มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

RMUTI

Rajamangala University of Technology Isan

Electronic Circuits

: 30-207-051-101

โดย :

อ.อนันท์ เกสูงเนิน

Operational Amplifier : Op - amp

Keywords:

Match Whole Words?

Show only parts with models?

Category:

- Diodes
- ECL 10000 Series
- Electromechanical
- Inductors
- Laplace Primitives
- Mechanics
- Memory ICs
- Microprocessor ICs
- Miscellaneous
- Modelling Primitives
- **Operational Amplifiers**
- Optoelectronics
- PICAXE
- PLDs & FPGAs
- Resistors
- Simulator Primitives
- Speakers & Sounders
- Switches & Relays
- Switching Devices
- Thermionic Valves

Sub-category:

- **(All Sub-categories)**
- Dual
- Ideal
- Macromodel
- Octal
- Quad
- Single

Manufacturer:

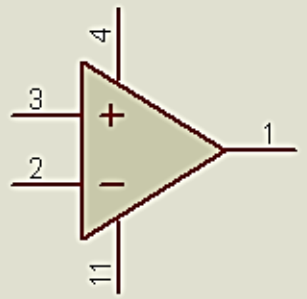
- **(All Manufacturers)**
- (Unspecified)
- Analog Devices
- Burr-Brown

Results (1946):

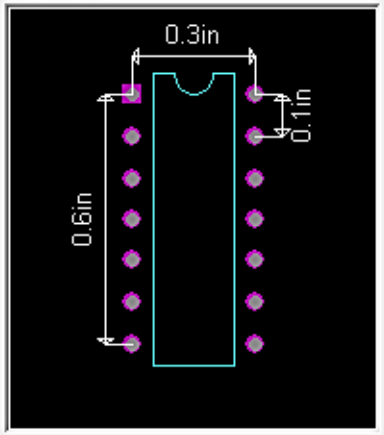
Device	Library	Description
RV4558	TEXOAC1	Dual, High Performance Operational Amplifier
SE5534	TEXOAC1	Low Noise Operational Amplifier
SSM2135SZ	ANALOGD	Dual Single-Supply Audio Operational Amplifier
TC1029	MICROCHIP	Dual Linear Building Block – Dual Low Power Op Amp
TC1034	MICROCHIP	Linear Building Block - Single Operational Amplifiers in SOT Packages
TC1035	MICROCHIP	Single w/ SHDN (SHDN is not modeled) Linear Building Block - Single Operatio
TL022	TEXOAC1	Dual, Low Power, General Purpose Operational Amplifier
TL031	TEXOAC	Enhanced JFET, Low Power, Precision Operational Amplifier
TL032	TEXOAC	Dual, Enhanced JFET, Low Power, Precision Operational Amplifier
TL034	TEXOAC	Quad, Enhanced JFET, Low Power, Precision Operational Amplifier
TL051	TEXOAC	Enhanced JFET, Precision Operational Amplifier
TL052	TEXOAC	Dual, Enhanced JFET, Precision Operational Amplifier
TL054	TEXOAC	Quad, Enhanced JFET, Precision Operational Amplifier
TL061	OPAMP	Low Power General Purpose Operational Amplifier with JFET Inputs
TL061	TEXOAC	Low Power, JFET-Input, General Purpose Operational Amplifier
TL062	TEXOAC	Dual, Low Power, JFET-Input, General Purpose Operational Amplifier
TL062	OPAMP	Dual, Low Power, General Purpose Operational Amplifier with JFET Inputs
TL064	OPAMP	Quad, Low Power, General Purpose Operational Amplifier with JFET Inputs
TL064	TEXOAC	Quad, Low Power, JFET-Input, General Purpose Operational Amplifier
TL064X2	TEXOAC1	Octal Low Power, JFET-Input, General Purpose Operational Amplifier
TL070	TEXOAC1	Low Noise, JFET-Input, Decompensated Operational Amplifier
TL071	OPAMP	Low Noise General Purpose Operational Amplifier with JFET Inputs
TL071	TEXOAC	Low Noise, JFET-Input, General Purpose Operational Amplifier
TL072	OPAMP	Dual, Low Noise, General Purpose Operational Amplifier with JFET Inputs
TL072	TEXOAC	Dual, Low Noise, JFET-Input, General Purpose Operational Amplifier
TL074	OPAMP	Quad, Low Noise, General Purpose Operational Amplifier with JFET Inputs
TL074	**TEXOAC**	**Quad, Low Noise, JFET-Input, General Purpose Operational Amplifier**
TL074X2	TEXOAC1	Octal Low Noise, JFET-Input, General Purpose Operational Amplifier
TL075	OPAMP	Quad Operational Amplifier

TL074 Preview:

SPICE Model [TL074]



PCB Preview:



DIL14

OK

Cancel

ออปแอมป (Operation Amplifier, Op-Amp)

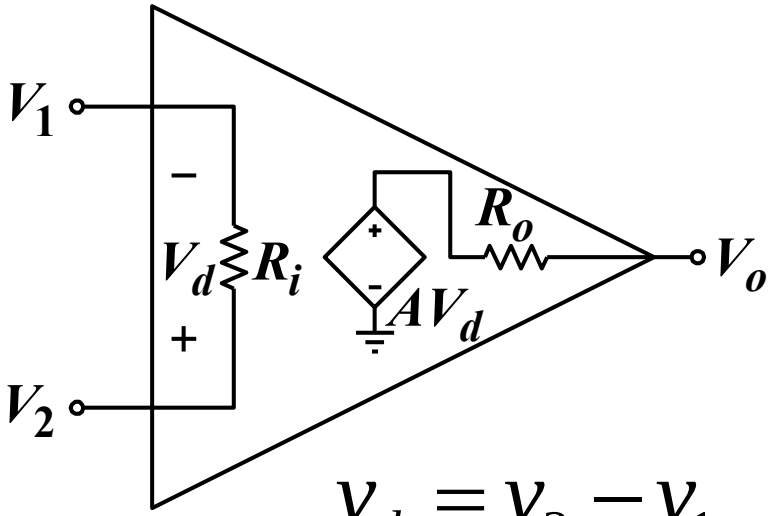
ออปแอมป (Operation Amplifier, Op-Amp) หรือวงจรขยายเชิงดำเนินการ เปนอุปกรณวงจรรวมหรือไอซี**ประเภทเชิงเสน (Linear Integrated Circuit)** ซึ่งมีการนำไปใชในงานประยุกตตาง ๆ อยางกวางขวาง ออปแอมปถูกออกแบบครั้งแรกในป 1948 เพื่อชวยปฏิบัติการดานคณิตศาสตรในเครื่องอนาลอกคอมพิวเตอร (Analog Computer) ดังนั้น จึงใชชื่อวา Operational Amplifier

ทั้งนี้ก็เนื่องจากเปนวงจร**ขยายผลต่าง(Differential Amplifier)** ที่มีอัตราขยายที่สูงมากและการออกแบบและวิเคราะหวงจรที่ใชออปแอมปก็สามารถทำไดงายงานประยุกตที่ใชออปแอมปจะพบได้ใน **วงจรเครื่องวัด, วงจรแสดงผล และวงจรอิเล็กทรอนิกสในการควบคุมกระบวนการ, วงจรปรับสัญญาณ, วงจรสื่อสาร, ระบบเตือนภัย, วงจรอิเล็กทรอนิกสทางดานการแพทย, ดานวิทยาศาสตร และในระบบคอมพิวเตอร** เปนตน

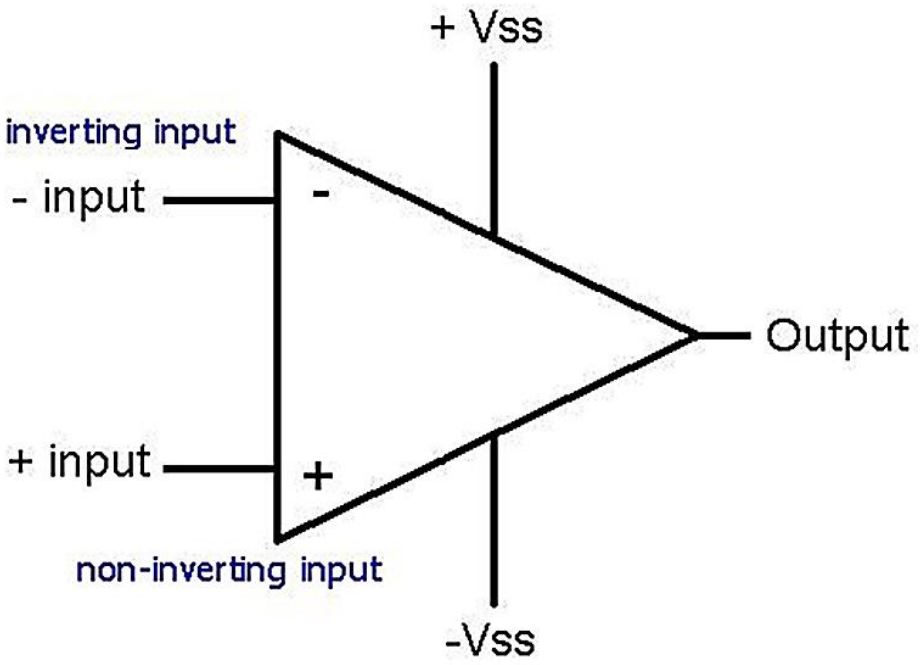
ออปแอมป์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มีการทำงานเป็นแบบ Voltage-controlled voltage source ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับสัญญาณได้ดังนี้

- **ขยายสัญญาณ(Amplify signal)**
- **กรองความถี่ (filter)**
- **รวมสัญญาณ (sum signal)**
- **อนุพันธ์สัญญาณ (differentiate signal)**
- **อินทิเกรตสัญญาณ (Integrate signal)**

ภายในตัวออปแอมป์เมื่อพิจารณาถึงวงจรภายใน ในสภาวะที่ไม่เป็นอุดมคติ (non-ideal) จะประกอบไปด้วยวงจรสมมูล



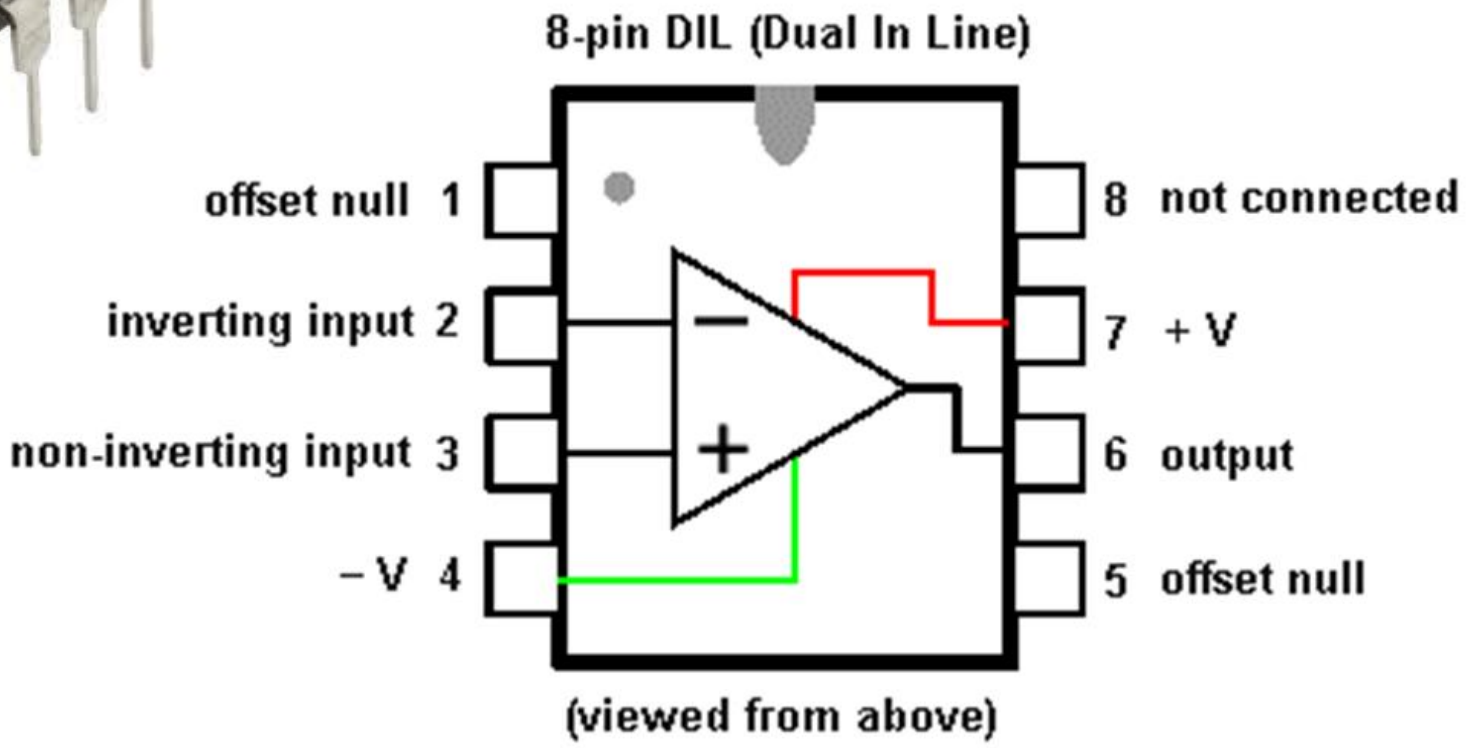
$$v_d = v_2 - v_1$$



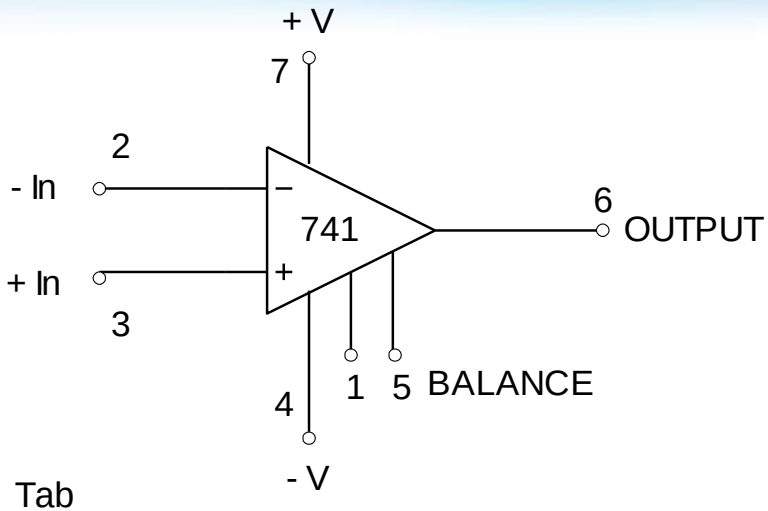
วงจรสมมูลของ non-Ideal Op amp

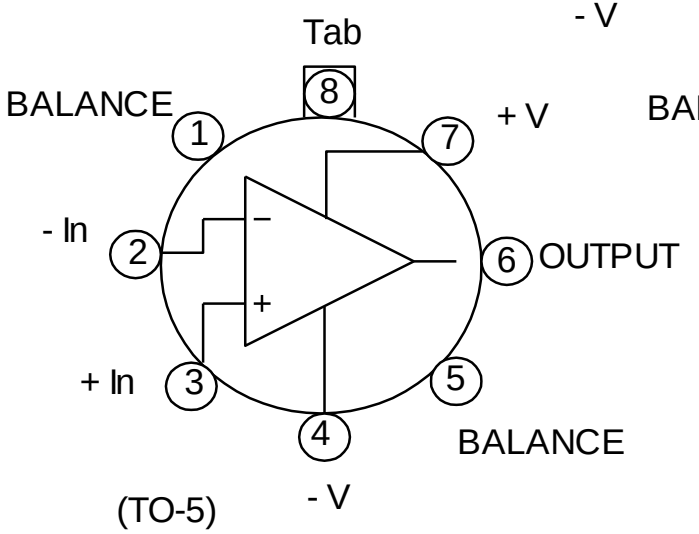
Op Amp 741

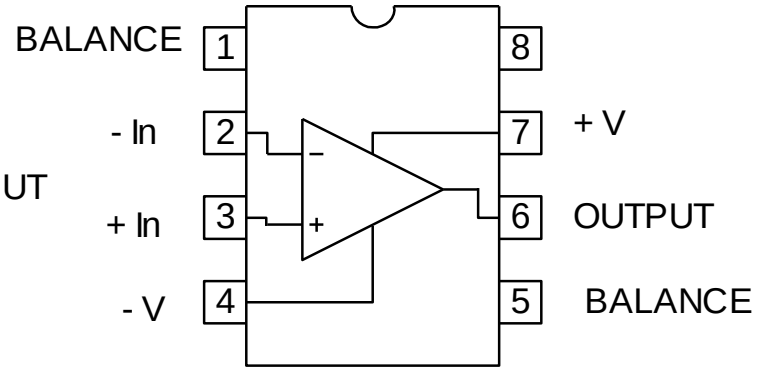
CHN
U741CN
K9511S


8-pin DIL (Dual In Line)
offset null 1
inverting input 2
non-inverting input 3
– V 4
8 not connected
7 + V
6 output
5 offset null
(viewed from above)

Op Amp 741

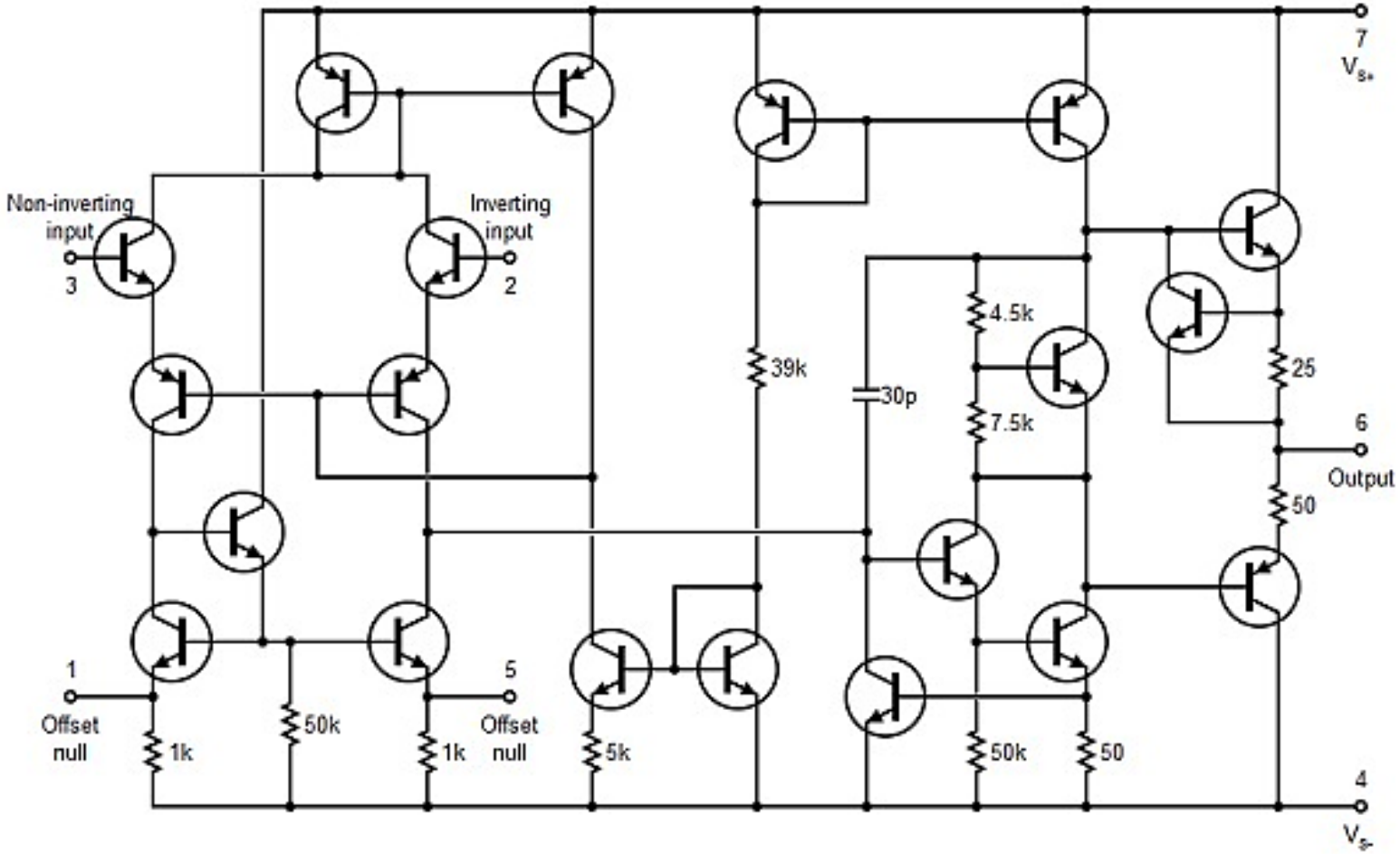






แสดงรูปแบบสัญลักษณ์ของอปแอมป์

Op Amp 741



วงจรที่สร้างภายใน op Amp 741

Amplifier circuit

Amplifier circuit หรือ วงจรขยายแรงดัน

ทำหน้าที่ขยายแรงดันที่ขาเข้าทั้งสองและแรงดันขาออกมีอัตราขยายตามเงื่อนไขของวงจร มี 2 ประเภทใหญ่คือ

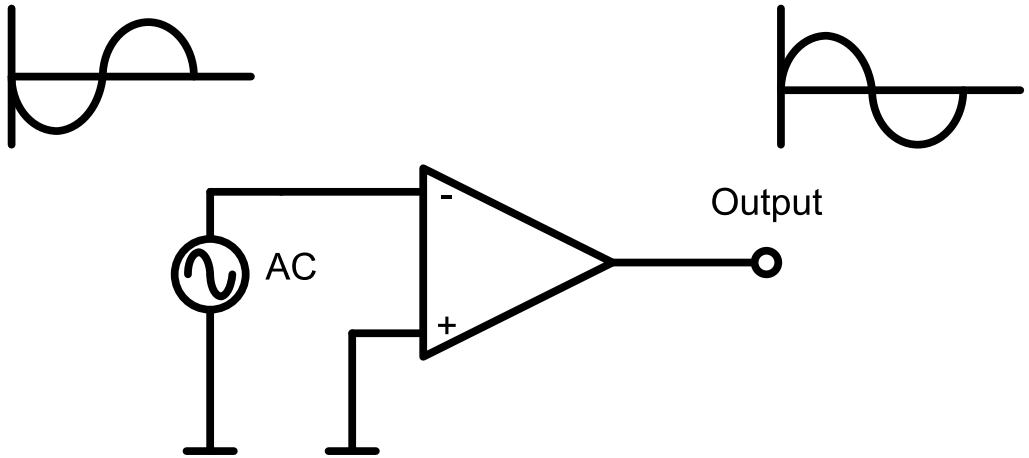
1. วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)

คือ วงจรออปแอมป์ที่กลับสัญญาณอินพุตหรือมีเฟสต่างกัน 180 องศา โดยมีเครื่องหมายตรงกันข้ามกับของเดิม

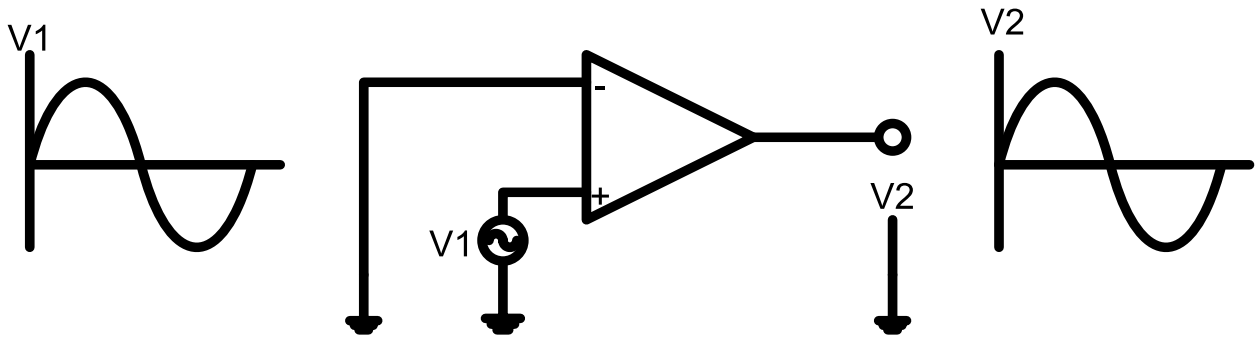
2. วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส (Noninverting Amplifier)

คือ วงจรออปแอมป์ที่ออกแบบมาเพื่อให้ voltage gain มีค่าเป็นบวก หรือให้ค่าเอาต์พุตคงค่าเครื่องหมายเหมือนเดิมหรือมีเฟสเดียวกัน

Inverting Amplifier

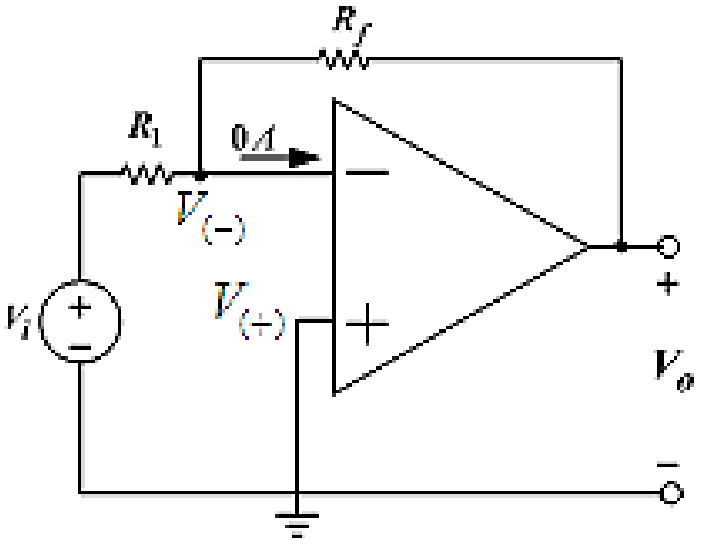


Noninverting Amplifier



วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier)

พิจารณาจากรูปด้านบนเราจะได้ความสัมพันธ์ของแรงดันอินพุต คือ



$$V_{(+)} = 0 = V_{(-)}$$

จาก KCL;

$$\frac{V_{(-)} - V_i}{R_1} + \frac{V_{(-)} - V_o}{R_f} = 0$$

$$\frac{-V_i}{R_1} - \frac{V_o}{R_f} = 0$$

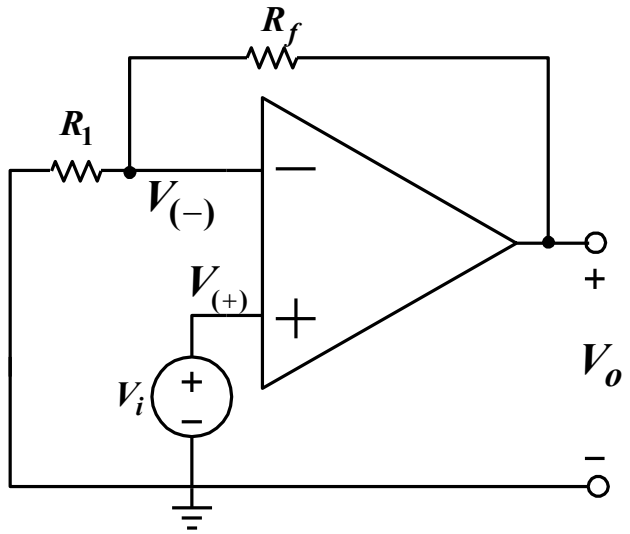
พิจารณาที่โนด $V_{(-)}$ *และแทนค่า* $V_{(-)} = 0$

$$V_o = -\frac{R_f}{R_1} V_i$$

voltage gainหรืออัตราขยายของ Vout / Vin

วงจรขยายสัญญาณแบบไม่กลับเฟส (Noninverting Amplifier)

พิจารณาจากรูปด้านบนเราจะได้ความสัมพันธ์ของแรงดันอินพุต คือ



$$V_{(+)} = V_i = V_{(-)}$$

จาก KCL;

$$\frac{V_{(-)}}{R_1} + \frac{V_{(-)} - V_o}{R_f} = 0$$

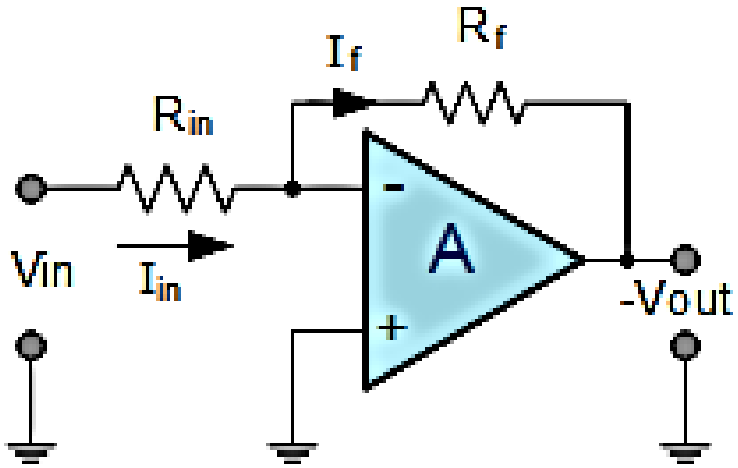
$$\frac{V_i}{R_1} + \frac{V_i - V_o}{R_f} = 0$$

พิจารณาที่โนด $V_{(-)}$ และแทนค่า $V_{(-)} = V_i$

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) V_i$$

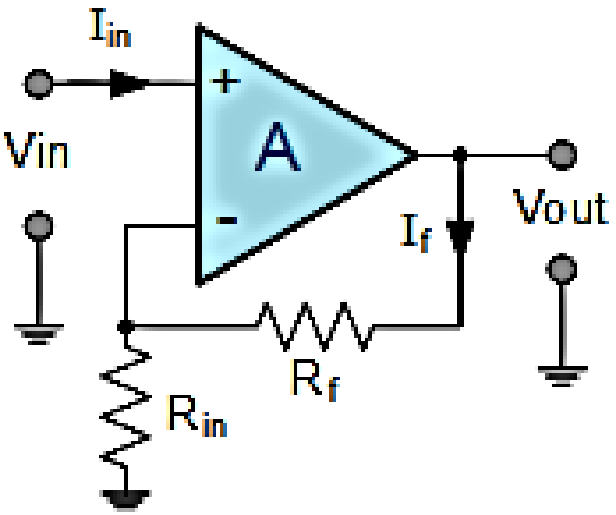
voltage gain หรืออัตราขยายของ Vout / Vin

Inverting Op-amp



$$A = \frac{Vout}{Vin} = -\frac{Rf}{Rin}$$

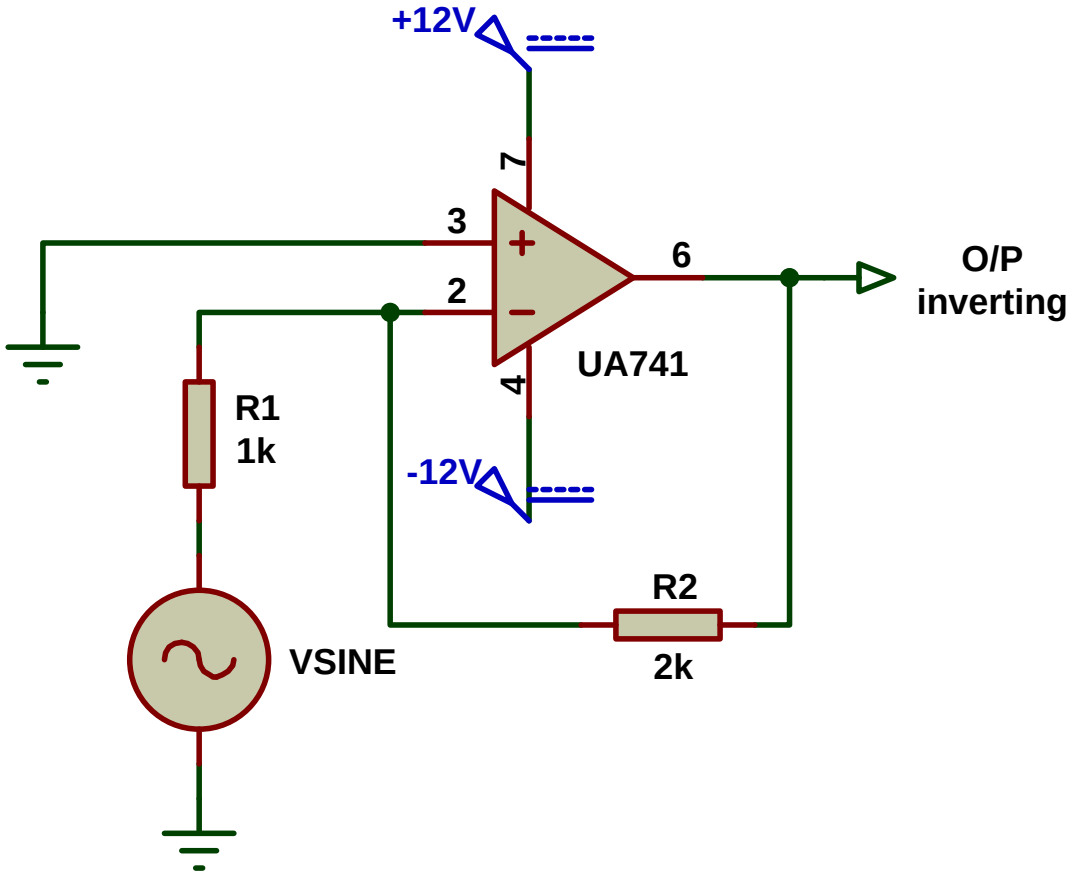
Non-inverting Op-amp



$$A = \frac{Vout}{Vin} = 1 + \frac{Rf}{Rin}$$

A = voltage gain หรืออัตราขยาย

ตัวอย่างที่ 1 การขยายสัญญาณ แบบ Close-loop โดยใช้วงจร inverting Amp โดยกำหนด V_i = 1V, ค่าวงจรดังนี้

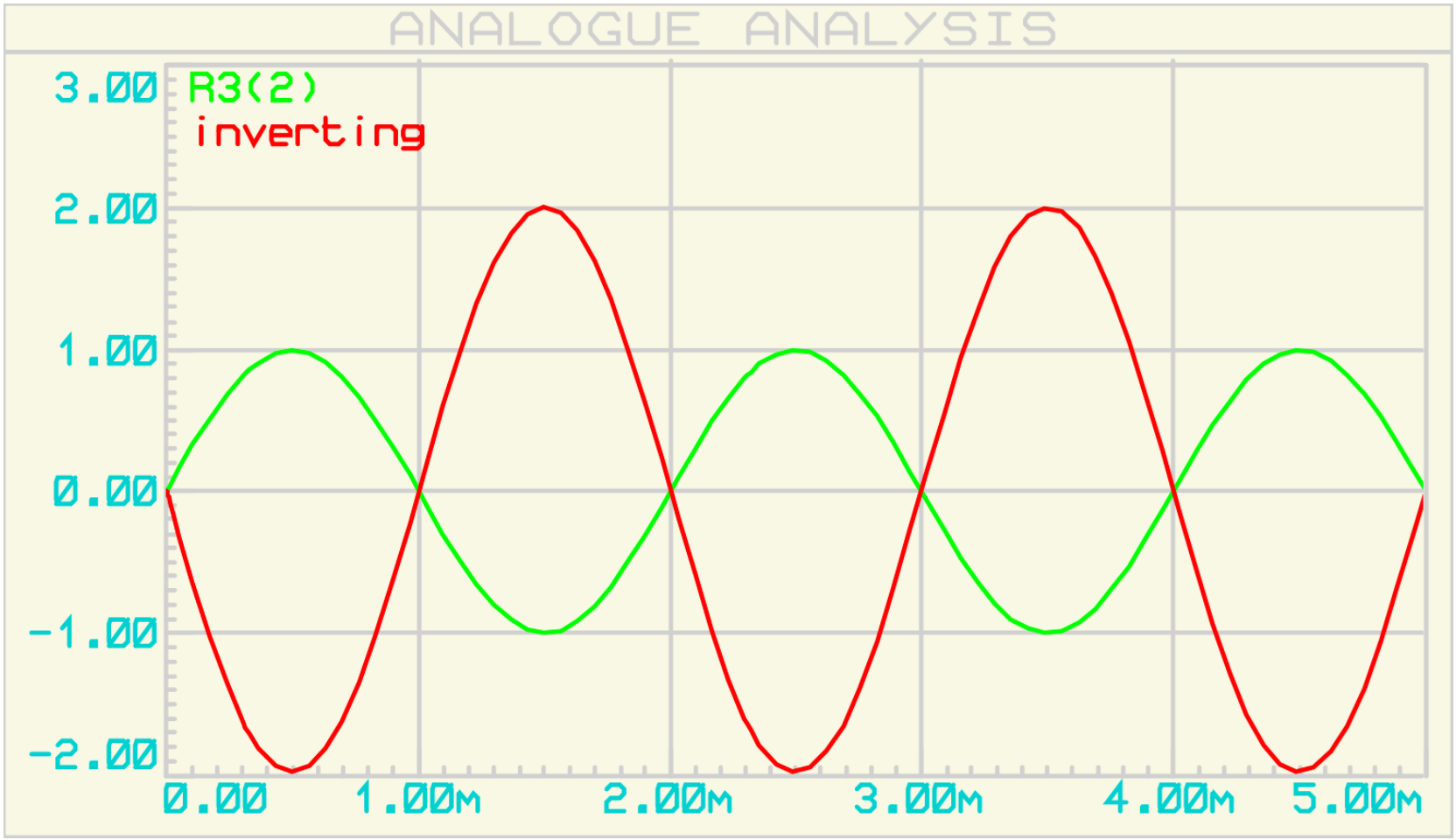


$$V_o = -\frac{R_f}{R_1}V_i$$

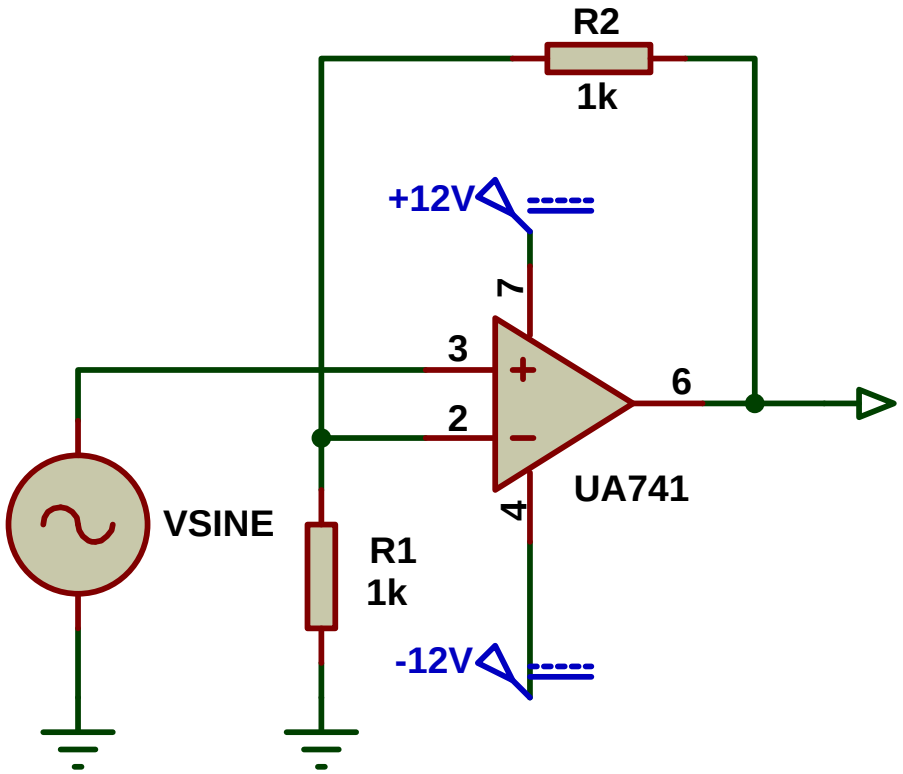
$$V_o = -\left(\frac{2k\Omega}{1k\Omega}\right)\times 1V$$

$$V_o = -2V$$

ต่อ


ANALOGUE ANALYSIS
R3(2)
inverting
3.00
2.00
1.00
0.00
-1.00
-2.00
0.00
1.00m
2.00m
3.00m
4.00m
5.00m

ตัวอย่างที่ 2 การขยายสัญญาณ แบบ Close-loop โดยใช้วงจร non-inverting Amp โดยกำหนด V_i = 1V, ค่าวงจรดังนี้

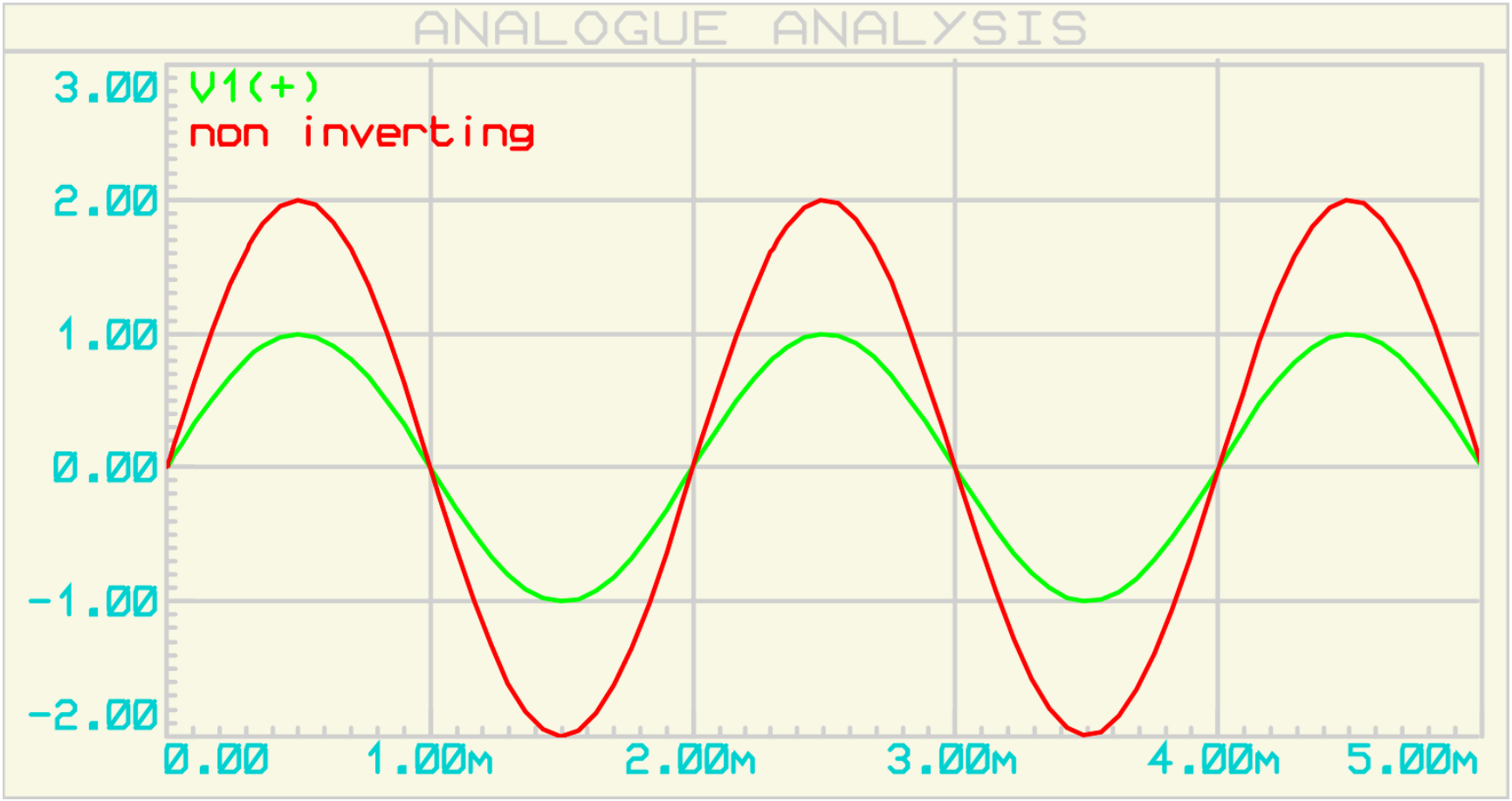


$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) V_i$$

$$V_o = \left(1 + \frac{1k\Omega}{1k\Omega}\right) \times 1V$$

$$V_o = 2V$$

ต่อ


ANALOGUE ANALYSIS
V1(+)
non inverting
3.00
2.00
1.00
0.00
-1.00
-2.00
0.00
1.00m
2.00m
3.00m
4.00m
5.00m

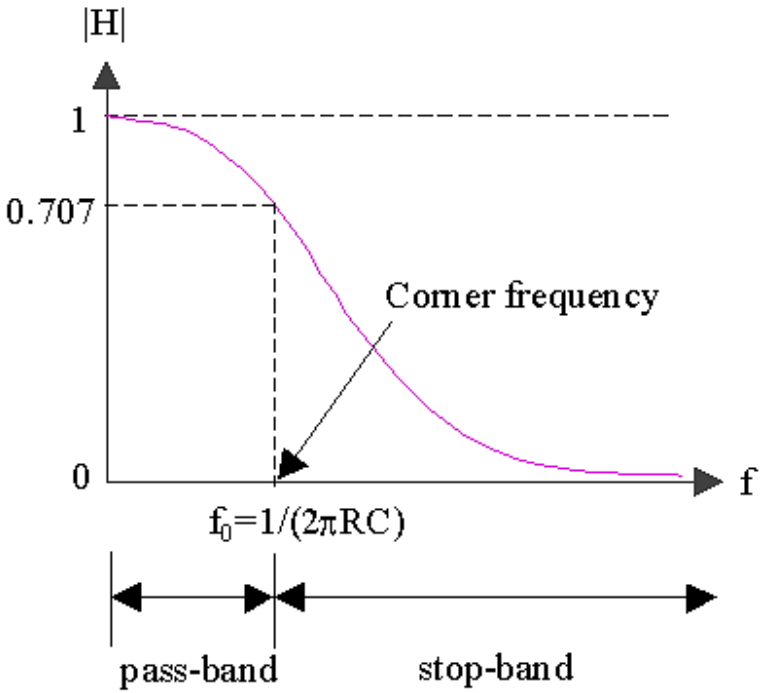
วงจรกรองความถี่(filters)

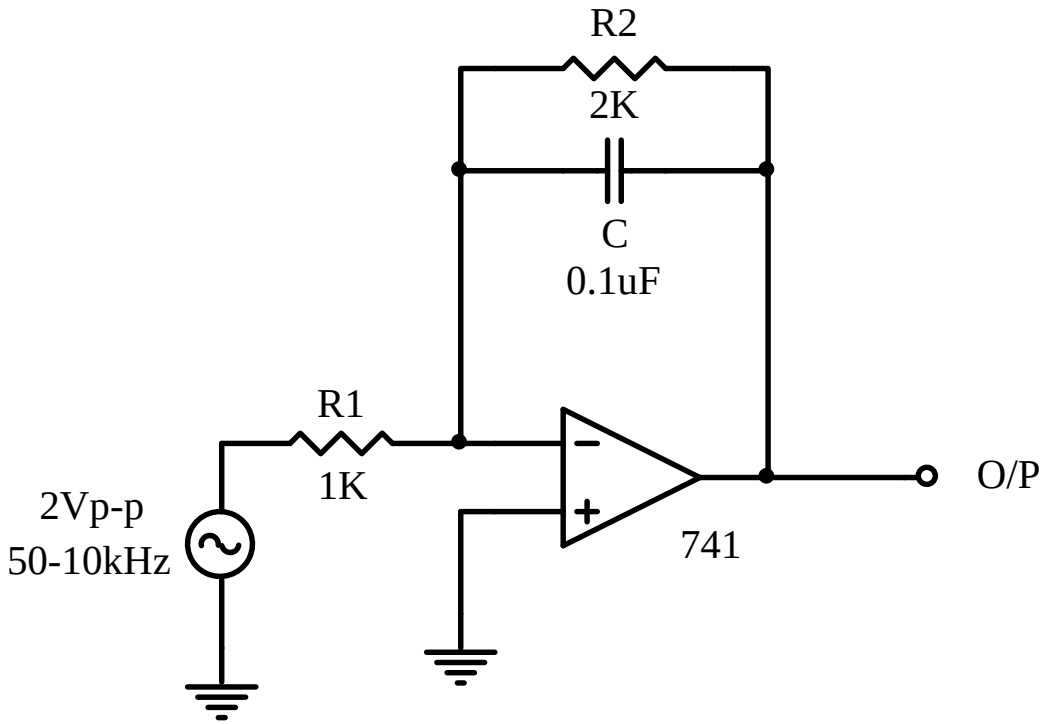
วงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ (Active filters) จะใช้ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถทำ การขยายสัญญาณ **เช่น ออปแอมป์** ทำให้วงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟ

สามารถแบ่งออกเป็นชนิด ตามหน้าที่การทำ งานได้อีกเป็น 4 ชนิด ได้แก่

- **วงจรกรองความถี่ต่ำย่าน (Low pass filter , LPF)**
- **วงจรกรองความถี่สูงย่าน (High pass filter , HPF)**
- **วงจรกรองแถบความถี่ย่าน (Band pass filter , BPF)**
- **วงจรตัดแถบความถี่ (Notch filter หรือ Band Reject Filter, BRF)**

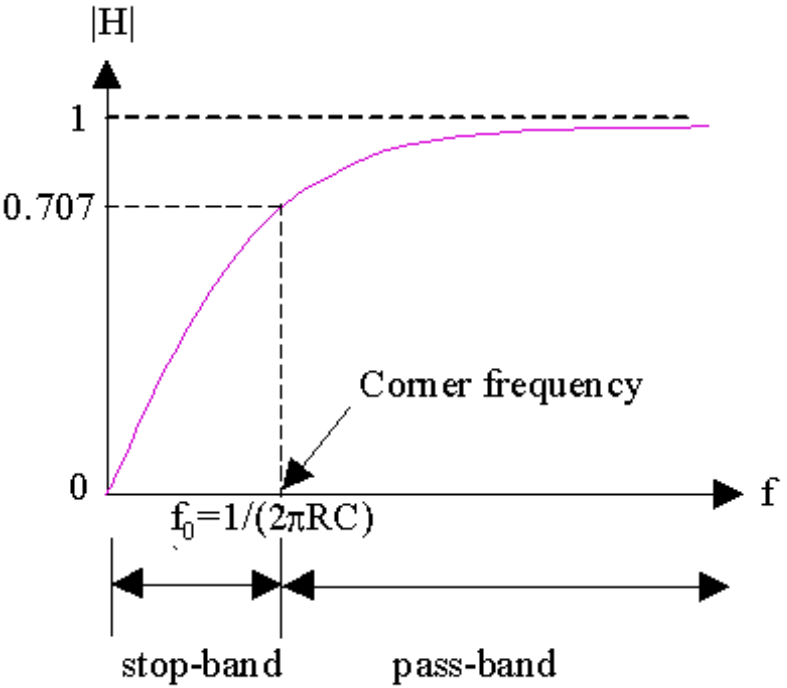
วงจรกรองความถี่ต่ำย่าน (Low pass filter, LPF)

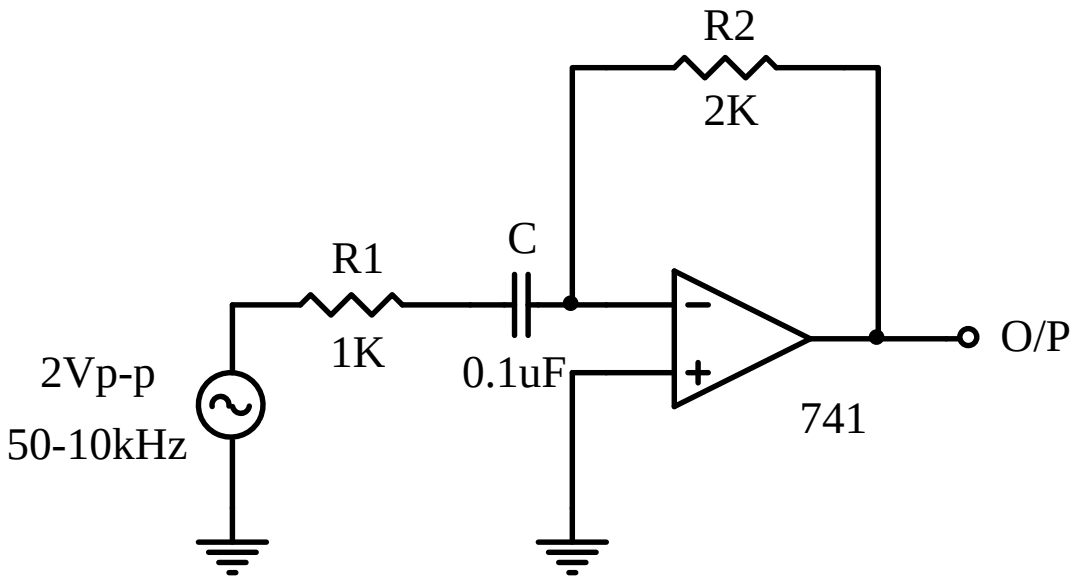




Cut off frequency $$fc = \frac{1}{2\pi R_2 C}$$

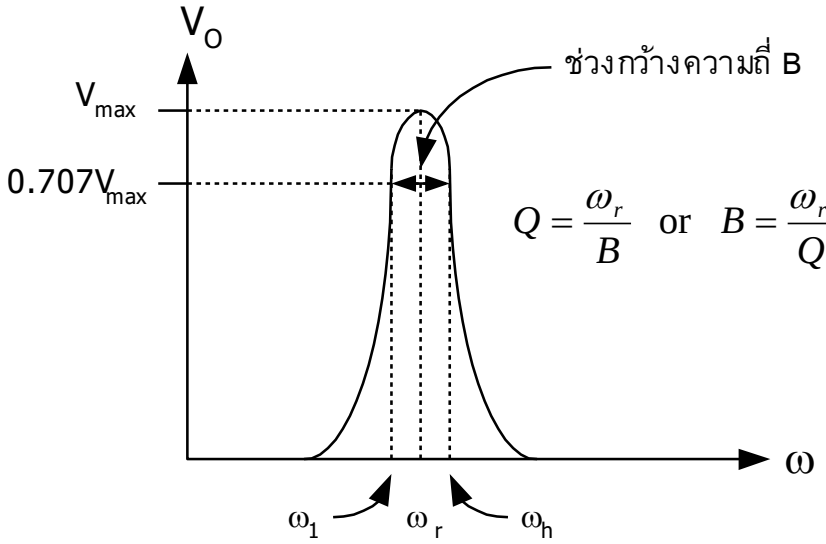
วงจรกรองความถี่สูงย่าน (High pass filter, HPF)

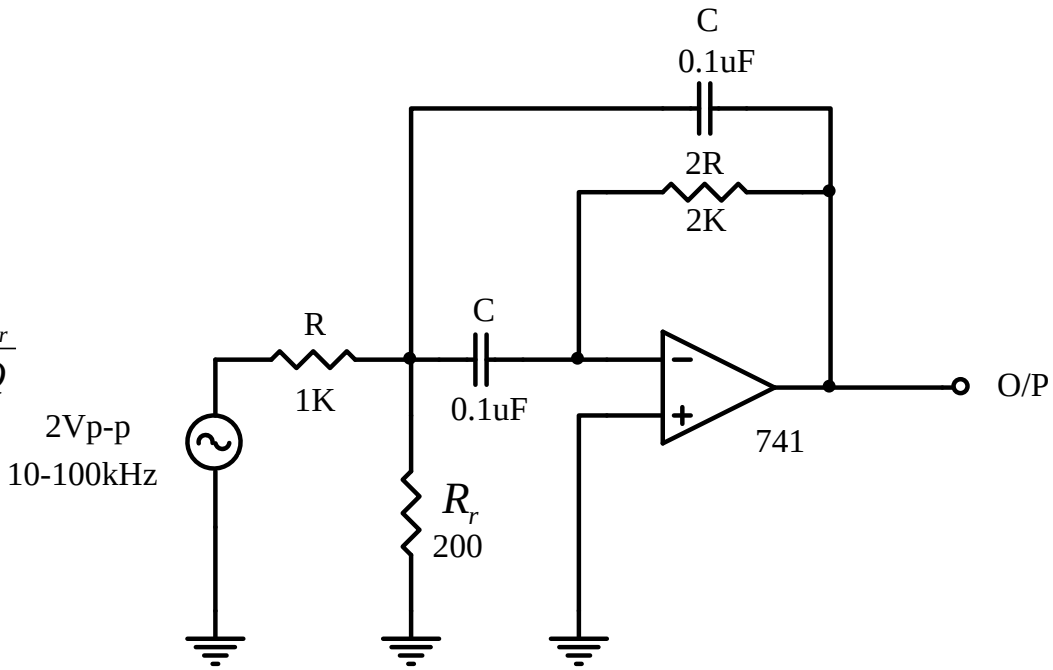




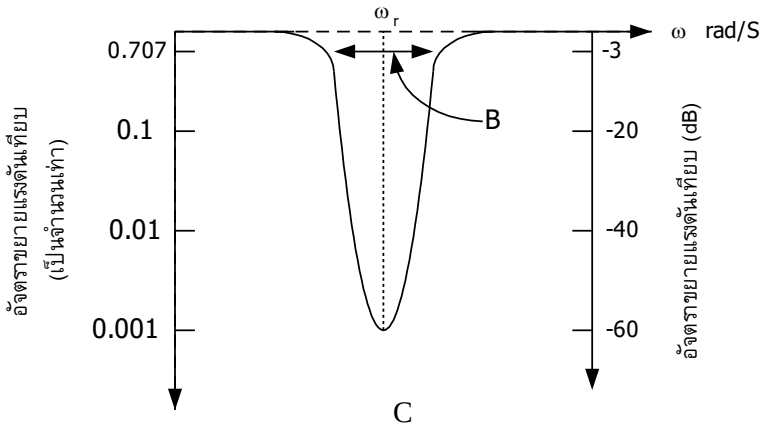
Cut off frequency $$fc = \frac{1}{2\pi R_2 C}$$

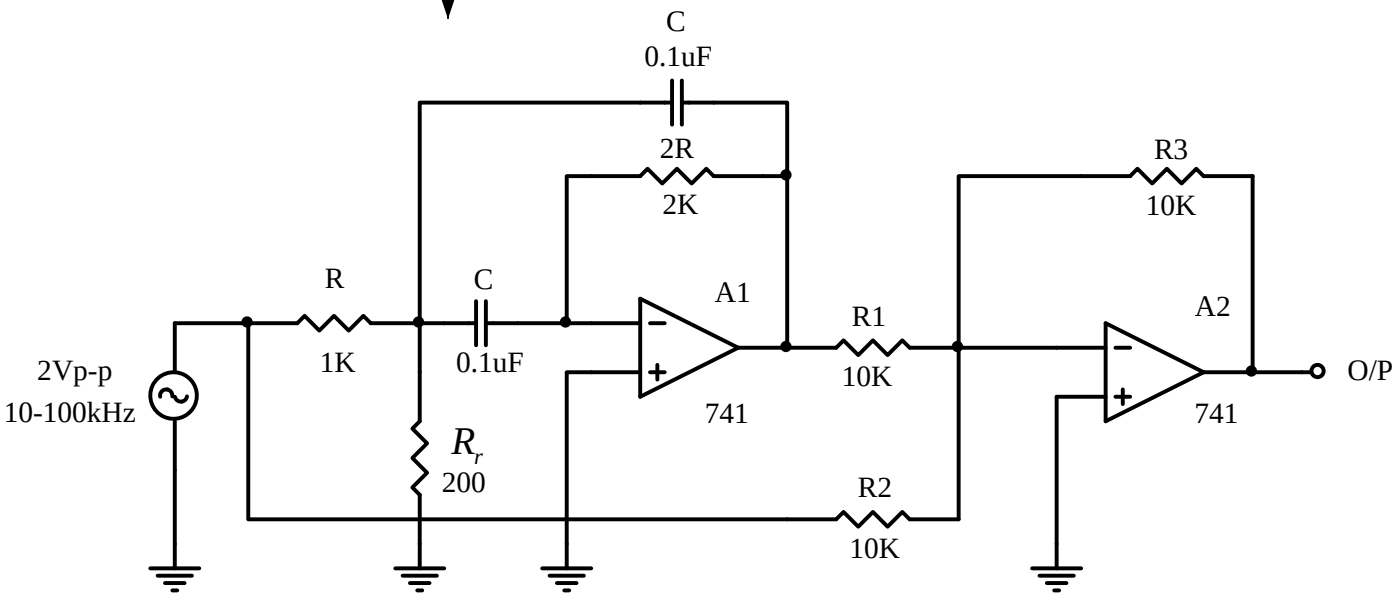
วงจรกรองแถบความถี่ย่าน (Band pass filter , BPF)





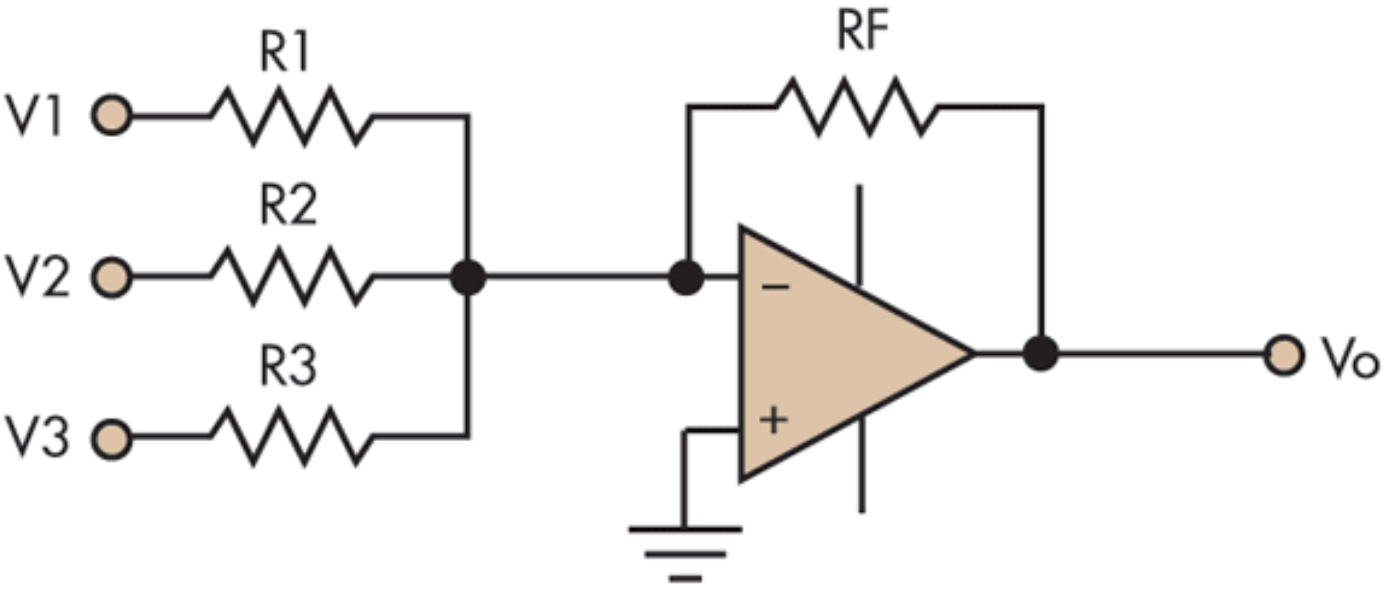
วงจรตัดแถบความถี่ (Notch filter หรือ Band Reject Filter, BRF)





วงจรขยายแบบรวมสัญญาณ (Summing Amplifier)

วงจรขยายสัญญาณแบบรวมสัญญาณ คือ วงจรออปแอมป์ที่รวมอินพุตตั้งแต่ 2 อินพุตขึ้นไปมารวมกัน



พิจารณาจากรูป(สังเกตที่ขั้วบวก)จะได้ $V_{(+)} = 0 = V_{(-)}$

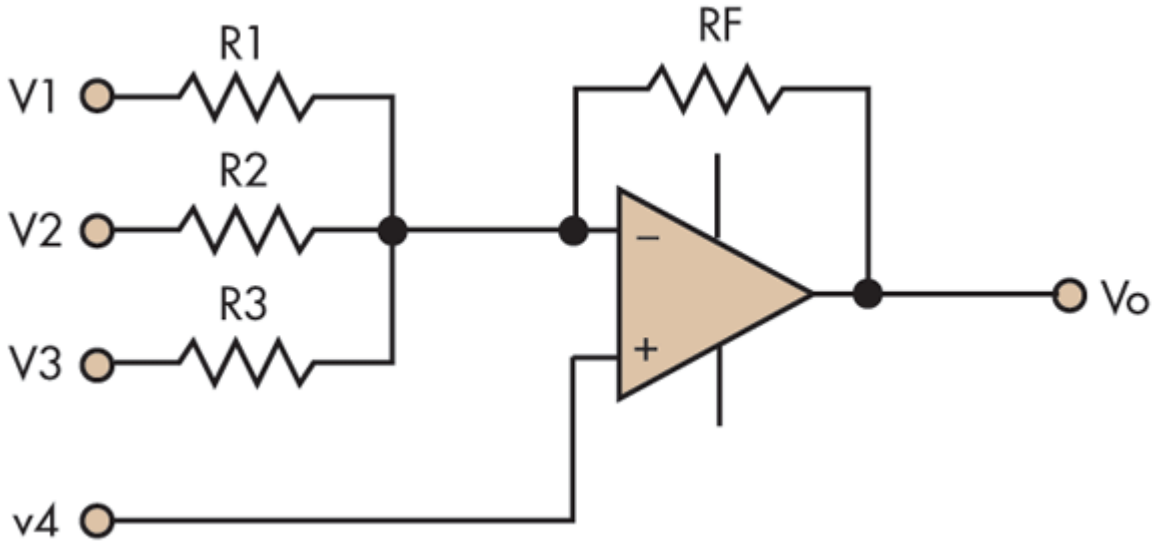
$$\frac{V_{(-)} - V_1}{R_1} + \frac{V_{(-)} - V_2}{R_2} + \frac{V_{(-)} - V_3}{R_3} + \frac{V_{(-)} - V_o}{R_f} = 0$$

พิจารณาที่โนด $V_{(-)}$ และแทนค่า $V_{(-)} = 0$

$$-\frac{V_1}{R_1} - \frac{V_2}{R_2} - \frac{V_3}{R_3} - \frac{V_o}{R_f} = 0$$

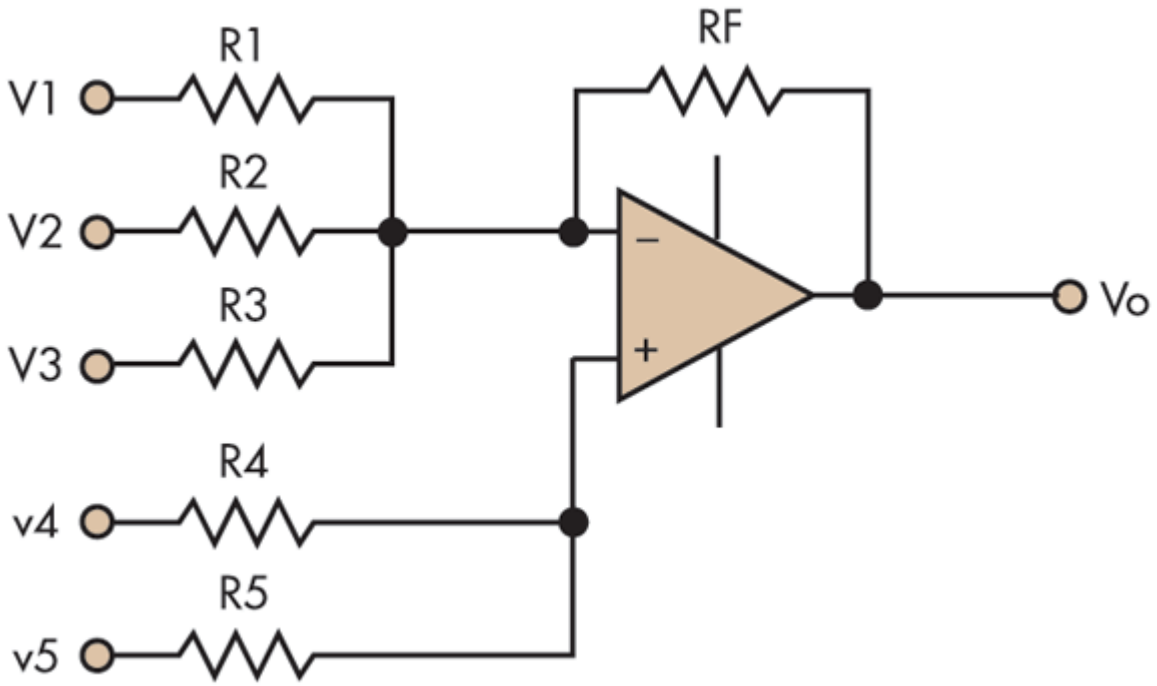
$$V_o = -\left(\frac{R_f}{R_1}V_1 + \frac{R_f}{R_2}V_2 + \frac{R_f}{R_3}V_3\right)$$

วงจรขยายแบบรวมสัญญาณ (Summing Amplifier)



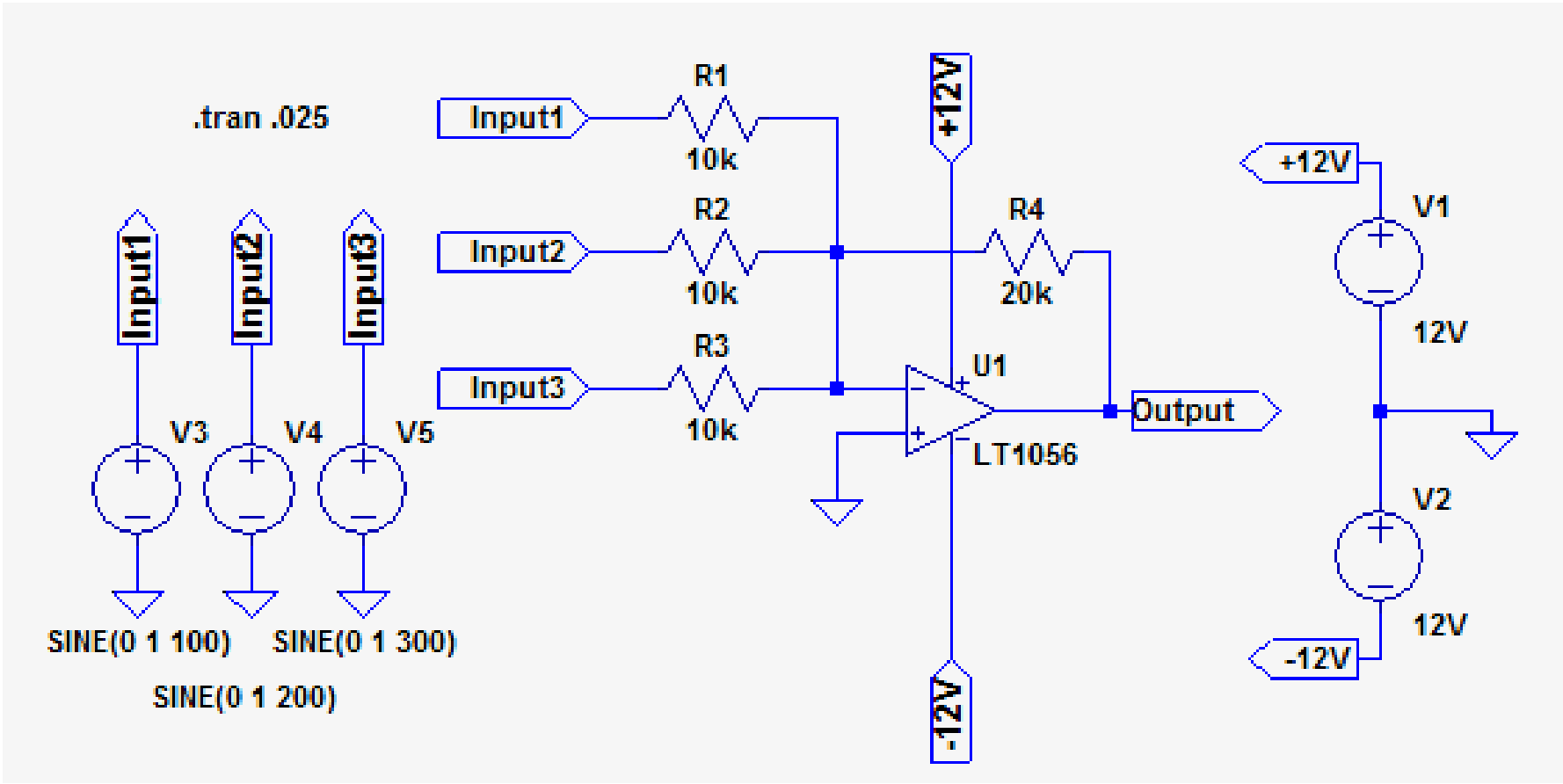
$$Vo = V1\left(\frac{-RF}{R1}\right) + V2\left(\frac{-RF}{R2}\right) + V3\left(\frac{-RF}{R3}\right) + v4\left(\frac{RF}{R1 \| R2 \| R3} + 1\right)$$

วงจรขยายแบบรวมสัญญาณ (Summing Amplifier)

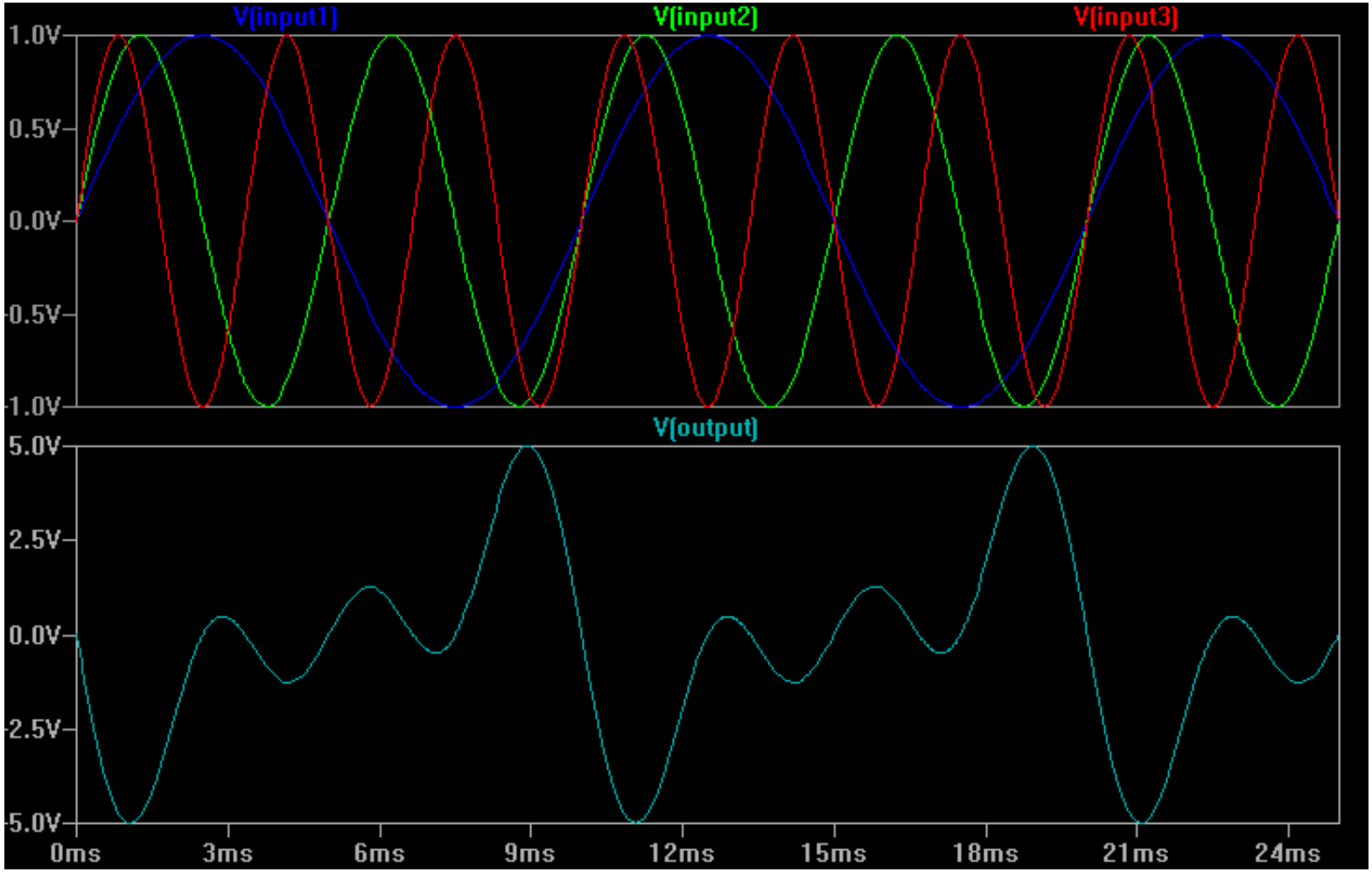


$$Vo = V1\left(\frac{-RF}{R1}\right) + V2\left(\frac{-RF}{R2}\right) + V3\left(\frac{-RF}{R3}\right) + v4\left(\frac{R5}{R4+R5}\right)\left(\frac{RF}{R1 \| R2 \| R3} + 1\right) + v5\left(\frac{R4}{R4+R5}\right)\left(\frac{RF}{R1 \| R2 \| R3} + 1\right)$$

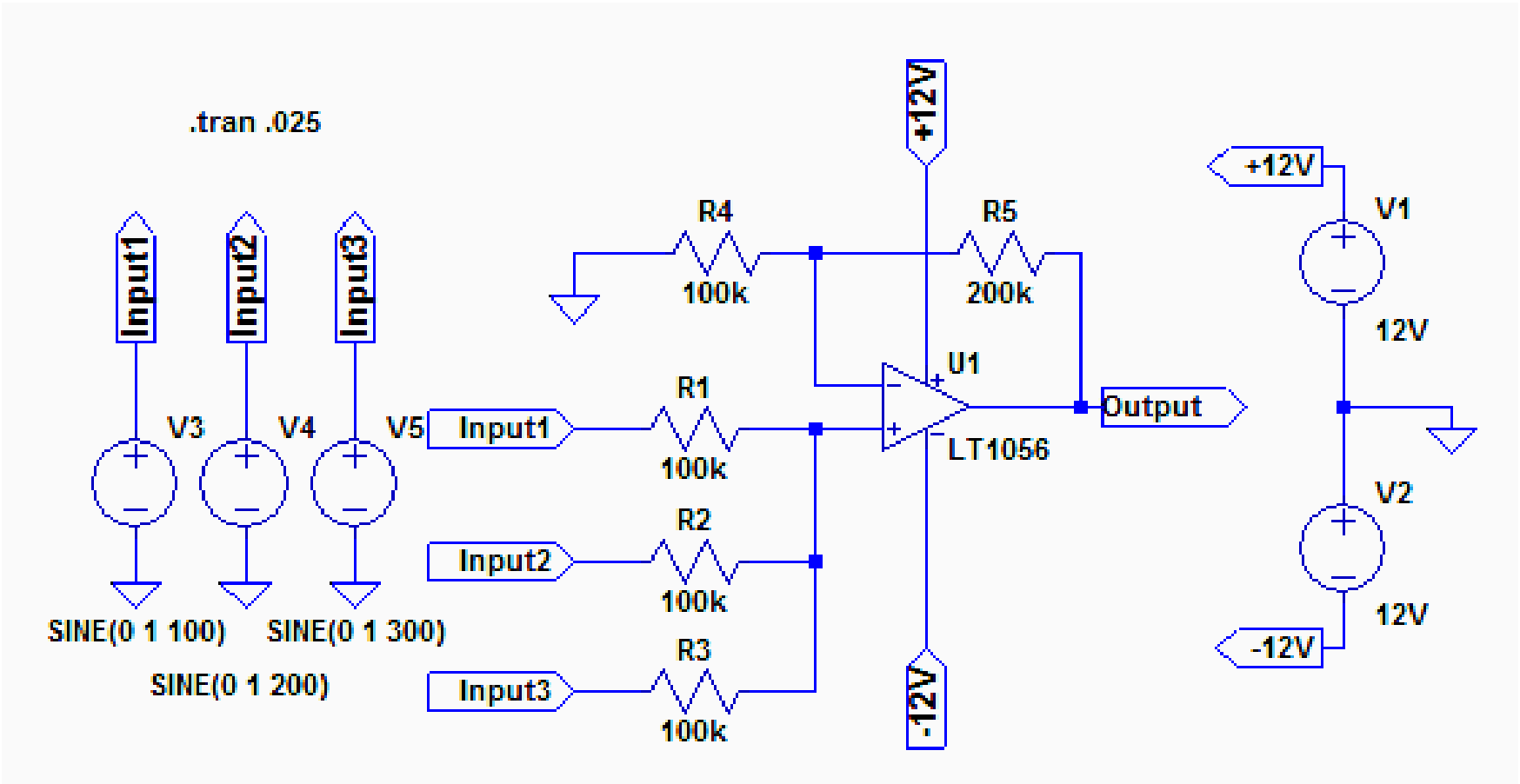
ตัวอย่างที่ 3 การขยายสัญญาณ Inverting Summing Amplifier



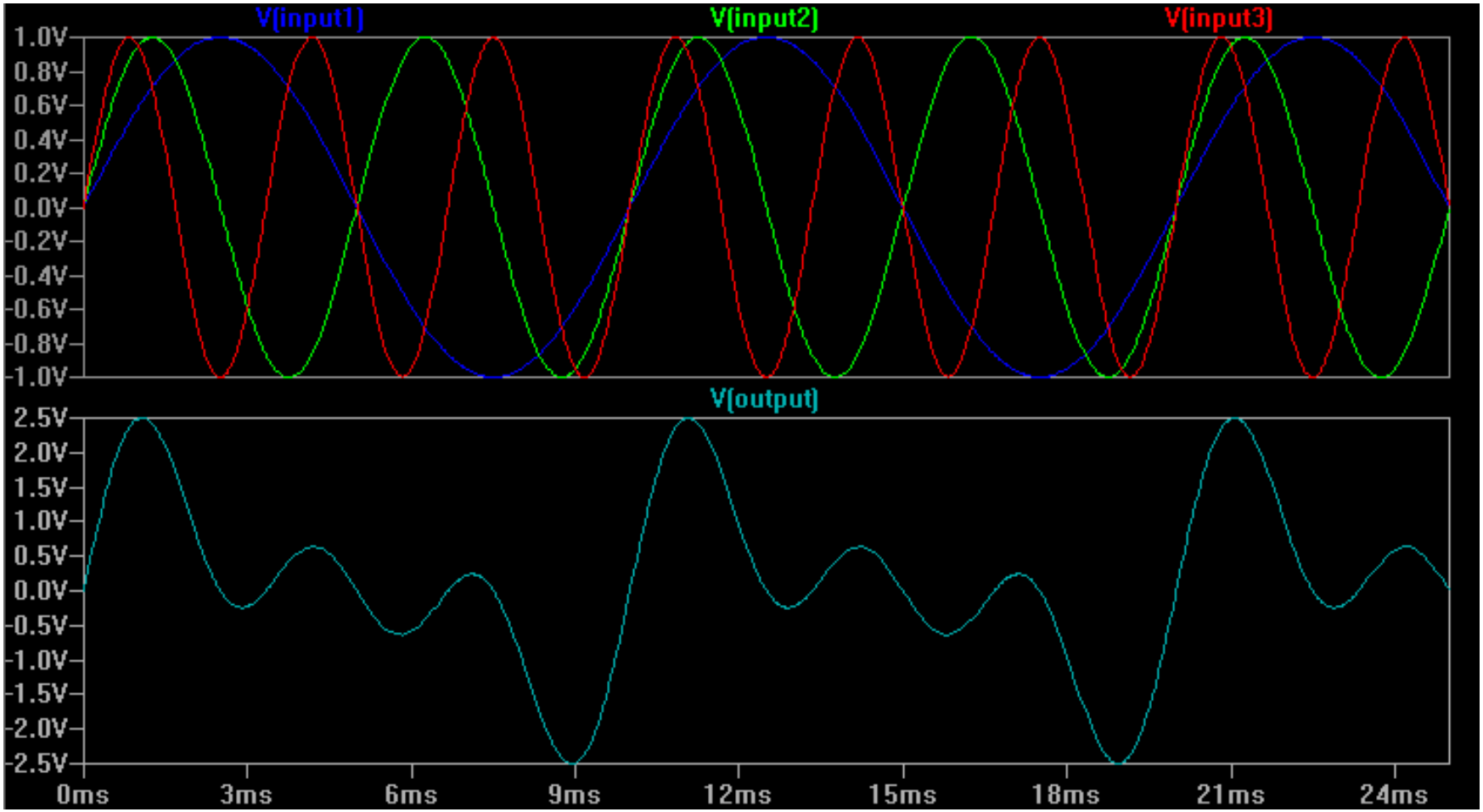
ต่อ การขยายสัญญาณ Inverting Summing Amplifier



ตัวอย่างที่ 4 การขยายสัญญาณ Non-inverting Summing Amplifier

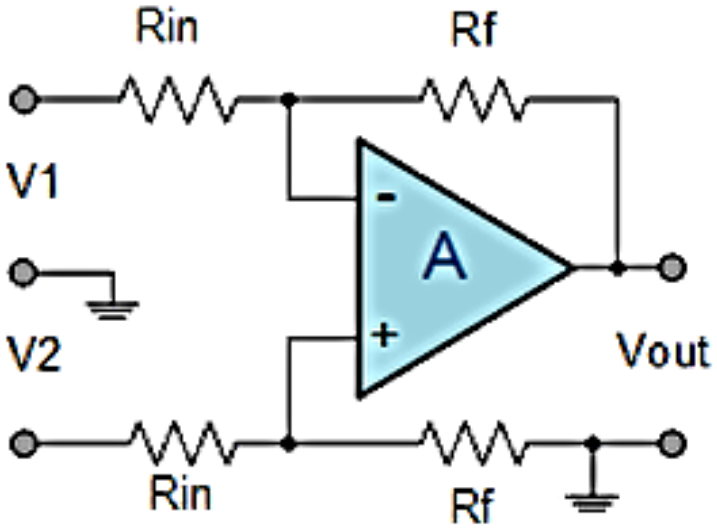


ต่อ การขยายสัญญาณ Non-inverting Summing Amplifier



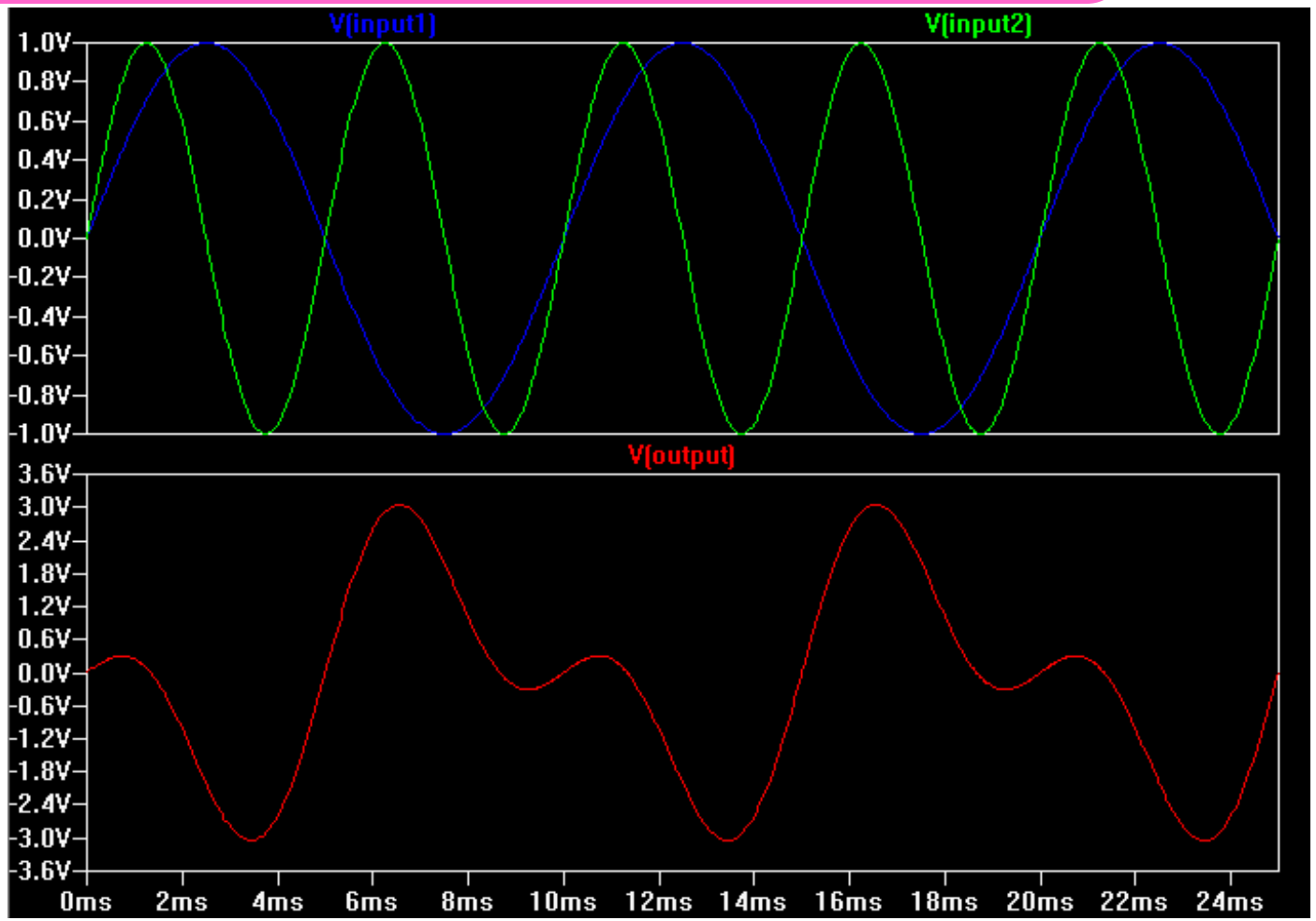
วงจรขยายสัญญาณแบบเปรียบเทียบสัญญาณ (Difference Amplifier)

วงจรขยายสัญญาณแบบเปรียบเทียบ คือ วงจรที่ทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสองอินพุต

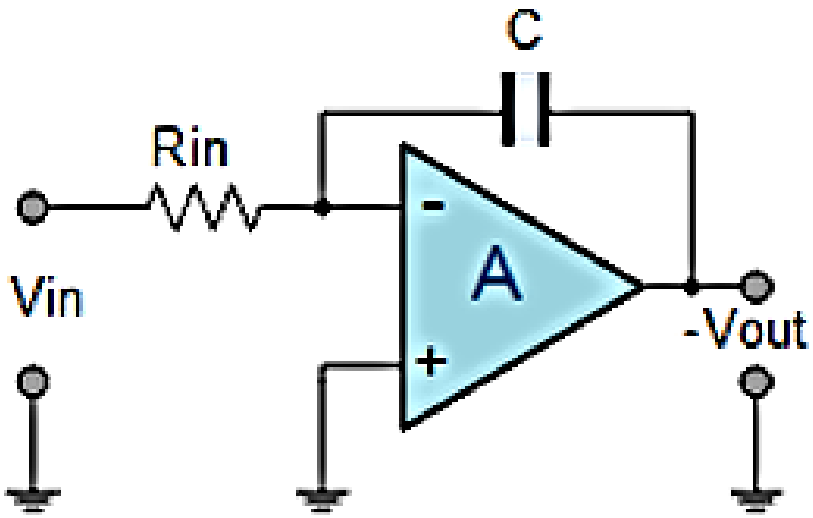


$$Vout = \frac{Rf}{Rin}(V2 - V1)$$

วงจรขยายสัญญาณแบบเปรียบเทียบสัญญาณ (Difference Amplifier)

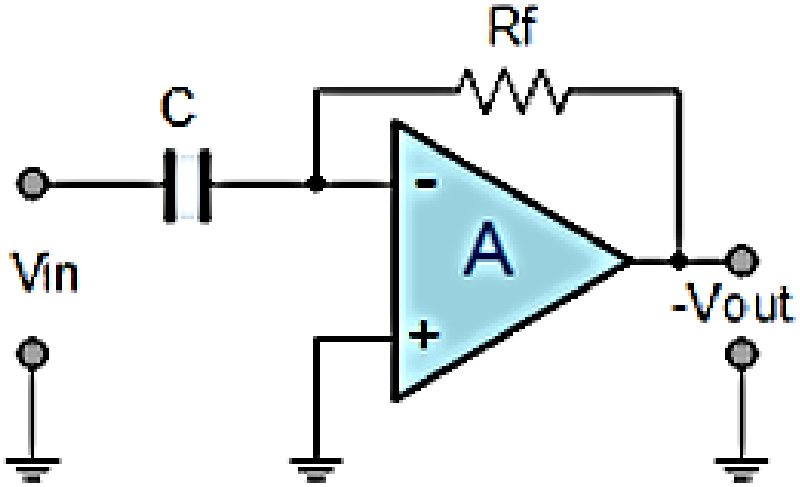


วงจรทำหน้าที่ตรวจจับการเพิ่มของสัญญาณด้านอินพุต (Integrator Circuit)



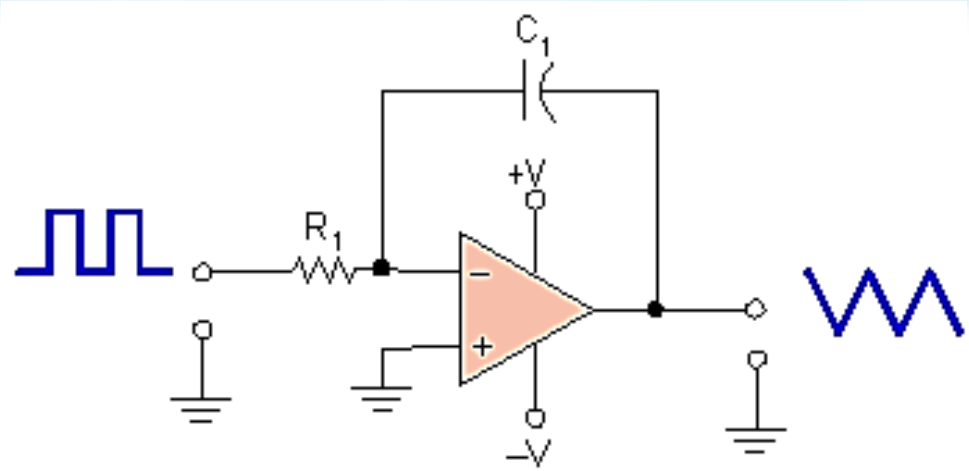
$$Vout = -\frac{1}{j\omega RinC}Vin$$

วงจรทำหน้าที่ตรวจจับความแตกต่างสัญญาณด้านอินพุต (Differentiator Circuit)

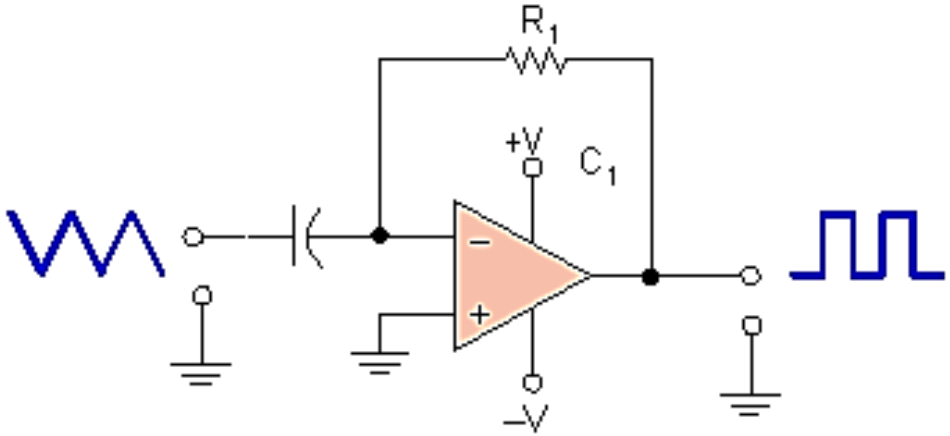


$$Vout = -Rf\ C \frac{dVin}{dt}$$

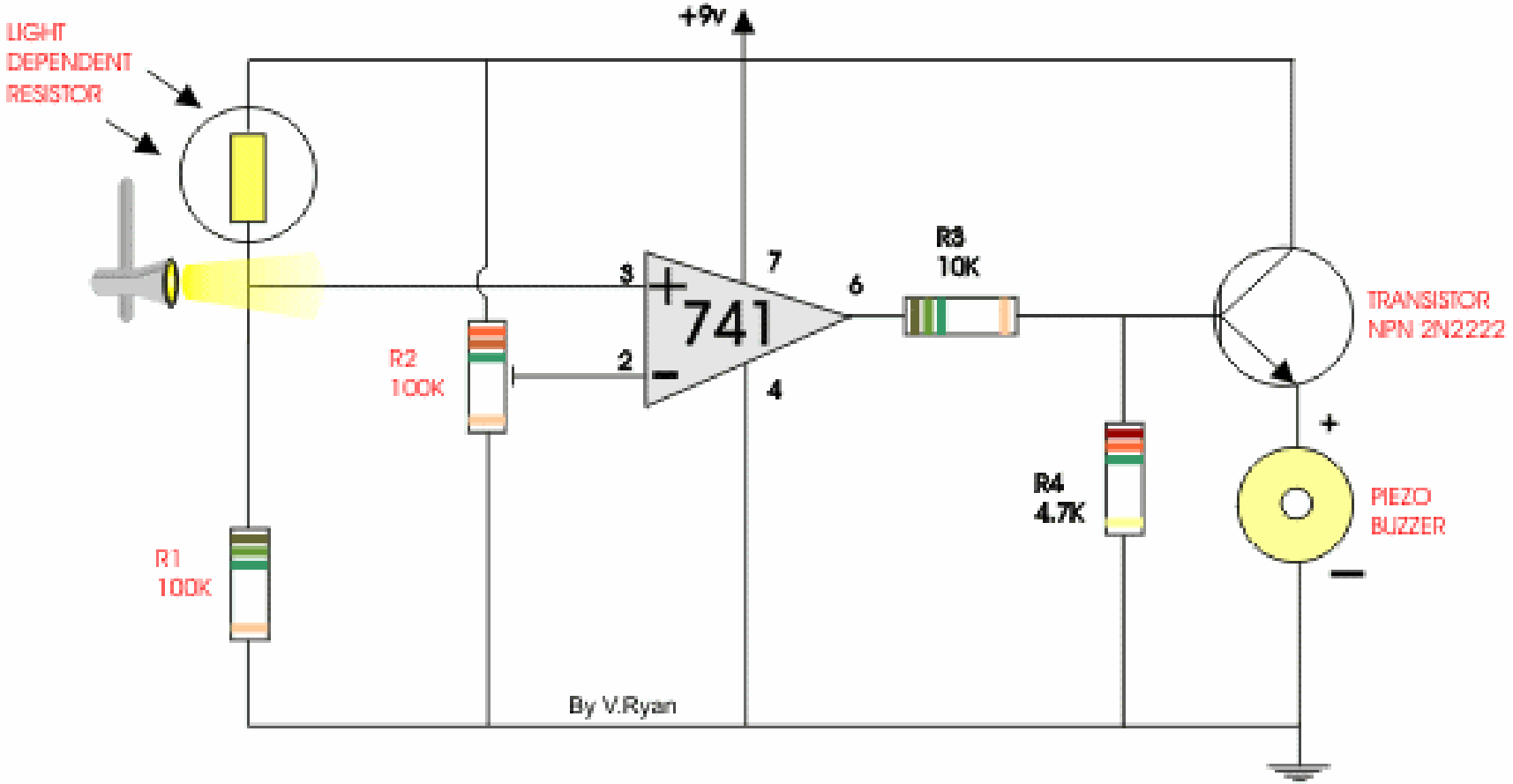
ตัวอย่างที่ 5

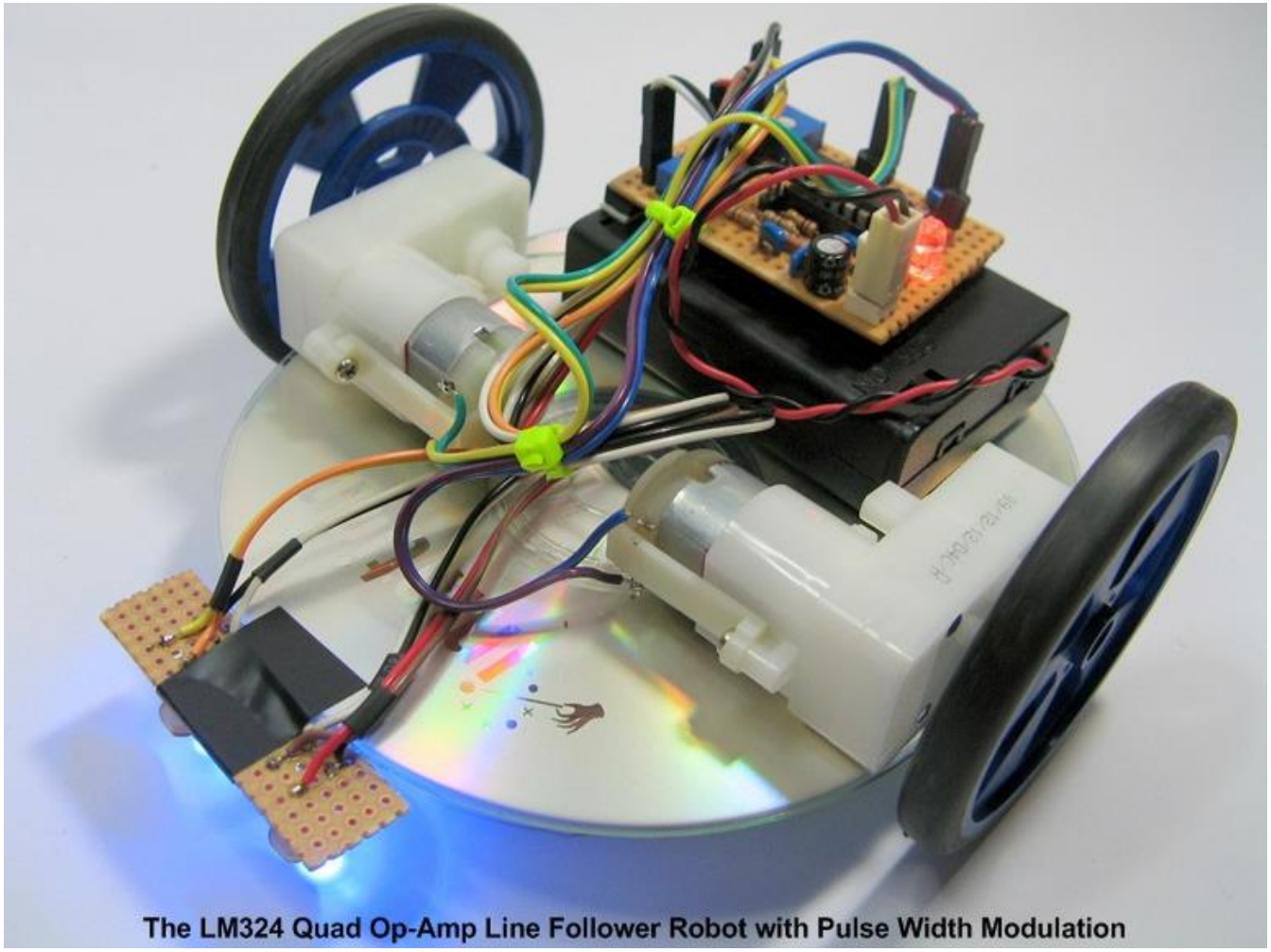


(a) An integrator

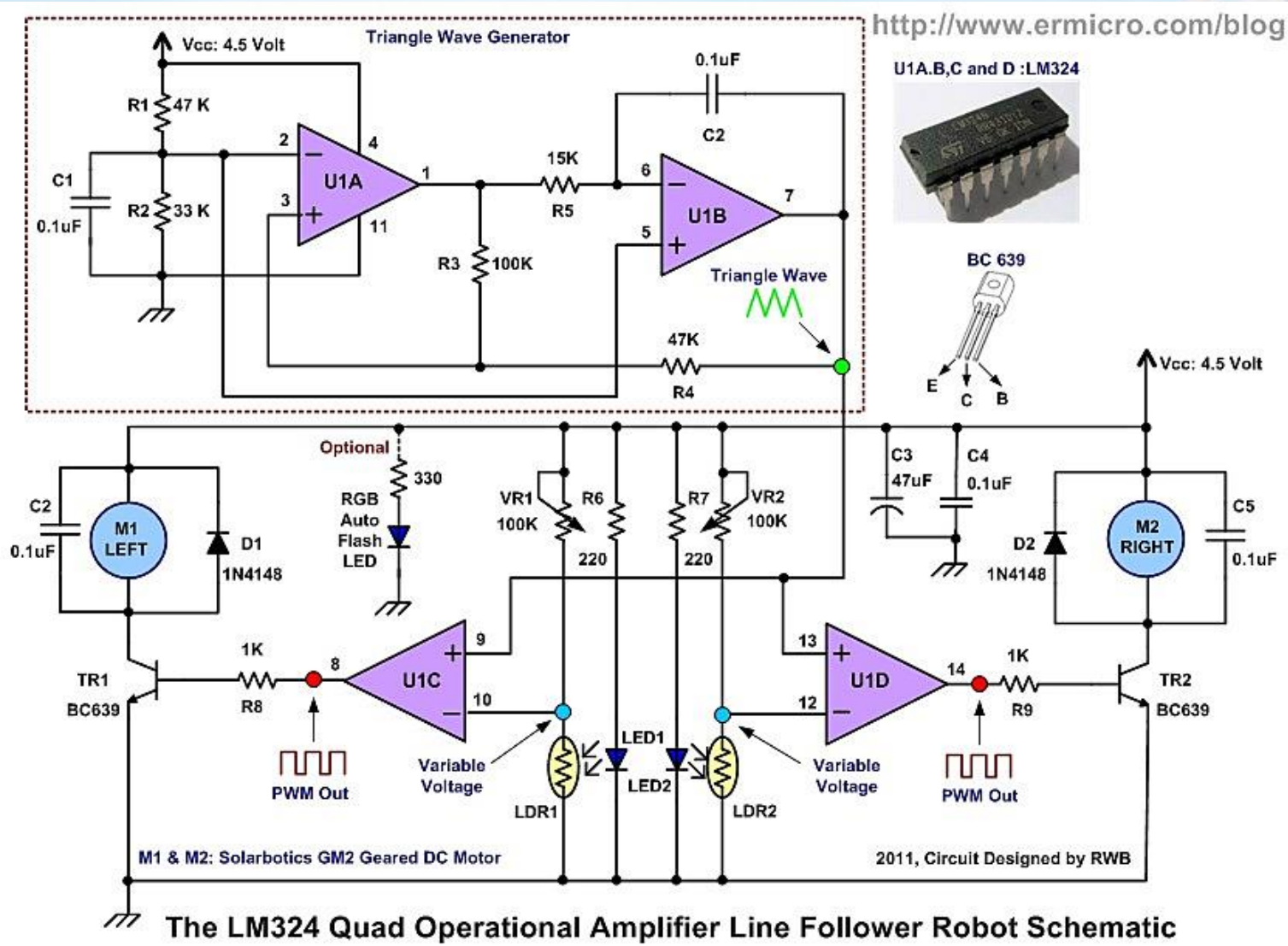


(b) A differentiator

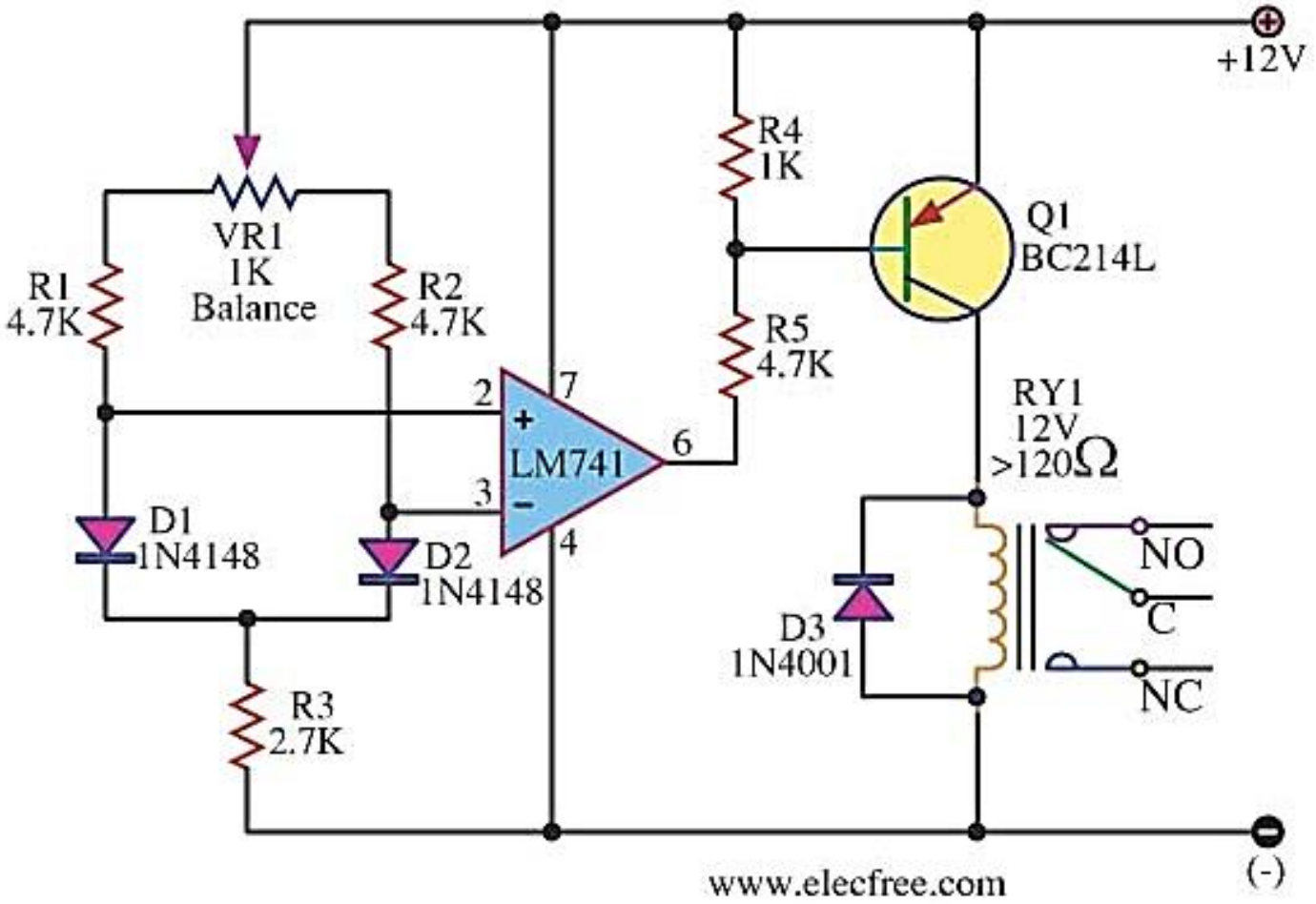

LIGHT
DEPENDENT
RESISTOR
+9v
R1
100K
R2
100K
3
2
741
7
6
4
R3
10K
R4
4.7K
TRANSISTOR
NPN 2N2222
PIEZO
BUZZER
By V.Ryan



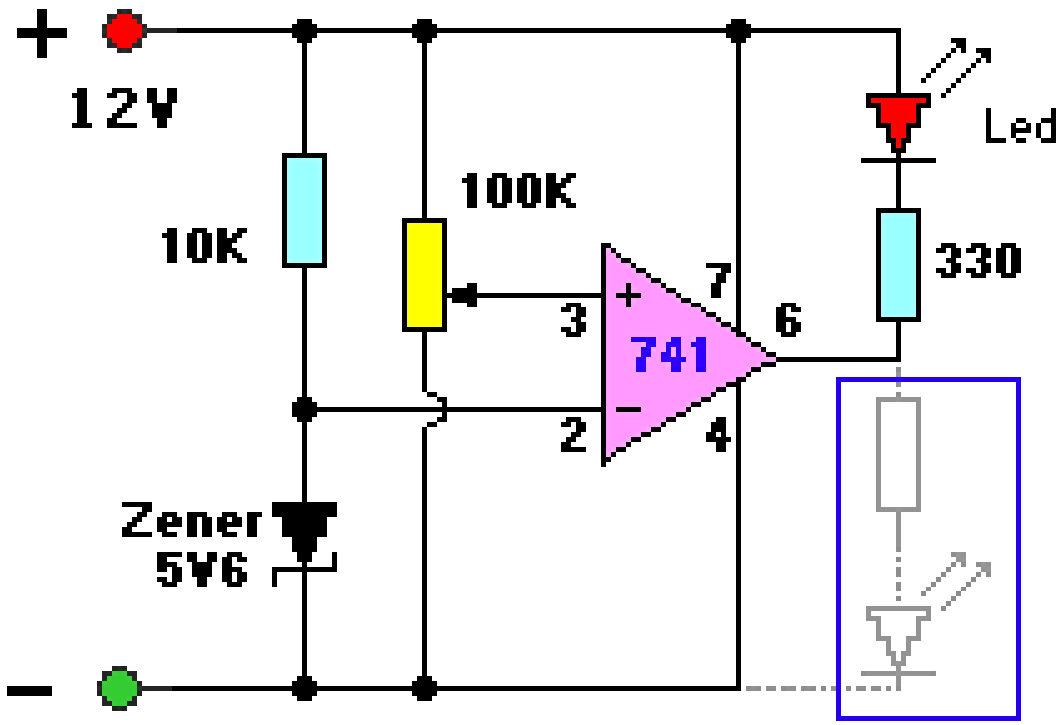
The LM324 Quad Op-Amp Line Follower Robot with Pulse Width Modulation



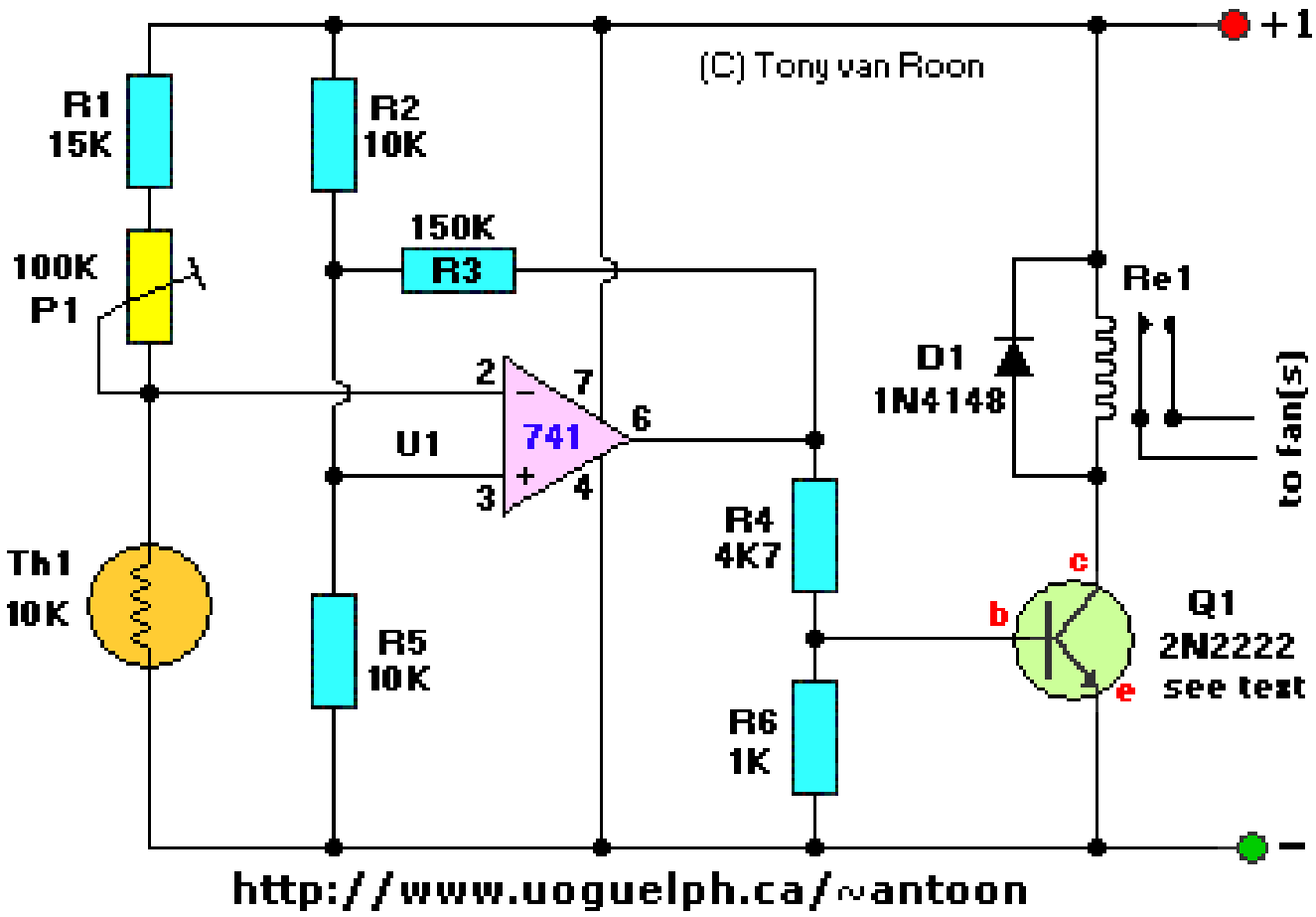
The LM324 Quad Operational Amplifier Line Follower Robot Schematic

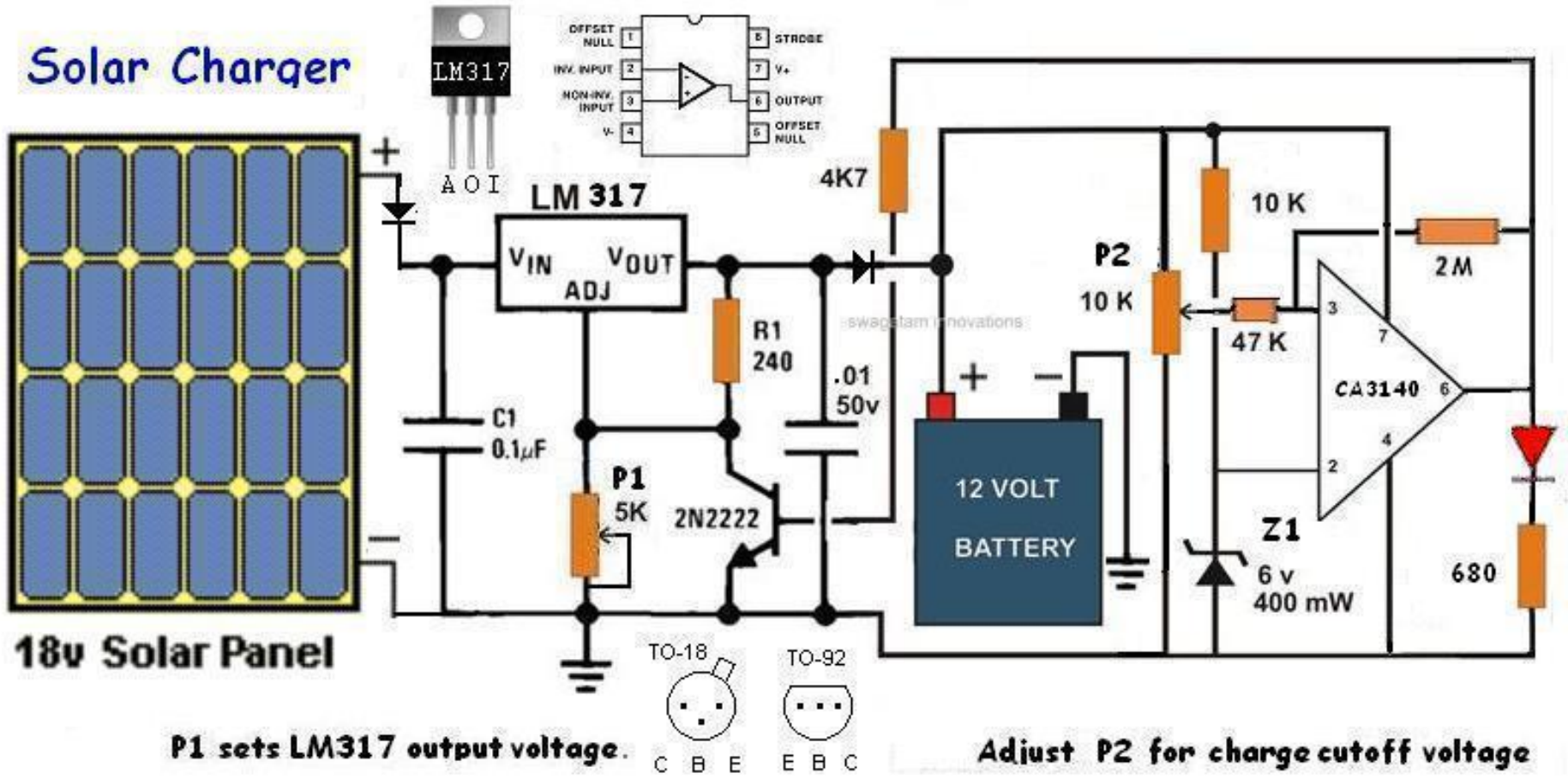

+12V
R4
1K
Q1
BC214L
VR1
1K
Balance
R1
4.7K
R2
4.7K
R5
4.7K
RY1
12V
>120Ω
2
7
+
LM741
6
3
−
4
D1
1N4148
D2
1N4148
D3
1N4001
NO
C
NC
R3
2.7K
(-)
www.elecfree.com

12V Battery Monitor



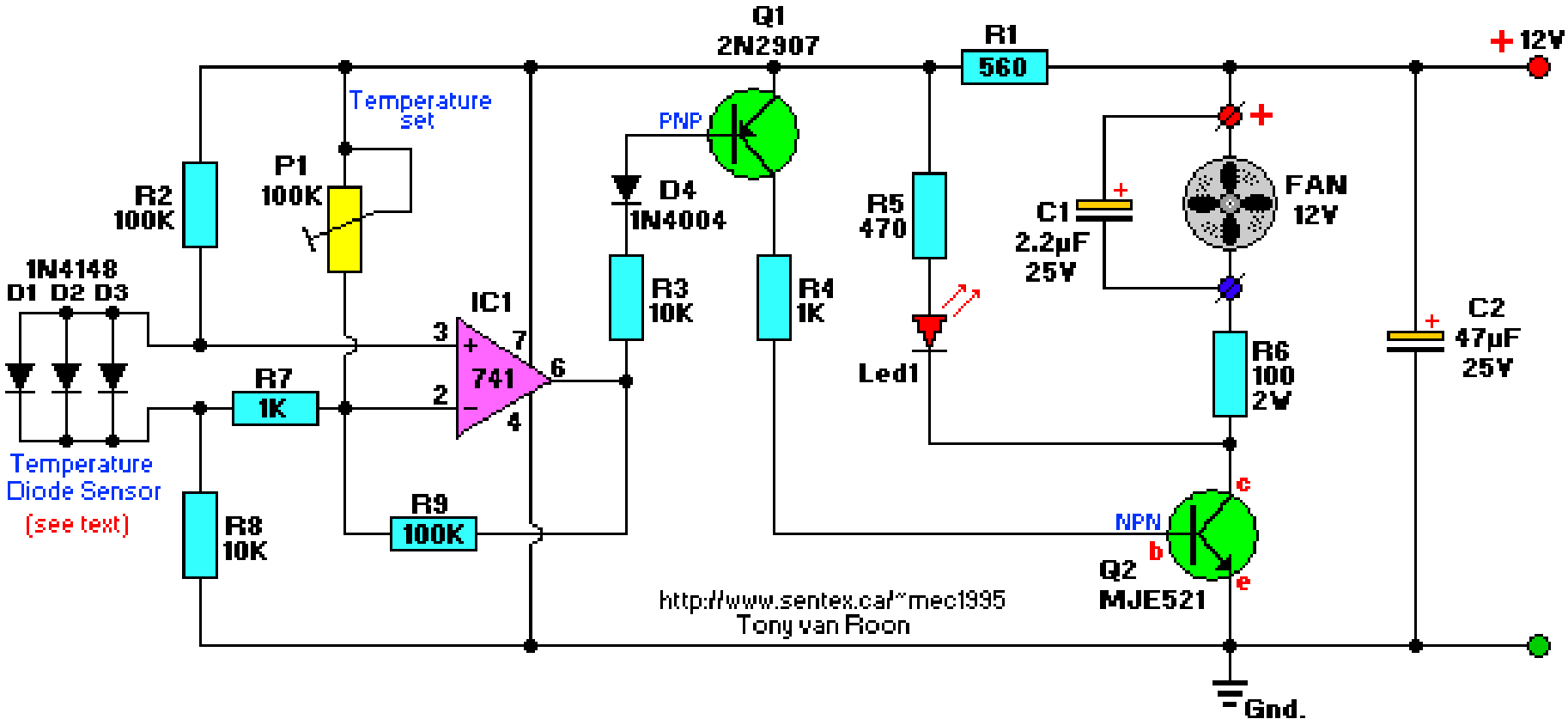
Auto-Fan


+12V
(C) Tony van Roon
R1
15K
R2
10K
150K
R3
100K
P1
Re1
D1
1N4148
to fan[s]
2
7
6
U1
741
3
4
R4
4K7
Th1
10K
c
b
e
Q1
2N2222
see test
R5
10K
R6
1K
-
http://www.uoguelph.ca/~antoon


Solar Charger
LM317
A O I
LM 317
VIN
VOUT
ADJ
4K7
10 K
P2
10 K
2M
47 K
R1
240
.01
50v
C1
0.1µF
P1
5K
2N2222
12 VOLT
BATTERY
CA3140
Z1
6 v
400 mW
680
18v Solar Panel
TO-18
C B E
TO-92
E B C
P1 sets LM317 output voltage.
Adjust P2 for charge cutoff voltage

Temperature Controlled Fan

with Diode Temperature Sensor



งานที่ 2

“ให้ออกแบบวงจร Op Amp ที่นำไปใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดย พร้อมอธิบาย”

ส่ง ก่อนวันพฤหัสบดี หน้า

จบการนำเสนอ