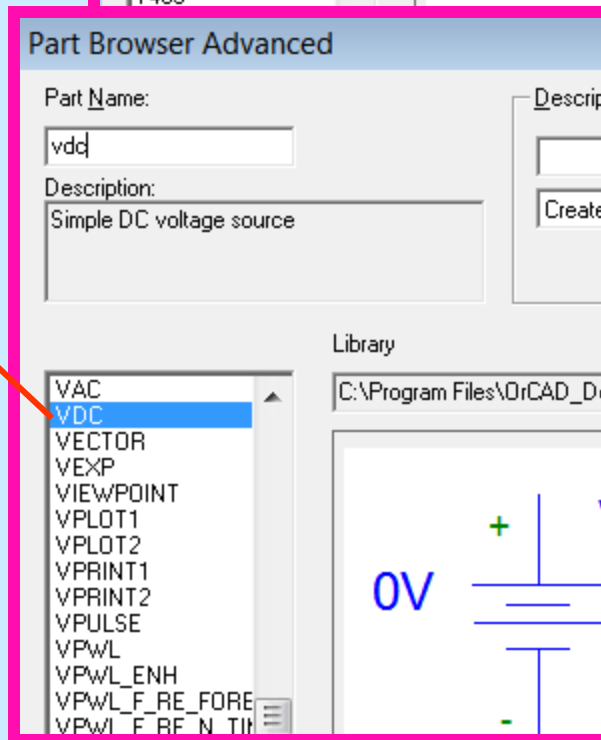
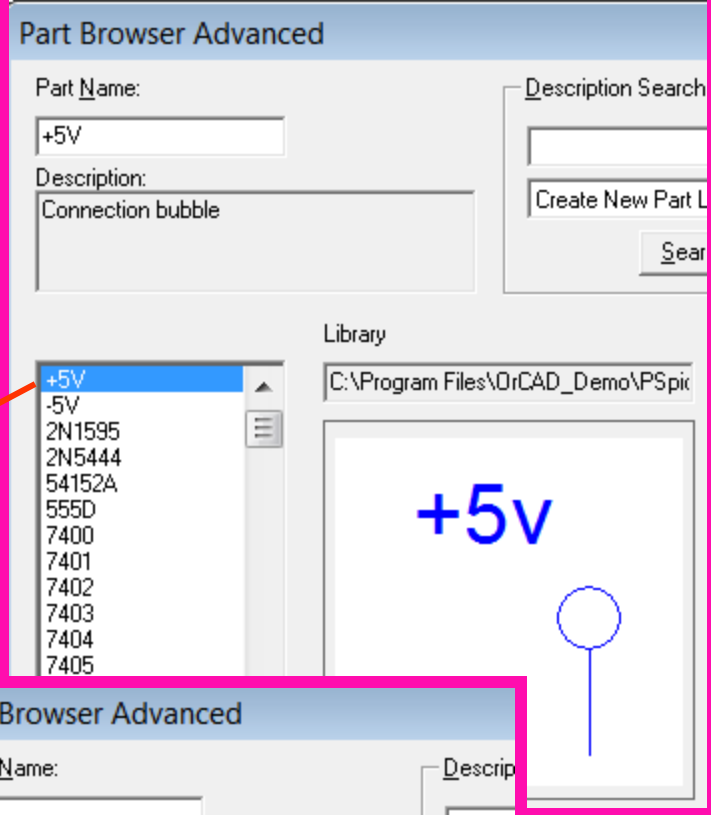
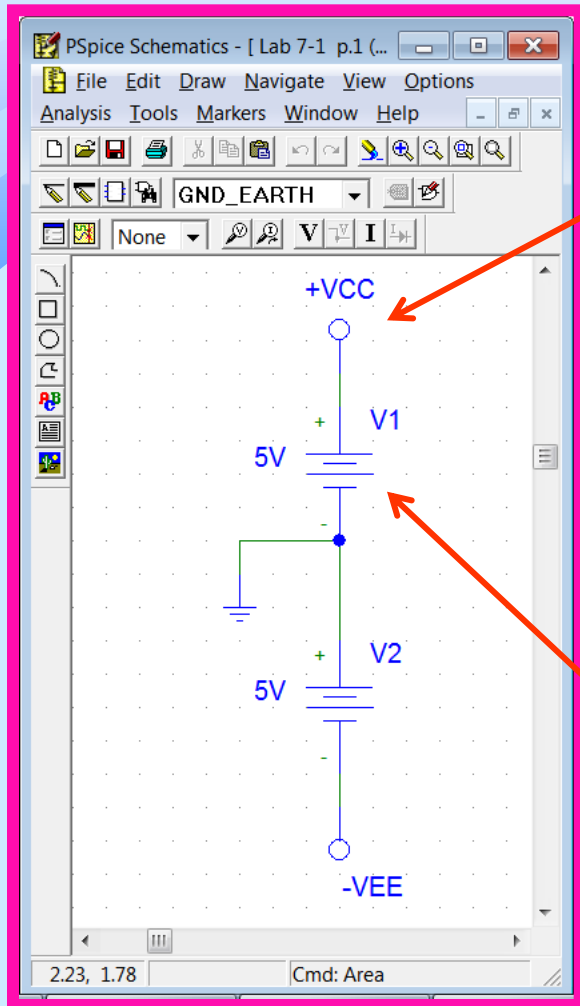
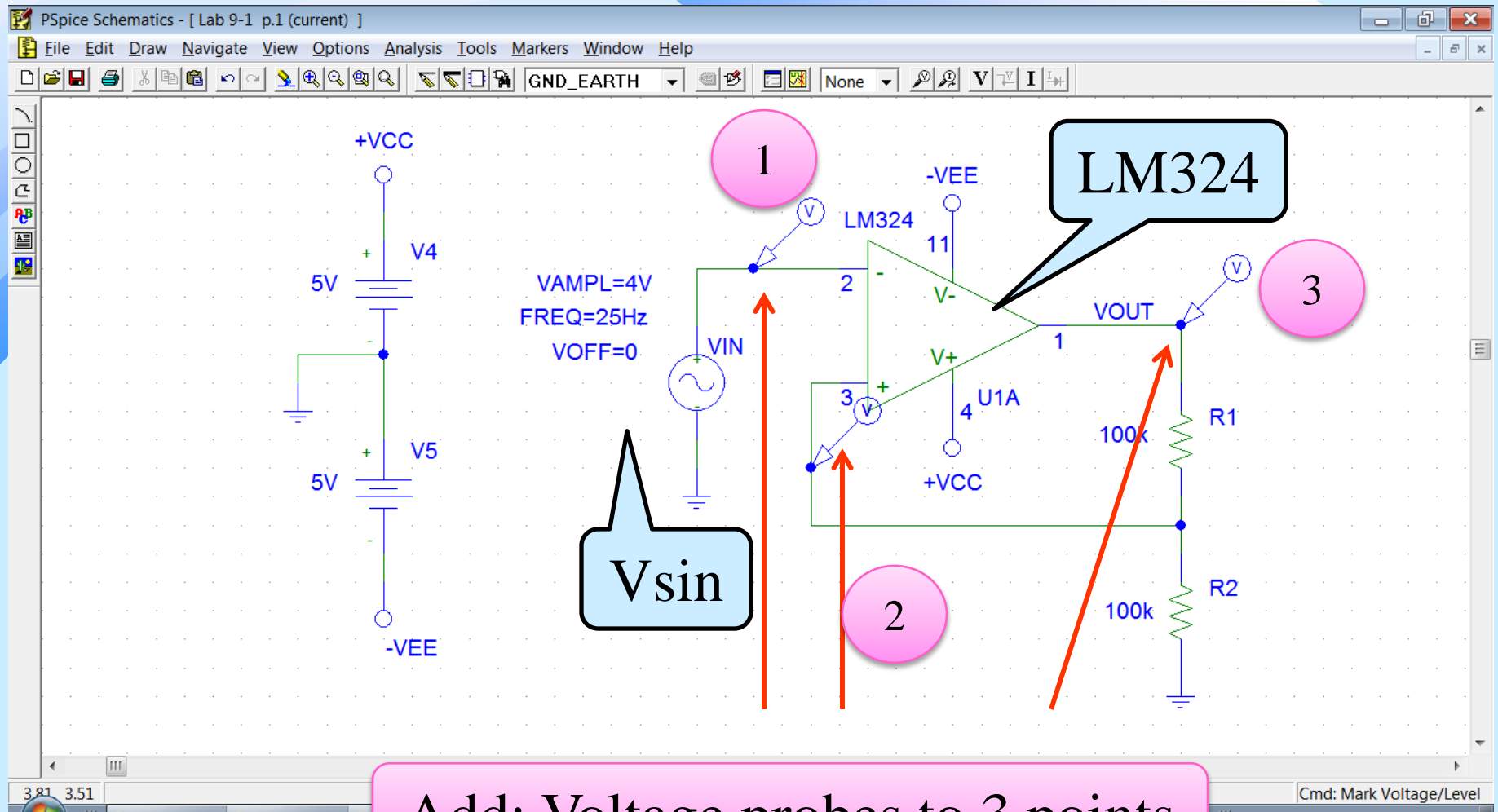


Positive / Negative Supply





Analysis Setup

Enabled

- ☐ AC Sweep...
- ☐ Load Bias Point...
- ☐ Save Bias Point...
- ☐ DC Sweep...
- ☐ Monte Carlo/Worst Case...
- ☒ Bias Point Detail
- ☐ Digital Setup...

Enabled

- ☐ Options...
- ☐ Parametric...
- ☐ Sensitivity...
- ☐ Temperature...
- ☐ Transfer Function...
- ☒ Transient...

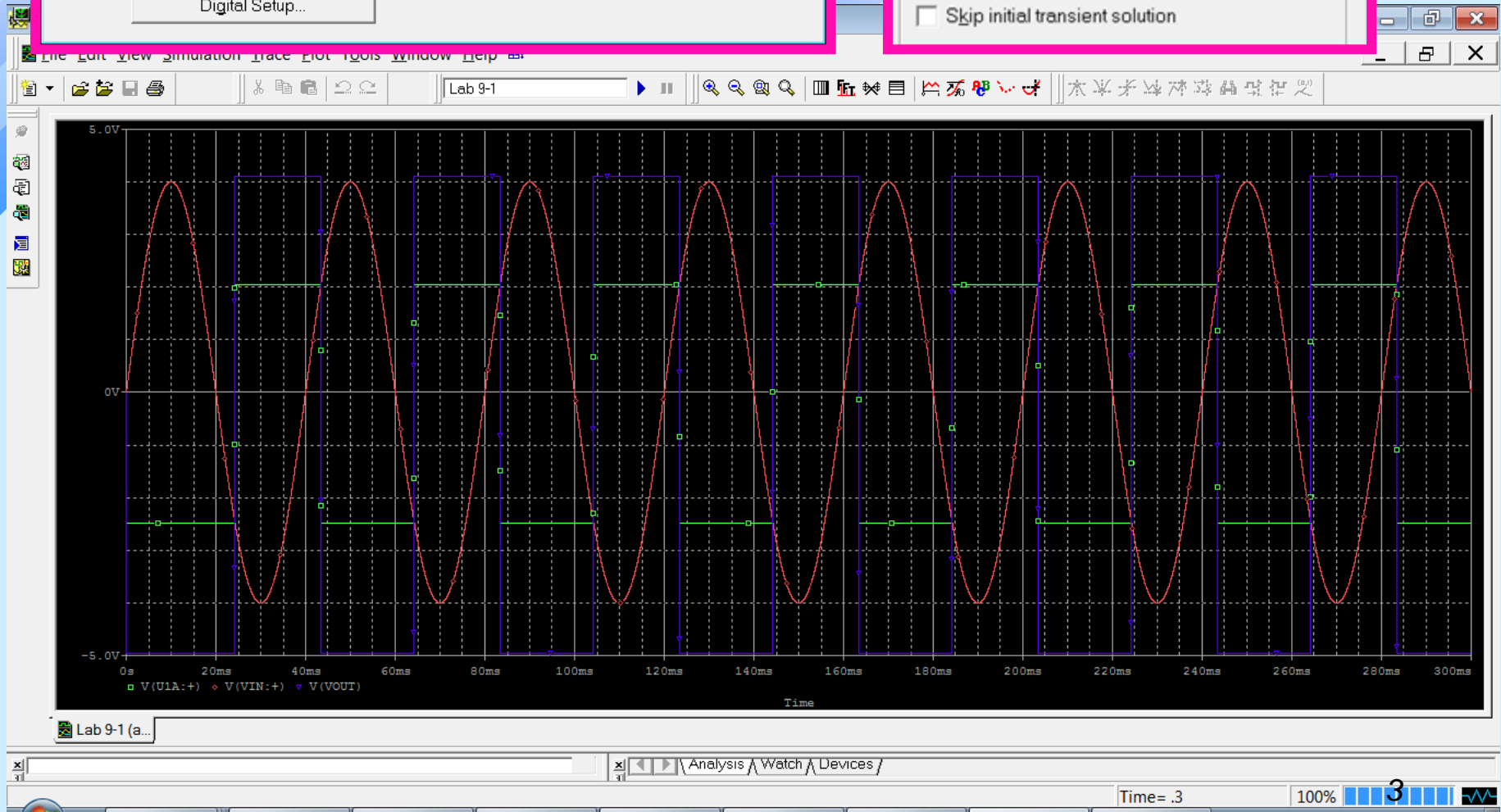
Close

Transient

Transient Analysis

Print Step: 20ns
 Final Time: 300ms
 No-Print Delay:
 Step Ceiling: 10us

- ☐ Detailed Bias Pt.
- ☐ Skip initial transient solution



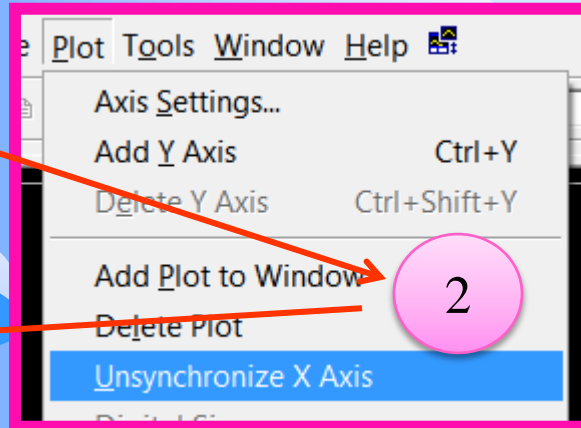
Plot → Add plot

1

Trace → Add trace

3

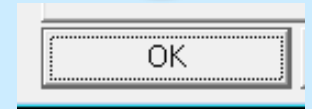
Trace Expression: V(VOUT)



4

Plot → Axis Setting → Use Data →
Restricted (analog) : 100ms to 300ms

5



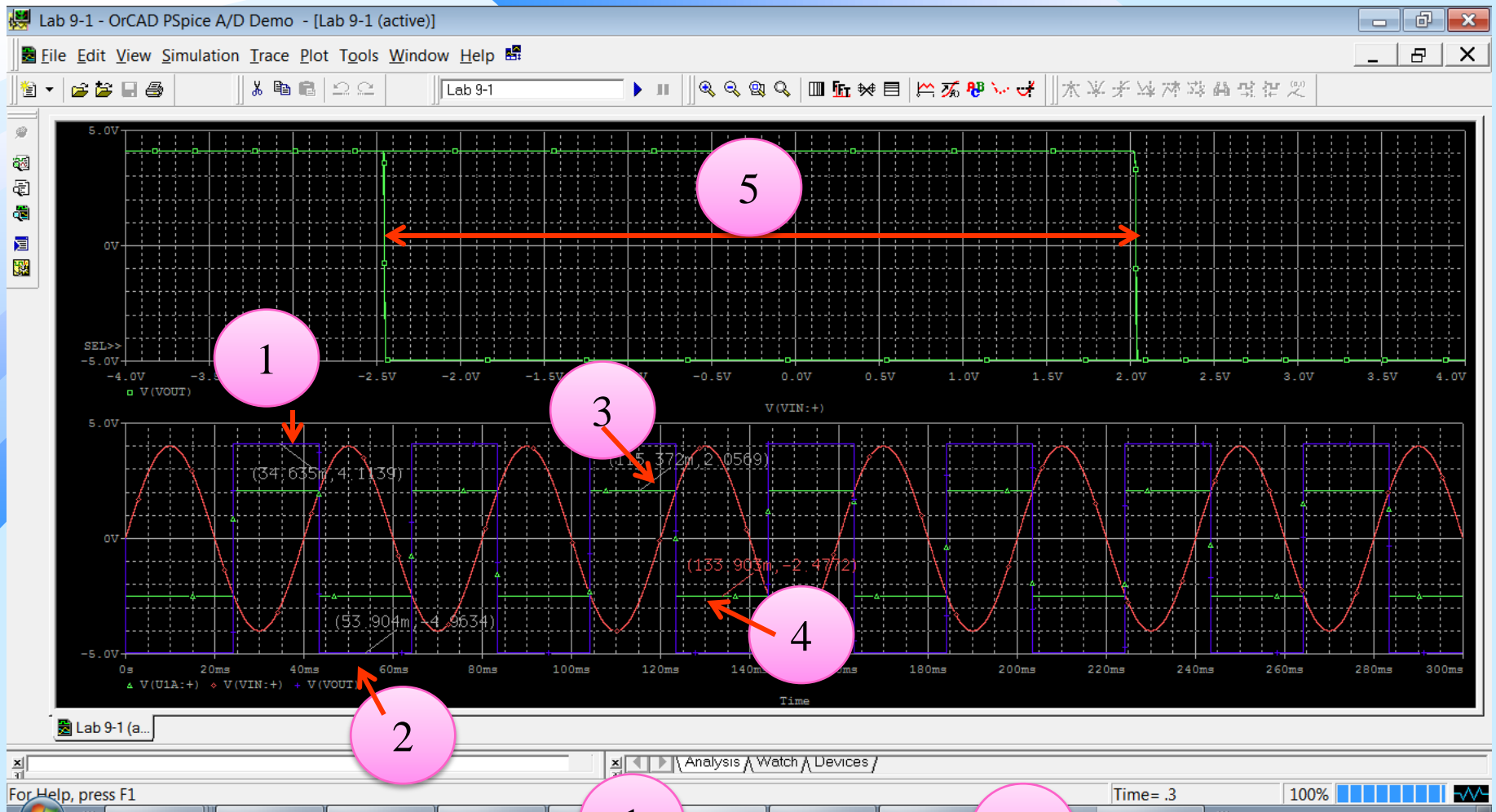
ต้องกด OK ก่อน

6

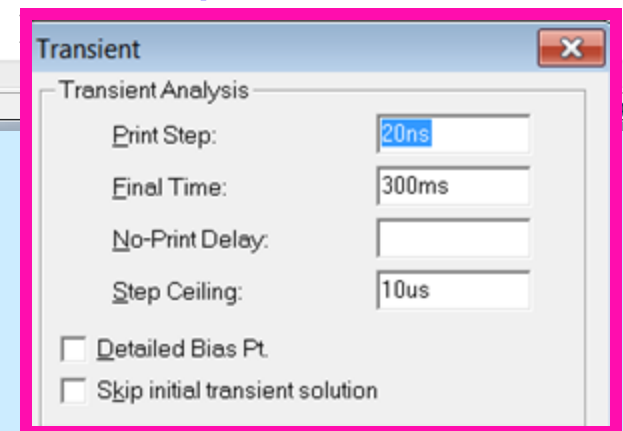
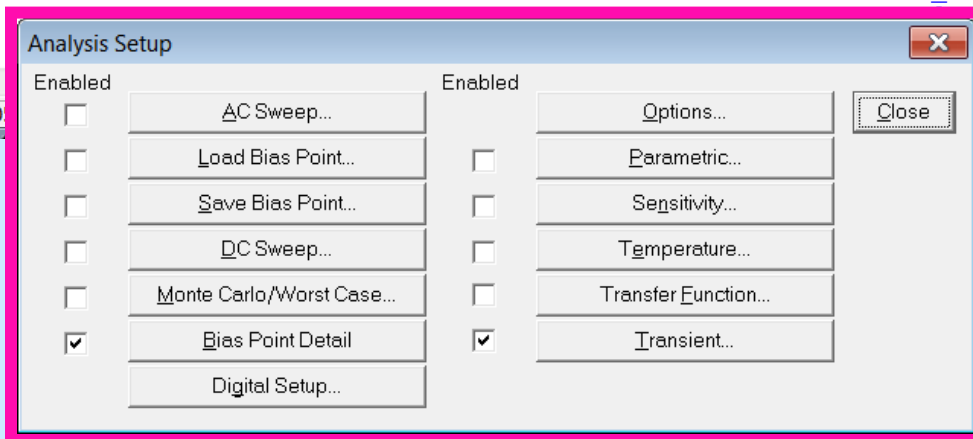
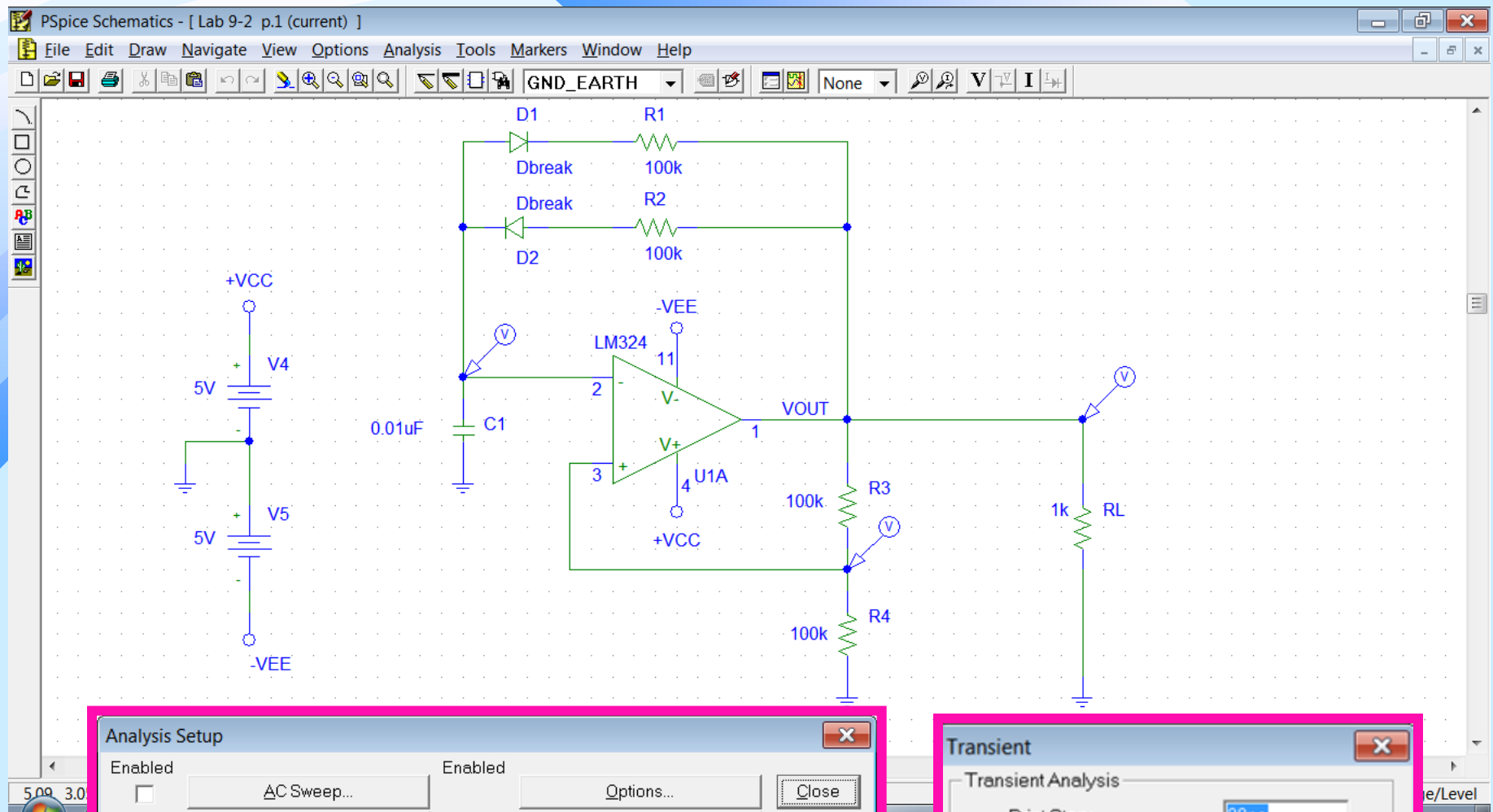
Plot → Axis Setting

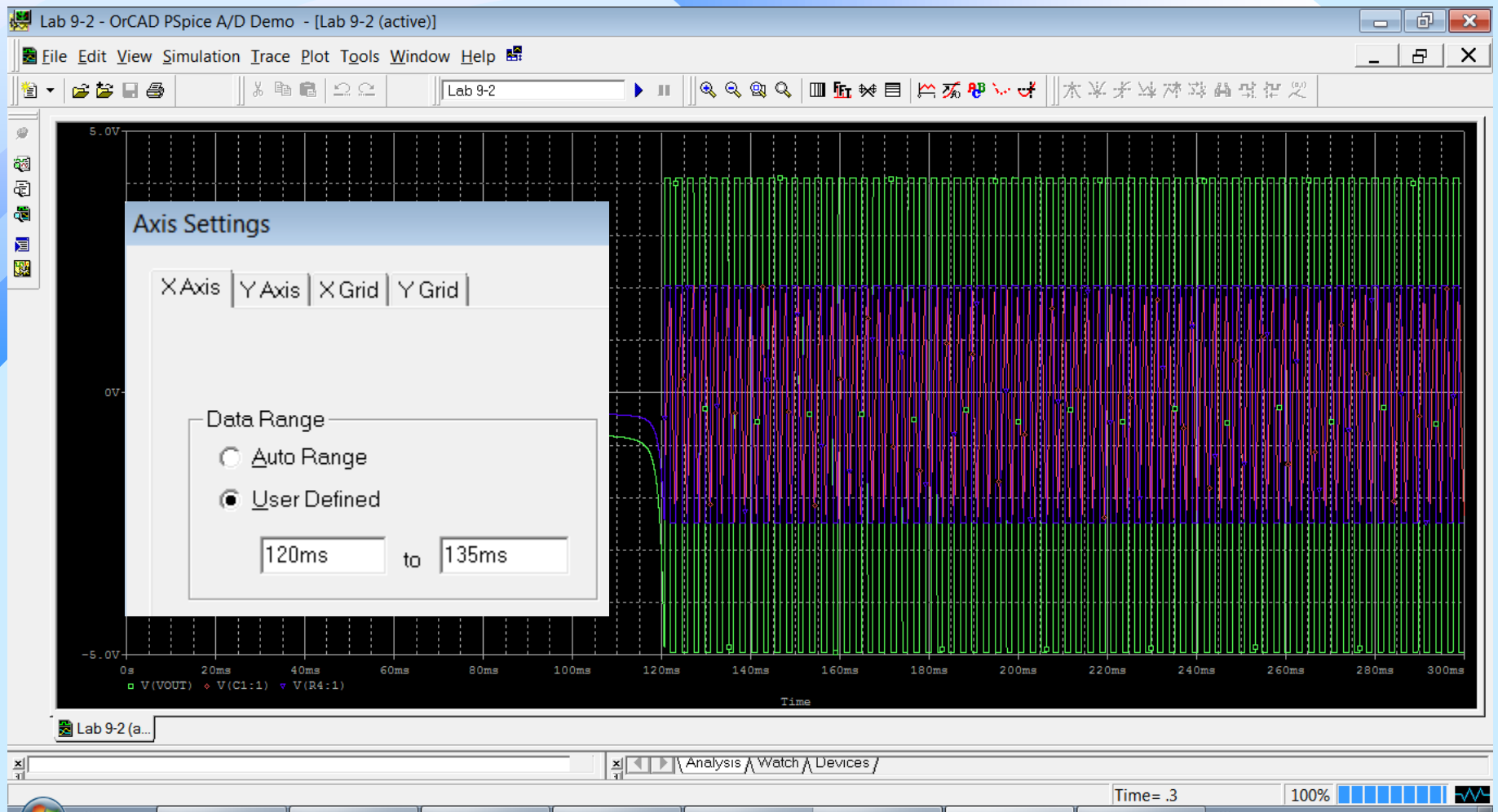
Axis Variable...

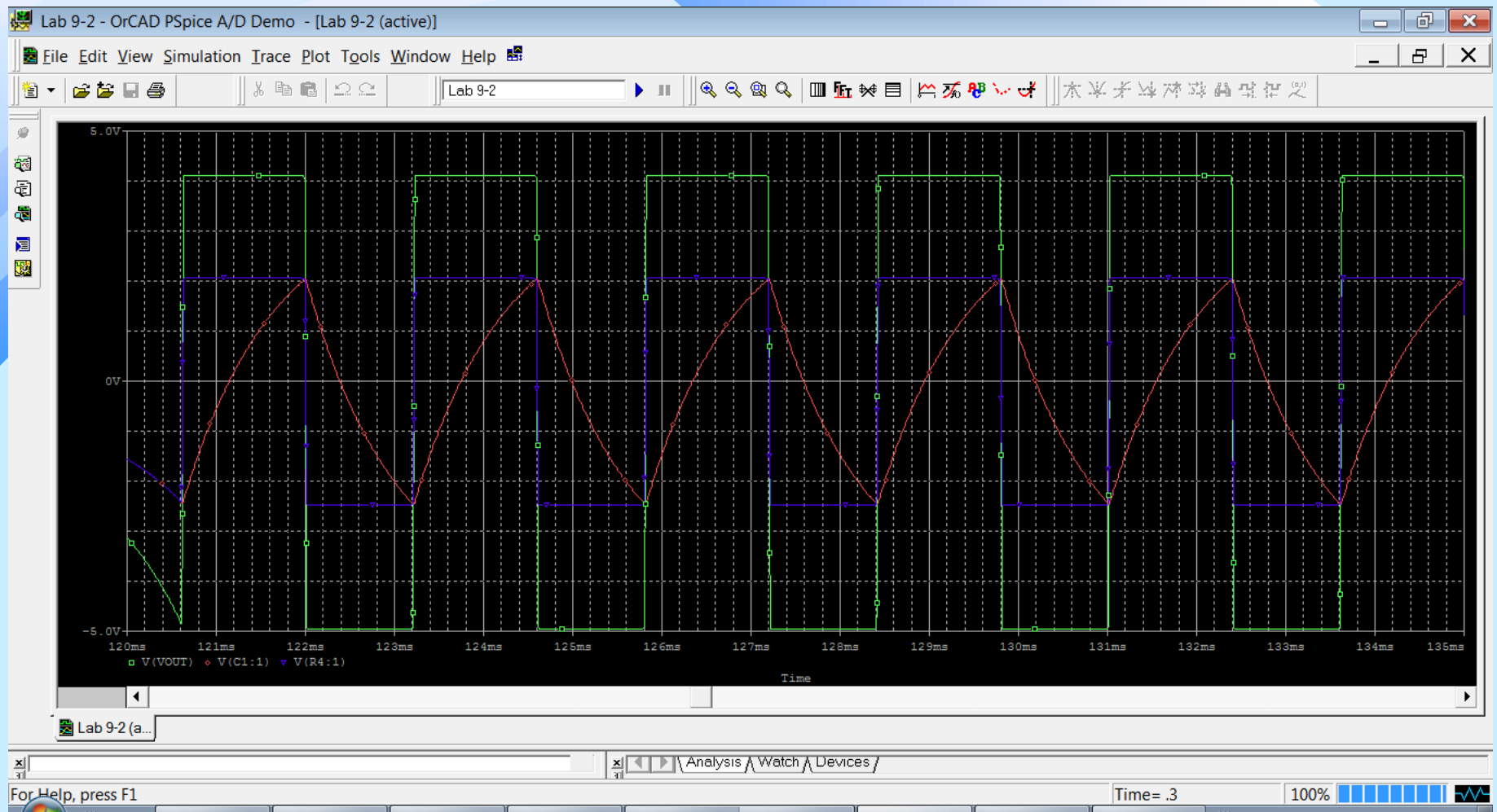
Trace Expression: V(VIN:+)



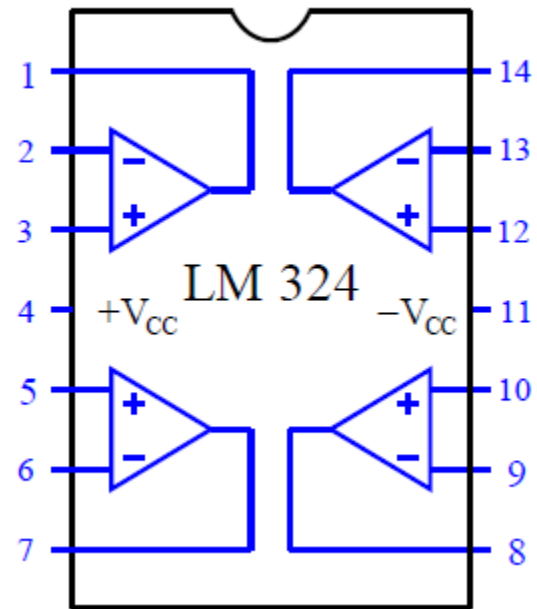
$$\begin{aligned}
 V_{osat}^+ &= \dots\dots\dots \text{V}, & V_{osat}^- &= \dots\dots\dots \text{V} \\
 V_{ref}^+ &= \dots\dots\dots \text{V}, & V_{ref}^- &= \dots\dots\dots \text{V} \\
 \Delta V_{ref} &= \dots\dots\dots \text{V}
 \end{aligned}$$







Lab 9 Op-Amp III



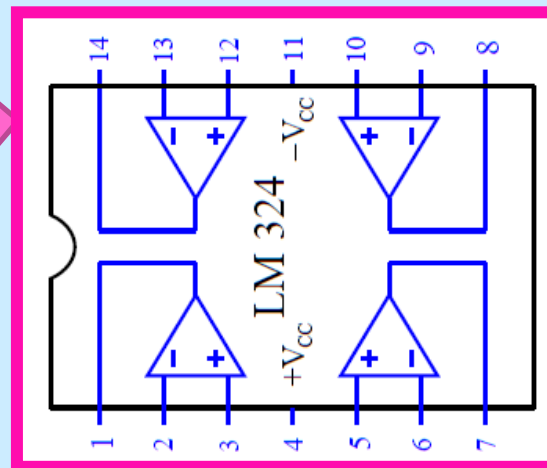
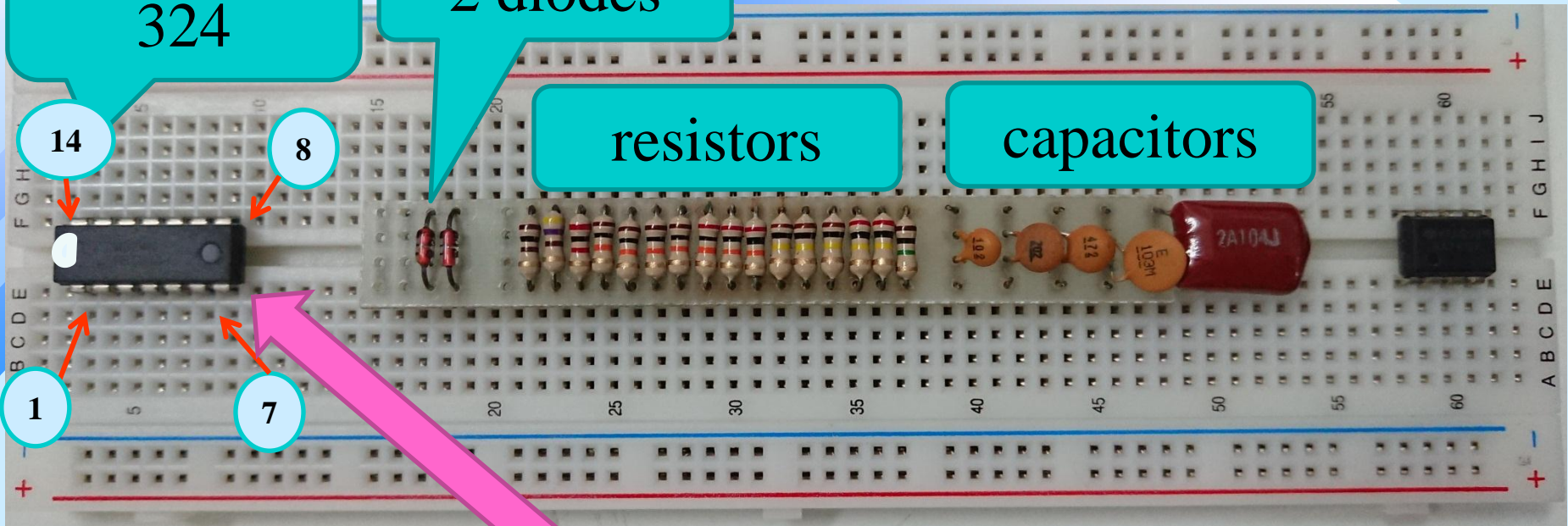
Op-amp board

op-amp
324

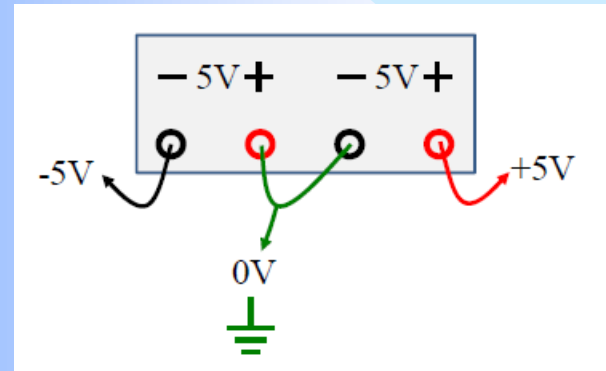
2 diodes

resistors

capacitors



How to build +5V/- 5V supply



This is not the ground

Set both CH1 and CH2 to 5V

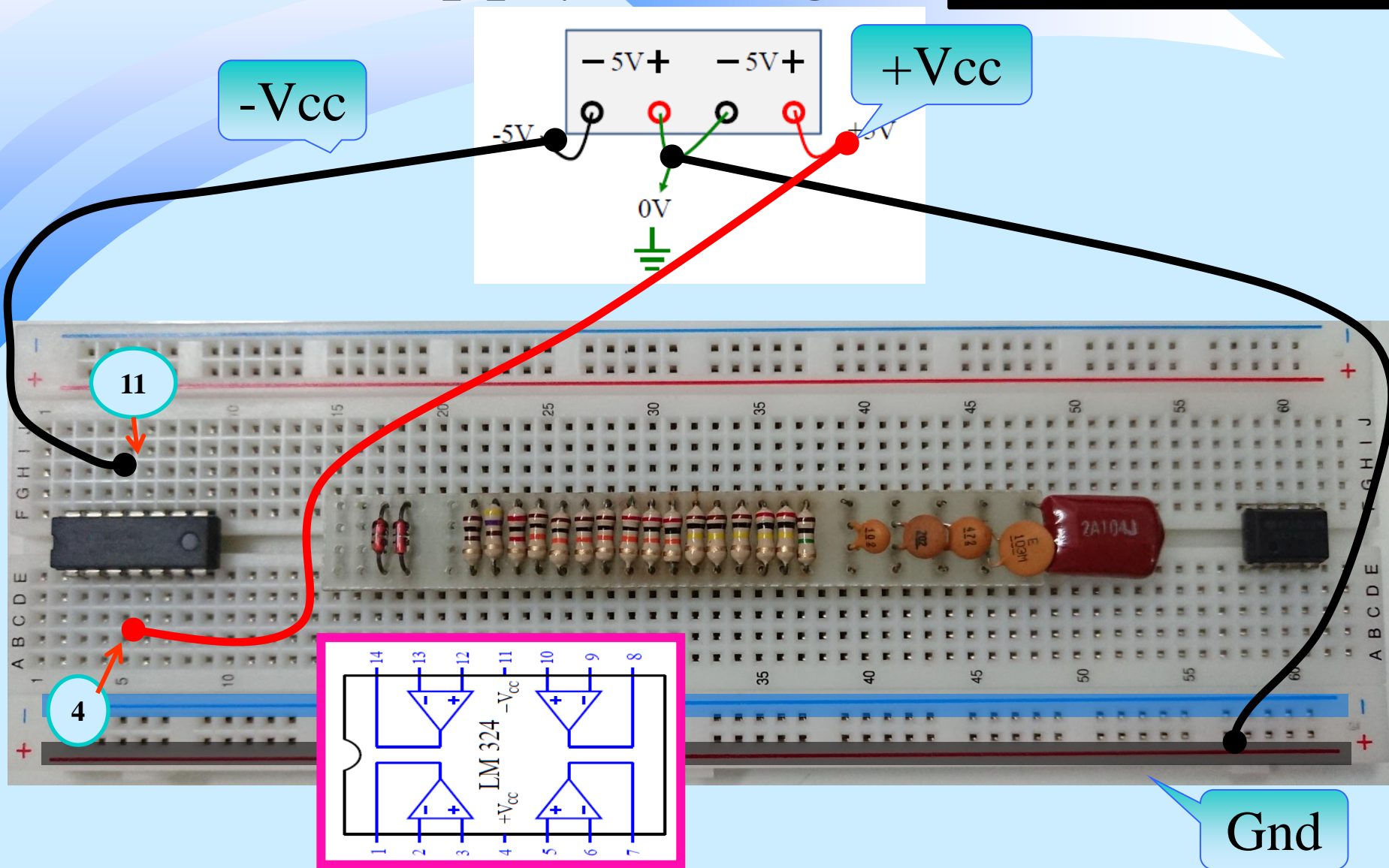
-5V

This is Ground for all circuits

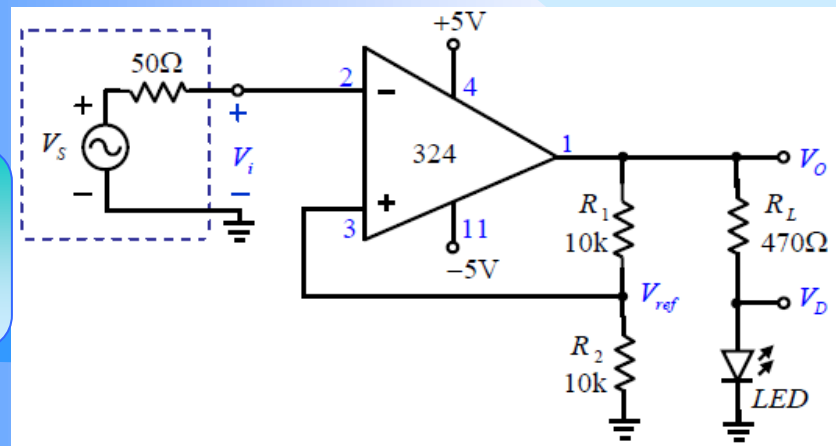
+5V

Connect supply voltages

ไฟ บวกลบ และ ground
ให้ต่อค้างไว้แบบนี้ทุกวงจร

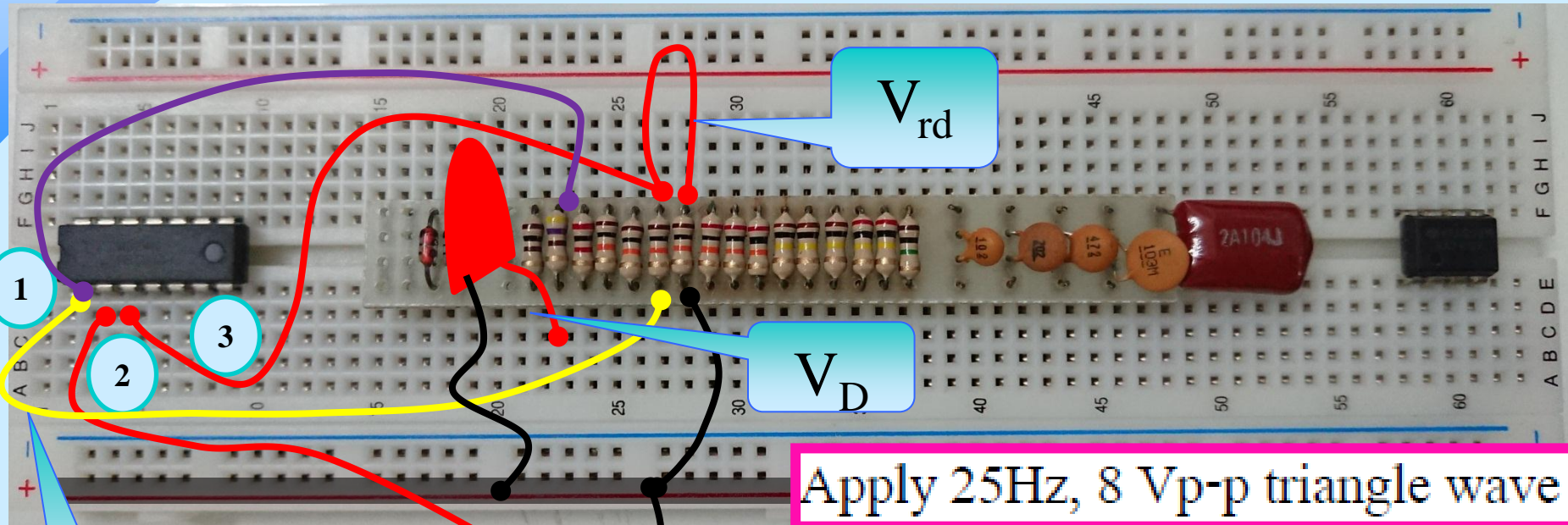


2.2 - Build a circuit as Fig. 2.2



Anode
(+)

Cathode
(ground)



Apply 25Hz, 8 Vp-p triangle wave

Vout



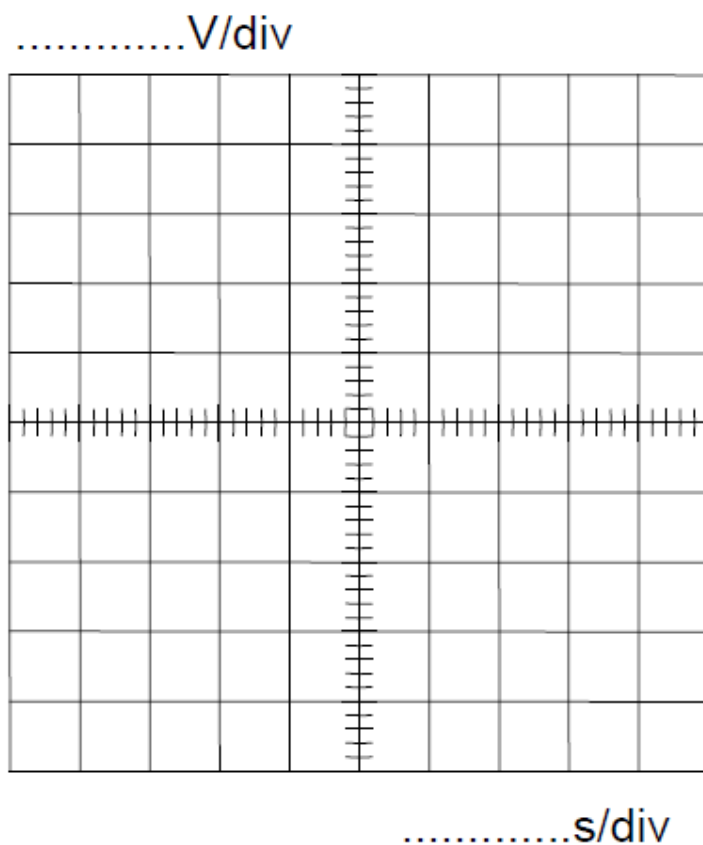


Fig.2.2a

- Use an oscilloscope(DC mode) measure V_i with CH1 and use CH2 measure V_o and $V_{(+)}$.

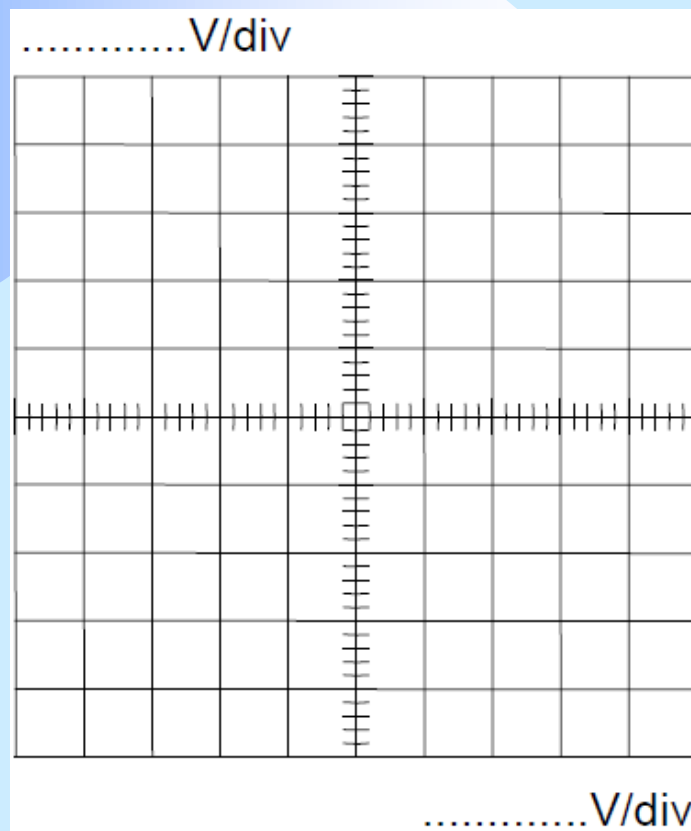


Fig. 2.2b

- With X-Y mode, measure V_i and V_o

Sketch the result in Fig.2.2b.

2.1 - Build a circuit as shown in Fig. 2.1

จาก 2.2 ถอด signal gen ออก
ใส่วงจร voltage divider แทนที่

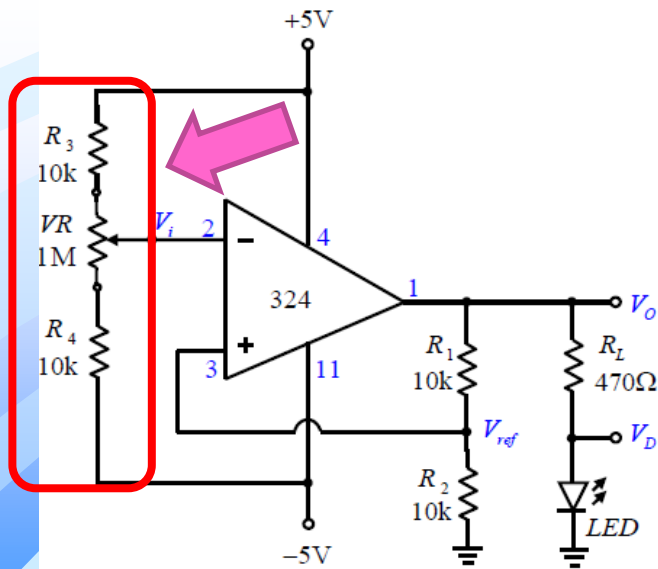


Fig. 2.1

+5V

จากขา 4

V_{rd}

V_D

10k

-5V

จากขา 11

Vout

2.1 - Build a circuit as shown in Fig. 2.1

- ปรับ VR ค่อยๆ ให้ $V_{(-)}$ (ขา2) เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างช้าๆ และต้องช้ามากๆ เมื่อใกล้ระดับแรงดันเปรียบเทียบ $V_{(+)}$ (ขา3)
- สังเกตความสว่างการติดดับของ LED และใช้ DC โวลท์มิเตอร์วัด $V_i, V_o, V_{(+)}$

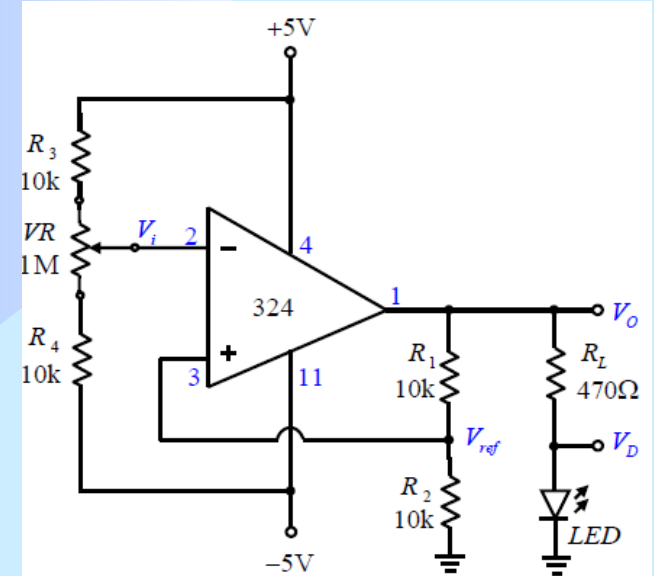
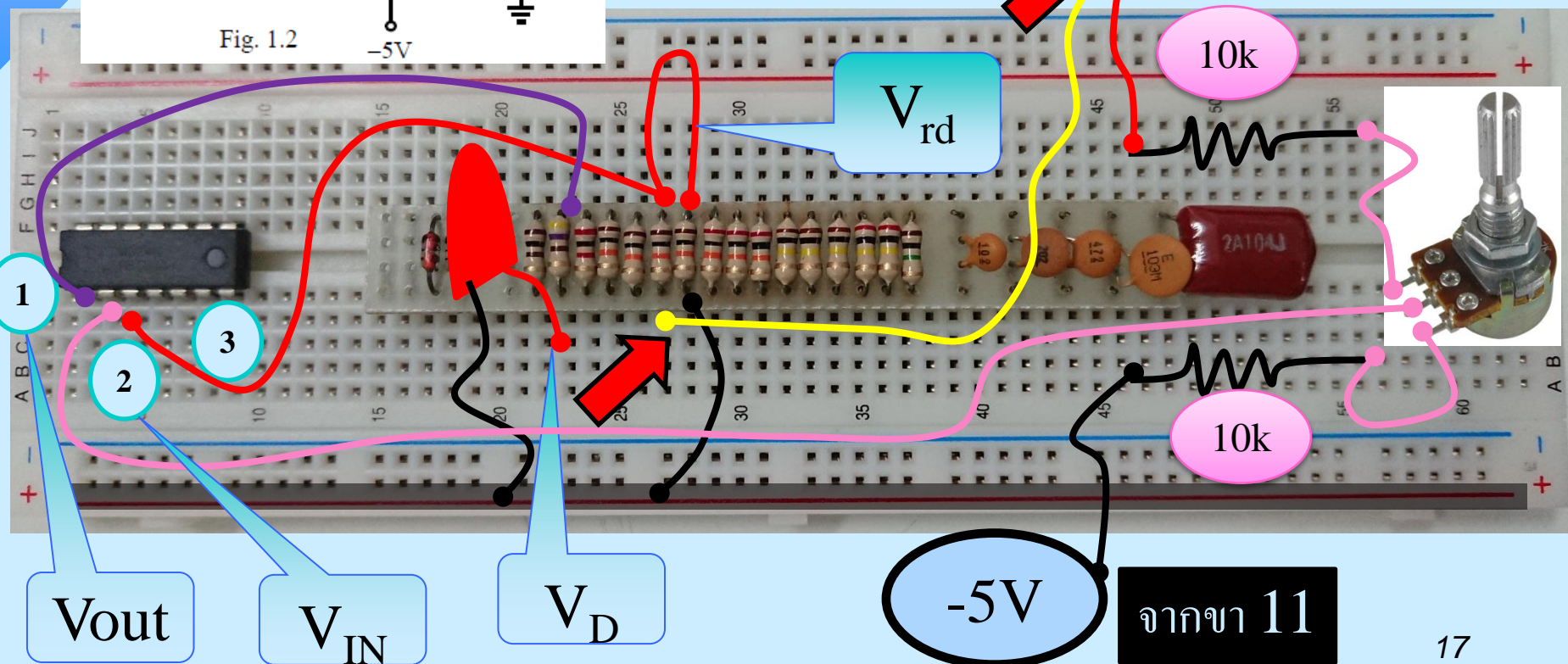
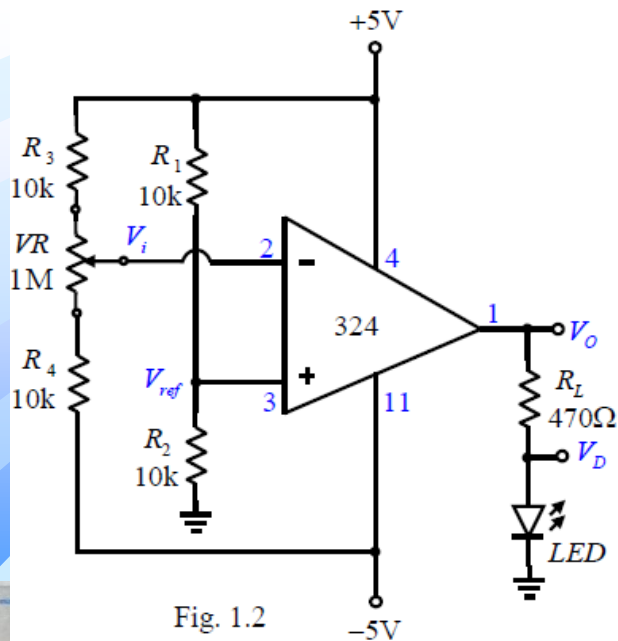


Fig. 2.1

- ก. เมื่อ LED สว่าง $V_o = \dots\dots\dots\text{V}$, $V_{ref} = V_{(+)} = \dots\dots\dots\text{V}$
 เมื่อ LED ดับ $V_o = \dots\dots\dots\text{V}$, $V_{ref} = V_{(+)} = \dots\dots\dots\text{V}$
 ข. LED เปลี่ยนจากสว่างเป็นดับ เมื่อ $V_i = \dots\dots\dots\text{V}$
 ค. LED เปลี่ยนจากดับเป็นสว่าง เมื่อ $V_i = \dots\dots\dots\text{V}$
 ง. เปรียบเทียบ V_i ในข้อ ข. และ ค. $\Delta V_i = \dots\dots\dots\text{V}$

1.2 - Build a circuit as shown in Fig. 1.2

จาก 2.1 ย้าย R1:10k
จากขา 1 ไปต่อกับ Vcc:5V



1.2 - Build a circuit as shown in Fig. 1.2

- ปรับ VR ค่อยๆ ให้ $V_{(-)}$ (ขา2) เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างช้าๆ และต้องช้ามากๆ เมื่อใกล้ระดับแรงดันเปรียบเทียบ $V_{(+)}$ (ขา3)

- สังเกตความสว่างการติดดับของ LED

และใช้ DC ดิจิตอลมิเตอร์วัด V_i, V_o, V_D จดค่าลงในตารางที่ 1.2

ก. ระดับแรงดันเปรียบเทียบ $V_{ref} = V_{(+)} = \dots\dots\dots V$

ข. LED เปลี่ยนจากสว่างเป็นดับ เมื่อ $V_i = \dots\dots\dots V$

ค. LED เปลี่ยนจากดับเป็นสว่าง เมื่อ $V_i = \dots\dots\dots V$

ง. เปรียบเทียบ V_i ในข้อ ข. และ ค. $\Delta V_i = \dots\dots\dots V$

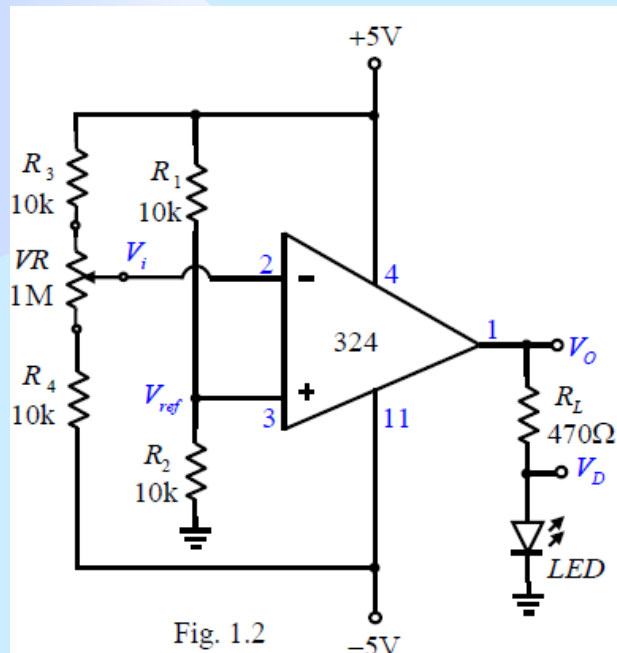
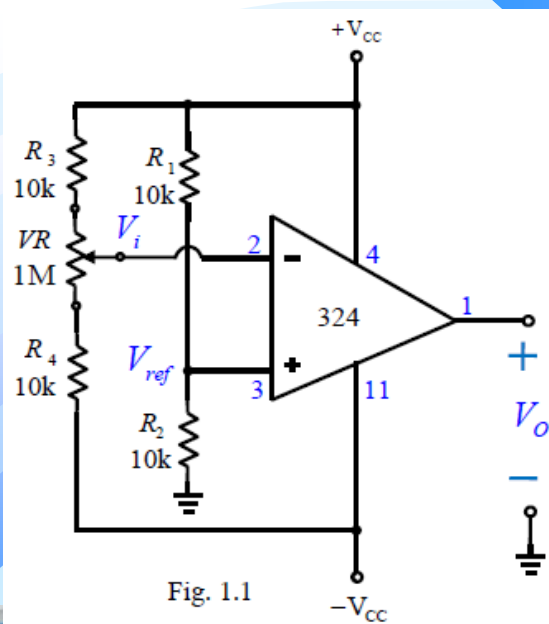


Fig. 1.2

ตารางที่ 1.2

| | ← LED สว่าง / ดับ → | | | จุดเปลี่ยน | ← LED สว่าง / ดับ → | | | จุดเปลี่ยน | ← LED สว่าง / ดับ → | | |
|-----------------|---------------------|------|------|------------|---------------------|------|-----|------------|---------------------|------|------|
| $V_i = V_{(-)}$ | 0.0V | 1.0V | 2.0V |V | 3.0V | 4.0V | 3.0 |V | 2.0V | 1.0V | 0.0V |
| V_o | | | | | | | | | | | |
| V_D | | | | | | | | | | | |

1.1 - Build a circuit as shown in Fig. 1.1.



จาก 1.2 ถอดสายขา 1
ให้เป็น open circuit
ไม่มี โหลด ไม่มี LED

+5V

จากขา 4

V_{rd}

10k

10k

-5V

จากขา 11

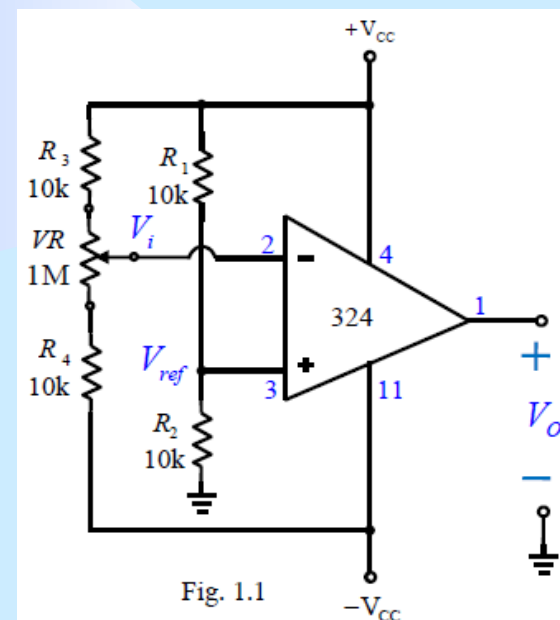
V_{out}

V_{IN}

V_D

1.1 - Build a circuit as shown in Fig. 1.1.

- ต่อแรงดันไฟเลี้ยง $+V_{CC}$, $-V_{CC}$ ตามค่าในตารางที่ 1.1
- ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ VR เพื่อปรับระดับแรงดัน V_i เพื่อให้ $V_{(-)}$ (ขา2) มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า $V_{(+)}$ (ขา3) (ค่าเท่าใดก็ได้)
- วัด $V_{(-)}$ (ขา2), $V_{(+)}$ (ขา3) และ V_o (ขา1) บันทึกค่าในตารางที่ 1.1



ตารางที่ 1.1

| $+V_{CC}$ | $-V_{CC}$ | ความสัมพันธ์ระหว่าง $V_{(-)}$, $V_{(+)}$ | ค่า $V_{(-)}$ | ค่า $V_{(+)}$ | ค่า V_o |
|-----------|-----------|---|---------------|---------------|-----------|
| +10V | -10V | เมื่อ $V_{(-)} > V_{(+)}$ | | | |
| | | เมื่อ $V_{(-)} < V_{(+)}$ | | | |
| +5V | -5V | เมื่อ $V_{(-)} > V_{(+)}$ | | | |
| | | เมื่อ $V_{(-)} < V_{(+)}$ | | | |

3.1 Square/Pulse Wave generator

- Build a circuit as shown in Fig. 3.1

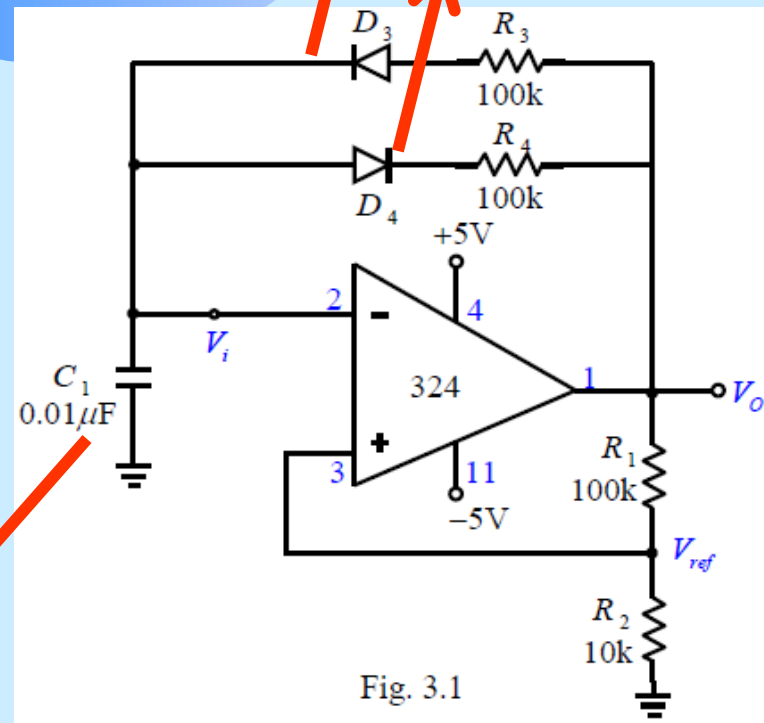
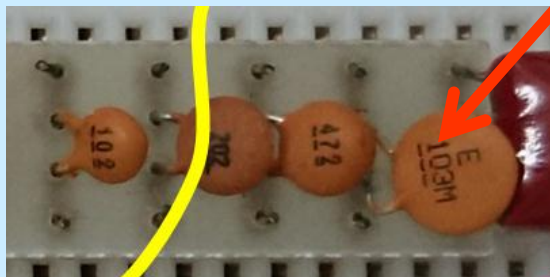


Fig. 3.1



3.1 Square/Pulse Wave generator

- Build a circuit as shown in Fig. 3.1

ต่อวงจรส่วนนี้เพิ่มด้วยตัวเอง

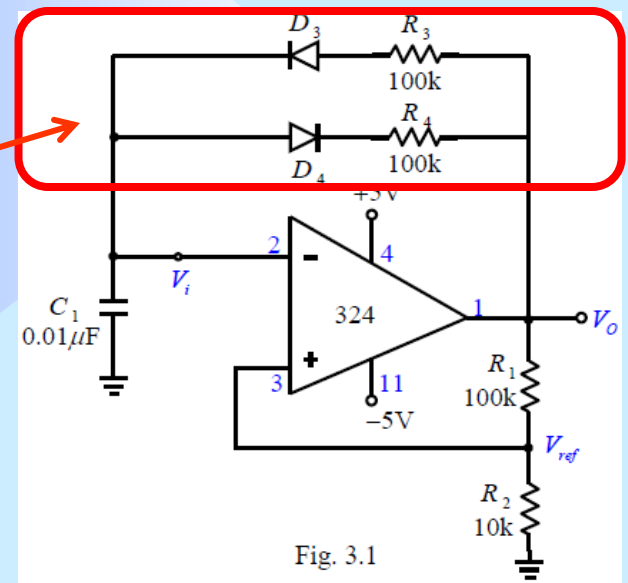
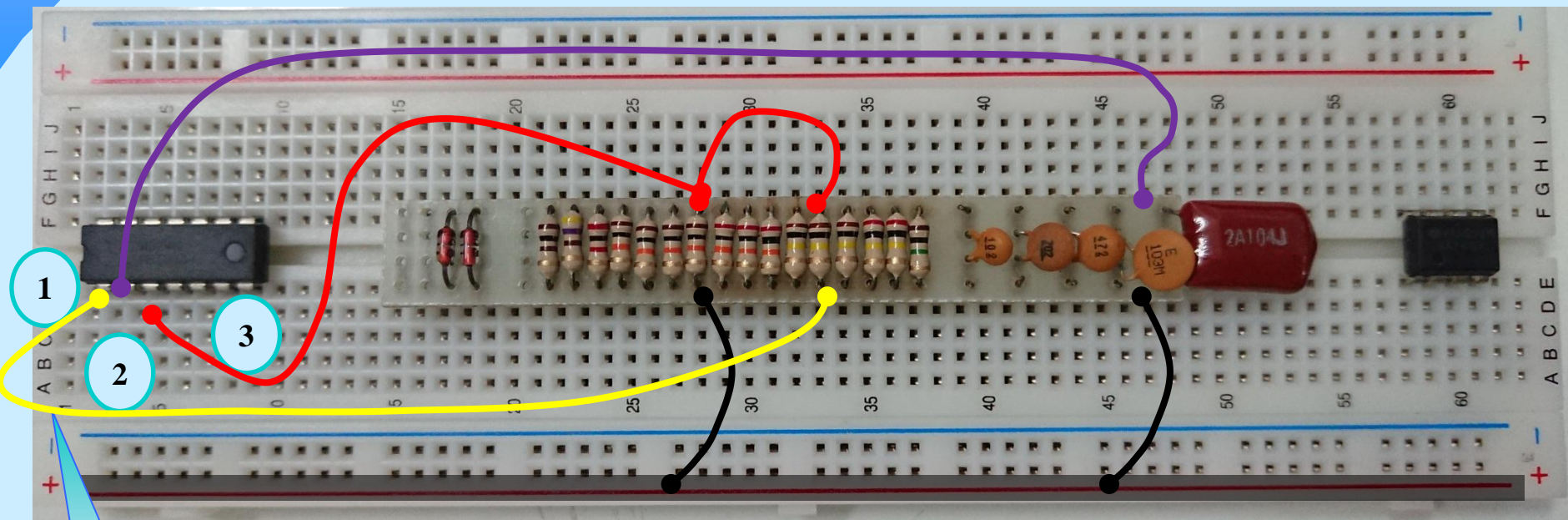
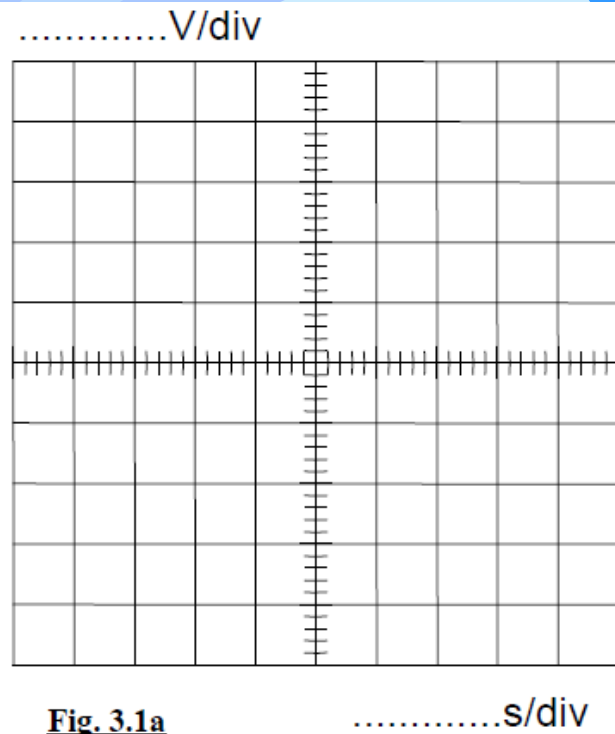


Fig. 3.1



Vout

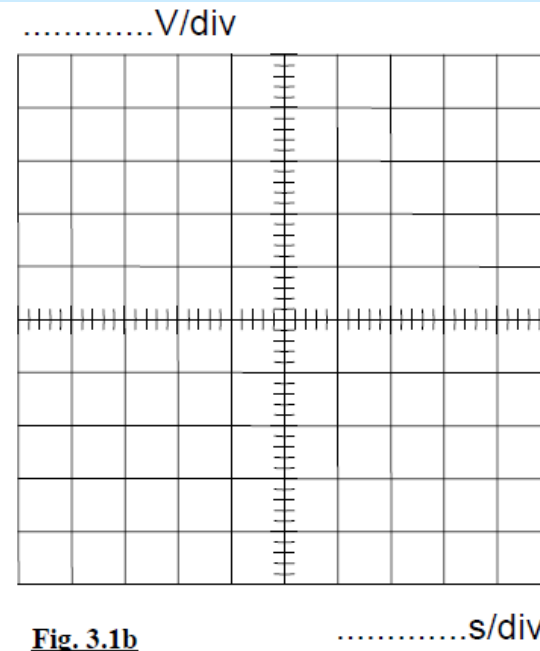
- Use an oscilloscope (DC mode) measure V_O with CH1 and use CH2 measure $V_{(+)}$ and $V_{(-)}$.
- Sketch V_O , $V_{(+)}$ and $V_{(-)}$ into Fig. 3.1a and find the frequency and duty ratio of V_O .



- Connect Jumper (0-ohm wire) parallel with diode D3.

Measure V_O , $V_{(+)}$ and $V_{(-)}$

Sketch all waveforms in Fig. 3.1b



3.2 Square/Triangle Wave generator (Function Generator)

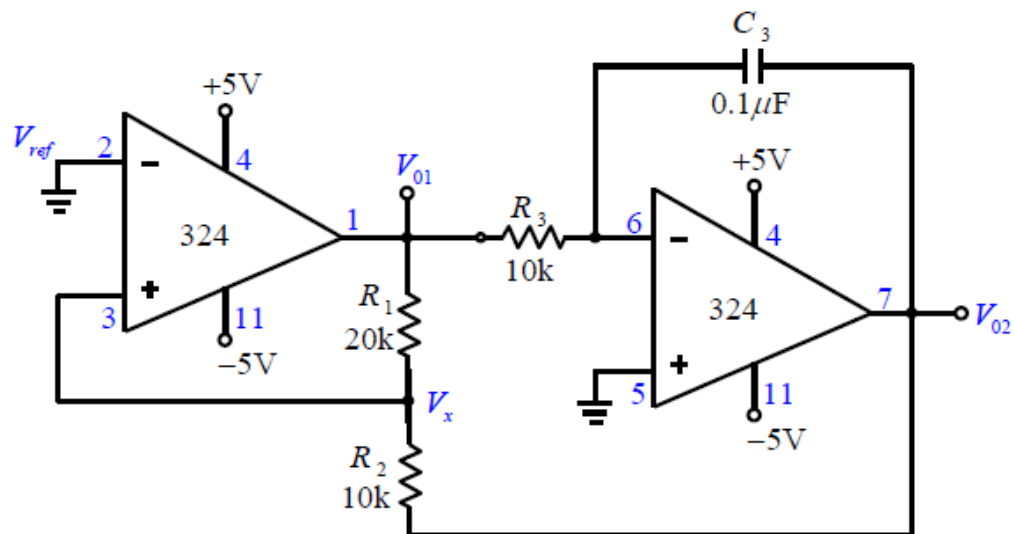


Fig. 3.2

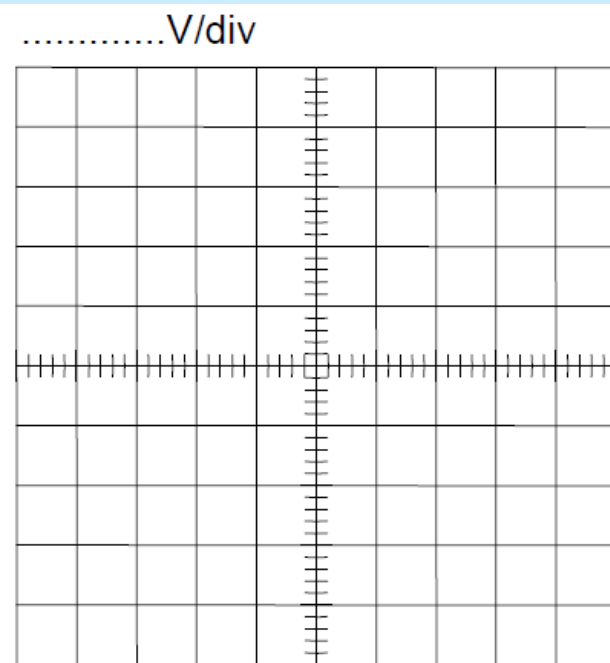


Fig. 3.2a

.....s/div