

สารบัญ

| เรื่อง | | หน้า |
|---------|--|------|
| บทที่ 1 | วิวัฒนาการของดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ วัตถุประสงค์ | |
| 1.1 | วิธีดิจิทัลและอะนาล็อก | 2 |
| 1.1.1 | เครื่องมือ | 2 |
| 1.1.2 | การคมนาคม | 4 |
| 1.1.3 | ระบบควบคุม | 5 |
| 1.1.4 | คอมพิวเตอร์ | 6 |
| 1.2 | ประวัติศาสตร์การคำนวณแบบดิจิทัล | |
| 1.2.1 | ลูกคิด | 7 |
| 1.2.2 | วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์ | 8 |
| | สรุป | 18 |
| | แบบฝึกหัด | 19 |
| บทที่ 2 | ระบบตัวเลข | 21 |
| | วัตถุประสงค์ | 21 |
| 2.1 | ความนำ | 22 |
| 2.2 | ระบบตัวเลข | 23 |
| 2.3 | ระบบเลขฐานสิบ | 23 |
| 2.4 | ระบบเลขฐานสอง | 27 |
| 2.4.1 | การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ | 28 |
| 2.4.2 | การแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง | 32 |
| 2.5 | ระบบเลขฐานแปด | 35 |
| 2.5.1 | การแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสิบ | 36 |
| 2.5.2 | การแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานแปด | 37 |
| 2.5.3 | การแปลงระหว่างเลขฐานแปดกับเลขฐานสอง | 38 |
| 2.6 | ระบบเลขฐานสิบหก | 40 |

| | | |
|--------|---------------------------------------|----|
| 2.6.1 | การแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ | 41 |
| 2.6.2 | การแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสิบหก | 42 |
| 2.6.3 | การแปลงระหว่างเลขฐานสิบหกกับเลขฐานสอง | 44 |
| 2.7 | การแปลงเลขฐานใด ๆ | 45 |
| 2.8 | การบวก | 49 |
| 2.8.1 | การบวกเลขฐานสอง | 49 |
| 2.8.2 | การบวกเลขฐานแปด | 50 |
| 2.8.3 | การบวกเลขฐานสิบหก | 51 |
| 2.9 | การลบ | 52 |
| 2.9.1 | การลบเลขฐานสอง | 52 |
| 2.9.2 | การลบเลขฐานแปด | 53 |
| 2.9.3 | การลบเลขฐานสิบหก | 53 |
| 2.10 | การคูณ | 53 |
| 2.10.1 | การคูณเลขฐานสอง | 53 |
| 2.10.2 | การคูณเลขฐานสิบหก | 54 |
| 2.11 | การหาร | 55 |
| 2.11.1 | การหารเลขฐานสอง | 55 |
| 2.11.2 | การหารเลขฐานสิบหก | 55 |
| 2.12 | คอมพลีเมนต์ | 55 |
| 2.12.1 | r 's Complement | 56 |
| 2.12.2 | $(r-1)$'s Complement | 57 |
| 2.12.3 | การใช้ r 's Complement ในการลบ | 58 |
| 2.12.4 | การใช้ $(r-1)$'s Complement ในการลบ | 60 |
| 2.13 | จำนวนเลขฐานสองแบบไม่ติดเครื่องหมาย | 61 |
| 2.14 | จำนวนเลขฐานสองแบบติดเครื่องหมาย | 63 |
| 2.14.1 | เลขฐานสองแบบ sign-magnitude | 64 |
| 2.14.2 | เลขฐานสองแบบ sign-2's complement | 68 |
| 2.14.3 | เลขฐานสองแบบ sign-1's complement | 71 |

| | | |
|---------|--------------------------------------|-----|
| | 2.15 ระบบตัวเลขอิงดรรชนี | 72 |
| | สรุป | 77 |
| | แบบฝึกหัด | 79 |
| บทที่ 3 | รหัส | 81 |
| | วัตถุประสงค์ | 81 |
| | 3.1 รหัส BCD | 82 |
| | 3.2 รหัสที่มีน้ำหนัก | 83 |
| | 3.2.1 รหัสที่เป็นคอมพลิเมนต์ในตัวเอง | 85 |
| | 3.2.2 รหัสซีแควนเชียล | 85 |
| | 3.3 รหัสที่ไม่มีน้ำหนัก | 85 |
| | 3.3.1 รหัสเกิน 3 | 85 |
| | 3.3.2 รหัสเกรย์ | 86 |
| | 3.4 รหัสฐานแปด | 87 |
| | 3.5 รหัสฐานสิบหก | 88 |
| | 3.6 รหัส 5 บิต | 88 |
| | 3.7 รหัสมากกว่า 5 บิต | 89 |
| | 3.8 รหัสตรวจสอบความผิดพลาด | 90 |
| | 3.9 รหัสแก้ไขความผิดพลาด | 91 |
| | 3.10 รหัสแทนตัวเลขตัวอักษร | 92 |
| | สรุป | 97 |
| | แบบฝึกหัด | 98 |
| บทที่ 4 | เกทและพีชคณิตบูลีน | 101 |
| | วัตถุประสงค์ | 101 |
| | 4.1 ตรรกฐานสอง | 102 |
| | 4.2 ตรรกบวกและตรรกลบ | 103 |
| | 4.3 เกทตรรกอิเล็คทรอนิกส์ | 104 |
| | 4.3.1 แอนเกต | 104 |

| | | |
|---------|-------------------------------|-----|
| 4.3.2 | ออกเกต | 106 |
| 4.3.3 | นอทเกต | 108 |
| 4.3.4 | แนนเกต | 109 |
| 4.3.5 | นอเกต | 111 |
| 4.3.6 | เอ็กซ์คลูซีฟ-ออกเกต | 112 |
| 4.4 | วงจรกเทศพื้นฐาน | 113 |
| 4.5 | พีชคณิตบูลีน | 115 |
| 4.6 | การประยุกต์พีชคณิตบูลีน | 118 |
| 4.7 | รูปแบบบัญญัติและรูปแบบมาตรฐาน | 122 |
| 4.7.1 | มินเทอมและแมกซ์เทอม | 122 |
| 4.7.2 | ผลบวกของมินเทอม | 124 |
| 4.7.3 | ผลคูณของแมกซ์เทอม | 125 |
| 4.7.4 | การแปลงระหว่างรูปแบบบัญญัติ | 126 |
| 4.7.5 | รูปแบบมาตรฐาน | 127 |
| 4.8 | พฤติกรรมพลวัต | 128 |
| 4.9 | แผนภาพจังหวะเวลา | 129 |
| | สรุป | 131 |
| | แบบฝึกหัด | 134 |
| บทที่ 5 | การทำบูลีนฟังก์ชันให้ง่ายขึ้น | 137 |
| | วัตถุประสงค์ | 137 |
| 5.1 | วิธีแม็พ | 138 |
| 5.2 | คาร์นอร์แม็พ 2 ตัวแปร | 138 |
| 5.3 | คาร์นอร์แม็พ 3 ตัวแปร | 142 |
| 5.4 | คาร์นอร์แม็พ 4 ตัวแปร | 145 |
| 5.5 | คาร์นอร์แม็พ 5 และ 6 ตัวแปร | 148 |
| 5.6 | การลดรูปในแบบผลคูณของผลบวก | 153 |
| 5.7 | เงื่อนไขไม่สนใจ | 155 |
| 5.8 | วิธีดีตาราง | 157 |

| เรื่อง | หน้า |
|--|------|
| สรุป | 159 |
| แบบฝึกหัด | 161 |
| บทที่ 6 | |
| วงจรรรกรประสม | 1b3 |
| วัตถุประสงค | 1b3 |
| 6.1 ความนำ | 1b4 |
| 6.2 กระบวนการออกแบบ | 165 |
| 6.3 วงจรบวกเลข | 165 |
| 6.4 วงจรลบเลข | 1b9 |
| 6.5 วงจรบวกแบบขนาน | 172 |
| 6.6 วงจรลบแบบขนาน | 173 |
| 6.7 วงจรถอดรหัสแสดงผลเป็นตัวเลข 7 ส่วน | 174 |
| สรุป | 181 |
| แบบฝึกหัด | 182 |
| บทที่ 7 | |
| วงจรมัลติไวเบรเตอร์ | 185 |
| วัตถุประสงค | 185 |
| 7.1 ความนำ | 186 |
| 7.2 ฟลิปฟลอป | 187 |
| 7.2.1 RS ฟลิปฟลอป | 187 |
| 7.2.2 คล็อก RS ฟลิปฟลอป | 190 |
| 7.2.3 D ฟลิปฟลอป | 192 |
| 7.2.4 JK ฟลิปฟลอป | 193 |
| 7.2.5 T ฟลิปฟลอป | 194 |
| 7.3 การทริกเกอร์ฟลิปฟลอป | 195 |
| 7.3.1 มาสเตอร์-สเลฟ ฟลิปฟลอป | 197 |
| 7.3.2 ไตรเร็กอินพุท | 198 |
| 7.4 ตารางเอ็กซ์ไซเตชันของฟลิปฟลอป | 199 |
| 7.5 โมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ | 201 |

| | | | |
|---------|-------|--|-----|
| | 7.5.1 | โมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์สร้างโดยทรานซิสเตอร์ | 201 |
| | 7.5.2 | การคำนวณสัญญาณพัลส์ของวงจรโมนอสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ | 202 |
| | 7.6 | อะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์และการคำนวณสัญญาณพัลส์ | 204 |
| | 7.7 | วงจรซิมิต์ทริกเกอร์ | 206 |
| | | สรุป | 208 |
| | | แบบฝึกหัด | 209 |
| บทที่ 8 | | วงจรมัลติ | 211 |
| | | วัตถุประสงค์ | 211 |
| | 8.1 | ความนำ | 212 |
| | 8.2 | วงจรมัลติเลขฐานสองแบบระลอกคลื่น | 212 |
| | 8.2.1 | วงจรมัลติแบบนับขึ้น | 212 |
| | 8.2.2 | วงจรมัลติแบบนับลง | 216 |
| | 8.3 | วงจรมัลติโมดูลัส | 218 |
| | 8.3.1 | วงจรมัลติชนิดป้อนกลับ | 218 |
| | 8.3.2 | วงจรมัลติซึ่งรีเซ็ตสำหรับค่านับที่เทียบเท่าในเลขฐานสอง | 220 |
| | 8.3.3 | วงจรมัลติชนิดรีเซ็ตโดยตรง | 223 |
| | 8.4 | วงจรมัลติแบบซิงโครไนส์ หรือแบบขนาน หรือแบบคล็อก | 227 |
| | 8.4.1 | การออกแบบวงจรมัลติ 6 แบบขนาน | 228 |
| | 8.4.2 | การออกแบบวงจรมัลติ 10 แบบขนาน | 231 |
| | | สรุป | 234 |
| | | แบบฝึกหัด | 235 |
| บทที่ 9 | | รีจิสเตอร์ | 237 |
| | | วัตถุประสงค์ | 237 |
| | 9.1 | ความนำ | 238 |
| | 9.2 | รีจิสเตอร์เลื่อนและรีจิสเตอร์ถ่ายโอนแบบขนาน | 239 |
| | 9.2.1 | รีจิสเตอร์เลื่อน | 240 |
| | 9.2.2 | รีจิสเตอร์ถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน | 246 |

| เรื่อง | หน้า |
|---|------|
| 9.2.3 รีจิสเตอร์ถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม-ขนาน | 250 |
| สรุป | 251 |
| แบบฝึกหัด | 252 |
| บทที่ 10 วงจรเบ็ดเสร็จแบบดิจิทัล | 253 |
| วัตถุประสงค์ | 253 |
| 10.1 วงจรเบ็ดเสร็จ | 254 |
| 10.2 ตระกูลไอซีตรรก | 256 |
| 10.2.1 DCTL | 256 |
| 10.2.2 RTL | 257 |
| 10.2.3 RCTL | 258 |
| 10.2.4 DTL | 258 |
| 10.2.5 TTL | 259 |
| 10.2.6 ข้อดี TTL | 262 |
| 10.2.7 ECL | 263 |
| 10.2.8 I ² L | 265 |
| 10.2.9 ตรรก P และ NMOS | 268 |
| 10.2.10 ตรรก C MOS | 269 |
| 10.2.11 ตรรก 3 สถานะ | 272 |
| 10.3 ลักษณะสมบัติของไอซีดิจิทัลในตระกูลตรรก | 276 |
| 10.3.1 แฟน-เอาท์ | 276 |
| 10.3.2 การใช้จ่ายกำลังไฟฟ้า | 276 |
| 10.3.3 การหน่วงเนื่องจากการแผ่ | 277 |
| 10.3.4 ขอบของสัญญาณรบกวน | 277 |
| สรุป | 279 |
| แบบฝึกหัด | 281 |
| บทที่ 11 บทนำเรื่องไมโครโปรเซสเซอร์ | 283 |
| วัตถุประสงค์ | 283 |

| | | |
|------|---|-----|
| 11.1 | ความนำ | 284 |
| 11.2 | หน่วยความจำของไมโครโปรเซสเซอร์ | 286 |
| 11.3 | ขนาดค่าของไมโครโปรเซสเซอร์ | 288 |
| 11.4 | โครงสร้างของบัส การมัลติเพล็กซ์ และตรรก 3 สถานะ | 289 |
| 11.5 | ภายในไมโครโปรเซสเซอร์ | 293 |
| 11.6 | ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ที่สมบูรณ์ | 295 |
| 11.7 | ดิจิทัลคอมพิวเตอร์ | 297 |
| 11.8 | ระบบคอมพิวเตอร์ | 298 |
| 11.9 | การโปรแกรมและซอฟต์แวร์ | 298 |
| | สรุป | 302 |
| | แบบฝึกหัด | 303 |
| | บรรณานุกรม | 305 |