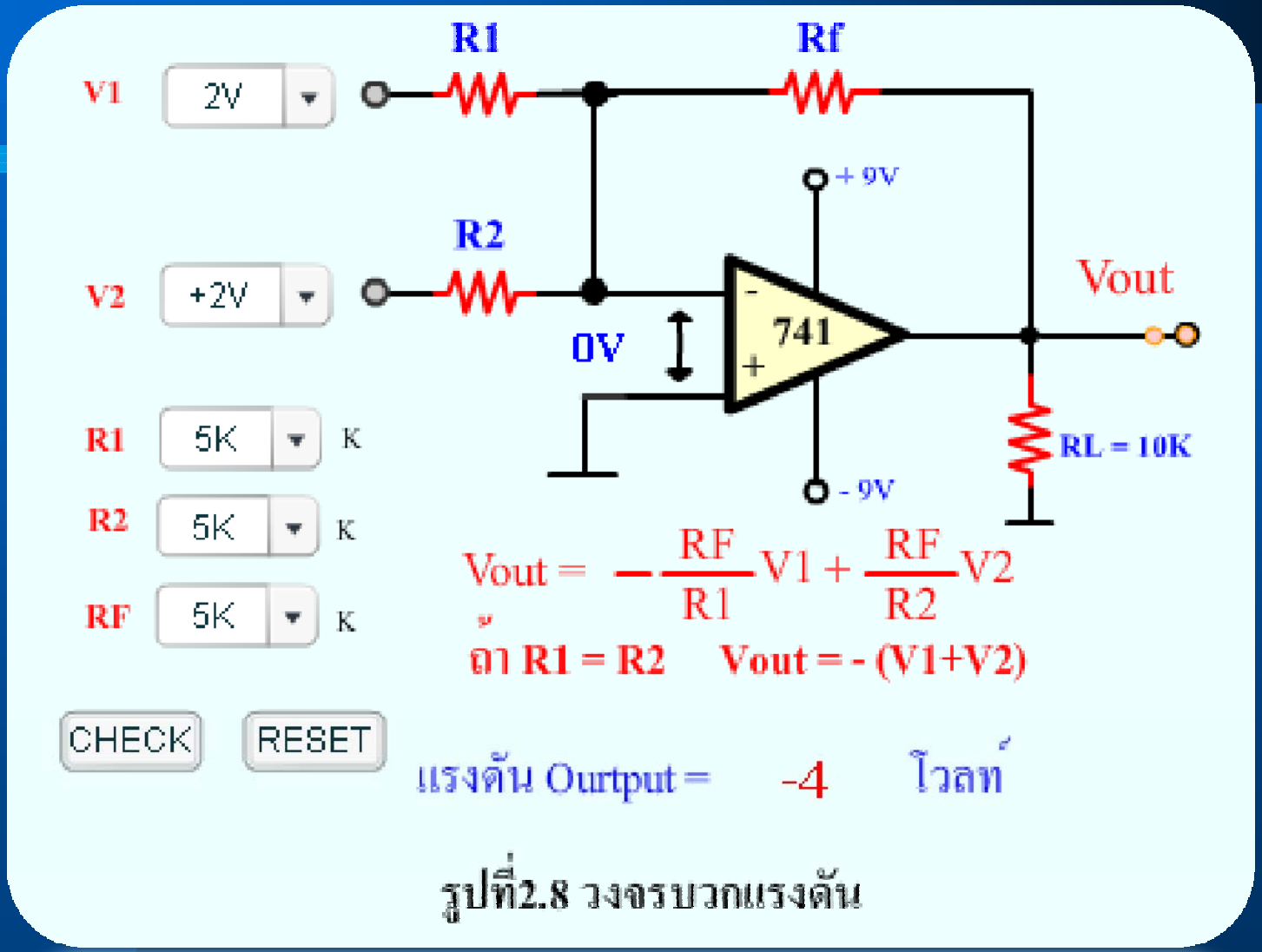
$$AV = -\frac{RF}{Rin} + 1$$

$$Vout = \left(\frac{RF}{Rin} + 1\right) * Vin$$



รูปที่2.7 วงจรขยายสัญญาณไม่กลับเฟส

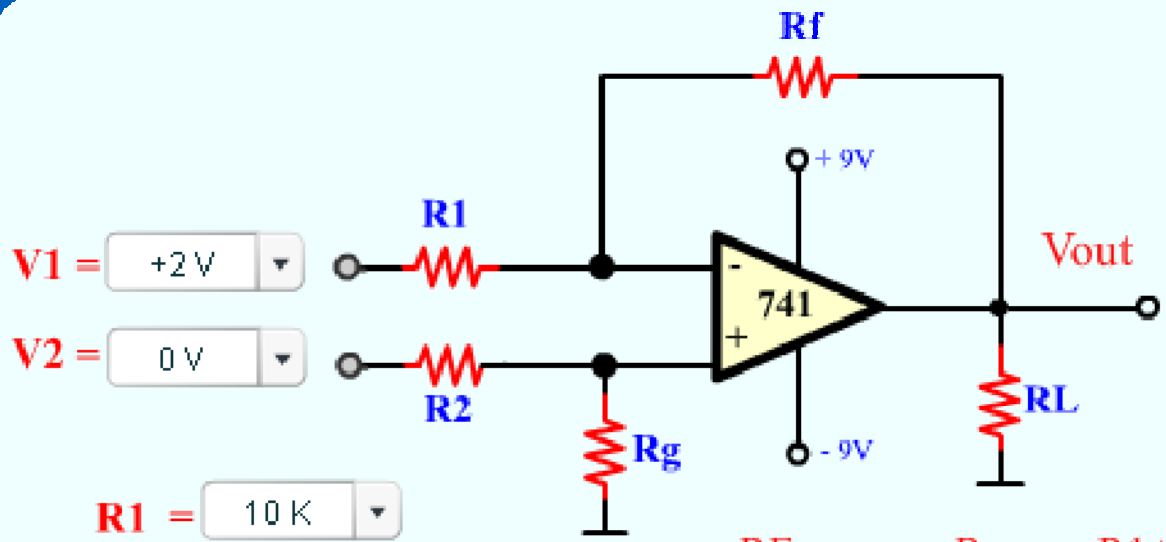
วงจรบวกแรงดัน



รูปที่2.8 วงจรบวกแรงดัน

วงจรลบแรงดัน

$$Vout = -\frac{RF}{R1}V1 + \left(\frac{Rg}{R2+Rg}\right)\left(\frac{R1+RF}{R1}\right)V2$$



R1 = 10 K

R2 = 10 K

RF = 10 K

Rg = 10 K

$$Vout = -\frac{RF}{R1}V1 + \left(\frac{Rg}{R2+Rg}\right)\left(\frac{R1+RF}{R1}\right)V2$$

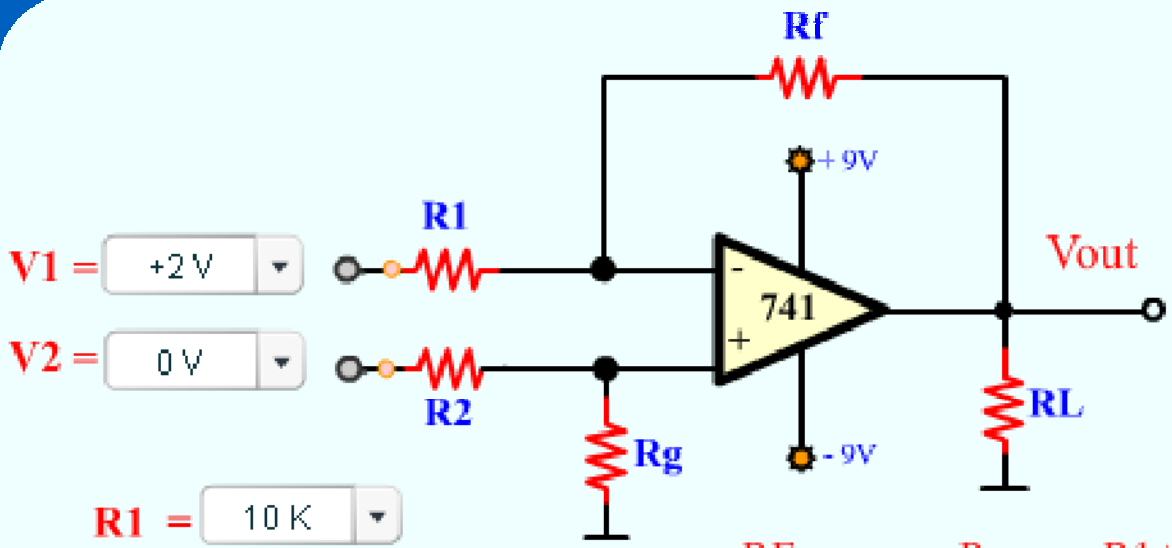
Vout = -2 V

* หมายเหตุหาก R 1 = R 2 = R F = R g จะได้ V out = V 2 - V 1

และหาก R 1 = R 2 และ R F = R g จะได้ Vout = RF/R1*(V2-V1)

วงจรลบแรงดัน

$$Vout = -\frac{RF}{R1}V1 + \left(\frac{Rg}{R2+Rg}\right)\left(\frac{R1+RF}{R1}\right)V2$$



R1 = 10 K

R2 = 10 K

RF = 20 K

Rg = 20 K

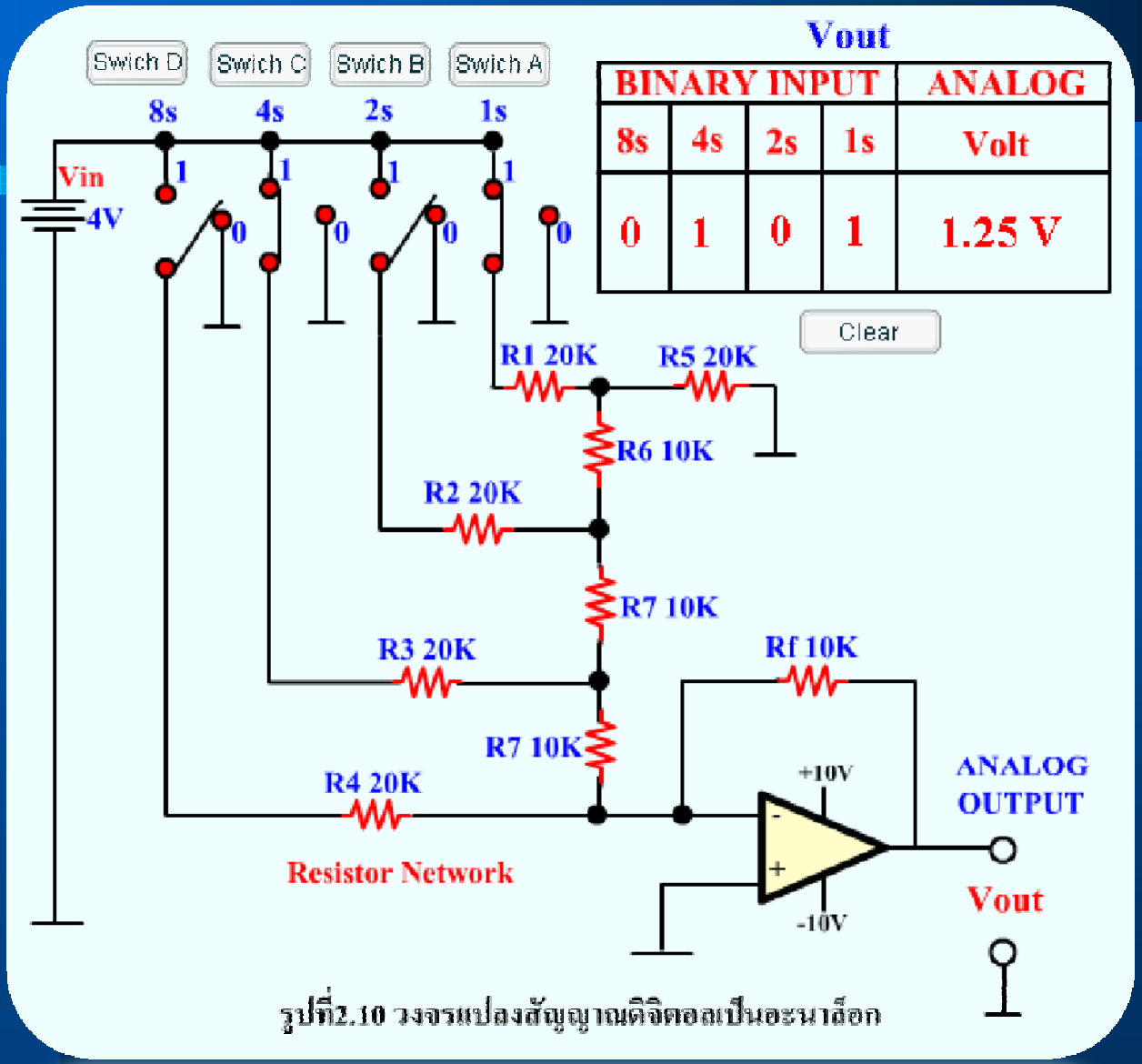
$$Vout = -\frac{RF}{R1}V1 + \left(\frac{Rg}{R2+Rg}\right)\left(\frac{R1+RF}{R1}\right)V2$$

Vout = -4 V

* หมายเหตุหาก R 1 = R 2 = R F = R g จะได้ V out = V 2 - V 1

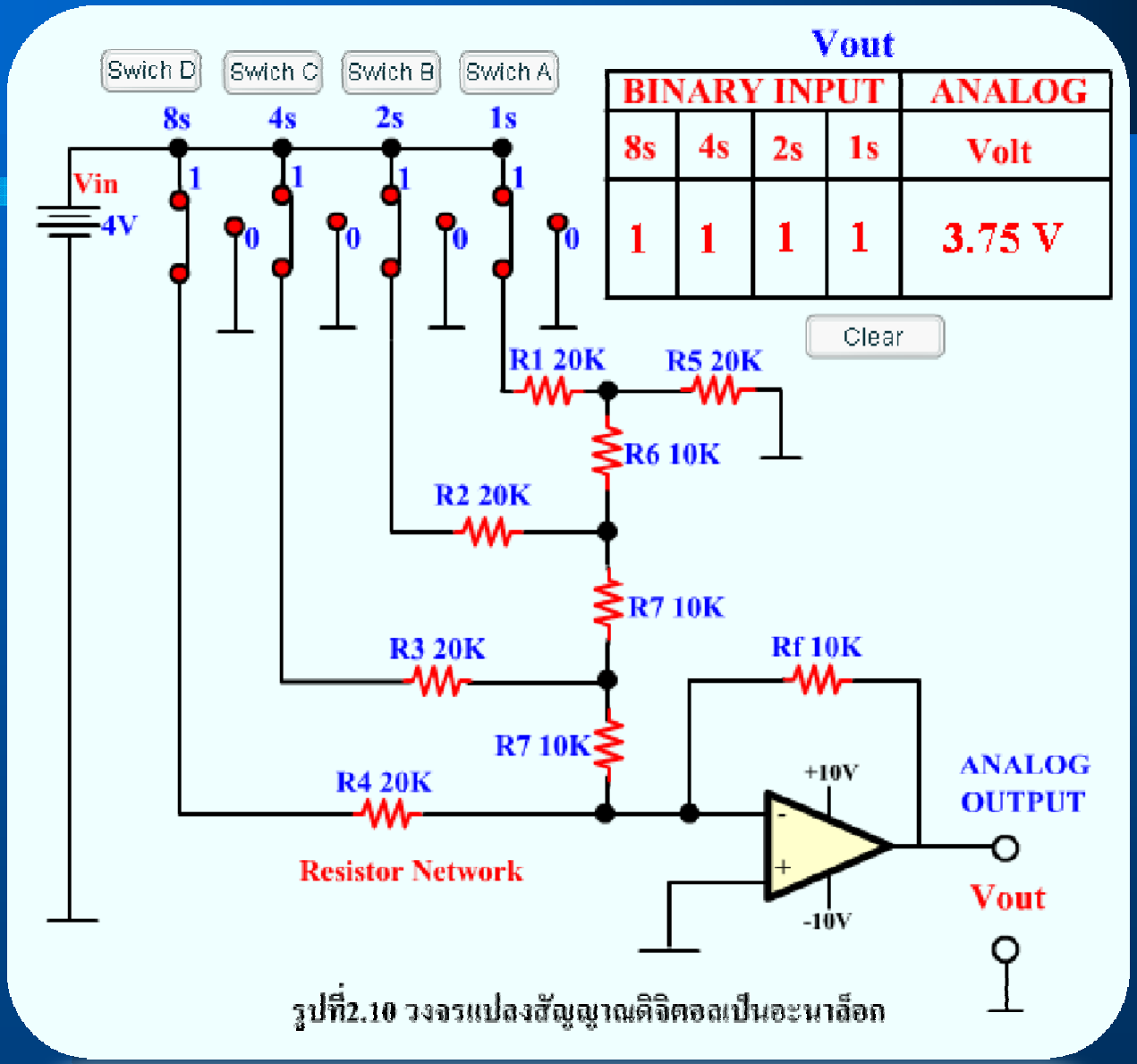
และหาก R 1 = R 2 และ R F = R g จะได้ Vout = RF/R1*(V2-V1)

วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก (D/A Converter)



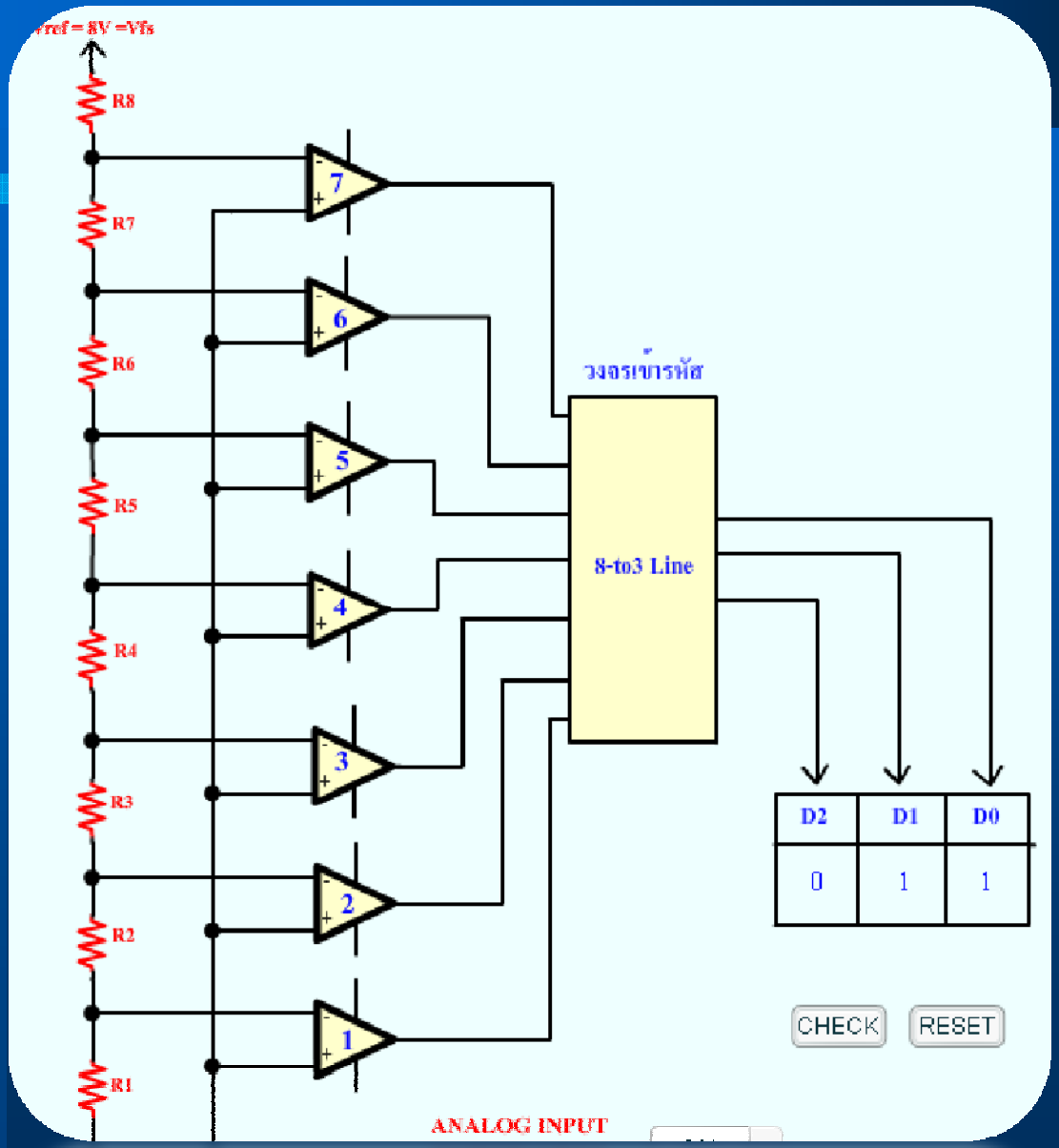
รูปที่2.10 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาล็อก

วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาลอก (D/A Converter)

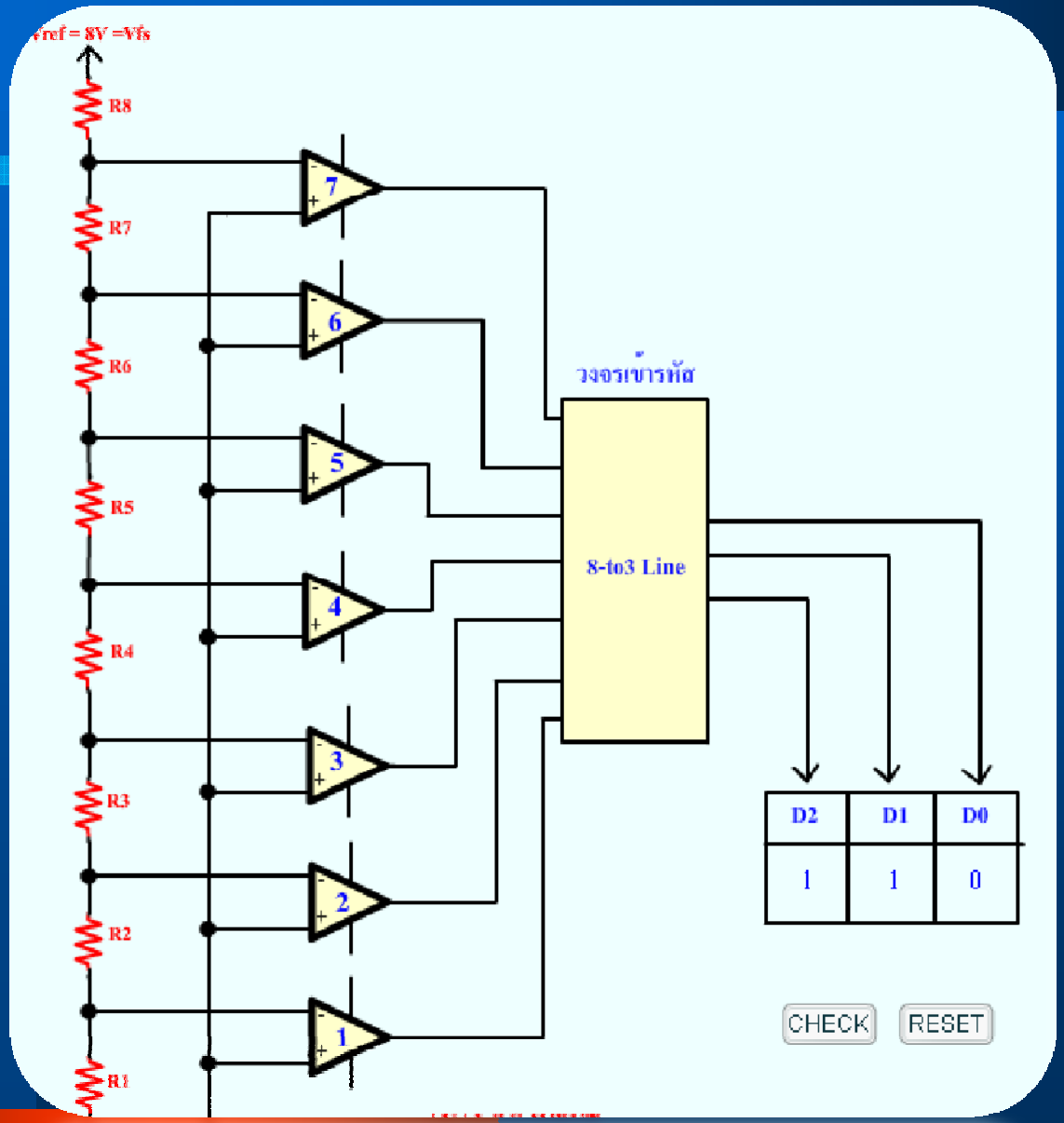


รูปที่2.10 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอะนาล็อก

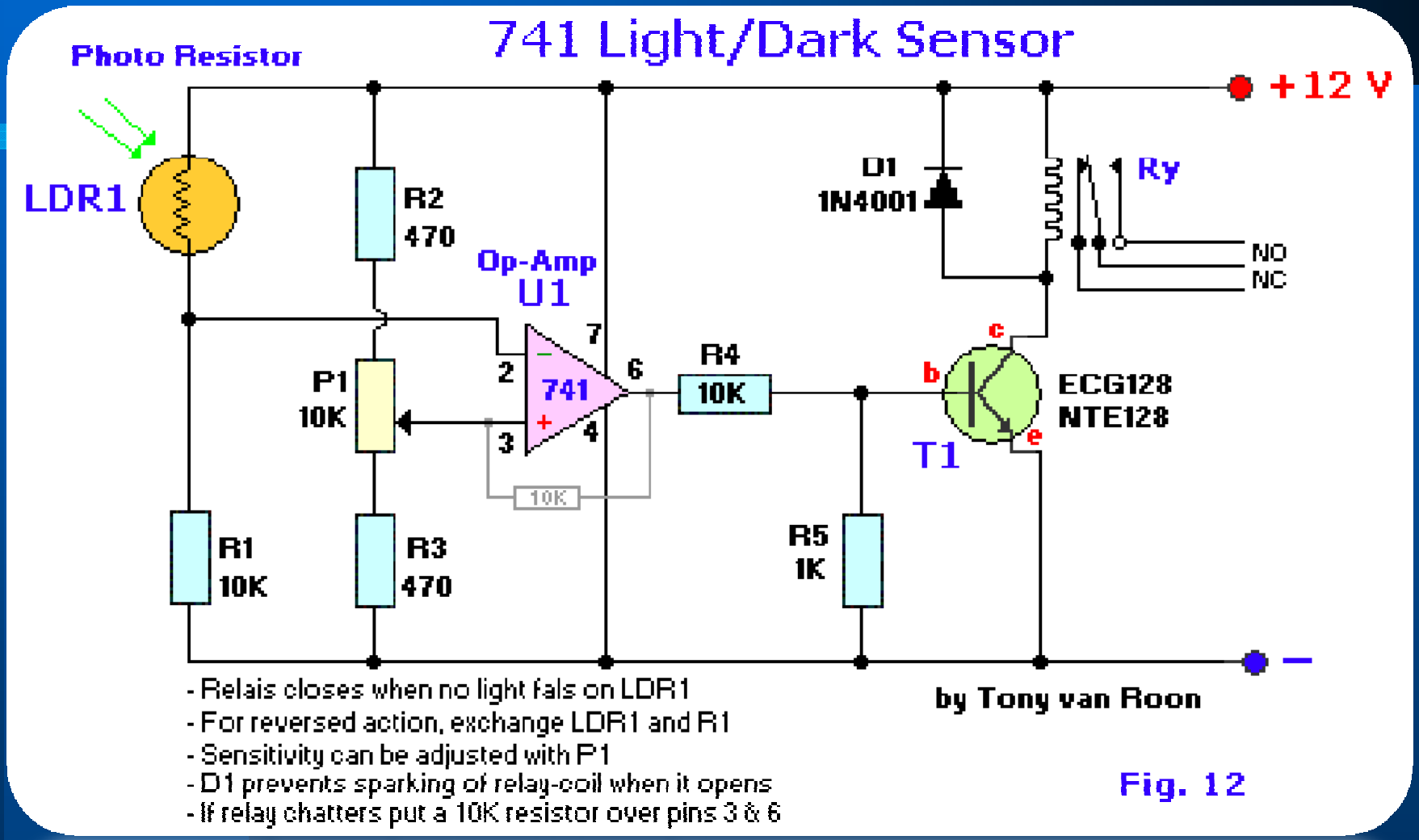
วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล(A/D Converter)



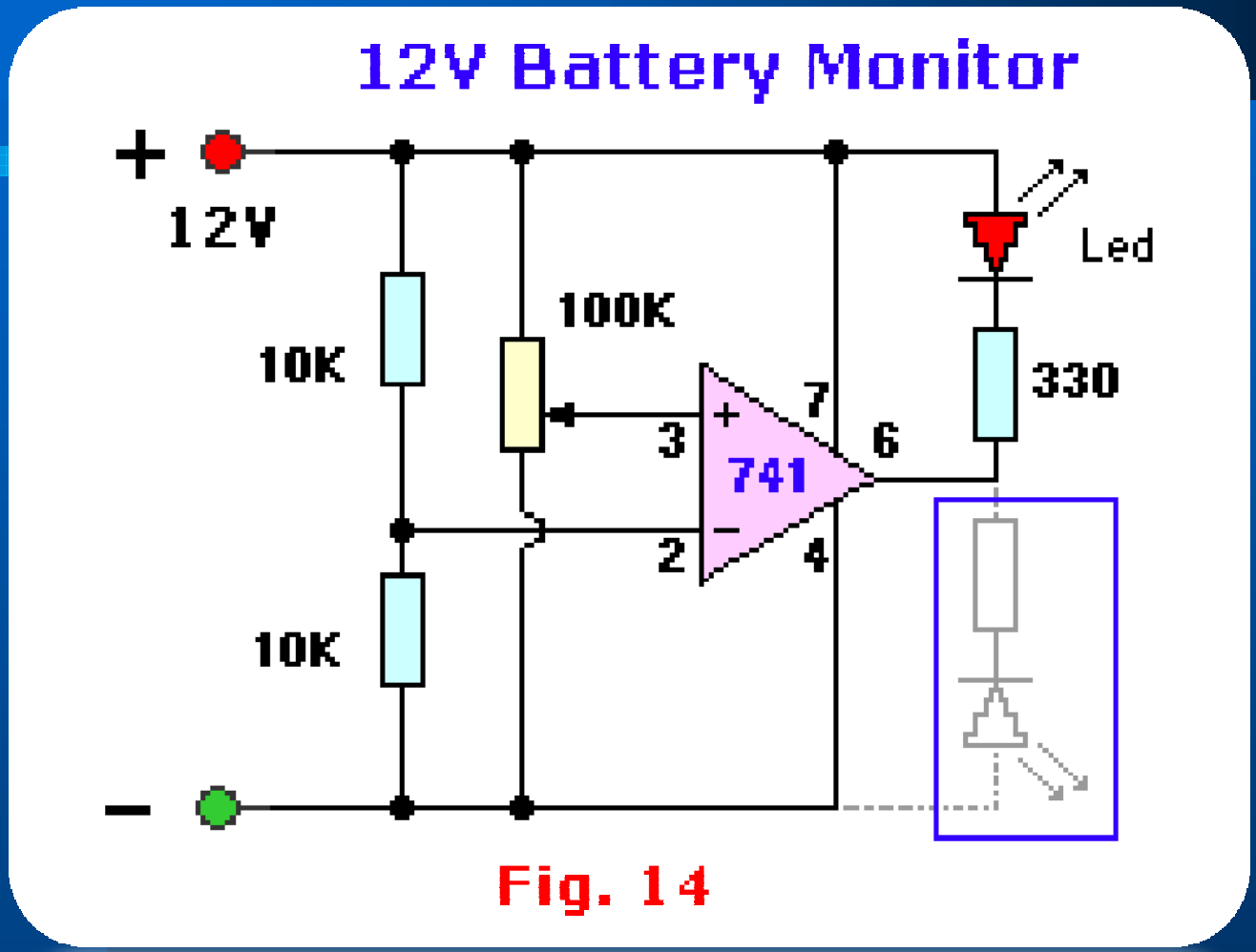
วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล(A/D Converter)



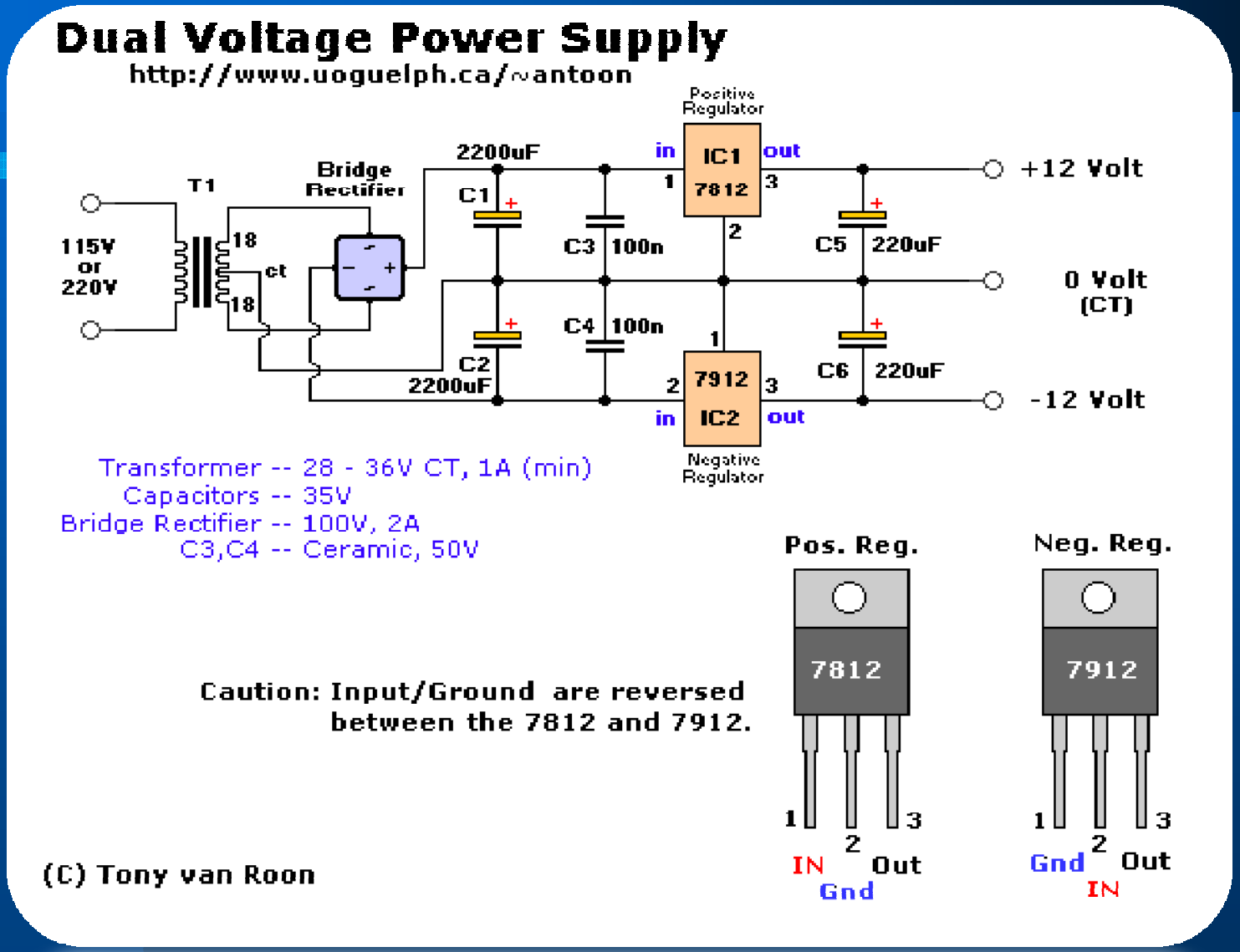
ตัวอย่างใช้งานวงจรออปแอมป์



ตัวอย่างใช้งานวงจรออปแอมป์



ตัวอย่างใช้งานวงจรออปแอมป์



ตัวอย่างใช้งานวงจรออปแอมป์