

กลุ่ม(เข้า-บาย) \_\_\_\_\_ กลุ่มที่ \_\_\_\_\_ ชั้นปีที่ \_\_\_\_\_ ห้อง \_\_\_\_\_

รหัส \_\_\_\_\_ ชื่อ \_\_\_\_\_

วันเดือนปี \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

รหัส \_\_\_\_\_ ชื่อ \_\_\_\_\_

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## การทดลองที่ 5 Diode: Characteristics and Applications (rev.04)

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาลักษณะสมบัติของไดโอด
2. เพื่อหาความต้านทานขณะไบอัสตรงและไบอัสกลับของไดโอด
3. เพื่อศึกษาวงจรกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

### อุปกรณ์เพิ่มเติม

1. ไม่มี

### วัสดุเพิ่มเติม

1. เทปพันสายไฟ (นักศึกษาจัดหามาเอง)



เต็ม 10 คะแนน

*5.1 Diode checking with DMM*

*5.2 Diode Characteristic*

*5.3 Half wave rectifier*

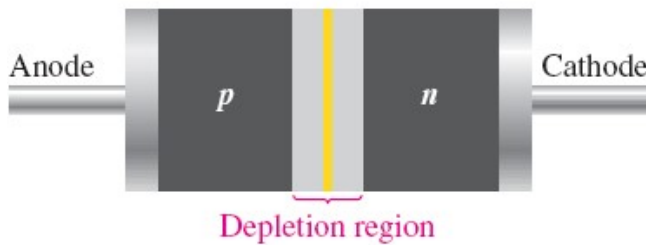
*5.4 Full wave rectifier*

**วัสดุเหล่านี้ เมื่อทดลองเสร็จให้เก็บให้เรียบร้อย**

**เพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป**

## ทฤษฎี

ไดโอดเป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ p-n สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียว ไดโอดชนิดสารกึ่งตัวนำ มักจะใช้ผลึกสารกึ่งตัวนำจำพวกซิลิกอนที่ไม่บริสุทธิ์โดยการเจือสาร (Dope) ให้เกิดสารกึ่งตัวนำสองชนิดโดยชนิดแรกจะมีประจุลบคืออิเล็กตรอนมากกว่าโฮลเรียกว่า "สารกึ่งตัวนำชนิด n (n-type semiconductor) " ส่วนอีกชนิดหนึ่งนั้นจะมีประจุบวกหรือโฮลมากกว่าอิเล็กตรอนเรียกว่า "สารกึ่งตัวนำชนิด p (p-type semiconductor) " ดังนั้นไดโอดจึงมีขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด (Anode ; A) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด p และ แคโทด (Cathode ; K) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด n โดยมีโครงสร้างและสัญลักษณ์ดังรูปที่ 1 (a) และ (b) ตามลำดับ



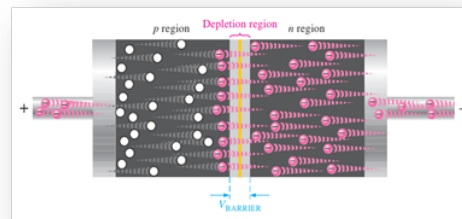
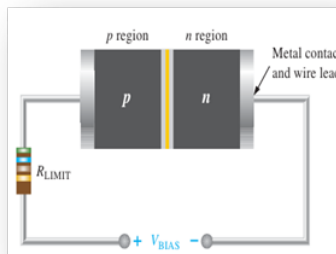
(a) Basic structure



(b) Symbol

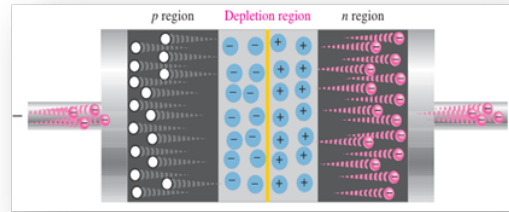
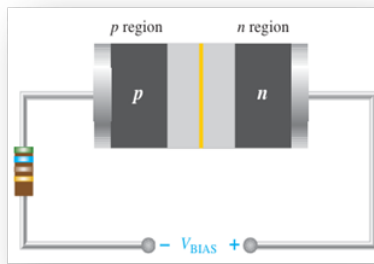
## การไบอัส (BIAS)

การไบอัสเป็นการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์เพื่อให้ทำงานตามที่ต้องการ โดยการไบอัสรอยต่อ p-n เป็นการป้อนสนามไฟฟ้าภายนอกให้แก่รอยต่อ ซึ่งมีผลต่อบริเวณปลอดพาหะ ซึ่งสามารถทำได้สองแบบ คือ การไบอัสตรง (Forward Bias) และการไบอัสกลับ (Reverse Bias)



การไบอัสตรงแก่รอยต่อ p-n โดยการป้อนศักย์ไฟฟ้าบวกแก่สารกึ่งตัวนำ p-type และการป้อนศักย์ลบให้กับสารกึ่งตัวนำ n-type ซึ่งจะผลักให้พาหะข้างมากเข้าหารอยต่อ ทำให้บริเวณปลอดพาหะแคบลง หากศักย์ไฟฟ้าที่ป้อนนี้มีค่าสูงกว่าค่าแรงศักย์ไฟฟ้าภายในรอยต่อ ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านรอยต่อได้ ซึ่งศักย์ไฟฟ้าที่รอยต่อของรอยต่อ p-n ที่สร้างจาก Ge มีค่าประมาณ 0.3V และ Si จะมีค่าประมาณ 0.7 V ที่ 25 องศาเซลเซียส

กลุ่ม(เข้า-บ่าย) \_\_\_\_\_ กลุ่มที่ \_\_\_\_\_ ชั้นปีที่ \_\_\_\_\_ ห้อง \_\_\_\_\_  
 รหัส \_\_\_\_\_ ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_ ชื่อ \_\_\_\_\_



การไบอัสกลับแก่อรอยต่อ p-n โดยป้อนศักย์บวกแก่สารกึ่งตัวนำ n-type และศักย์ลบให้กับสารกึ่งตัวนำ p-type ซึ่งจะดึงดูดให้พาหะข้างมากเข้าหาศักย์ไฟฟ้าที่ป้อน จึงทำให้บริเวณปลอดพาหะกว้างยิ่งขึ้น อนึ่งการไบอัสกลับนี้ไม่ขัดขวางการเคลื่อนที่ของพาหะข้างน้อย

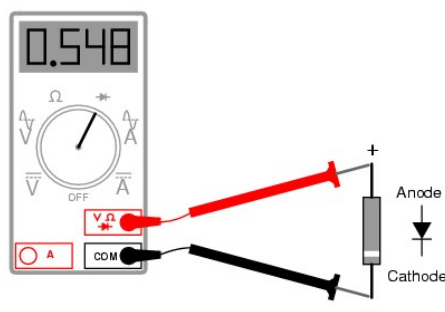
### การทดลองที่ 5.1 การทดลองวัดค่าของไดโอดด้วย DMM

- 1) ทำการวัดค่าไดโอดโดยปรับ DMM (Digital Multi Meter) ไปยังย่านวัดไดโอด ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงย่านการวัดไดโอด

- 2) ทำการต่อดิจิตอลมัลติมิเตอร์(DMM)เข้ากับไดโอดตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 การวัดไดโอดโดยใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์

- 3) ทำการบันทึกผลค่าที่วัดได้จากรูปที่ 2 โดยที่สายวัดสีแดงวัดที่ขั้ววาโนดและสายสีดำวัดที่ขั้วคาโทด (Forward bias)  
 ถ้าหน้าจอของ DMM ขึ้นดังรูปที่ 1 ให้บันทึกเป็น over range
- 4) ทำการบันทึกผลค่าที่วัดได้จากรูปที่ 2 โดยที่สายวัดสีแดงวัดที่ขั้วคาโทดและสายสีดำวัดที่ขั้ววาโนด (Reverse bias)

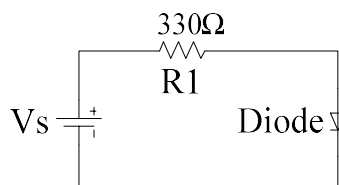
NO.	Diode	Reverse Bias	Forward Bias
1	1N4001 #1		
2	1N4001 #2		
3	1N4001 #3		
4	1N4001 #4		

- ถ้าเราวัดไดโอด แล้วพบว่า มีความต้านทานน้อยทั้ง Forward และ Reverse แสดงว่า .....
- ถ้าเราวัดไดโอด แล้วพบว่า มีความต้านทานมากทั้ง Forward และ Reverse แสดงว่า .....

## การทดลองที่ 5.2 การทดลองตรวจสอบคุณสมบัติของไดโอด

### ขั้นตอนการทดลอง

- วัดค่ารีซิสเตอร์  $R_1$  ด้วย DMM  
ค่าที่ได้คือ .....  $\Omega$
- ใช้มิเตอร์วัดโวลเตจที่ตกคร่อมไดโอด ( $V_{Diode}$  ใช้ Range 2V)  
ปรับ  $V_s$  ให้ได้  $V_{Diode}$  ตามตาราง
- ใช้ DMM วัดค่า Voltage ที่ตกคร่อม  $R_1$  บันทึกผล และคำนวณกระแส



No	$V_{Diode}$	$V_s$ (Volt)	$V_{R1}$ (Volt)	$i = V_{R1}/R_1$ (mA.)
1	0.45 V			
2	0.50 V			
3	0.55 V			
4	0.60 V			
5	0.65 V			
6	0.70 V			
7	0.75 V			

4) ตั้งค่า  $V_s = 20\text{ V}$ . วัดอุณหภูมิที่ไดโอด นำหัวแร้ง(เพิ่มอุณหภูมิให้ไดโอด) มาจ่อใกล้ๆ สังเกตการเปลี่ยนแปลงโวลเตจที่ตกคร่อมไดโอด บันทึกผล

.....

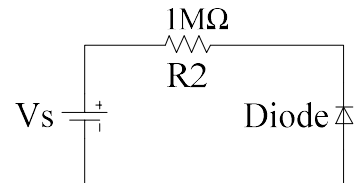
.....

5) วัดค่า Resistor  $1\text{M}\Omega$  ด้วย DMM

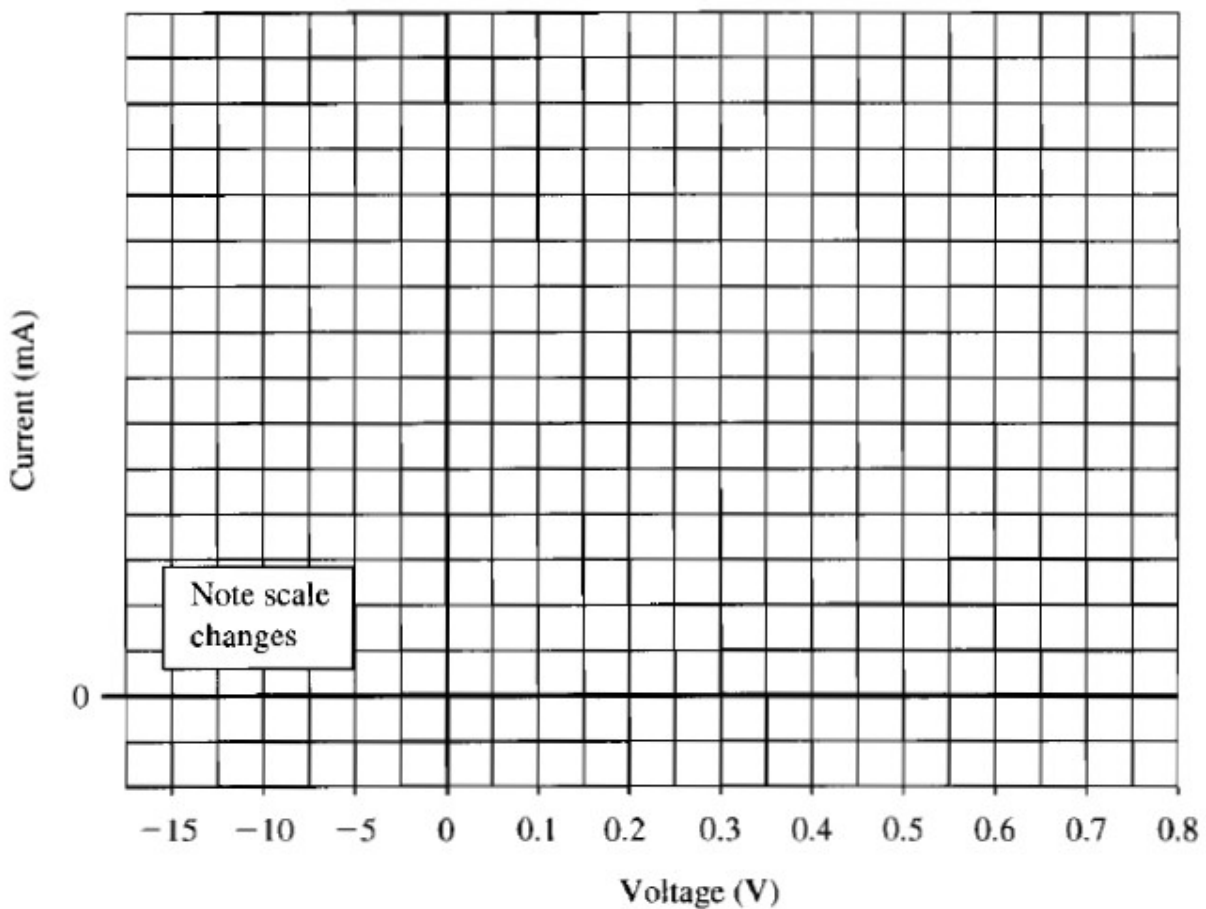
ค่าที่ได้คือ .....  $\Omega$

6) ต่อวงจรดังรูป ปรับค่า  $V_s$  ให้ได้ Voltage ตกคร่อม  $R_2$  ดังตาราง

$V_{R2}$ (measured)	$V_{REV}$ (measured)	$I_{REV}$ (computed)
5.0 V.		
10.0 V.		
15.0 V.		



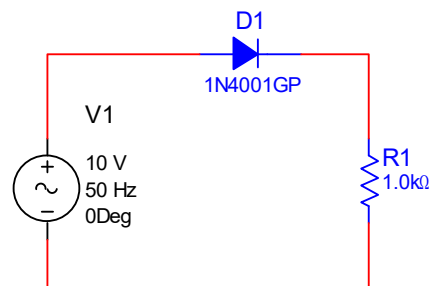
7) นำข้อมูลที่ได้มาพล็อตกราฟ



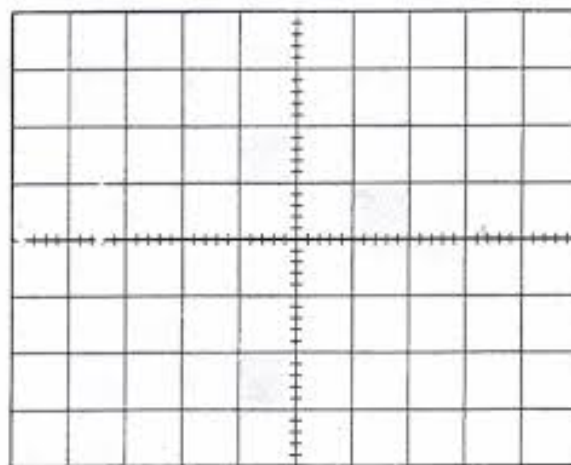
### การทดลองที่ 5.3 การทดลองการวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half-Wave Rectifier)

#### ขั้นตอนการทดลอง

- 1) ใช้ CH1 ของออสซิลโลสโคป (DC coupling)  
ตั้งค่า sine wave ให้ได้ 10 Vpp 50 Hz.
- 2) ต่อวงจรดังรูป ใช้ CH2 ของออสซิลโลสโคป (DC coupling)  
วัดสัญญาณโวลเตจที่ตกคร่อมรีซิสเตอร์ ( $V_{R1}$ )  
และ โวลเตจที่ตกคร่อมไดโอด ( $V_D$  ใช้ Range 2V)
- 3) วาดรูปสัญญาณ ของทั้งสอง channel (ต้องระบุ ground ของแต่ละ channel ด้วย)

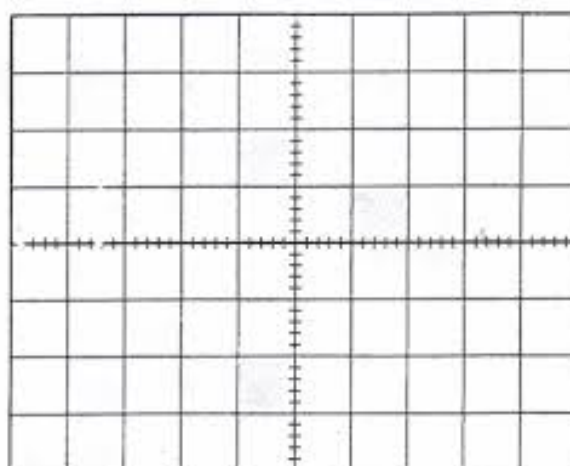


CH1 = ..... V / div  
CH2 = ..... V / div  
Timebase = ..... s/div  
Vmax (CH2) = ..... Volts.  
Vmin (CH2) = ..... Volts.



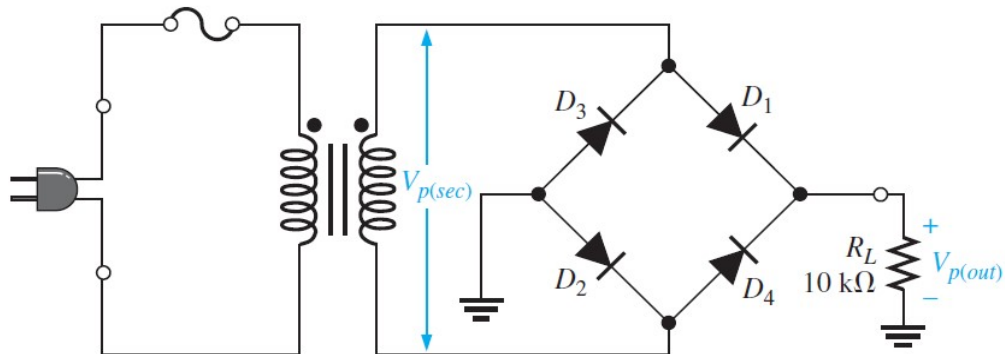
- 4) ถอด probe ทั้งสอง ออกจากวงจร แล้วนำ probe CH1 วัด Voltage ที่ตกคร่อมไดโอด โดยให้ ground ของ probe อยู่ที่จุดเชื่อมต่อระหว่าง ไดโอด และ รีซิสเตอร์

CH1 = ..... V / div  
Timebase = ..... s/div  
Vmax (CH1) = ..... Volts.  
Vmin (CH1) = ..... Volts.



### การทดลองที่ 5.4 การทดลองการวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier)

#### ขั้นตอนการทดลอง



- 1) ต่อยังวงจรดังรูป
- 2) ใช้ CH1 ของออสซิลโลสโคป (DC coupling) วัดค่า  $V_{p(sec)}$  บันทึกผล

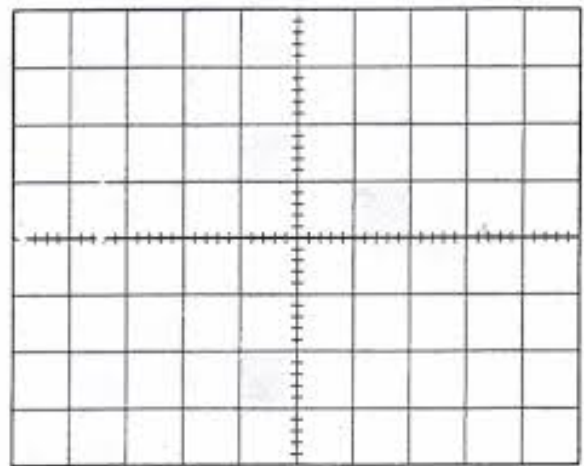
CH1 = ..... V / div

Timebase = ..... s/div

Vmax (CH1) = ..... Volts.

Vmin (CH1) = ..... Volts.

Frequency = ..... Hz.



- 3) ใช้ CH1 วัด Voltage ตกคร่อม D3 โดยให้ ground ของ probe อยู่ที่จุดเชื่อมต่อระหว่าง D3 และ D4
- 4) ใช้ CH2 วัด Voltage ตกคร่อม D2 โดยให้ ground ของ probe อยู่ที่จุดเชื่อมต่อระหว่าง D3 และ D4 บันทึกผล

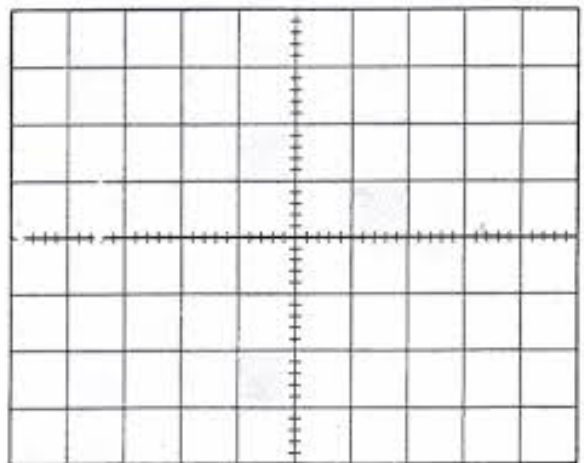
CH1 = ..... V / div

CH2 = ..... V / div

Timebase = ..... s/div

Vmax (CH1) = ..... Volts.

Vmin (CH1) = ..... Volts.



กลุ่ม(เข้า-บ่าย) \_\_\_\_\_ กลุ่มที่ \_\_\_\_\_ ชั้นปีที่ \_\_\_\_\_ ห้อง \_\_\_\_\_

รหัส \_\_\_\_\_ ชื่อ \_\_\_\_\_

วันเดือนปี \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

รหัส \_\_\_\_\_ ชื่อ \_\_\_\_\_

5) ถอด probe ออกทั้งสอง channels

6) ใช้ CH1 วัด Voltage ตกคร่อม  $R_L$  ( $V_{p(out)}$ )

CH1 = ..... V / div

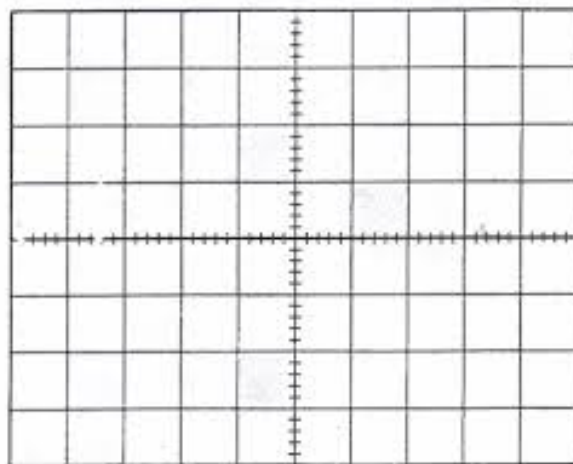
Timebase = ..... s/div

Vmax (CH1) = ..... Volts.

Vmin (CH1) = ..... Volts.

CH1 scale = .....

Volt/div



7) นำคาปาซิเตอร์ 1uF ต่อขนานกับ  $R_L$  โดยให้ขั้วบวกของคาปาซิเตอร์ต่อกับจุด V+ และ ขั้วลบ ต่อกับ Ground

CH1 scale = ..... V / div

Timebase = ..... s/div

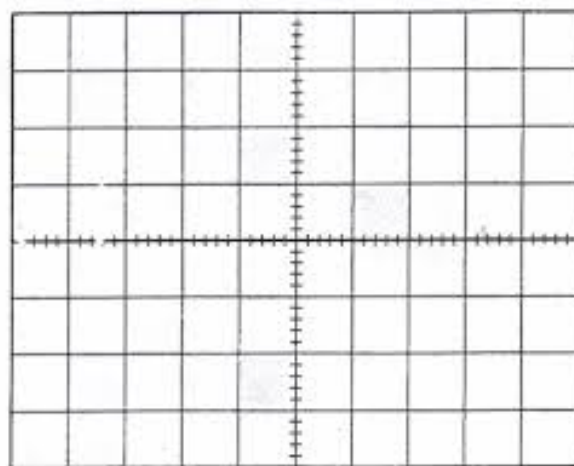
Vmax (CH1) = ..... Volts.

Vmin (CH1) = ..... Volts.

Vripple = Vmax - Vmin

= ..... - .....

= ..... Volt



8) นำคาปาซิเตอร์ 100uF ต่อแทน 1uF ขนานกับ  $R_L$  โดยให้ขั้วบวกของคาปาซิเตอร์ต่อกับจุด V+ และ ขั้วลบ ต่อกับ Ground

CH1 scale = ..... V / div

Timebase = ..... s/div

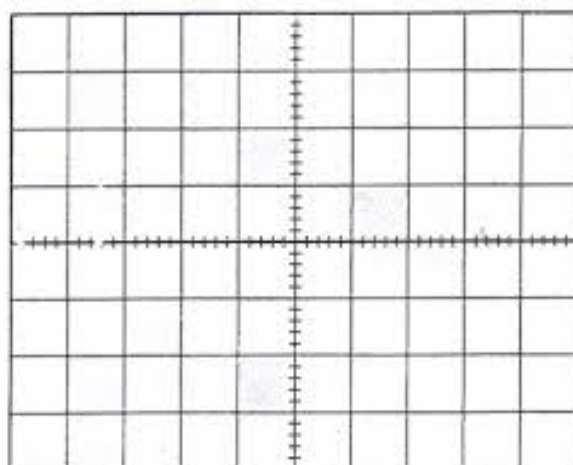
Vmax (CH1) = ..... Volts.

Vmin (CH1) = ..... Volts.

Vripple = Vmax - Vmin

= ..... - .....

= ..... Volt







## 1N4001 - 1N4007

### Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



**DO-41**  
COLOR BAND DENOTES CATHODE

## General Purpose Rectifiers

### Absolute Maximum Ratings\*

$T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
$V_{RRM}$	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375 " lead length @ $T_A = 75^\circ\text{C}$	1.0							A
$I_{FSM}$	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-55 to +175							$^\circ\text{C}$
$T_J$	Operating Junction Temperature	-55 to +175							$^\circ\text{C}$

\*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

### Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
$P_D$	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	$^\circ\text{C/W}$

### Electrical Characteristics

$T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
$V_F$	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
$I_R$	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle $T_A = 75^\circ\text{C}$	30							$\mu\text{A}$
$I_R$	Reverse Current @ rated $V_R$ $T_A = 25^\circ\text{C}$	5.0							$\mu\text{A}$
$I_R$	Reverse Current @ rated $V_R$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	500							$\mu\text{A}$
$C_T$	Total Capacitance $V_R = 4.0\text{ V}$ , $f = 1.0\text{ MHz}$	15							pF

