

## บทที่ 2

### ไดโอด

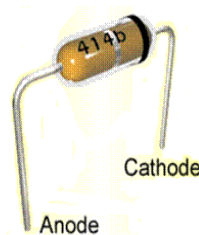
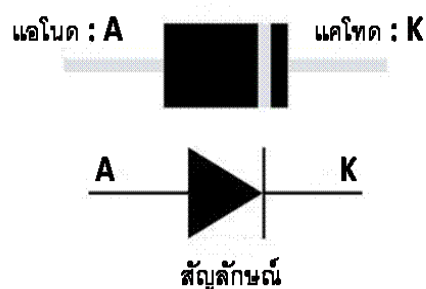
#### วัตถุประสงค์

1. บอกลักษณะ และคุณสมบัติของไดโอดได้
2. อธิบายกราฟคุณลักษณะทางกระแส และแรงดันของไดโอดได้
3. อ่านข้อมูลพื้นฐานจาก คาต้าชีท ของไดโอดได้
4. บอกการนำไดโอดไปใช้งานได้

### 2.1 ไดโอด (Diode)

#### 2-1-1 สัญลักษณ์ของไดโอด

รอยต่อ พี-เอ็น ของสารกึ่งตัวนำซิลิคอน ได้พัฒนามาเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า ไดโอด ไดโอดมี 2 ขั้ว ขั้วที่ขึ้นสารชนิดพี เรียกว่า แอโนด Anode : (A) และขั้วที่ขึ้นสารชนิดเอ็นเรียกว่า แคโทด (Cathode : K) สัญลักษณ์ของไดโอดเปรียบเทียบกับสารกึ่งตัวนำ 1 รอยต่อ (พี-เอ็น) แสดงในรูปที่ 1-15

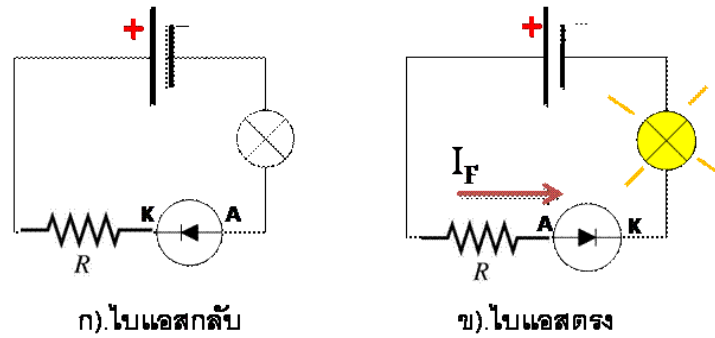


ดังนั้น แรงดันที่ตกคร่อมไดโอด เมื่อ ไดโอดนำกระแสจึงเท่ากับ 0.6V มันคือ แรงดันที่ตกคร่อมรอยต่อ พี-เอ็น นั้นเอง

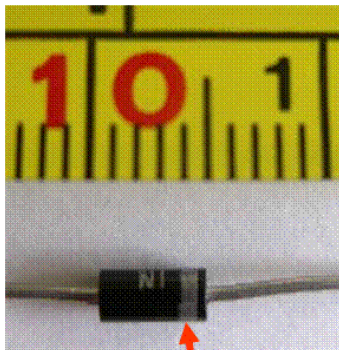
รูปที่ 2-1

#### 2-1-2 คุณสมบัติของไดโอด

1. เมื่อได้รับไบแอสกลับไดโอดจะไม่นำกระแส
2. เมื่อได้รับไบแอสตรง ที่แรงดันมากกว่า 0.6V ไดโอดจะนำกระแสได้
3. โดยปกติในวงจรไดโอดจะต้องต่อตัวต้านทานจำกัดกระแสเพื่อป้องกันไดโอดเสมอ



### รูปที่ 2-2 การไบแอสไดโอด

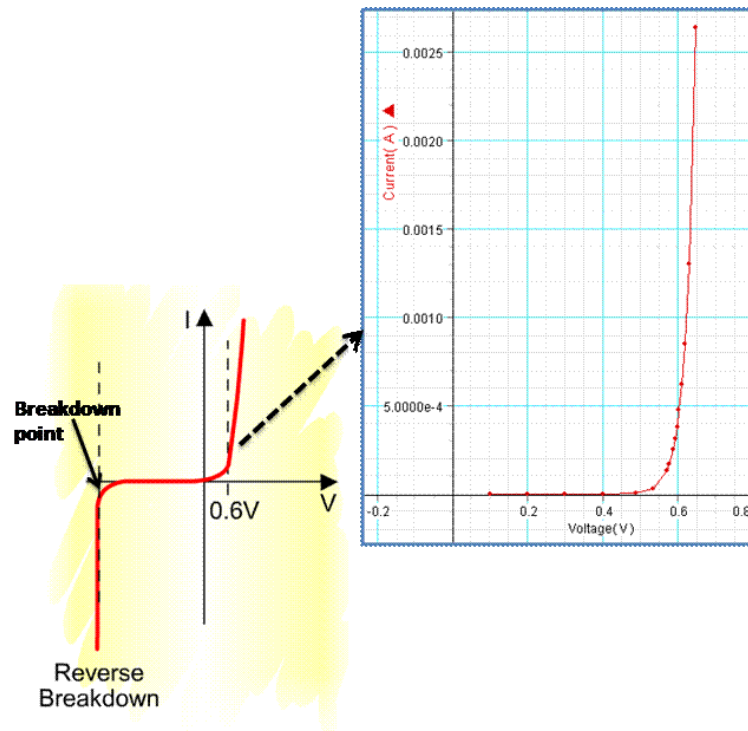


ลักษณะของไดโอด แสดงในรูปที่ 2-3 ที่ตัวถังไดโอดขนาดเล็กจะมีแถบสีเงิน ซึ่งแสดงว่าเป็นขั้วแคโทด (K) อีกขั้วหนึ่งของมันจึงเป็นขั้วแอโนด (A) โดยปกติไดโอดจะใช้ในวงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) เพื่อแปลงกระแสไฟสลับให้เป็นกระแสไฟตรง

### รูปที่ 2-3 ลักษณะของไดโอด

#### 2-1-3 กราฟคุณลักษณะทางกระแส และแรงดันของไดโอด

กราฟคุณลักษณะทางกระแส และแรงดันของไดโอด เรียกว่า กราฟVI-Curve แสดงคุณลักษณะเมื่อไดโอดได้รับไบแอสตรง และไบแอสกลับ เมื่อไดโอดได้รับไบแอสตรง จะมีกระแสไหลผ่านไดโอดได้ และจะมีแรงดันตกคร่อมไดโอดเท่ากับ 0.6V แต่เมื่อไดโอดได้รับไบแอสกลับ ไดโอดจะไม่นำกระแส แต่จะมีกระแสรั่วไหล จำนวนน้อยมากไหลผ่านไดโอดได้ (น้อยกว่าไมโครแอมป์) (หรือ  $\frac{1}{1,000,000}$  A) และเมื่อให้ แรงดันไบแอสกลับให้กับไดโอดเพิ่มมากขึ้น จนถึงจุดพังทลาย(Break down point) ไดโอดจะทะลุ มีกระแสไหลได้จำนวนมาก และไดโอดนั้นจะเสียหายไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้ตามปกติอีกกราฟคุณลักษณะของไดโอดแสดงในรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-4 กราฟคุณสมบัติทางกระแสและแรงดัน (VI Curve) ของไดโอด

#### 2-1-4 ดาต้าชีท ของไดโอด (Diode Data Sheet)

ดาต้าชีท จะแสดงข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการเลือกใช้งานไดโอดได้อย่างถูกต้อง ซึ่งควรอ่านและเข้าใจในตัวเลขที่สำคัญ 4 ค่า คือ

1. แรงดันตกคร่อมเมื่อนำกระแส (Forward Voltage Drop)
2. กระแสเฉลี่ยเมื่อไดโอดได้รับไบแอสตรง (Average forward Current)
3. กระแสไบแอสกลับสูงสุด (Peak Reverse Current)
4. แรงดันเบรกดาวน์ (Breakdown Voltage)

ตัวอย่างการอ่านค่าไดโอดจากดาต้าชีท แสดงในรูปที่ 2-5



## 1N4001 - 1N4007

1.0A RECTIFIER

### Maximum Ratings and Electrical Characteristics @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.  
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	$V_{RRM}$								
Working Peak Reverse Voltage	$V_{RWM}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
DC Blocking Voltage	$V_R$								
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	$I_O$				1.0				A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load	$I_{FSM}$				30				A
Forward Voltage @ $I_F = 1.0\text{A}$	$V_{FM}$				1.0				V
Peak Reverse Current @ $T_A = 25^\circ\text{C}$					5.0				$\mu\text{A}$
at Rated DC Blocking Voltage @ $T_A = 100^\circ\text{C}$	$I_{RM}$				50				$\mu\text{A}$
Typical Junction Capacitance (Note 2)	$C_j$		15			8			pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$				100				K/W
Maximum DC Blocking Voltage Temperature	$T_A$				+150				$^\circ\text{C}$
Operating and Storage Temperature Range	$T_J, T_{STG}$				-65 to +150				$^\circ\text{C}$

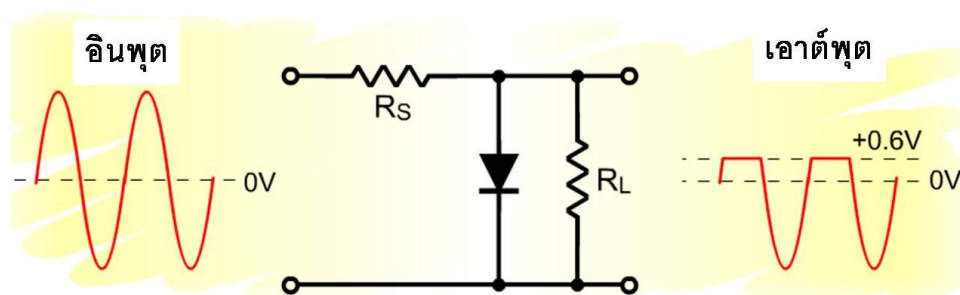
Notes: 1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.  
2. Measured at 1.0 MHz and applied reverse voltage of 4.0V DC.  
3. EU Directive 2002/95/EC (RoHS). All applicable RoHS exemptions applied, see EU Directive 2002/95/EC Annex Notes.

### รูปที่ 2-5 ค่าตัวชี้ของไดโอด เบอร์ 1N4001-1N4007

## 2-2 การนำไดโอดไปใช้งาน

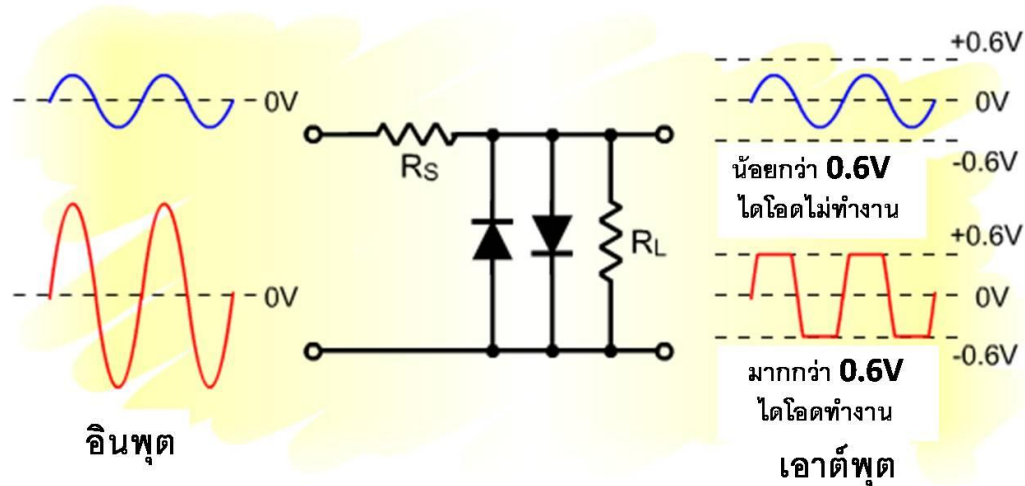
### 2-2-1 ไดโอด แคลมป์

ไดโอดแคลมป์ (Diode Clamps) คือ การนำไดโอดไปใช้งาน เพื่อตัดรูปคลื่นด้านบวกหรือลบ ของสัญญาณ โดยการต่อไดโอดขนานกับโหลด ( $R_L$ ) ดังรูปที่ 2-6 เมื่อป้อนสัญญาณอินพุต คลื่นไซน์ ครึ่งไซ้เกิดบวกเข้าไป ไดโอดจะนำกระแส ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมไดโอด 0.6 V เช่นกันสำหรับในครึ่งไซ้เกิดลบไดโอดจะไม่ทำงานคลื่นลบก็จะปรากฏที่โหลดเหมือนอินพุตวงจรแคลมป์นี้ จะตัดคลื่นไซ้เกิดด้านบวกออกไปจากเอาต์พุต



รูปที่ 2-6 วงจรไดโอดแคลมป์ด้านบวก

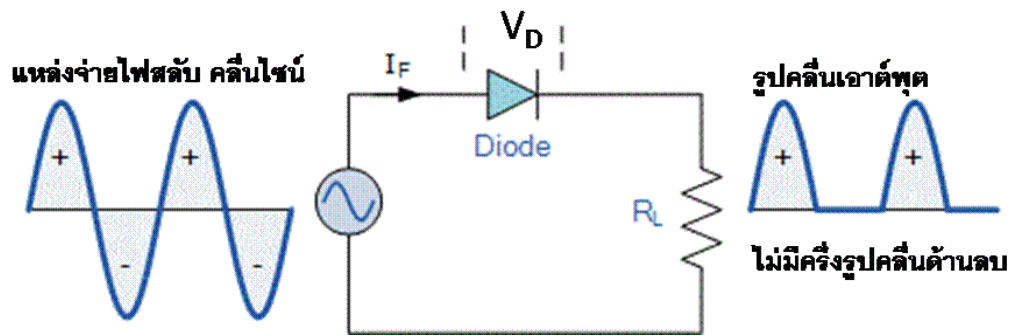
หากต้องการตัดรูปคลื่นด้านบวกและลบออกไปทั้ง 2 ด้าน ทำได้โดยใช้ไดโอดแคลมป์จำนวน 2 ตัว ต่อกลับหัวกัน (Back to Back) ขนานกับโหลด ดังรูปที่ 2-7 เมื่อต่อแบบนี้ และแรงดันอินพุตมีค่ามากกว่า 0.6V (ทั้งด้านไซเกิลบวกและไซเกิลลบ) จะถูกตัดออกไปทั้ง 2 ด้าน และที่เอาต์พุตจะเป็นรูปคลื่นไซน์ที่ถูกตัดขยออกคลื่นออกไป เหลือเพียง  $\pm 1.2\text{p-p}$  เท่านั้น ( $0.6\text{V}+0.6\text{V}$ ) แต่หากสัญญาณอินพุตมีค่าต่ำกว่า  $\pm 0.6\text{V}$  วงจรไดโอดแคลมป์ จะไม่ทำงานทำให้สัญญาณเอาต์พุตเหมือนกับสัญญาณอินพุต ดังรูปที่ 2-7 (ก)



รูปที่ 2-7 วงจรไดโอดแคลมป์ ด้านบวกและลบ

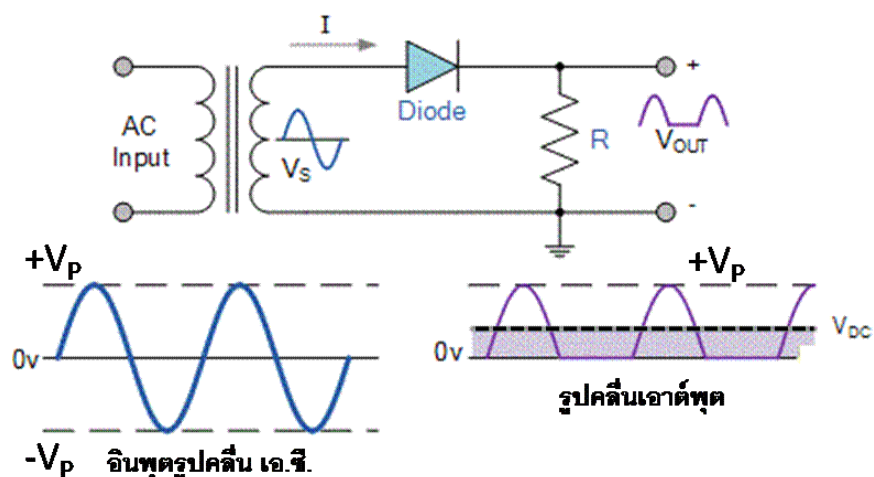
### 2-2-2 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น ใช้ไดโอด 1 ตัว ทำหน้าที่เปลี่ยนอินพุต เอ.ซี. (คลื่นไซน์) ให้เป็น ดี.ซี. เฉพาะคลื่นไซเกิลบวกของอินพุตเท่านั้น เพราะว่าไดโอดจะทำงาน (นำกระแส : ON) ได้เมื่อได้รับคลื่นไซน์ด้านครึ่งไซเกิลบวกเท่านั้น (เพราะว่าช่วงนั้นไดโอดจะได้รับไบแอสตรง) จึงเกิดกระแสไหลจากแหล่งจ่าย ( $I_F$ ) ผ่านไดโอดไปสู่โหลด ( $R_L$ ) แต่เมื่อคลื่นอินพุตเป็นช่วงครึ่งไซเกิลลบ ไดโอดจะ ไม่นำกระแส : OFF จึงไม่มีกระแสไหลผ่านโหลด รูปคลื่นที่เอาต์พุตจึงปรากฏเฉพาะครึ่งไซเกิลบวกเท่านั้น จึงเรียกววงจรเรียงกระแสแบบนี้ว่า วงจรครึ่งคลื่น ดังรูปที่ 2-8



รูปที่ 2-8 วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่น

เมื่อพิจารณาจากรูปคลื่นเอาต์พุตของวงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่นในรูปที่ 2-9 จะพบว่าค่าสูงสุดของคลื่นไซน์อินพุต คือ  $+V_p$  และ  $-V_p$  ส่วนค่าสูงสุดของคลื่นเอาต์พุต คือ  $+V_p$  ทั้งนี้เพราะไม่นำค่าแรงดันตกคร่อมไดโอด ( $0.6V$ ) มาคิดค่า  $V_p$ (input) จึงเท่ากับ  $V_p$  (Output) แต่ค่าแรงดันเฉลี่ยที่เอาต์พุต ( $V_{DC}$ ) หรือค่าแรงดันเฉลี่ยที่เอาต์พุต ( $V_{AVE}$ ) จะเขียนแทนด้วยเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 2-3 และค่าของแรงดันเอาต์พุตที่ผู้เรียนต้องสามารถหาค่าได้จะมี 3 ค่า คือ (1) แรงดันสูงสุด ( $V_p$ ) (2) แรงดัน อาร์.เอ็ม.เอส. ( $V_{RMS}$ ) และ(3)แรงดัน ดี.ซี. ( $V_{DC}$ ) หรือ แรงดันเฉลี่ย ( $V_{AVE}$ )



รูปที่ 2-9 แรงดันอินพุตและเอาต์พุต

## แบบฝึกหัดเรื่อง ไดโอด

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

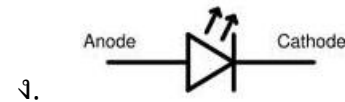
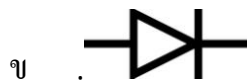
1. ข้อใดกล่าวถึงไดโอดไม่ถูกต้อง

- ก. มีแรงดันตกคร่อมรอยต่อ 6.0V
- ข. มีขั้ว 2 ขั้ว คือ บวก / ลบ
- ค. มีขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด / แคโทด
- ง. มีราคาถูก

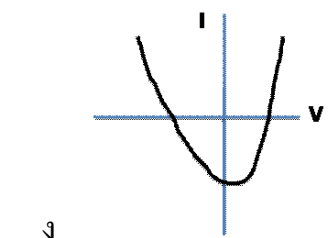
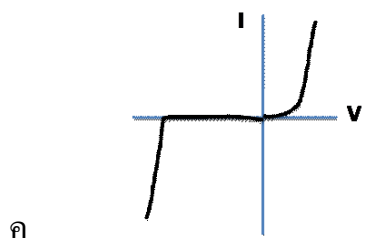
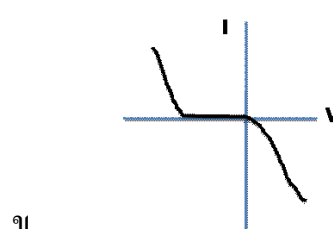
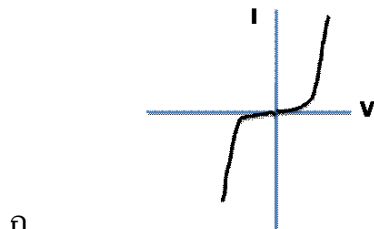
2. การไบแอสตรง ให้กับไดโอด หมายถึงข้อใด

- ก. ให้แรงดัน + กับขั้ว A และแรงดัน - กับขั้ว K
- ข. ให้แรงดัน - กับขั้ว A และแรงดัน + กับขั้ว K
- ค. ให้แรงดัน + กับขั้ว K และแรงดัน - กับขั้ว A
- ง. ให้แรงดัน + กับขั้ว P และแรงดัน - กับขั้ว N

3. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของไดโอด



4. ข้อใดคือกราฟคุณลักษณะทางกระแสและแรงดันของไดโอด



### 5. เมื่อไดโอด ได้รับการไบแอสกลับ ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. มีกระแสไหลผ่านได้ 100 mA
- ข. มีแรงดันตกคร่อมรอยต่อเท่ากับ 0.6V
- ค. มีกระแสรั่วไหลผ่านได้จำนวนเล็กน้อย
- ง. ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้



## 1N4001 - 1N4007

1.0A RECTIFIER

### Maximum Ratings and Electrical Characteristics @T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise specified

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.  
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	V <sub>RRM</sub>								V
Working Peak Reverse Voltage	V <sub>RWM</sub>	50	100	200	400	600	800	1000	V
DC Blocking Voltage	V <sub>R</sub>								V
RMS Reverse Voltage	V <sub>R(RMS)</sub>	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ T <sub>A</sub> = 25°C	I <sub>O</sub>				1.0				A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load	I <sub>FSM</sub>				30				A
Forward Voltage @ I <sub>F</sub> = 1.0A	V <sub>FM</sub>				1.0				V
Peak Reverse Current @T <sub>A</sub> = 25°C	I <sub>RM</sub>				5.0				μA
at Rated DC Blocking Voltage @ T <sub>A</sub> = 100°C					50				
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C <sub>J</sub>		15				8		pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient	R <sub>θJA</sub>				100				K/W
Maximum DC Blocking Voltage Temperature	T <sub>A</sub>				+150				°C
Operating and Storage Temperature Range	T <sub>J</sub> , T <sub>STG</sub>				-65 to +150				°C

Notes: 1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.  
2. Measured at 1.0 MHz and applied reverse voltage of 4.0V DC.  
3. EU Directive 2002/95/EC (RoHS). All applicable RoHS exemptions applied, see EU Directive 2002/95/EC Annex Notes.

### รูปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 6-8

### 6. ค่ากระแสเฉลี่ยที่เอาต์พุตของ ไดโอด เบอร์ 1N4007 เท่ากับข้อใด

- ก. 100 mA
- ข. 1.0A
- ค. 10 A
- ง. 5μA

### 7. ค่าแรงดันตกคร่อมไดโอด เบอร์ 1N4001 สูงสุดเท่ากับข้อใด

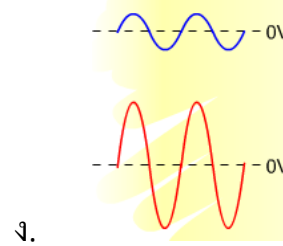
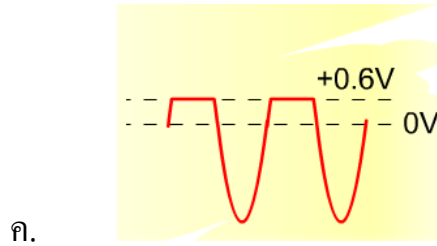
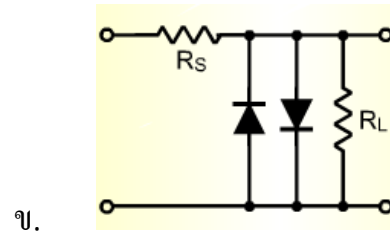
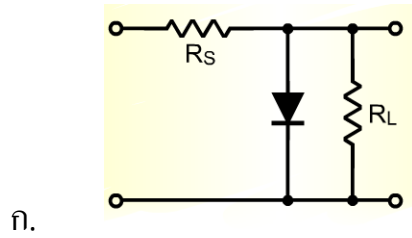
- ก. 1V
- ข. 0.6V
- ค. 0.7V
- ง. 1.1V

### 8. ไดโอด เบอร์ 1N4004 ทนแรงดันไบแอสกลับสูงสุดเท่ากับข้อใด

- ก. 100V
- ข. 200V
- ค. 300V
- ง. 400V



9. ข้อใดวงจรไดโอด แคลมป์ สองด้าน



10. ข้อใดคือวงจรไดโอดเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

