

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1. กล่าวนำ.....	1
2. หลักการและเหตุผล.....	1
3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
4. คำถามการวิจัย.....	2
5. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
6. ขอบเขตการวิจัย.....	4
7. ผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ.....	5
9. แนวทางในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	5
10. กล่าวสรุป.....	5
บทที่ 2 การใช้งานโปรแกรมเบื้องต้นและทฤษฎีพื้นฐานที่สำคัญของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.....	6
1. กล่าวนำ.....	6
2. ข้อตกลงที่สำคัญของการทำงานโปรแกรมเบื้องต้น.....	7
3. ทฤษฎีพื้นฐานที่สำคัญ.....	20
4. กล่าวสรุป.....	46

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>47</b>
1. กล่าวนำ.....	47
2. ศึกษาเรื่องคุณสมบัติทางไฟฟ้าพื้นฐานของไดโอด.....	47
3. การทดลองเรื่องคุณลักษณะบางประการของออปแอมป์ที่แตกต่างจากอุดมคติ.....	56
4. การทดลองเรื่องทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์.....	68
5. การทดลองเรื่องทรานซิสเตอร์แบบสนามไฟฟ้า.....	76
6. กล่าวสรุป.....	83
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ข้อมูล.....</b>	<b>84</b>
1. กล่าวนำ.....	84
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
3. กล่าวสรุป.....	93
<b>บทที่ 5 บทสรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>95</b>
1. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล.....	95
2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย.....	95
3. ปัญหาที่พบในการวิจัย.....	96
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>97</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>98</b>
<b>ประวัติผู้วิจัย.....</b>	<b>104</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่ใช้บ่อยในโปรแกรม.....	7
2 ตัวอย่างหน่วยมาตรฐานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ใช้บ่อยในโปรแกรม .....	11
3 ตารางเรียงเบอร์ไดโอดตามค่ากระแสย้อนกลับอิมิต์.....	54
4 ตารางเรียงเบอร์ไดโอดตามค่าแรงดันเบรกดาวน.....	54
5 ค่ากระแสที่ใช้ในการทดสอบ.....	54
6 ขนาดและเฟสของสัญญาณทางอินพุตและเอาต์พุต.....	55
7 .....	67
8 .....	67
9 .....	67
10 .....	67
11 .....	67
12 .....	70

## สารบัญรูป

ภาพที่	หน้า
1 สัญลักษณ์ของไดโอดในวงจรไฟฟ้า.....	21
2 ปรากฏการณ์เบรกดาวน์ของไดโอด.....	24
3 สัญลักษณ์และตัวอย่างการใช้งานซีเนอร์ไดโอดเป็นแรงดันอ้างอิง 9 โวลต์.....	24
4 คุณสมบัติทางสวิตช์ของไดโอด.....	25
5 การเปลี่ยนแปลงของแรงดันและกระแสของไดโอดที่จำกัดอยู่ในช่วงที่เล็กมากช่วงหนึ่ง.....	27
6 แบบจำลองที่สัญญาณระดับต่ำของไดโอด.....	27
7 ตัวอย่างวงจรที่ใช้แบบจำลองที่สัญญาณระดับต่ำของไดโอดเพื่อหาผลตอบสนองทางความถี่.....	28
8 ออปแอมป์ .....	29
9 การวัดอัตราสูญเสียของออปแอมป์โดยอาศัยการป้อนสัญญาณแชนันบันได .....	32
10 ทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ชนิด NPN และ PNP .....	33
11 การไบอัสในสถานะแอกทีฟไปข้างหน้าสำหรับทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ชนิด NPN .....	34
12 การไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ชนิด NPN ในสถานะอิ่มตัวอย่างอ่อน.....	36
13 การไบอัสในสถานะแอกทีฟไปข้างหน้าสำหรับทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ชนิด PNP .....	37
14 การไบอัสให้กับทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ชนิด PNP ในสถานะอิ่มตัวอย่างอ่อน.....	38
15 แบบจำลองสัญญาณขนาดเล็กแบบไฮบริดพายของทรานซิสเตอร์ชนิด.....	39
16 ลักษณะของวงจรขยายสัญญาณแบบพื้นฐานที่ใช้ทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์.....	40
17 ภาคตัดขวางของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าประเภท NMOS .....	41
18 ภาคตัดขวางของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าประเภท PMOS.....	42
19 แบบจำลองสัญญาณขนาดเล็กของทรานซิสเตอร์สนามไฟฟ้าที่รวมผลของการแปรผันความยาวช่องกระแส .....	44
20 ลักษณะของวงจรขยายสัญญาณแบบพื้นฐานที่ใช้ทรานซิสเตอร์แบบสนามไฟฟ้า.....	45
21 วงจรทดลองเพื่อหาคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของไดโอด.....	47

## สารบัญรูป (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
22 วงจรทดลองเพื่อหาคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของไดโอด.....	48
23 ตัวอย่างภาพที่ปรากฏบนหน้าจอออสซิลโลสโคปขณะไดโอดได้รับไบแอสไปข้างหน้า.....	49
24 ตัวอย่างภาพที่ปรากฏบนหน้าจอออสซิลโลสโคปขณะไดโอดได้รับไบแอสย้อนกลับ.....	50
25 วงจรทดลองเพื่อหาคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของไดโอด.....	51
26 การกำหนดค่า $V^+$ และ $V^-$ ของสัญญาณรูปเหลี่ยม.....	51
27 วงจรทดลองเพื่อหาคุณสมบัติทางสัญญาณระดับต่ำของไดโอด.....	53
28 วงจรทดลองเพื่อหาคุณสมบัติทางสัญญาณระดับต่ำของไดโอดทางปฏิบัติ.....	53
29 วงจรออปแอมป์ .....	56
30 วงจรทดลองเพื่อหาคุณสมบัติแรงดันออฟเซตทางอินพุตของออปแอมป์.....	57
31 วงจรทดลองเพื่อหาคุณสมบัติแรงดันออฟเซตทางอินพุตของออปแอมป์ทางปฏิบัติ.....	58
32 วงจรทดลองเพื่อศึกษาผลของแรงดันออฟเซตทางอินพุตของออปแอมป์ต่อวงจร ในทางปฏิบัติโดยใช้โปรแกรม.....	59
33 วงจรทดลองเพื่อศึกษาผลของแรงดันออฟเซตทางอินพุตของออปแอมป์ต่อวงจรในทางปฏิบัติโดยการต่อวงจรจริง .....	60
34 วงจรทดลองเพื่อศึกษาการแก้ค่าแรงดันออฟเซตในทางปฏิบัติโดยใช้โปรแกรม.....	61
35 วงจรทดลองเพื่อศึกษาการแก้ค่าแรงดันออฟเซตในทางปฏิบัติโดยการต่อวงจรจริง.....	62
36 วงจรทดลองเพื่อศึกษาอัตราสลับ.....	63
37 ลักษณะวงจรที่ใช้ศึกษาแบนด์วิดท์กำลังโดยใช้โปรแกรม.....	65
38 ลักษณะวงจรที่ใช้ศึกษาแบนด์วิดท์กำลังโดยการต่อวงจรจริง .....	66
39 วงจรทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางไฟตรงของทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์โดยใช้โปรแกรม.....	68
40 วงจรทดลองสำหรับข้อ 7.....	69

## สารบัญรูป (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
41 วงจรทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติแบบจำลองไฮบริดของทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์โดยใช้โปรแกรม.....	70
42 วงจรทดลองเพื่อศึกษาค่าทางไฟตรงและฟังก์ชันส่งผ่านของวงจรขยายสัญญาณแบบอิมิตเตอร์ร่วมอย่างง่ายโดยใช้โปรแกรม.....	71
43 วงจรทดลองเพื่อศึกษาวงจรขยายสัญญาณแบบอิมิตเตอร์ร่วมแบบมี $R_E$ และ $C_E$ โดยใช้โปรแกรม.....	73
44 วงจรทดลองสำหรับข้อ 3) โดยใช้โปรแกรม.....	74
39 วงจรทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางไฟตรงของทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์โดยใช้โปรแกรม.....	68
40 วงจรทดลองสำหรับข้อ 7.....	69
41 วงจรทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติแบบจำลองไฮบริดของทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์โดยใช้โปรแกรม.....	70
42 วงจรทดลองเพื่อศึกษาค่าทางไฟตรงและฟังก์ชันส่งผ่านของวงจรขยายสัญญาณแบบอิมิตเตอร์ร่วมอย่างง่ายโดยใช้โปรแกรม.....	71
43 วงจรทดลองเพื่อศึกษาวงจรขยายสัญญาณแบบอิมิตเตอร์ร่วมแบบมี $R_E$ และ $C_E$ โดยใช้โปรแกรม.....	73
44 วงจรทดลองสำหรับข้อ 3) โดยใช้โปรแกรม.....	74
45 วงจรทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางไฟตรงทางเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์แบบสนามไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม.....	76
46 วงจรทดลองสำหรับข้อ 9) โดยใช้โปรแกรม.....	77
47 วงจรทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางไฟตรงทางอินพุตของทรานซิสเตอร์แบบสนามไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม.....	78
48 วงจรทดลองสำหรับข้อ 9) โดยใช้โปรแกรม.....	79
49 วงจรทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติวงจรวจรขยายสัญญาณแบบซอร์สรว่มโดยใช้แหล่งจ่าย ac เป็นสัญญาณอินพุตโดยใช้โปรแกรม.....	79
50 วงจรทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติวงจรวจรขยายสัญญาณแบบซอร์สรว่มโดยใช้แหล่งจ่ายรูปไซน์ เป็นสัญญาณอินพุตโดยใช้โปรแกรม.....	81