สารบัญ

หน้า

บทที่ 1

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสารกึ่งตัวนำและหลอดสูญญากาศ 1

1.1 บทนำ

1.2 คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำ

1.3 ทฤษฎีการโด๊ปสารกึ่งตัวนำ 3

1.4 ลักษณะการเคลื่อนที่ของพาหะประจุในสารกึ่งตัวนำ 4

1.5 รอยต่อ pn 6

1.6 การป้อนแรงดันไฟฟ้าแก่ไดโอดในวงจรไฟฟ้า 8

1.7 ลักษณะสมบัติของไดโอดในวงจรไฟฟ้า 13

1.7.1 กระแสและแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมไดโอด 13

1.7.2 ความต้านทานต่อกระแสตรงของไดโอด 15

1.7.3 ความต้านทานต่อกระแสสลับของไดโอด 15

1.7.4 ความต้านทานเฉลี่ยต่อกระแสสลับของไดโอด 17

1.8 การประยุกต์ไดโอดในวงจรไฟฟ้า 18

1.8.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น 18

1.8.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น 19

1.8.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ 21

1.8.4 วงจรปรับแรงดันไฟฟ้า 21

1.8.5 วงจรเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นสองเท่า 22

1.9 ไดโอดชนิดต่าง ๆ 23

1.9.1 ไดโอดหลอดสูญญากาศ 23

1.9.2 ซีเนอร์ไดโอด 25

1.9.3 ไดโอดชอตกีแบริเออร์ 26

1.9.4 ไดโอดแวริแคป 27

1.9.5 ไดโอดกำลัง 28

1.9.6 ไดโอดธันเนล 28

1.9.7 โฟโตไดโอด 29

หน้า

1.9.8 ไดโอดเปล่งแสง 30

1.10 บทสรุป 31

แบบฝึกหัดที่ 1 33

บทที่ 2

ทรานซิสเตอร์ 35

2.1 บทนำ 35

2.2 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์แบบสองรอยต่อ 35

2.3 สภาวะและการจัดวงจรทรานซิสเตอร์ 37

2.4 วงจรเบสร่วม 40

2.4.1 โมเดล dc ของวงจรเบสร่วม 42

2.4.2 ปริมาณอัตราขยายของวงจรเบสร่วม 45

2.4.3 เฟสของวงจรเบสร่วม 46

2.4.4 กราฟแสดงลักษณะสมบัติของวงจรเบสร่วม 46

2.5 วงจรเอมมิตเตอร์ร่วม 47

2.5.1 กราฟแสดงลักษณะสมบัติของวงจรเอมมิตเตอร์ร่วม 52

2.5.2 ปริมาณอัตราขยายของวงจรเอมมิตเตอร์ร่วม 53

2.5.3 เฟสของวงจรเอมมิตเตอร์ร่วม 54

2.6 วงจรคอลเลคเตอร์ร่วม 55

2.6.1 ปริมาณอัตราขยายของวงจรคอลเลคเตอร์ร่วม 55

2.6.2 เฟสของวงจรคอลเลคเตอร์ร่วม 56

2.7 เปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วไปของวงจรทรานซิสเตอร์ทั้งสามแบบ 56

2.8 คำจำกัดความที่แสดงคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์ 57

2.8.1 อัตราทนได้สูงสุดของทรานซิสเตอร์ 57

2.8.2 กระแสรั่วหรือกระแสย้อนกลับอิ่มตัว 57

2.8.3 กำลังสูญเสียสูงสุด 58

2.8.4 ความต้านทานความร้อน 60

2.8.5 แรงดันพัง 61

2.9 การตรวจสอบทรานซิสเตอร์ 62

2.10 บทสรุป 63

แบบฝึกหัดที่ 2 64

หน้า

บทที่ 3

การใช้วิธีกราฟวิเคราะห์วงจรทรานซิสเตอร์ 65

3.1 บทนำ 65

3.2 เส้นโหลดของไฟกระแสตรง 65

3.3 จุดทำงาน 67

3.4 ความสัมพันธ์ของจุดทำงานกับกำลังสูญเสียของทรานซิสเตอร์ 71

3.5 การประยุกต์วิธีกราฟกับวงจรขยาย 73

3.5.1 ความต้านทานอินพุทของทรานซิสเตอร์ 73

3.5.2 อัตราขยายแรงดันไฟฟ้า 75

3.6 เส้นโหลดของไฟฟ้ากระแสสลับ 77

3.7 บทสรุป 81

แบบฝึกหัดบทที่ 3 a3

บทที่ 4

การออกแบบวงจรไบแอสและเสถียรภาพของวงจร 85

4.1 บทนำ a5

4.2 การไบแอสวงจรขยายแบบเอมมิตเตอร์ร่วม 85

4.3 การต่อตัวต้านทานเอมมิตเตอร์ในวงจรไบแอส 90

4.4 เสถียรภาพของวงจรทรานซิสเตอร์ 94

4.5 การวิเคราะห์กระแสรั่วของทรานซิสเตอร์โดยวิธีการวางซ้อน 95

4.6 การรักษาเสถียรภาพของจุดทำงาน 98

4.6.1 โดยวิธีต่อตัวต้านทานเอมมิตเตอร์ 98

4.6.2 โดยวิธีต่อตัวต้านทานคอลเลคเตอร์-เบส 106

4.6.3 โดยวิธีต่อตัวต้านทานเอมมิตเตอร์และคอลเลคเตอร์-เบส 110

4.7 วงจรไบแอสเบื้องต้นแบบอื่น ๆ 113

4.7.1 วงจรเอมมิตเตอร์ร่วม ใช้แหล่งจ่ายไฟตรง 2 ตัว 113

4.7.2 วงจรบูตสแตรปปิงก์ 115

4.7.3 การไบแอสด้วยไดโอดเพื่อชดเชยอุณหภูมิ 117

4.7.4 การไบแอสโดยใช้ทรานซิสเตอร์ทำให้เสถียร 119

4.8 บทสรุป 121

แบบฝึกหัดบทที่ 4 123

หน้า

บทที่ 5

พารามีเตอร์ไฮบริด **125**

5.1 บทนำ 125

5.2 โครงร่างวงจรสองภาคทั่วไป 125

5.3 พารามีเตอร์ไฮบริดสำหรับวงจรทรานซิสเตอร์ 128

5.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์วงจรโดยใช้พารามีเตอร์ไฮบริด 130

5.4.1 วงจรขยายเมื่อไม่มีการต่อตัวต้านทานเอมมิตเตอร์ 130

5.4.2 วงจรขยายที่มีการต่อตัวต้านทานเอมมิตเตอร์ 136

5.5 วงจรสมมูลย์โดยประมาณ 141

5.6 สรุปคุณสมบัติของวงจรขยายซึ่งหาได้จากวงจรสมมูลย์โดยประมาณ 149

5.7 บทสรุป 151

แบบฝึกหัดบทที่ 5 152

บทที่ 6

แบบจำลองไฮบริด-ไพ **153**

6.1 บทนำ 153

6.2 รายละเอียดของธาตุวงจรในแบบจำลองไฮบริด-ไพความถี่ต่ำ 153

6.3 วงจรขยายเอมมิเตอร์ร่วม 157

6.4 การเพิ่มตัวต้านทานเอมมิตเตอร์ ในวงจรเอมมิตเตอร์ร่วม 165

6.5 วงจรขยายคอลเลคเตอร์ร่วมและเบสร่วม 169

6.6 การหาค่าความต้านทานเอาท์พุทโดยใช้คุณสมบัติการแปลงความต้านทาน 175

6.7 บทสรุป 180

แบบฝึกหัดบทที่ 6 181

บทที่ 7

ความถี่และวงจรขยาย **183**

7.1 บทนำ 183

7.2 เดซิเบล หน่วยใช้วัดอัตราขยาย 184

7.2.1 เกนแรงดันไฟฟ้าในหน่วยเดซิเบล 185

7.2.2 เกนกระแสในหน่วยเดซิเบล 185

7.3 ความสัมพันธ์ของเกนแรงดันไฟฟ้าและความถี่ 187

หน้า

7.4 ค่าความจุและความถี่ 190
7.4.1 บทบาทของตัวจุคัปปลิงที่ความถี่ต่ำ 190
7.4.2 บทบาทของตัวจุบายพาสที่ความถี่ต่ำ 193
7.4.3 วงจรขยายที่ประกอบด้วยตัวจุคัปปลิงและบายพาส 194
7.5 แบบจำลองของทรานซิสเตอร์รอยต่อสำหรับความถี่สูง 196
7.6 การกำหนดแถบกว้างความถี่ 198
7.6.1 ความสัมพันธ์ของ β และความถี่ 198
7.6.2 การหาค่าความถี่สูงคัตออฟ 199
7.7 มิลเลอร์เอฟเฝคท์ 202
7.8 บทสรุป 203
แบบฝึกหัดบทที่ 7 205

บทที่ 8
วงจรป้อนกลับ 207
8.1 บทนำ 207
8.2 วงจรป้อนกลับแบบลบ 207
8.2.1 อัตราขยายแรงดันไฟฟ้าของวงจร 207
8.2.2 สัญญาณป้อนกลับในหน่วยเดซิเบล 209
8.2.3 เสถียรภาพของการขยายเมื่อใช้การป้อนกลับสัญญาณ 209
8.3 วงจรขยายภาคเดี่ยว 210
8.3.1 หลักการพื้นฐานในการประยุกต์ใช้วงจรป้อนกลับ 210
8.3.2 วงจรป้อนกลับแบบลบต่อกับวงจรขยายภาคเดี่ยว 211
8.3.3 การลดความเพี้ยนด้วยวงจรป้อนกลับแบบลบ 214
8.4 วงจรขยายหลายภาค 216
8.4.1 การต่อวงจรป้อนกลับแบบลบในลักษณะ PO-SI 216
8.4.2 การต่อวงจรป้อนกลับแบบลบในลักษณะ SO-PI 219
8.4.3 การต่อวงจรป้อนกลับแบบลบในลักษณะ PO-PI 222
8.4.4 การต่อวงจรป้อนกลับแบบลบในลักษณะ SO-SI 224
8.5 การตอบสนองความถี่เมื่อมีวงจรป้อนกลับแบบลบ 226
8.6 การป้อนกลับสัญญาณแบบบวกเพื่อก่อให้เกิดการแกว่ง 227

หน้า

8.7 ออสซิลเลเตอร์ 228

8.7.1 ทฤษฎีพื้นฐานของออสซิลเลเตอร์ 228

8.7.2 เฟสชิฟท์ออสซิลเลเตอร์ 230

8.7.3 ออสซิลเลเตอร์แบบวงจรกำทอน 232

8.7.4 ผลึกออสซิลเลเตอร์ 235

8.8 บทสรุป 237

แบบฝึกหัดบทที่ 8 239

บรรณานุกรม 241