

# สารบัญรูป

| รูปที่                                                                            | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 มอสมทรานซิสเตอร์ชนิดต่างๆ.....                                                | 5    |
| 2.2 โครงสร้างของมอสมทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นแชนแนล.....                               | 6    |
| 2.3 แสดงการทำงานของมอสมทรานซิสเตอร์ในช่วงต่างๆ.....                               | 9    |
| 2.4 การไบอัสมอสมทรานซิสเตอร์ (ก) NMOS (ข) PMOS.....                               | 10   |
| 2.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $I_D$ และ $V_{DS}$ เมื่อ $\lambda=0$ .....            | 11   |
| 2.6 แสดงคุณสมบัติทางเอาท์พุทของมอสมทรานซิสเตอร์.....                              | 12   |
| 2.7 คิพลีชันมอสมทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นแชนแนล .....                                  | 13   |
| 2.8 คุณสมบัติ $I_D$ - $V_{DS}$ ของมอสมทรานซิสเตอร์แบบคิพลีชันชนิดเอ็นแชนแนล.....  | 14   |
| 2.9 แสดงคุณสมบัติ $I_D$ - $V_{GS}$ ของมอสมทรานซิสเตอร์ทั้งหมด.....                | 14   |
| 2.10 แบบจำลองสัญญาณขนาดเล็กของมอสมทรานซิสเตอร์.....                               | 16   |
| 2.11 แบบจำลองสัญญาณขนาดเล็กของมอสมทรานซิสเตอร์กรณีพื้นฐานไม่ต้องอยู่กับซอร์ส..... | 16   |
| 2.12 แบบจำลองวงจรสมมูลย์ของมอสมทรานซิสเตอร์ที่ความถี่สูง.....                     | 18   |
| 2.13 การหาอัตราขยายกระแสขณะปีดวงจร.....                                           | 19   |
| 3.1 วงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดโดยใช้วงจรโอทีเอ.....                               | 23   |
| 3.2 วงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุดโดยใช้วงจรโอทีเอ.....                               | 25   |
| 3.3 วงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดโดยใช้วงจรสายพานกระแส.....                          | 27   |
| 3.4 วงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุดโดยใช้วงจรสายพานกระแส.....                          | 28   |
| 3.5 วงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดของ Yamakawa.....                                   | 29   |
| 3.6 วงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดของ Yamakawa ในแบบใช้มอสมทรานซิสเตอร์.....          | 30   |
| 3.7 วงจรสะท้อนกระแสแบบพื้นฐาน.....                                                | 31   |
| 3.8 วงจรเลื่อนระดับแรงดัน.....                                                    | 32   |
| 3.9 วงจรกันชนป้อนกลับกระแส.....                                                   | 33   |
| 4.1 วงจรกันชนป้อนกลับกระแส.....                                                   | 36   |
| 4.2 วงจรเลื่อนระดับแรงดัน.....                                                    | 36   |
| 4.3 วงจรกันชนป้อนกลับกระแสที่สมบูรณ์.....                                         | 37   |
| 4.4 วงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดที่สมบูรณ์ที่น่าเสนอ.....                           | 38   |
| 4.5 วงจรที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ.....                                      | 40   |
| 4.6 คุณสมบัติทาง ไฟฟ้ากระแสตรง ของวงจรตรวจจับค่าสูงสุด.....                       | 42   |

## สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่                                                                                                                                                               | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.7 การตอบสนองความถี่ของวงจร.....                                                                                                                                    | 42   |
| 4.8 ผลการจำลองการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุด 2 อินพุต.....                                                                                                    | 43   |
| 4.9 ผลการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุด 2 อินพุตที่มีเฟสต่างกัน 120 องศา.....                                                                                    | 44   |
| 4.10 ผลการจำลองการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุด 2 อินพุต สำหรับกรณี<br>อินพุต $V_{in1}$ ขนาด $1V_{p-p}$ ความถี่ 1MHz และ $V_{in2}=0$ 45 .....                   | 45   |
| 4.11 ผลการจำลองการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุด 3 อินพุต สำหรับอินพุต<br>$V_{in1}$ และ $V_{in2}$ ความถี่ 1MHz และ 125kHz ขนาด $1V_{p-p}$ และ $V_{in3}=0$ .....  | 46   |
| 4.12 ผลการจำลองการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุด 3 อินพุต<br>ที่มีเฟสต่างกัน 120 องศา .....                                                                      | 47   |
| 4.13 เอาท์พุทแบบครึ่งคลื่นของวงจรที่นำเสนอที่อุณหภูมิแตกต่างกัน.....                                                                                                 | 48   |
| 5.1 วงจรกันชนป้อนกลับกระแส.....                                                                                                                                      | 50   |
| 5.2 วงจรเลื่อนระดับแรงดัน.....                                                                                                                                       | 52   |
| 5.3 วงจรกันชนป้อนกลับกระแสสำหรับวงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุด.....                                                                                                      | 52   |
| 5.4 วงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุดที่สมบูรณ์ที่นำเสนอ.....                                                                                                               | 53   |
| 5.5 วงจรที่ใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ.....                                                                                                                         | 55   |
| 5.6 คุณสมบัติทาง DC ของวงจรตรวจจับค่าต่ำสุด.....                                                                                                                     | 57   |
| 5.7 การตอบสนองความถี่ของวงจร.....                                                                                                                                    | 57   |
| 5.8 ผลการจำลองการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุด 2 อินพุต.....                                                                                                    | 58   |
| 5.9 ผลการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุด 2 อินพุตที่มีเฟสต่างกัน 120 องศา.....                                                                                    | 59   |
| 5.10 ผลการจำลองการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุด 2 อินพุต สำหรับ<br>กรณีอินพุต $V_{in1}$ ขนาด $1V_{p-p}$ ความถี่ 1MHz และ $V_{in2}=0$ .....                      | 60   |
| 5.11 ผลการจำลองการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุด 3 อินพุต สำหรับ<br>อินพุต $V_{in1}$ และ $V_{in2}$ ความถี่ 1MHz และ 250kHz ขนาด $1V_{p-p}$ และ $V_{in3}=0$ ..... | 60   |
| 5.12 ผลการทำงานของวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุด 3 อินพุตที่มีเฟสต่างกัน 120 องศา.....                                                                                   | 62   |
| 5.13 เอาท์พุทของแบบครึ่งคลื่นของวงจรที่นำเสนอที่อุณหภูมิแตกต่างกัน.....                                                                                              | 63   |
| 6.1 วงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุด 2 อินพุต.....                                                                                                                         | 66   |
| 6.2 บล็อกวงจรคลิป์แรงดันบวก.....                                                                                                                                     | 67   |
| 6.3 วงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาลอกโดยใช้วงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุด.....                                                                                             | 67   |

## สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่                                                     | หน้า |
|------------------------------------------------------------|------|
| 6.4 วงจรรวมสัญญาณ.....                                     | 68   |
| 6.5 การทำงานของวงจรคลิป์แรงดัน.....                        | 70   |
| 6.6 การทำงานของวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาลอก ..... | 71   |
| 6.7 วงจร โควานซ์ฮอปเปอร์มอดูเลเตอร์.....                   | 73   |
| 6.8 วงจรริงฮอปเปอร์มอดูเลเตอร์.....                        | 73   |
| 6.9 วงจรเลื่อนเฟส 180 องศา.....                            | 74   |
| 6.10 การทำงานของวงจร โควานซ์ฮอปเปอร์มอดูเลเตอร์.....       | 74   |
| 6.11 การทำงานของวงจรริงฮอปเปอร์มอดูเลเตอร์.....            | 75   |