คำแนะนำการใช้เอกสารประกอบการสอน

เอกสารประกอบการสอนชุดนี้ ใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งออกเป็น 11 หน่วยการเรียนรู้ แต่ละหน่วยกำหนดให้นักศึกษาปฏิบัติดังนี้

1. นักเรียนจะต้องศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้
2. นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน และตรวจคำตอบในแบบเฉลยด้วยความซื่อสัตย์
3. นักเรียนต้องศึกษาใบเนื้อหาให้ละเอียดเพื่อให้เกิดความเข้าใจ
4. นักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน และตรวจคำตอบการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองร่วมกับครูผู้สอน
5. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยความซื่อสัตย์
6. นักเรียนเปรียบเทียบผลของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการในการเรียนรู้
7. หากนักเรียนได้ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 ให้นักเรียนกลับไปศึกษาเอกสารประกอบการสอนใหม่อีกครั้ง
8. นักเรียนทำการทดลองใบงาน บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
9. หากนักเรียนมีปัญหาจากการศึกษาเอกสารประกอบการสอนสามารถปรึกษาครูได้ทันที

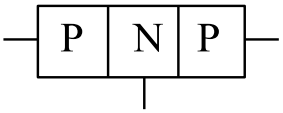
แบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยที่ 2 เรื่องซีเนอร์ไดโอด

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร **รหัสวิชา 2105 – 2005**

ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) **เวลา 10 นาที**

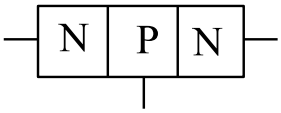
<u>คำสั่ง</u> จงเลือกคำตอบที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย (×) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือโครงสร้างของซีเนอร์ไดโอด

ก. 

ข.

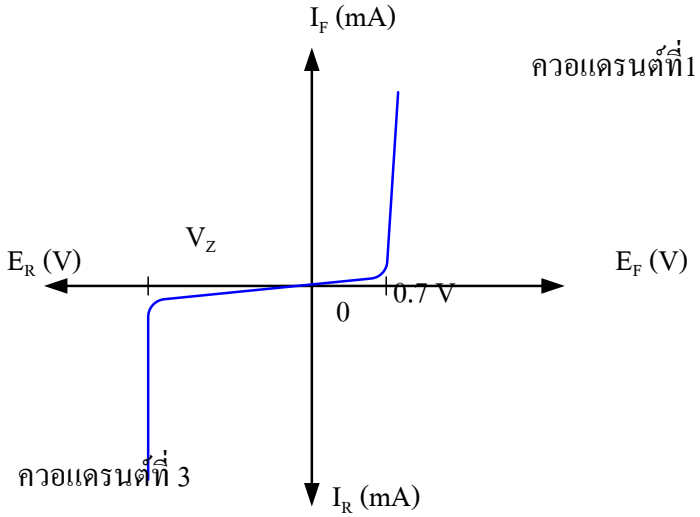
ค.

ง. 

2. สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดตรงกับข้อใด

ก. ข. ค. ง.

3. จากกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด ควอแดนต์ที่ 3 เป็นการทำงานของซีเนอร์ไดโอดในสภาวะใด



ก. ทำงานในสภาวะอิ่มตัว ข. ทำงานในสภาวะคัตออฟ

ค. ทำงานในสภาวะไบอัสกลับ ง. ทำงานในสภาวะไบอัสตรง

4. จากกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดควอแดนต์ที่ 1 เป็นการทำงานในสภาวะใด

ก. การทำงานในสภาวะอิ่มตัว ข.การทำงานในสภาวะคัตออฟ

ค.การทำงานในสภาวะไบอัสกลับ ง.การทำงานในสภาวะไบอัสตรง

5. การจ่ายแรงดันไบอัสในซีเนอร์ไดโอดที่ถูกต้องควรจ่ายแรงดันไบอัสตามข้อใด

ก. จ่ายแรงดันไบอัสตรงต่ำ ๆ

ข.จ่ายแรงดันไบอัสตรงสูงมาก ๆ

ค.จ่ายแรงดันไบอัสกลับต่ำกว่าค่าแรงดันเบรกดาวน์

ง.จ่ายแรงดันไบอัสให้สูงกว่าค่าเบรกดาวน์

6. ข้อใดคือค่าแรงดันของซีเนอร์ไดโอด

ก. V_{DC} ข.V_{RMS} ค.V_Z ง.V_T

7. จากคู่มือรายละเอียดของซีเนอร์ไดโอในการนำไปใช้งานนอกจากค่าแรงดันซีเนอร์แล้ว ขนาดของซีเนอร์ไดโอดบอกไว้เป็นค่าอะไร

ก.แรงดันไบอัสตรงสูงสุด ข.ค่าแรงดันไบอัสกลับสูงสุด

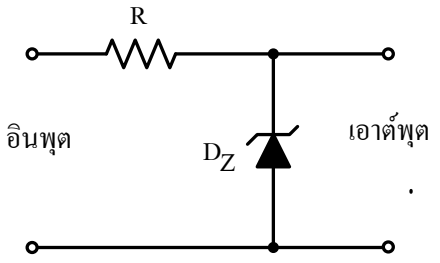
ค.อัตราทนกำลังงาน ง.ค่าทนกระแสสูงสุด

8. ซีเนอร์ไดโอดนิยมนำไปใช้งานตรงกับข้อใด

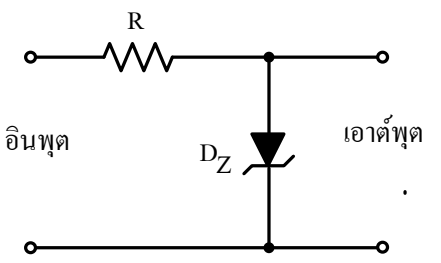
ก.วงจรเรียงกระแส ข.วงจรขยายสัญญาณ

ค.วงจรกำเนิดความถี่ ง.วงจรรักษาระดับแรงดัน

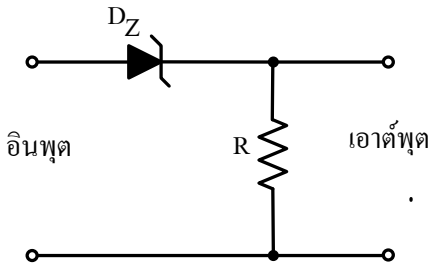
9. การนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งานเป็นตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ต้องต่อวงจรตามข้อใด



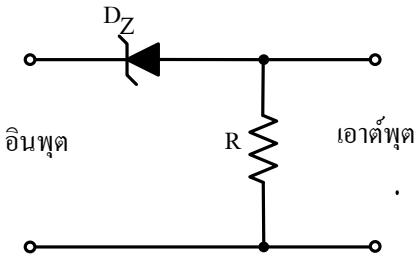
ก.



ข.



ค.



ง.

10. ในการวัดทดสอบซีเนอร์ไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์แล้วผลปรากฏว่าได้ค่าต้านทานสูงมาก (อินฟินิตี้)ทั้งสองครั้งโดยวัดแบบไบอัสตรงและไบอัสกลับ ผลการวัดทดสอบสรุปว่าอย่างไร

ก. ซีเนอร์ไดโอดปกติดี

ข. ซีเนอร์ไดโอดชำรุดขาด

ค. ซีเนอร์ไดโอดชำรุดช็อต

ง. ยังระบุไม่ได้ต้องเปิดคู่มือจากเบอร์ของซีเนอร์ไดโอด

	เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน			
ข้อที่	**คำตอบ**	**ข้อที่**	**คำตอบ**
1	**ข**	**6**	**ค**
2	**ก**	**7**	**ค**
3	**ค**	**8**	**ง**
4	**ง**	**9**	**ก**
5	**ง**	**10**	**ข**

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ซีเนอร์ไดโอด(Zener Diode)เป็นอุปกรณ์ที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นต่อชนกันหนึ่งรอยต่อมี2 ขาคือ ขาแอโนด(A) และขาแคโทด (K) มีรูปร่างคล้ายไดโอดธรรมดา แต่มีสัญลักษณ์แตกต่างจากไดโอดธรรมดาตรงขีดทางด้านขาแคโทดซึ่งมีลักษณะเอียงขึ้นบนและลงล่าง ซีเนอร์ไดโอดถูกผลิตขึ้นมาให้ทำงานแตกต่างจากไดโอดธรรมดาในช่วงสภาวะไบแอสกลับ คือจะต้องจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ถึงค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ของซีเนอร์ไดโอดจึงจะนำกระแสและมีแรงดันตกคร่อมมีค่าคงที่ ซีเนอร์ไดโอดถูกนำไปใช้งานโดยต่อเป็นวงจรรักษาระดับแรงดันคงที่ วงจรกำเนิดแรงดันอ้างอิง และวงจรตัดสัญญาณ

สาระการเรียนรู้

2.1 โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของซีเนอร์

2.2 คุณลักษณะทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด

2.2.1 กราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด

2.2.2 ตารางคุณสมบัติทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด

2.3 การตรวจสอบซีเนอร์ไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์

2.4 การตรวจสอบค่าแรงดันซีเนอร์

2.4.1 การหาแรงดันซีเนอร์ไดโอดจากเบอร์ซีเนอร์ไดโอด

2.4.2 การทดสอบหาแรงดันซีเนอร์

2.4 การนำซีเนอร์ไดโอดไปต่อใช้งาน

2.5 สรุป

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสัญลักษณ์ คุณสมบัติและการทำงานของซีเนอร์ไดโอด

2. เพื่อนักเรียนมีกิจนิสัยในการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

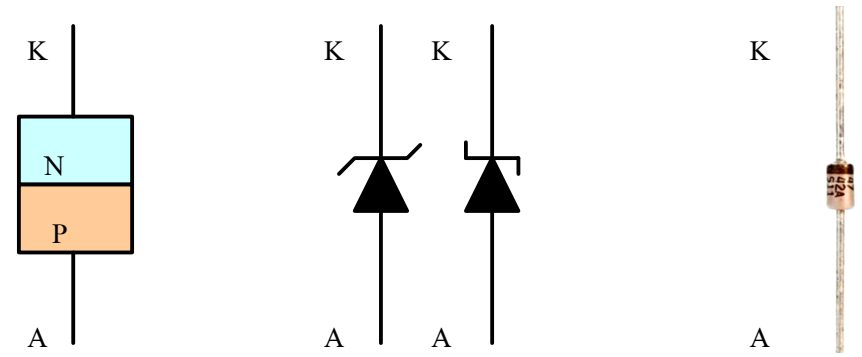
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เขียนโครงสร้างและสัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดได้
2. อธิบายกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดได้
3. บอกคุณลักษณะทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอดได้
4. บอกวิธีการจ่ายแรงดันไบแอสให้ซีเนอร์ไดโอดได้
5. แปลความหมายจากการอ่านคู่มือซีเนอร์ไดโอดได้
6. บอกการนำซีเนอร์ไดโอดไปประยุกต์ใช้งานได้
7. บอกลักษณะอาการเสียของซีเนอร์ไดโอดที่ทำการวัดทดสอบด้วยโอห์มมิเตอร์ได้
8. มีการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่ผู้สอนสามารถสังเกตเห็นได้ ในด้านมนุษยสัมพันธ์ มีวินัย ความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์สุจริต สนใจใฝ่รู้ รักสามัคคี

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

2.1 โครงสร้าง และสัญลักษณ์ของซีเนอร์

ซีเนอร์ไดโอด(Zener Diode) ผลิตมาจากสารซิลิคอนที่มีปริมาณความหนาแน่นของสารเจือปนในส่วนทั้งสองของสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นมีค่าสูงกว่าปกติ ซึ่งจะทำให้มีคุณสมบัติในการทนค่าแรงดันเบรกดาวน์สูง และค่าแรงดันเบรกดาวน์หรือแรงดันซีเนอร์สามารถกำหนดได้ด้วยการควบคุมความหนาแน่นของสารเจือปนและเมื่อให้แรงดันไบแอสกลับจะสามารถทนกระแสย้อนกลับได้สูงขึ้นโดยซีเนอร์ไดโอดไม่เสียหาย แรงดันที่ตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอดจะเป็นตัวควบคุมและรักษาแรงดันให้คงที่ โครงสร้างและสัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดแสดงดังรูปที่ 2.1



(ก) โครงสร้าง (ข) สัญลักษณ์ (ค) รูปร่าง

รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างสัญลักษณ์และรูปร่างของซีเนอร์ไดโอด

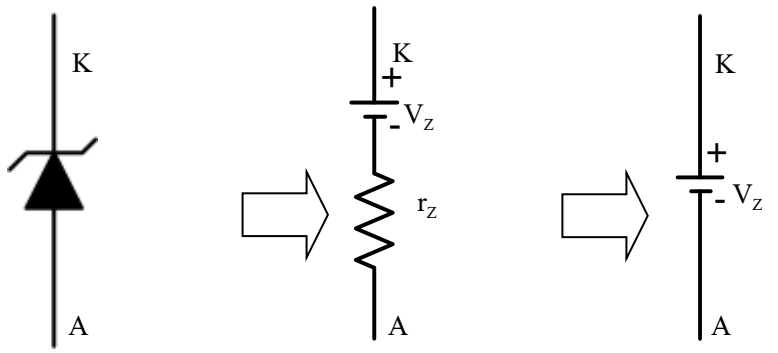
ที่มา (พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2557.,หน้า 40)

จากรูปที่2.1 เป็นโครงสร้างสัญลักษณ์และรูปร่างของซีเนอร์ไดโอดในรูป(ก) ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นต่อชนกัน มีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขา คือ ขาแอโนด(Anode) ใช้ตัวย่อ A ต่อกับสารพี และขาแคโทด (Cathode)ใช้ตัวย่อ K ต่อกับสารเอ็น เช่นเดียวกับไดโอดทั่วไป แต่แตกต่างกันตรงขบวนการผลิตและการนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งาน ไดโอดทั่วไปใช้งานในช่วงแรงดันไบแอสตรง ส่วนซีเนอร์

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

ไดโอด ใช้งานในช่วงแรงดันไบแอสกลับ โดยทำงานที่ค่าซีเนอร์เบรกดาวน์ (Zener Breakdown) เป็นการกำหนดค่าแรงดันตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอดตามค่าแรงดันเบรกดาวน์ของซีเนอร์ตัวนั้น เรียกว่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ ((Zener Breakdown Voltage) หรือ V_Z เป็นค่าแรงดันที่ซีเนอร์ไดโอดควบคุมให้จ่ายออกมาคงที่ตลอดเวลา ในรูป(ข) สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดจะคล้ายกับไดโอดธรรมดา คือด้านสามเหลี่ยมเป็นขาแอโนด(A)ด้านขีดเป็นขาแคโทด(K) เพียงแต่ด้านขีดขาแคโทดมีส่วนตอนปลายของขีดมีรอยหยักเป็นมุมเอียงอาจเป็นแนว 45องศาหรือแนว 90 องศา ในรูป(ค)รูปร่างของซีเนอร์ไดโอดที่สร้างขึ้นมาใช้งานก็คล้ายกับไดโอดธรรมดา การดูจากรูปร่างภายนอกไม่สามารถแยกแยะได้ว่าเป็นไดโอดธรรมดา หรือเป็นซีเนอร์ไดโอด การแยกแยะต้องใช้การดูเบอร์ หรือรหัสที่กำกับไว้ในตัวไดโอดนั้นๆ ส่วนขาแคโทดของซีเนอร์จะมีขีดกำกับไว้เหมือนไดโอดธรรมดา

การนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้เป็นตัวกำหนดแรงดันคงที่ป้อนออกเป็นเอาต์พุตระดับแรงดันที่ป้อนออกมามีค่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับการเลือกค่าแรงดันซีเนอร์ (V_Z) ของซีเนอร์ไดโอดแต่ละตัวมาใช้งาน ดังนั้นสามารถเขียนแทนซีเนอร์ไดโอดได้เหมือนเป็นแหล่งจ่ายแรงดัน โดยเขียนออกมาในรูปวงจรสมมูล(Equivalent Circuit) วงจรสมมูลแสดงดังรูปที่ 2.2



(ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล (ค) วงจรโดยประมาณ

รูปที่ 2.2 แสดงวงจรสมมูลของซีเนอร์ไดโอด
ที่มา (พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์, 2557, หน้า 41)

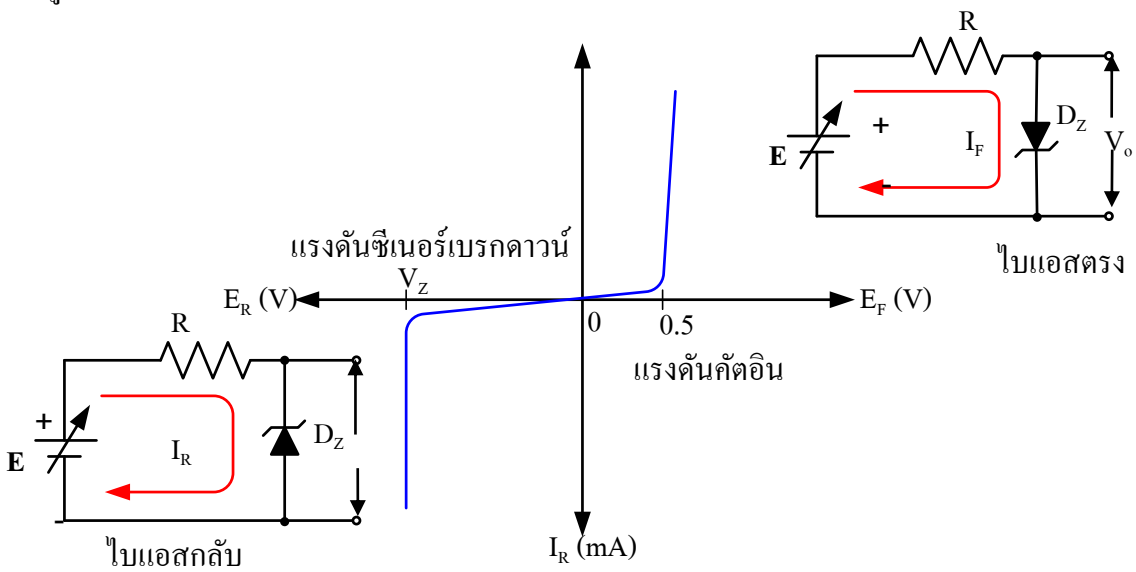
	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

จากรูปที่ 2.2 เป็นวงจรสมมูลภายในตัวซีเนอร์ไดโอด เปรียบเสมือนซีเนอร์ไดโอดเป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงที่ มีค่าแรงดันจ่ายออกมาเท่ากับ V_Z ต่ออนุกรมกับค่าความต้านทานในตัวซีเนอร์ไดโอดเท่ากับ r_Z (Zener Resistance)

2.2 คุณลักษณะทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด

2.2.1 กราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด

กราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด (Zener Diode Characteristics)มีลักษณะคล้ายกับกราฟคุณสมบัติของไดโอดธรรมดา โดยกราฟในช่วงของการต่อไบแอสตรงจะทำงานเหมือนไดโอดธรรมดา ส่วนในช่วงไบแอสกลับ ซีเนอร์ไดโอดจะยังไม่นำกระแสจนกว่าแรงดันที่จ่ายให้กับซีเนอร์ไดโอดจะถึงค่าซีเนอร์เบรกดาวน์ซีเนอร์ไดโอดจึงนำกระแส ซึ่งกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด

จากรูปที่ 2.3 แสดงกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด จากกราฟเราจะเห็นว่าซีเนอร์ไดโอดแบ่งการทำงานออกเป็น 2 สภาวะคือ สภาวะไบแอสตรง และสภาวะไบแอสกลับ โดยมีหลักการทำงานดังนี้

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

สภาวะไบแอสตรง คือจ่ายแรงดันไฟบวกให้กับขาแอโนด และจ่ายแรงดันไฟลบให้กับขาแคโทด ตัวต้านทาน (Resistor : R) ในวงจร ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่จะไหลผ่านตัวซีเนอร์ไดโอด ไม่ให้เกินค่ากระแสสูงสุดที่ซีเนอร์ไดโอดทนได้ ในการจ่ายไบแอสตรงครั้งแรกค่าต่ำ ๆ ซีเนอร์ไดโอดจะยังไม่นำกระแสจนกว่าแรงดันไฟที่จ่ายให้จะมีค่าแรงดันถึงค่าแรงดันคัตอิน (Cutin Voltage) ซึ่งมีค่าประมาณ 0.5 โวลต์ ขึ้นไป จึงเริ่มนำกระแส และซีเนอร์ไดโอดจะนำกระแสมากขึ้น เมื่อเพิ่มแรงดันไบแอสมากขึ้น การทำงานในสภาวะไบแอสตรงนี้จะเหมือนไดโอดธรรมดา

สภาวะไบแอสกลับ เป็นการกลับขั้วของแรงดันไบแอสแก่ตัวซีเนอร์ไดโอด คือ จ่ายแรงดันไฟบวกให้กับขาแคโทด และจ่ายแรงดันไฟลบให้กับขาแอโนด ตัวต้านทานต่อไว้ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่จะไหลผ่านตัวซีเนอร์ไดโอดไม่ให้เกินค่ากระแสสูงสุดที่ซีเนอร์ไดโอดทนได้ ในการจ่ายไบแอสกลับให้กับตัวซีเนอร์ไดโอดจะยังไม่นำกระแส มีเพียงกระแสรั่วซึมไหลผ่าน ซึ่งค่ากระแสนี้ไม่ถือว่าซีเนอร์ไดโอดนำกระแส เมื่อเพิ่มแรงดันไบแอสกลับให้กับซีเนอร์ไดโอดมากขึ้น จนถึงค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ (V_Z)ซีเนอร์ไดโอดจึงเริ่มนำกระแส มีกระแสไหลผ่าน ตัวซีเนอร์ไดโอด ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอดตามค่าแรงดัน ซีเนอร์เบรกดาวน์ถึงแม้ว่าจะเพิ่มค่าแรงดันไฟให้ตัวซีเนอร์ไดโอดมากขึ้นไปอีก ค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ จะเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย แต่กระแสซีเนอร์ I_Z จะไหลเพิ่มขึ้น ถ้ากระแสไหลผ่านตัวซีเนอร์ไดโอดมากกว่าค่ากระแสสูงสุดของตัวซีเนอร์ไดโอด (I_{ZM}) ซีเนอร์ไดโอดจะชำรุดเสียหาย

2.2.2ตารางคุณสมบัติทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด มีความสำคัญต่อการนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งาน ดังนั้นก่อนการนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งาน จำเป็นต้องศึกษารายละเอียดของตัวซีเนอร์ไดโอดเพื่อช่วยให้การจัดวงจรใช้งานถูกต้องเหมาะสมและทำงานได้อย่างปลอดภัย ตัวอย่างคุณสมบัติทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728 -1N4733 แสดงดังตารางที่ 2.1

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

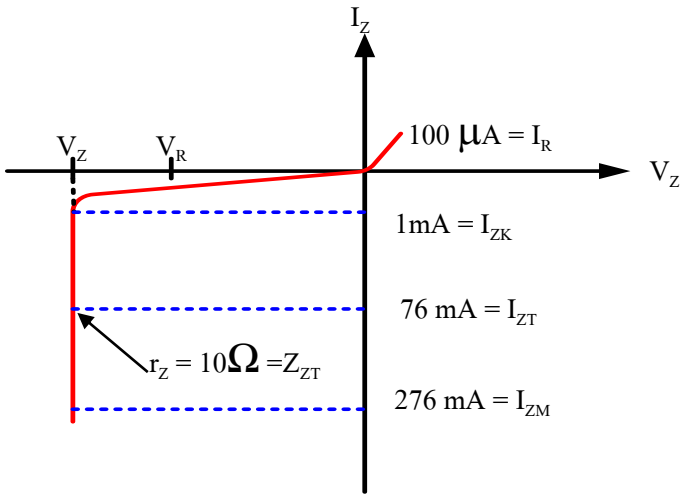
ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728 -1N4733

เบอร์	ค่าแรงดันซีเนอร์ V_Z (V)	กระแสทดสอบ I_{ZT}(mA)	อิมพีแดนซ์ซีเนอร์สูงสุด			กระแสรั่วซึมสูงสุด I_R @ V_R		Surge Current At T_A=25°C I_R (mA)	กระแสซีเนอร์ไฟตรงสูงสุด I_{ZM}(mA)
			Z_{ZT} ที่ I_{ZT} (Ω)	Z_{ZK} (Ω)	ที่ I_{ZK} (mA)	I_R (μA)	V_R(V)		
1N4728	3.3	76	10	400	1.0	100	1	1380	276
1N4729	3.6	69	10	400	1.0	100	1	1260	252
1N4730	3.9	64	9	400	1.0	50	1	1190	234
1N4731	4.3	58	9	400	1.0	10	1	1070	217
1N4732	4.7	53	8	500	1.0	10	1	970	193
1N4733	5.1	49	7	550	1.0	10	1	890	178

จากตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728 -1N4733 ถ้านำคุณสมบัติทางฟ้าของซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728 มาเขียนเป็นกราฟคุณสมบัติจะได้ดังรูปที่ 2.4 จากตารางที่ 2.1และรูปที่ 2.4ซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728 ทำให้ทราบคุณสมบัติที่จำเป็นในการออกแบบวงจร เช่น มีค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์(V_Z) เท่ากับ 3.3 โวลต์ กระแสซีเนอร์ไดโอดทำงาน(I_{ZT}) เท่ากับ 76 มิลลิแอมป์ กระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดที่บริเวณส่วนโค้ง(I_{ZK}) เท่ากับ 1มิลลิแอมป์ กระแสที่ซีเนอร์ไดโอดทนได้สูงสุด(I_{ZM}) เท่ากับ 276 มิลลิแอมป์ มีค่าอิมพีแดนซ์สูงสุด(Z_{ZT}) เท่ากับ 10 โอห์ม

จากตารางค่าความต้านทานของซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728 ที่จุดทดสอบเท่ากับ 10 โอห์ม และต้องควบคุมกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดใอยู่ระหว่าง 1 มิลลิแอมป์ ถึง 275 มิลลิแอมป์ จะทำให้แรงดันตกคร่อมซีเนอร์ไดโอดมีค่าคงที่คือ 3.3 โวลต์

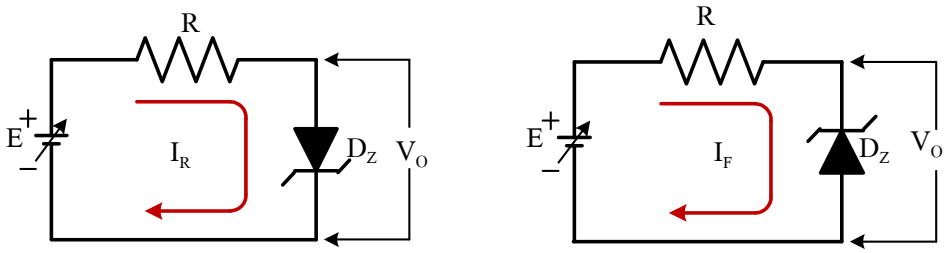
	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง



รูปที่ 2.4 แสดงกราฟคุณสมบัติทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728

2.3 การไบแอสซีเนอร์ไดโอด

การจ่ายแรงดันไบแอสซีเนอร์ไดโอด มี 2 ลักษณะ เหมือนกับการจ่ายแรงดันไบแอสให้ไดโอดคือ การจ่ายไบแอสตรง (Forward Bias) กับการจ่ายไบแอสกลับ(Reverse Bias) เมื่อจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้กับซีเนอร์ไดโอด ถึงค่าแรงดันคัตอินประมาณ 0.5 โวลต์จะมีกระแสไหลผ่านตัวซีเนอร์ไดโอด เมื่อจ่ายแรงดันไบแอสกลับจนถึงแรงดันค่าๆหนึ่ง ซีเนอร์ไดโอดจะนำกระแสและแรงดันตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอดจะมีค่าคงที่ เรียกจุดนี้ว่า ค่าแรงดีนซีเนอร์(Zener Voltage :V_Z) การจ่ายไบแอสให้ซีเนอร์ไดโอดแสดงดังรูปที่ 2.4



(ก) การจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้ซีเนอร์ไดโอด (ข) การจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ซีเนอร์ไดโอด

รูปที่ 2.4 การจ่ายแรงดันไบแอสให้ซีเนอร์ไดโอด

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

2.4 การอ่านคู่มือซีเนอร์ไดโอดและการแปลความหมาย

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลรายละเอียดของซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728 – 1N4761A

DIODES INCORPORATED

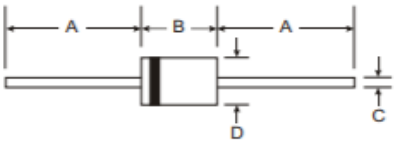
1N4728A - 1N4761A

1.0W ZENER DIODE

SPICE MODELS: 1N4728A 1N4729A 1N4730A 1N4731A 1N4732A 1N4733A 1N4734A 1N4735A 1N4736A 1N4737A 1N4738A 1N4739A 1N4740A 1N4741A 1N4742A 1N4743A 1N4744A 1N4745A 1N4746A 1N4747A 1N4748A 1N4749A 1N4750A 1N4751A 1N4752A 1N4753A 1N4754A 1N4755A 1N4756A 1N4757A 1N4758A 1N4759A 1N4760A 1N4761A

Features

- 1.0 Watt Power Dissipation
- 3.3V - 75V Nominal Zener Voltage
- Standard V_Z Tolerance is 5%
- **Lead Free Finish, RoHS Compliant (Note 2)**



Mechanical Data

- Case: DO-41
- Case Material: Glass. UL Flammability Classification Rating 94V-0
- Moisture Sensitivity: Level 1 per J-STD-020C
- Terminals: Finish — Sn96.5Ag3.5. Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: Cathode Band
- Marking: Type Number
- Weight: 0.35 grams (approximate)

DO-41 Glass		
Dim	**Min**	**Max**
A	26.0	—
B	—	4.10
C	—	0.86
D	—	2.60
All Dimensions in mm		

Maximum Ratings @ T_A = 25°C unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Zener Current (see Table page 2)	I_Z	Pd / V_Z	mA
Power Dissipation Derate Above 50°C (Note 1)	P_d	1.0 6.67	W mW/°C
Thermal Resistance - Junction to Ambient Air	$R_{\theta JA}$	175	°C/W
Forward Voltage @ I_F = 200 mA	V_F	1.2	V
Operating and Storage Temperature Range	T_j, T_{STG}	-65 to + 175	°C

Note: 1. Valid provided that leads are kept at T_L @ 50°C with lead length = 9.5mm (3/8") from case.
2. EC Directive 2002/95/EC (RoHS) revision 13.2.2003. Glass and High Temperature Solder Exemptions Applied where applicable, see *EU Directive Annex Notes 5 and 7.*

ที่มา(https://www.jameco.com/Jameco/Products/ProdDS/1538081.pdf)

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 2.3 ค่าพิกัดทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอดเบอร์ต่างๆ

Electrical Characteristics @ T_A = 25°C unless otherwise specified

Type Number	Nominal Zener Voltage (Note 3)	Test Current	Maximum Zener Impedance (Note 4)			Maximum Reverse Leakage Current		Max Surge Current 8.3ms	Temperature Coefficient @ I_{ZT}
	V_Z @ I_{ZT}	I_{ZT}	Z_{ZT} @ I_{ZT}	Z_{ZK} @ I_{ZK}	I_{ZK}	I_R	@ V_R	I_{ZS}	
	(V)	(mA)	(Ω)	(Ω)	(mA)	(μA)	(V)	(mA)	%/°C
1N4728A	3.3	76	10	400	1.0	100	1.0	1380	-0.08 to -0.05
1N4729A	3.6	69	10	400	1.0	100	1.0	1260	-0.08 to -0.05
1N4730A	3.9	64	9.0	400	1.0	50	1.0	1190	-0.07 to -0.02
1N4731A	4.3	58	9.0	400	1.0	10	1.0	1070	-0.07 to -0.01
1N4732A	4.7	53	8.0	500	1.0	10	1.0	970	-0.03 to +0.04
1N4733A	5.1	49	7.0	550	1.0	10	1.0	890	-0.01 to +0.04

ที่มา(https://www.jameco.com/Jameco/Products/ProdDS/1538081.pdf)

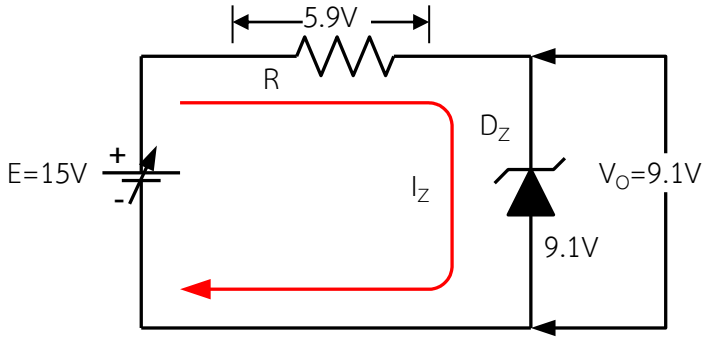
จากตารางที่ 2.3 ซีเนอร์ไดโอดเบอร์ 1N4728 พบว่า ค่าแรงดันซีเนอร์(V_Z) เท่ากับ 3.3 โวลต์ กระแสที่จุดทดสอบ(I_{ZT}) เท่ากับ 76 มิลลิแอมป์ กระแสไหลผ่านบริเวณส่วนโค้งหรือต่ำสุด(I_{ZK}) เท่ากับ 1 มิลลิแอมป์ กระแสสูงสุดผ่านซีเนอร์ไดโอด(I_{ZM})เท่ากับ 275 มิลลิแอมป์ ค่าความต้านทานของซีเนอร์ไดโอดที่จุดทดสอบ (r_Z) เท่ากับ 10 โอห์ม และจะต้องควบคุมกระแสไหลผ่านซีเนอร์ไดโอดให้อยู่ระหว่าง 1 – 275 มิลลิแอมป์ จะทำให้แรงดันตกคร่อมซีเนอร์ไดโอดมีค่าคงที่ 3.3 โวลต์

2.5 การนำซีเนอร์ไดโอดไปต่อใช้งาน

การนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งานส่วนใหญ่จะนำไปใช้ในวงจรรักษาระดับแรงดันคงที่ (Voltage Regulator) วงจรกำเนิดแรงดันอ้างอิง(Voltage Reference) และวงจรตัดสัญญาณ(Clipper Circuit)ในการต่อซีเนอร์ไดโอดใช้งาน ตัวซีเนอร์ไดโอดต้องต่อขนานกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง โดยต่อในลักษณะไบแอสกลับและต้องต่อตัวต้านทานอนุกรมกับซีเนอร์ไดโอดเพื่อแบ่งแรงดันและ

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

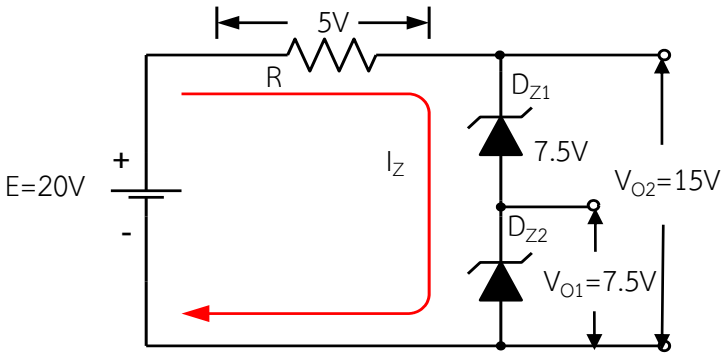
จำกัดกระแสในวงจร ซึ่งแรงดันที่ตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอดคือ แรงดันที่จ่ายออกเอาต์พุตเป็นแรงดันใช้งาน ลักษณะการต่อวงจรใช้งานซีเนอร์ไดโอด แสดงดังรูปที่ 2.5



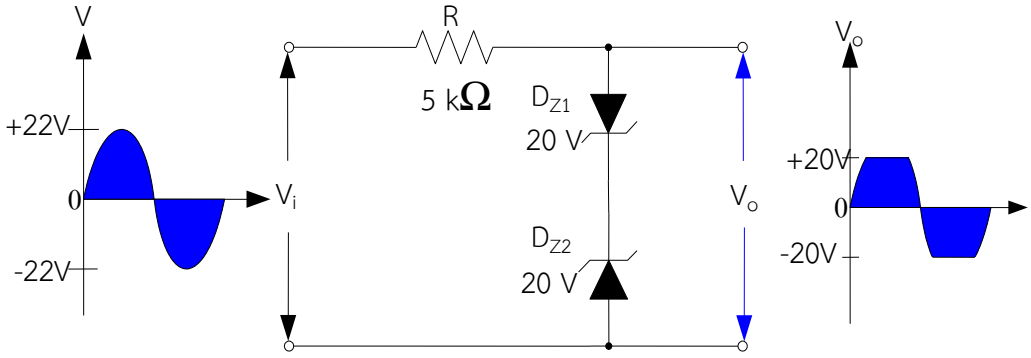
รูปที่ 2.5 แสดงการต่อวงจรใช้งานซีเนอร์ไดโอด
ที่มา(พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์,2553,หน้า 49)

จากรูปที่ 2.5 แสดงการต่อวงจรใช้งานซีเนอร์ไดโอด โดยการจ่ายแรงดันไฟตรงให้แก่ซีเนอร์ไดโอดทำงาน ซึ่งต้องจ่ายแรงดันเป็นแบบไบแอสกลับเสมอ โดยต้องจ่ายแรงดันจากแหล่งให้มีค่ามากกว่าค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ (V_Z) ของตัวซีเนอร์ไดโอดที่นำมาใช้งาน เช่น ในรูปที่ 3.6 ตัวซีเนอร์ไดโอดที่ใช้งานมีค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์เท่ากับ 9.1 โวลต์ ดังนั้นค่าแรงดันไฟตรงที่แหล่งจ่ายต้องมากกว่า 9.1 โวลต์ ตามรูปที่3.6 จ่ายแรงดันไฟตรงให้วงจร 15 โวลต์ ซีเนอร์ไดโอดสามารถทำงานได้ ซึ่งได้แรงดันไฟตรงคงที่ออกเอาต์พุต 9.1โวลต์ แต่ถ้าหากว่าเราจ่ายแรงดันไฟตรงเข้ามาในวงจรน้อยกว่าค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ (V_Z) แรงดันไฟตรงที่ออกเอาต์พุตจะมีค่าเท่ากับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามาในวงจร คือถ้าจ่ายเข้ามาน้อยก็จะจ่ายออกเอาต์พุตน้อย หรือถ้าจ่ายเข้าวงจรมากกว่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ ก็จะจ่ายออกเอาต์พุตเท่ากับแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ ซีเนอร์ไดโอดสามารถนำไปประยุกต์ต่อวงจรใช้งานต่างๆได้หลายวงจร เช่น วงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงออกเอาต์พุตหลายระดับ วงจรตัดสัญญาณ และวงจรจ่ายแรงดันไฟตรงคงที่แบบ 3 ขั้ว เป็นต้นวงจรประยุกต์ใช้งานซีเนอร์ไดโอดแสดงดังรูปที่ 2.6

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง



(ก) วงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงออกเอาต์พุตหลายระดับ



(ข) วงจรตัดสัญญาณ

รูปที่ 2.6 แสดงการนำซีเนอร์ไดโอดไปต่อวงจรใช้งาน

จากรูปที่ 2.6 แสดงการนำซีเนอร์ไดโอดไปต่อวงจรใช้งาน รูปที่ 2.6(ก) เป็นวงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงเอาต์พุตหลายระดับ ใช้ซีเนอร์ไดโอดมีค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ (V_Z)ที่ 7.5 โวลต์ต่ออนุกรมกัน2ตัวแต่ละตัวมีขั้วต่อแรงดันไฟตรงออกไปใช้งาน แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ป้อนเข้ามาในวงจร 20 โวลต์ ถูกซีเนอร์ไดโอดD_{Z1},D_{Z2} กำหนดแรงดันไฟตรงส่งออก 15 โวลต์ และซีเนอร์ไดโอด D_{Z2}กำหนดแรงดันไฟตรงส่งออก7.5 โวลต์ ส่วนในรูปที่ 2.6 (ข)เป็นวงจรตัดสัญญาณที่ใช้

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

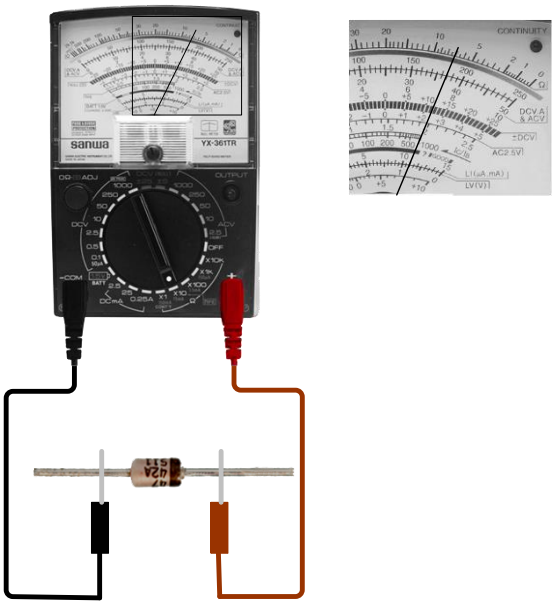
ซีเนอร์ไดโอดเป็นตัวตัดสัญญาณมีสัญญาณอินพุตป้อนเข้าวงจรขนาด ±22โวลต์ โดยใช้ซีเนอร์ไดโอด D_{Z1},D_{Z2} ต่ออนุกรมกันแบบหันขาแคโทดเข้าหากัน ซีเนอร์ไดโอด D_{Z1} กำหนดสัญญาณไซน์ซีกลบระดับแรงดัน 20 โวลต์ ตามค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ของ D_{Z1} ส่งออกเอาต์พุตและซีเนอร์ไดโอด D_{Z2} กำหนดสัญญาณไซน์ซีกบวกระดับแรงดัน 20 โวลต์ ตามค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ของ D_{Z2}

2.6 การวัดและทดสอบซีเนอร์ไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์

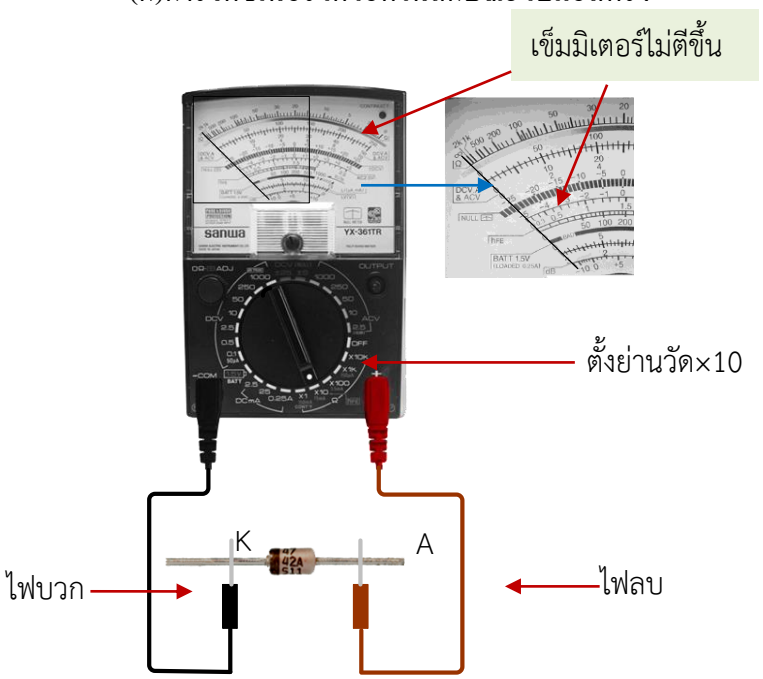
2.6.1 การวัดและทดสอบซีเนอร์ไดโอดดีหรือเสีย

ในการวัดตรวจสอบซีเนอร์ไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์ จะสามารถวัดได้เช่นเดียวกับการวัดทดสอบไดโอดธรรมดา โดยให้ใช้มัลติมิเตอร์ปรับย่านวัดไว้ที่ R ×1 หรือ R ×10 แล้วนำปลายสายทั้งสองมาแตะกันแล้วให้ทำการปรับปุ่มADJให้เข็มของมิเตอร์ชี้ที่ศูนย์โอห์ม (0Ω) จากนั้นให้นำปลายสายของมิเตอร์ทั้งสองไปวัดที่ขาของซีเนอร์ไดโอด โดยผู้ทำการวัดสามารถใช้มือจับปลายสายของมิเตอร์กับขาอุปกรณ์ได้ เพียงด้านเดียวในการตรวจวัดในสภาวะปกติของซีเนอร์ไดโอดเข็มของมิเตอร์จะตีขึ้นเมื่อทำการวัดสภาวะไบแอสตรงการวัดในลักษณะไบแอสตรงให้ใช้สายสีดำซึ่งจ่ายไฟบวกต่อที่ขาแอโนด และสายสีแดงซึ่งจ่ายไฟลบต่อที่ขาแคโทด โดยให้สังเกตที่ตัวของซีเนอร์ไดโอดด้านที่มีขีดสีดำจะต่อกับขาแคโทด(K) ด้านตรงข้ามจะเป็นขาแอโนด(A) ผลของการวัดเมื่อซีเนอร์ไดโอดได้รับไบแอสตรง สังเกตที่เข็มของมัลติมิเตอร์จะตีขึ้นอ่านค่าความต้านทานได้ประมาณ 50 – 70 Ω ในกรณีทำการวัดไบแอสกลับให้กลับขาของซีเนอร์ไดโอดโดยให้ขาแคโทดต่อกับสายสีดำซึ่งจ่ายไฟบวก และขาแอโนดต่อกับสายสีแดงซึ่งจ่ายไฟลบ ผลการวัดเข็มมัลติมิเตอร์จะไม่ตีขึ้นค่าความต้านทานสูงมากเป็นอินฟินิตี้ (∞)แสดงว่าซีเนอร์ไดโอดดี แต่ถ้าทำการสลับสายวัดสองครั้งหรือกลับขาซีเนอร์ไดโอดวัดสองครั้งแล้วเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้น ชี้ที่อินฟินิตี้(∞)ทั้งสองครั้งสรุปได้ว่าซีเนอร์ไดโอดเสียในลักษณะขาด แต่ถ้าเข็มมิเตอร์ชี้ที่ศูนย์โอห์ม (0Ω) ทั้งสองครั้งสรุปได้ว่าซีเนอร์ไดโอดเสียในลักษณะลัดวงจรผลการทดสอบซีเนอร์ไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.7

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง



(ก)การวัดซีเนอร์ไดโอดในลักษณะไบแอสตรง



(ข)การวัดซีเนอร์ไดโอดในลักษณะไบแอสกลับ

รูปที่ 2.7 แสดงการวัดซีเนอร์ไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์ในสภาวะปกติ

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

การวัดรั่ว(Leakage) และเสื่อมของซีเนอร์ไดโอด จะตั้งย่านวัดมัลติมิเตอร์ไว้ที่ย่าน R ×10k วัดซีเนอร์ไดโอดในลักษณะการจ่ายไบแอสกลับ คือใช้ไฟลบ(สายสีแดง)วัดที่ขาแอโนด(A) ใช้ไฟบวก(สายสีดำ)วัดที่ขาแคโทด(K) ผลการวัดเข็มของมิเตอร์ขึ้นศูนย์โอห์ม(0Ω) แสดงว่าซีเนอร์ไดโอดเสื่อมหรือเสีย แต่ถ้าเข็มมิเตอร์ชี้ประมาณกลางสเกล ถึงแม้จะเป็นซีเนอร์ตัวใหม่ก็วัดขึ้นเช่นเดียวกัน ผลการวัดครั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าซีเนอร์ไดโอด เสียแต่อย่างใดซีเนอร์ไดโอดตัวนี้ยังใช้งานได้ตามปกติ สาเหตุมามาจากขบวนการผลิตที่ต้องเติมสารเจือปนมากและน้อยกว่าปกติ และจากคุณสมบัติที่ต้องใช้ในการกำหนดค่าแรงดันให้คงที่ ดังนั้นเมื่อตั้งย่านวัดมัลติมิเตอร์ย่าน R ×10k วัดในลักษณะการจ่ายไบแอสกลับให้ตัวซีเนอร์ไดโอดแล้ว ซีเนอร์ไดโอดบางเบอร์จึงวัดขึ้นประมาณกลางสเกล

2.6.2 การวัดตรวจสอบค่าแรงดันซีเนอร์

แรงดันซีเนอร์ คือ ค่าแรงดันที่ตัวซีเนอร์ไดโอด กำหนดให้คงที่ป้อนออกเอาต์พุต โดยใช้ค่าเบรกดาวน์ของซีเนอร์ไดโอดแต่ละตัวเป็นตัวกำหนดแรงดันซีเนอร์จะมีค่าตั้งแต่ 2.4 โวลต์ ถึง 200โวลต์ และมีค่าทนกำลังไฟฟ้า ตั้งแต่ 0.5 วัตต์ ถึง 50วัตต์ การตรวจสอบค่าแรงดันซีเนอร์สามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีแรกเปิดคู่มือเทียบเบอร์หาแรงดันซีเนอร์ไดโอด โดยหาจากตารางคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด หรือจากคู่มือECG วิธีที่สองทำได้โดยการทดสอบหาแรงดันซีเนอร์

1. การหาแรงดันซีเนอร์ไดโอดจากเบอร์ซีเนอร์ไดโอด เบอร์ของซีเนอร์ไดโอดขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด ซึ่งบางเบอร์ของซีเนอร์ไดโอดสามารถทราบค่าแรงดันได้จากเบอร์ของซีเนอร์ไดโอดเลย ดังแสดงในตัวอย่าง

ตัวอย่าง

เบอร์ BZX83C10 เท่ากับ BZX83C เป็นรหัสซีเนอร์ไดโอด 10 คือ แรงดันซีเนอร์มีค่า 10 โวลต์

เบอร์ BZX85C6V2เท่ากับ BZX85C เป็นรหัสซีเนอร์ไดโอด 6V2คือ แรงดันซีเนอร์มีค่า 6.2 โวลต์

เบอร์ BZY83D4V7เท่ากับ BZY83D4V7 เป็นรหัสซีเนอร์ไดโอด 4V7คือ แรงดันซีเนอร์มีค่า 4.7 โวลต์

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

เบอร์ BZY94C75เท่ากับ BZY94C เป็นรหัสซีเนอร์ไดโอด 75 คือ แรงดันซีเนอร์มีค่า 75 โวลต์

เบอร์ซีเนอร์ไดโอดบางแบบ ไม่สามารถบอกค่าแรงดันได้จะต้องเทียบตามตารางคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด หรือเทียบจากคู่มือECG

ตัวอย่าง

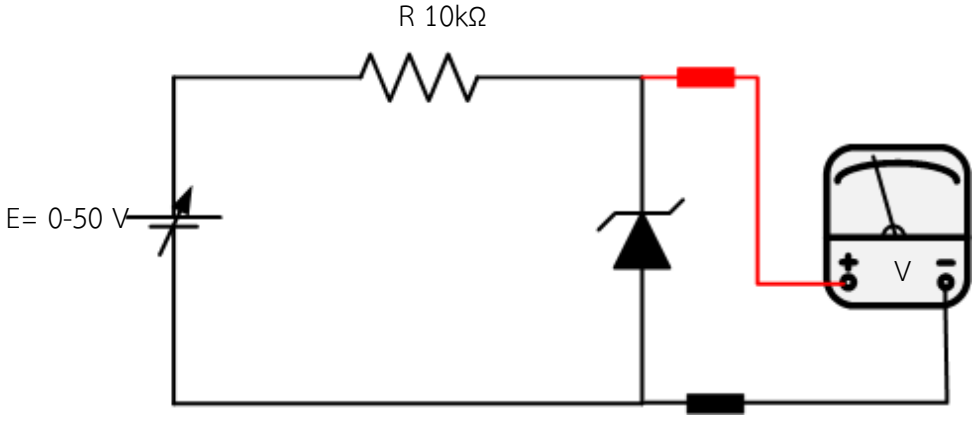
เบอร์1N4728 เท่ากับ จากการเปิดตารางคุณสมบัติ จะมีแรงดันซีเนอร์ 3.3 โวลต์

เบอร์1N4746 เท่ากับ จากการเปิดตารางคุณสมบัติ จะมีแรงดันซีเนอร์ 18 โวลต์

เบอร์1N4750 เท่ากับ จากการเปิดตารางคุณสมบัติ จะมีแรงดันซีเนอร์ 27 โวลต์

เบอร์1N4760 เท่ากับ จากการเปิดตารางคุณสมบัติ จะมีแรงดันซีเนอร์ 68 โวลต์

2. การทดสอบหาแรงดันซีเนอร์ ทำได้โดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้จาก 0 โวลต์ ถึง 50 โวลต์ จ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ซีเนอร์ไดโอด ที่ต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ทนกำลังไฟฟ้าได้ 0.5 วัตต์ และใช้ดีซีโวลต์มิเตอร์ วัดคร่อมขนานกับตัวซีเนอร์ไดโอด โดยให้ขั้วบวกของดีซีโวลต์มิเตอร์วัดขาแคโทด (K) ของซีเนอร์ไดโอด และขั้วลบของดีซีโวลต์มิเตอร์วัดขาแอโนด (A) ของซีเนอร์ไดโอด ดังแสดงในรูปที่3.6



รูปที่ 2.8 แสดงการต่อวงจรเพื่อทดสอบค่าแรงดันซีเนอร์

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

2.7 สรุป

ซีเนอร์ไดโอดเป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำมีลักษณะคล้ายกับไดโอด ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นต่อชนกันหนึ่งรอยต่อ และมีขาต่อออกมาใช้งาน 2 ขาคือขาแอโนด (A) กับขาแคโทด(K) แต่ซีเนอร์ไดโอดมีความแตกต่างจากไดโอดธรรมดา ตรงการเติมสารเจือปนมากกว่าปกติ เพราะเนื่องจากต้องการให้ซีเนอร์ไดโอดทำงานในสภาวะไบแอสกลับ

ซีเนอร์ไดโอดมีรูปโครงสร้าง สัญลักษณ์ และรูปร่างคล้ายไดโอดธรรมดา โครงสร้างทำมาจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและชนิดเอ็นต่อชนกันหนึ่งรอยต่อ มีสัญลักษณ์คือด้านที่เป็นหัวลูกศรจะเป็นขาแอโนด ส่วนด้านที่เป็นขีดจะเป็นขาแคโทด แต่ขีดของซีเนอร์ไดโอดจะมีลักษณะส่วนตอนปลายจะเอียงขึ้นบนและลงล่างเป็นมุม 45องศา หรือเป็นมุม 90 องศา ในส่วนของรูปร่างมีลักษณะคล้ายกับไดโอดธรรมดาคือด้านที่มีแถบจะเป็นขาแคโทด และด้านตรงข้ามจะเป็นขาแอโนด

กราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด เป็นการแสดงการทำงานของซีเนอรไดโอด ในสภาวะไบแอสตรงจะมีลักษณะคล้ายการทำงานของไดโอดธรรมดา แต่ในช่วงไบแอสกลับจะมีความแตกต่างจากไดโอดธรรมดาคือไดโอดเมื่อจ่ายไบแอสกลับต้องระวังอย่าให้แรงดันไบแอสกลับถึงจุดแรงดันเบรกดาวน์เพราะจะทำให้ไดโอดชำรุดเสียหาย แต่ซีเนอร์ไดโอดถ้าจ่ายแรงดันไบแอสกลับถึงค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์ ซีเนอร์ไดโอดจะนำกระแส ค่าแรงดันซีเนอร์เบรกดาวน์สามารถดูได้จากเบอร์ของซีเนอร์ไดโอด หรือคู่มือECG หรือหาโดยการทดสอบการจ่ายแรงดันไบแอสกลับ

การตรวจสอบซีเนอร์ไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์ โดยใช้ย่านวัด R×1 หรือ R×10ทำการวัดแบบจ่ายแรงดันไบแอสตรง และแบบจ่ายแรงดันไบแอสกลับ ซีเนอร์ไดโอดดีเข็มของมิตอร์จะวัดขึ้นเพียงครั้งเดียว ถ้าเข็มมิเตอร์ขึ้นสองครั้งชี้ที่ศูนย์โอห์ม(0 Ω)แสดงว่าซีเนอร์ไดโอดลัดวงจรหรือเสีย และถ้าเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นทั้งสองครั้ง($\propto\Omega$)ซีเนอร์ไดโอดเสียในลักษณะขาด ในการตรวจสอบซีเนอร์ไดโอดรั่วหรือเสื่อมทำได้โดยใช้ย่านวัด R×10k วัดแบบจ่ายแรงดันไบแอสกลับผลการวัดเข็มของมิเตอร์ขึ้นศูนย์โอห์ม(0Ω) แสดงว่าซีเนอร์ไดโอดเสื่อมหรือเสีย

การนำซีเนอร์ไดโอดไปต่อใช้งานจะต่อในลักษณะขนานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และจ่ายแรงดันไบแอสกลับ มีตัวต้านทานต่ออนุกรมเพื่อจำกัดกระแสในวงจร แรงดัน

	ใบความรู้ที่ 2	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

ตกคร่อมตัวซีเนอร์ไดโอดคือแรงดันเอาต์พุตที่เรานำไปใช้งาน ซีเนอร์ไดโอดถูกนำไปใช้ในวงจรต่างๆเช่นวงจรรักษาระดับแรงดันคงที่ วงจร กำเนิดแรงดันอ้างอิง และวงจรตัดสัญญาณ เป็นต้น

บรรณานุกรม

ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. **ตรวจวัดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยมิเตอร์ SUNWA.** กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2553.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. **ทฤษฎีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, ม.ป.ป.

_____. **วงจรอิเล็กทรอนิกส์.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2545.

_____. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2542.

พุทธรักษ์ แสงกิ่ง. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2558.

วีระศักดิ์ สุวรรณเพชร. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์บริษัทศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2557.

อดุลย์ กัลยาแก้ว. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร(อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์).** กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2546.

อิทธิพล วรรณวงศ์. **อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร.** กรุงเทพมหานคร : บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด, 2552.

แบบฝึกหัดหน่วยที่2 เรื่องซีเนอร์ไดโอด

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดเป็นแบบถูกหรือผิดจำนวน 10 ข้อๆละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 15 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมายผิด(×)ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ผิด

( ) 1. ซีเนอร์ไดโอดมีขา 2 ขาคล้ายไดโอดคือขาแอโนด กับขาแคโทด

( ) 2. วงจรสมมูลของซีเนอร์ไดโอดเปรียบเสมือนแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงคงที่ต่ออนุกรมกับต่อความต้านทาน

( ) 3. ซีเนอร์ไดโอดจะมีสัญลักษณ์แตกต่างจากไดโอด

( ) 4. ซีเนอร์ไดโอดจะทำงานในย่านไบแอสกลับได้

( ) 5. ถ้าจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ซีเนอร์ไดโอดถึงค่า V_Z จะทำให้ซีเนอร์ไดโอดชำรุดเสียหาย

( ) 6. การจ่ายแรงดันไบแอสกลับต่ำกว่าแรงดันซีเนอร์(V_Z) จะทำให้ซีเนอร์ไดโอดทำงาน

( ) 7. การต่อซีเนอร์ไดโอดใช้งานตัวซีเนอร์ไดโอดต้องต่อขนานกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง

( ) 8. ซีเนอร์ไดโอดถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้จำกัดแรงดันคงที่ออกเอาต์พุต

( ) 9. ในการวัดทดสอบซีเนอร์ไดโอดจะใช้วิธีวัดแบบเดียวกับการวัดไดโอด

( ) 10. ในการเลือกใช้งานซีเนอร์ไดโอดจะต้องคำนึงถึงค่าทนกำลังไฟฟ้า

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่2 เรื่องซีเนอร์ไดโอด

คำชี้แจง 1. แบบฝึกหัดเป็นแบบถูกหรือผิดจำนวน 10 ข้อๆละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 10 คะแนน
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบฝึกหัด 15 นาที

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายถูก(✓) ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ถูกและทำเครื่องหมายผิด(×)ลงในวงเล็บหน้าข้อที่ผิด

(✓) 1. ซีเนอร์ไดโอดมีขา 2 ขาคล้ายไดโอดคือขาแอโนด กับขาแคโทด

(✓) 2. วงจรสมมูลของซีเนอร์ไดโอดเปรียบเสมือนแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงคงที่ต่ออนุกรมกับต่อความต้านทาน

(✓) 3. ซีเนอร์ไดโอดจะมีสัญลักษณ์แตกต่างจากไดโอด

(✓) 4. ซีเนอร์ไดโอดจะทำงานในย่านไบแอสกลับได้

(×) 5. ถ้าจ่ายแรงดันไบแอสกลับให้ซีเนอร์ไดโอดถึงค่า V_Z จะทำให้ซีเนอร์ไดโอดชำรุดเสียหาย

(×) 6. การจ่ายแรงดันไบแอสกลับต่ำกว่าแรงดันซีเนอร์(V_Z) จะทำให้ซีเนอร์ไดโอดทำงาน

(✓) 7. การต่อซีเนอร์ไดโอดใช้งานตัวซีเนอร์ไดโอดต้องต่อขนานกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง

(✓) 8. ซีเนอร์ไดโอดถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้จำกัดแรงดันคงที่ออกเอาต์พุต

(✓) 9. ในการวัดทดสอบซีเนอร์ไดโอดจะใช้วิธีวัดแบบเดียวกับการวัดไดโอด

(✓) 10. ในการเลือกใช้งานซีเนอร์ไดโอดจะต้องคำนึงถึงค่าทนกำลังไฟฟ้า

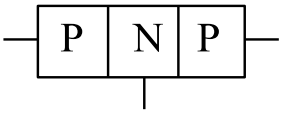
แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2 เรื่องซีเนอร์ไดโอด

วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร **รหัสวิชา 2105 – 2005**

ข้อสอบจำนวน 10 ข้อ (10 คะแนน) **เวลา 10 นาที**

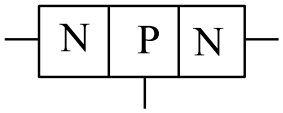
<u>คำสั่ง</u> จงเลือกคำตอบที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย (×) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดคือโครงสร้างของซีเนอร์ไดโอด

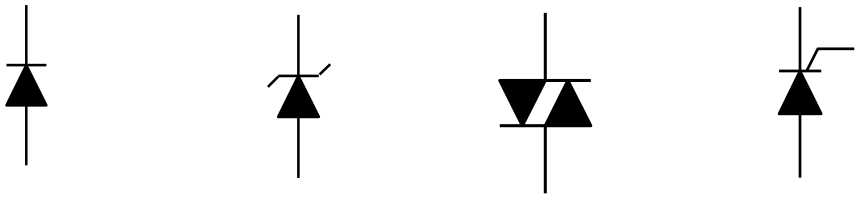
ก. 

ข.

ค.

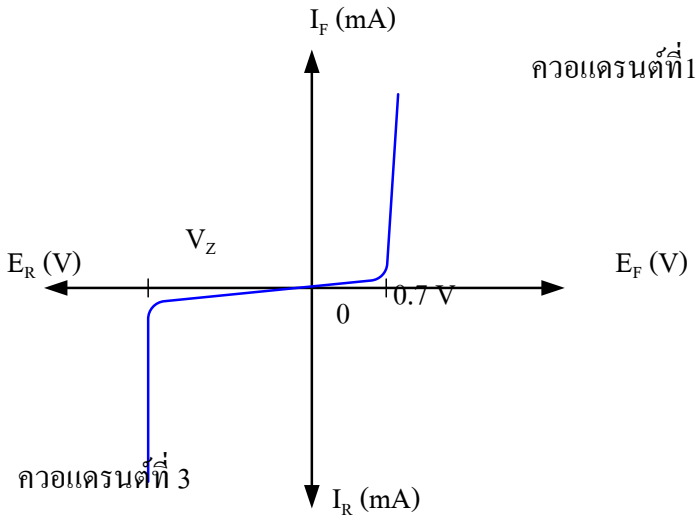
ง. 

2. สัญลักษณ์ของซีเนอร์ไดโอดตรงกับข้อใด



ก. ข. ค. ง.

3. จากกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอด ควอแดนต์ที่ 3 เป็นการทำงานของซีเนอร์ไดโอดในสภาวะใด



ก. ทำงานในสภาวะไบแอสตรง ข. ทำงานในสภาวะไบแอสกลับ

ค. ทำงานในสภาวะคัตออฟ ง. ทำงานในสภาวะอิ่มตัว

4. จากกราฟคุณสมบัติของซีเนอร์ไดโอดควอแดนต์ที่ 1 เป็นการทำงานในสภาวะใด

ก. การทำงานในสภาวะอิ่มตัว ข. การทำงานในสภาวะคัตออฟ

ค. การทำงานในสภาวะไบแอสกลับ ง. การทำงานในสภาวะไบแอสตรง

5. การจ่ายแรงดันไบแอสในซีเนอร์ไดโอดที่ถูกต้องควรจ่ายแรงดันไบแอสตามข้อใด

ก. จ่ายแรงดันไบแอสตรงต่ำ ๆ

ข. จ่ายแรงดันไบแอสตรงสูงมาก ๆ

ค. จ่ายแรงดันไบแอสให้สูงกว่าค่าเบรกดาวน์

ง. จ่ายแรงดันไบแอสกลับต่ำกว่าค่าแรงดันเบรกดาวน์

6. ข้อใดคือค่าแรงดันของซีเนอร์ไดโอด

ก. V_Z ข. V_{RMS} ค. V_{DC} ง. V_T

7. จากคู่มือรายละเอียดของซีเนอร์ไดโอในการนำไปใช้งานนอกจากค่าแรงดันซีเนอร์แล้ว ขนาดของซีเนอร์ไดโอดบอกไว้เป็นค่าอะไร

ก. แรงดันไบอัสตรงสูงสุด ข. ค่าแรงดันไบอัสกลับสูงสุด

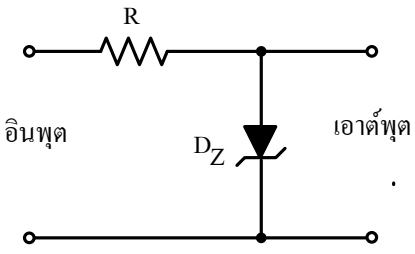
ค. ค่าทนกระแสสูงสุด ง. อัตราทนกำลังงาน

8. ซีเนอร์ไดโอดนิยมนำไปใช้งานตรงกับข้อใด

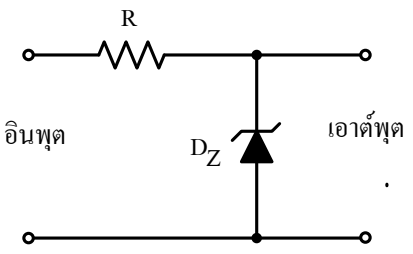
ก. วงจรรักษาระดับแรงดัน ข. วงจรขยายสัญญาณ

ค. วงจรกำเนิดความถี่ ง. วงจรเรียงกระแส

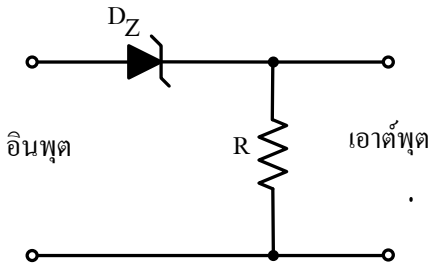
9. การนำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งานเป็นตัวรักษาระดับแรงดันคงที่ต้องต่อวงจรตามข้อใด



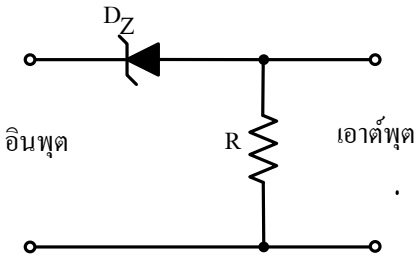
ก.



ข.



ค.



ง.

10. ในการวัดทดสอบซีเนอร์ไดโอดด้วยโอห์มมิเตอร์แล้วผลปรากฏว่าได้ค่าต้านทานสูงมาก (∝)ทั้งสองครั้งโดยวัดแบบไบอัสตรงและไบอัสกลับ ผลการวัดทดสอบสรุปว่าอย่างไร

ก. ซีเนอร์ไดโอดชำรุดช็อต

ข. ซีเนอร์ไดโอดปกติดี

ค. ซีเนอร์ไดโอดชำรุดขาด

ง. ยังระบุไม่ได้ต้องเปิดคู่มือจากเบอร์ของซีเนอร์ไดโอด

	เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	หน่วยที่ 2
	วิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร รหัสวิชา 2105-2005	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย ซีเนอร์ไดโอด	
เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด		เวลา 2 ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน			
ข้อที่	**คำตอบ**	**ข้อที่**	**คำตอบ**
1	**ค**	**6**	**ก**
2	**ข**	**7**	**ง**
3	**ข**	**8**	**ก**
4	**ง**	**9**	**ข**
5	**ค**	**10**	**ค**

แบบเก็บคะแนนทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 2 เรื่อง ซีเนอร์ไดโอด

ลำดับ	ชื่อ – สกุล	ผลคะแนน	
		Pre-Test	Post-Test
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			