

Digital Modulator and Demodulator Laboratory Report

ENE 312 Electronic Engineering Laboratory (Communication)

ผู้เขียนรายงาน : นายธรรมราช งามอยู่ รหัสนักศึกษา : 62070502431 section : A

วงจรที่ใช้ในการทดลองที่ 1

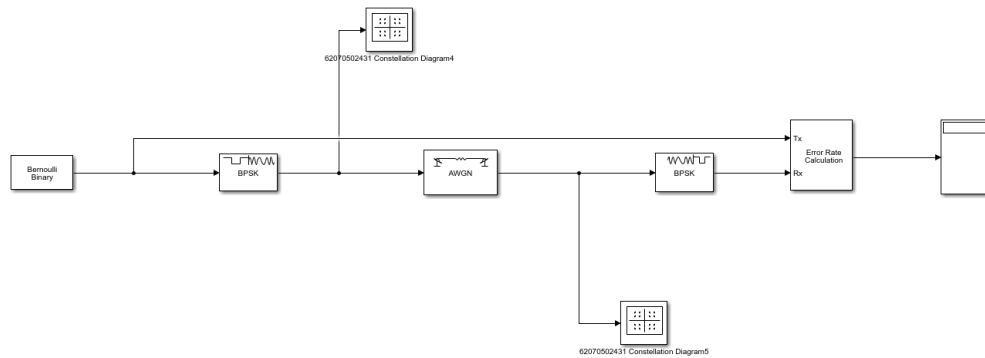


Figure 1 BPSK Modulation and Demodulation

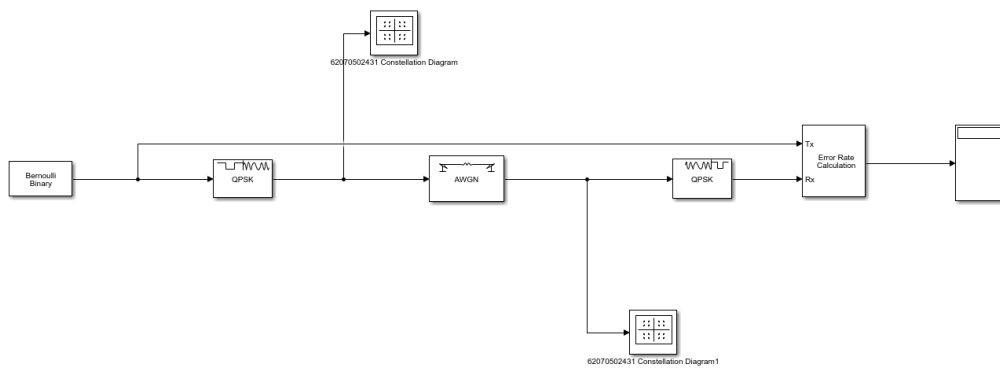


Figure 2 QPSK Modulation and Demodulation

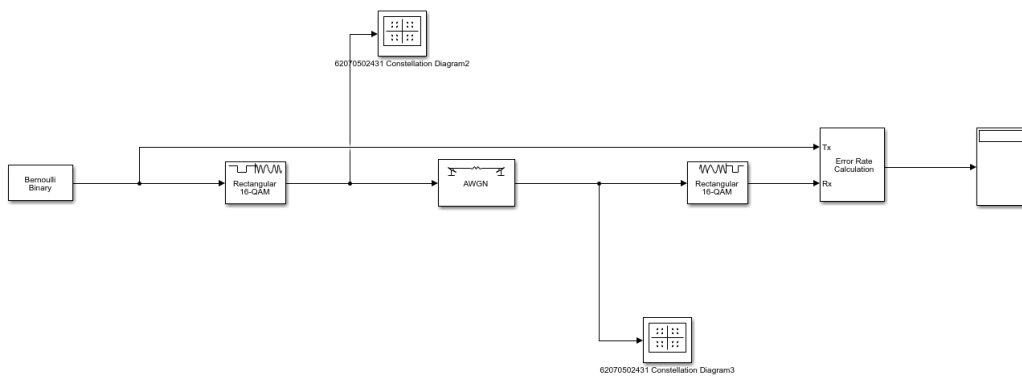


Figure 3 QAM Modulation and Demodulation

ผลการทดลอง

1. BPSK

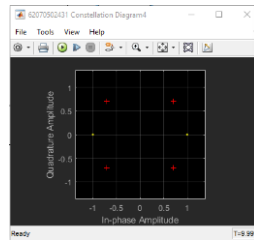


Figure 4 Transmitted Signal BPSK

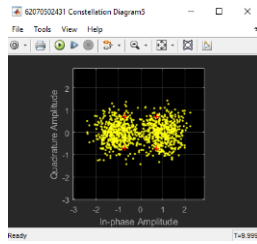


Figure 5 At $E_b/N_0 = 3$ dB

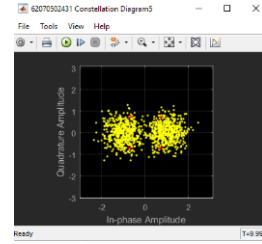


Figure 6 At $E_b/N_0 = 4$ dB

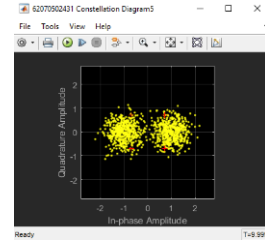


Figure 7 At $E_b/N_0 = 5$ dB

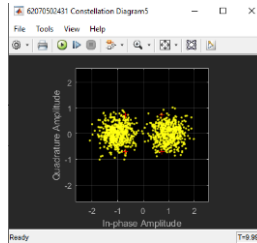


Figure 8 At $E_b/N_0 = 6$ dB

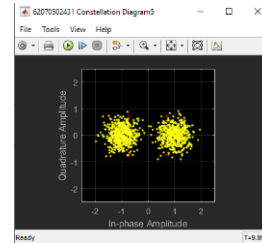


Figure 9 At $E_b/N_0 = 7$ dB

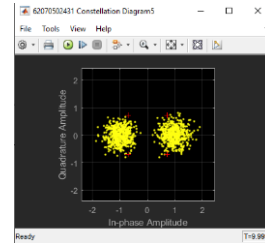


Figure 10 At $E_b/N_0 = 8$ dB

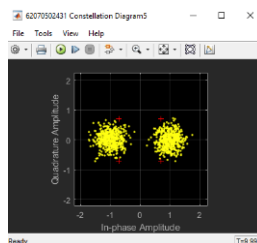


Figure 11 At $E_b/N_0 = 9$ dB

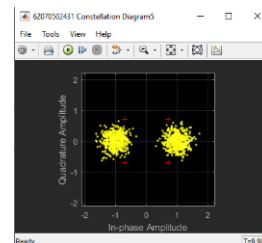


Figure 12 At $E_b/N_0 = 10$ dB

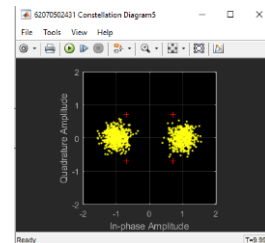


Figure 13 At $E_b/N_0 = 11$ dB

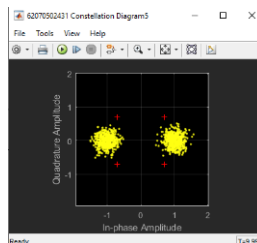


Figure 14 At $E_b/N_0 = 12$ dB

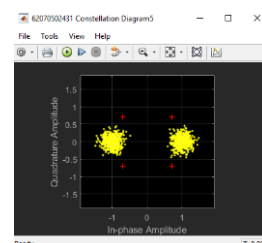


Figure 15 At $E_b/N_0 = 13$ dB

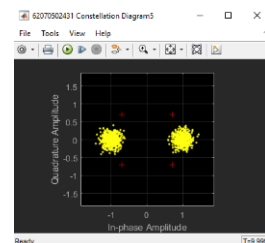


Figure 16 At $E_b/N_0 = 14$ dB

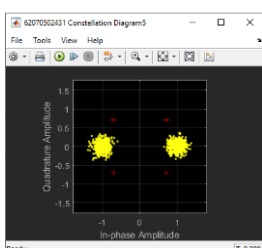


Figure 17 At $E_b/N_0 = 15$ dB

2. QPSK

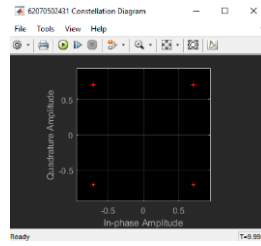


Figure 18 Transmitted Signal QPSK

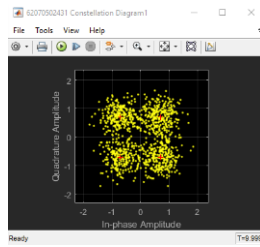


Figure 19 At $E_b/N_o = 3$ dB

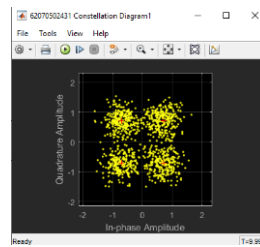


Figure 20 At $E_b/N_o = 4$ dB

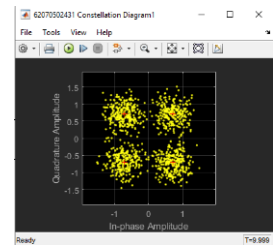


Figure 21 At $E_b/N_o = 5$ dB

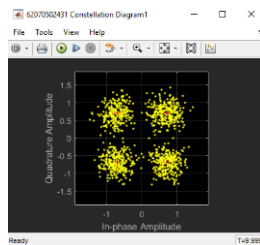


Figure 22 At $E_b/N_o = 6$ dB

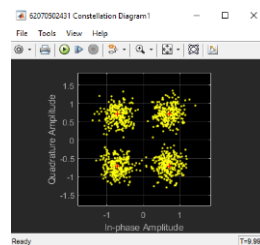


Figure 23 At $E_b/N_o = 7$ dB

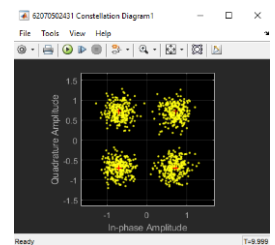


Figure 24 At $E_b/N_o = 8$ dB

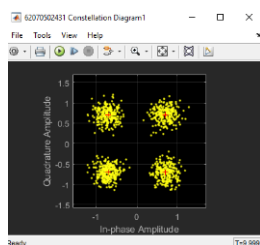


Figure 25 At $E_b/N_o = 9$ dB

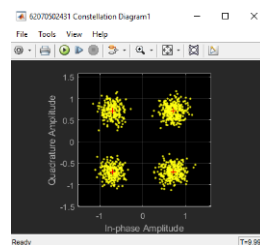


Figure 26 At $E_b/N_o = 10$ dB

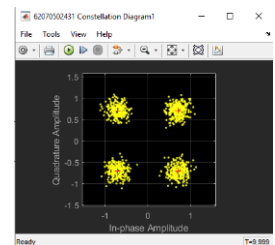


Figure 27 At $E_b/N_o = 11$ dB

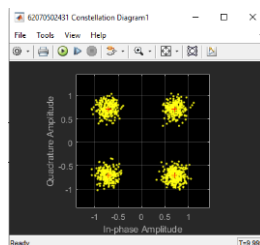


Figure 28 At $E_b/N_o = 12$ dB

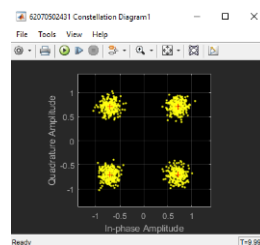


Figure 29 At $E_b/N_o = 13$ dB

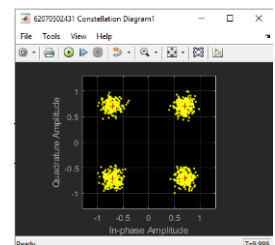


Figure 30 At $E_b/N_o = 14$ dB

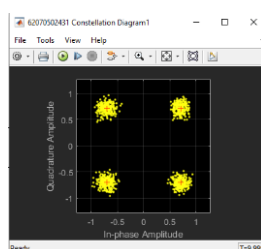


Figure 31 At $E_b/N_o = 15$ dB

3. QAM

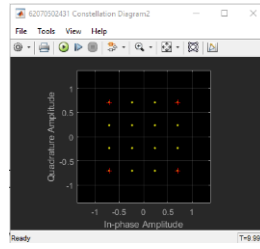


Figure 32 Transmitted Signal QAM

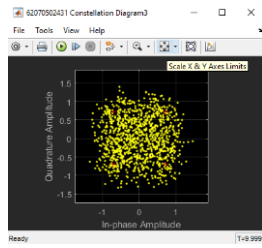


Figure 33 At $E_b/N_0 = 3$ dB

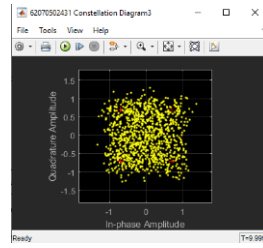


Figure 34 At $E_b/N_0 = 4$ dB

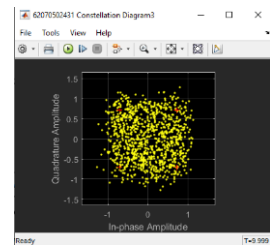


Figure 35 At $E_b/N_0 = 5$ dB

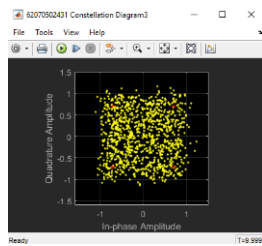


Figure 36 At $E_b/N_0 = 6$ dB

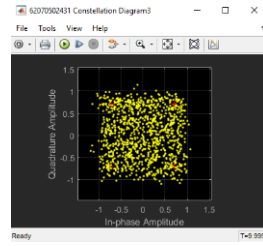


Figure 37 At $E_b/N_0 = 7$ dB

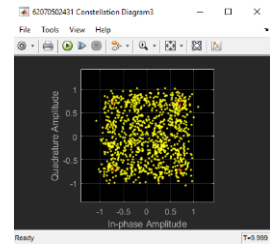


Figure 38 At $E_b/N_0 = 8$ dB

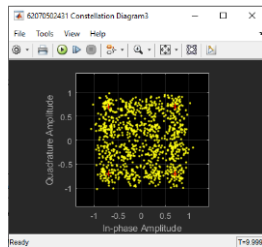


Figure 39 At $E_b/N_0 = 9$ dB

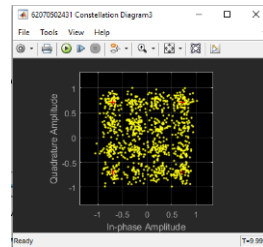


Figure 40 At $E_b/N_0 = 10$ dB

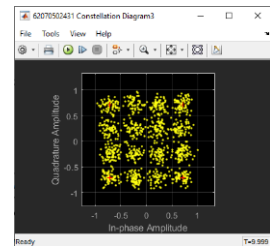


Figure 41 At $E_b/N_0 = 11$ dB

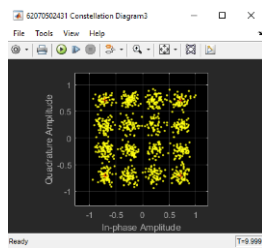


Figure 42 At $E_b/N_0 = 12$ dB

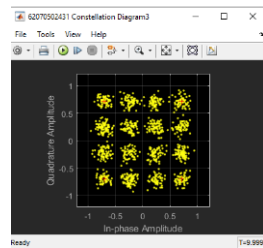


Figure 43 At $E_b/N_0 = 13$ dB

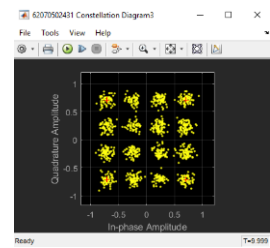


Figure 44 At $E_b/N_0 = 14$ dB

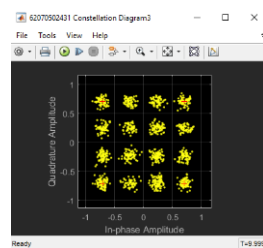
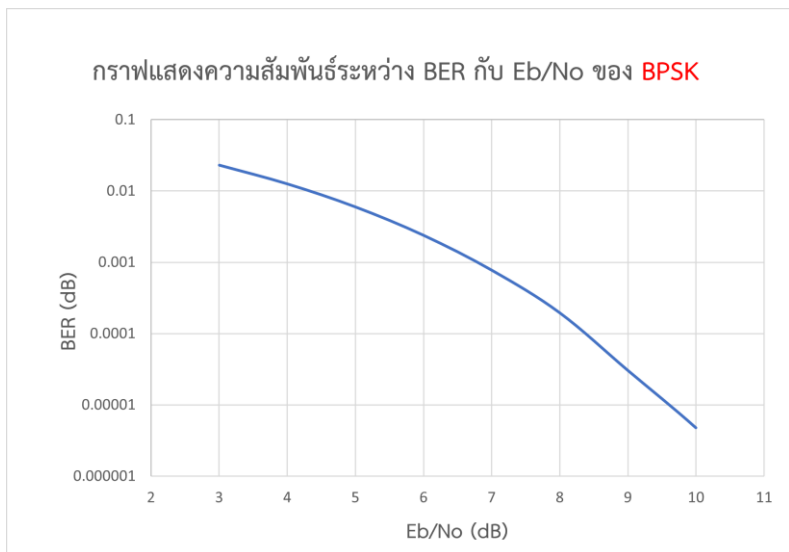


Figure 45 At $E_b/N_0 = 15$ dB

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง BER (dB) กับ E_b/N_o (dB) ของแต่ละชนิด

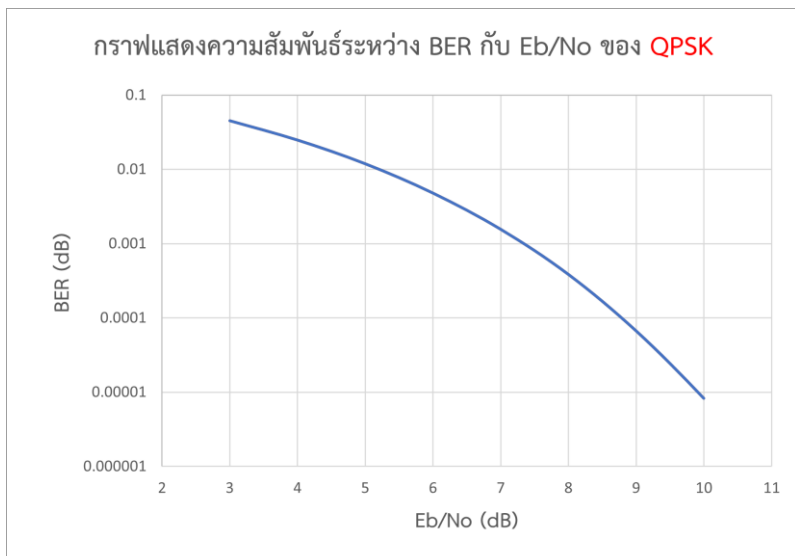
BPSK

BER (dB)	E_b/N_o (dB)
0.02294	3
0.01253	4
0.005958	5
0.002386	6
0.0007761	7
0.000196	8
3.06E-05	9
4.80E-06	10
6.00E-07	11
0	12
0	13
0	14
0	15



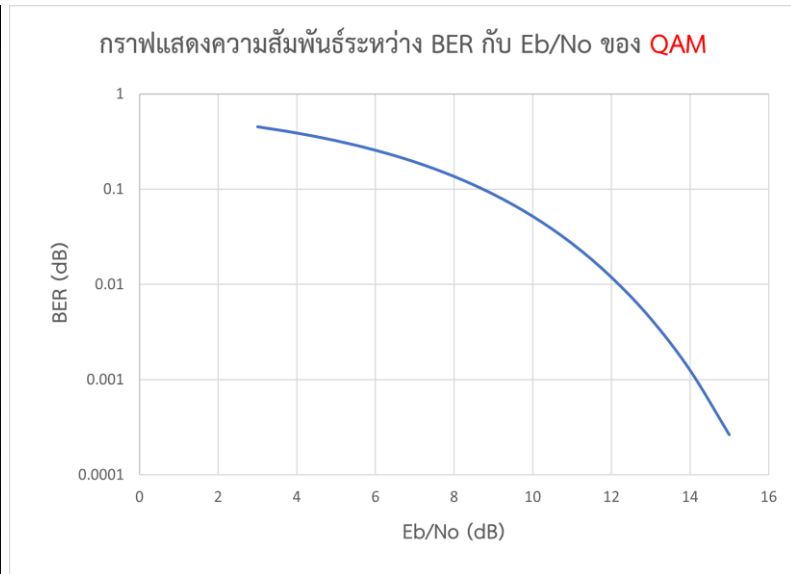
QPSK

BER (dB)	E_b/N_o (dB)
0.0453	3
0.02488	4
0.01193	5
0.004809	6
0.001566	7
0.000387	8
6.72E-05	9
8.30E-06	10
8.00E-07	11
0	12
0	13
0	14
0	15

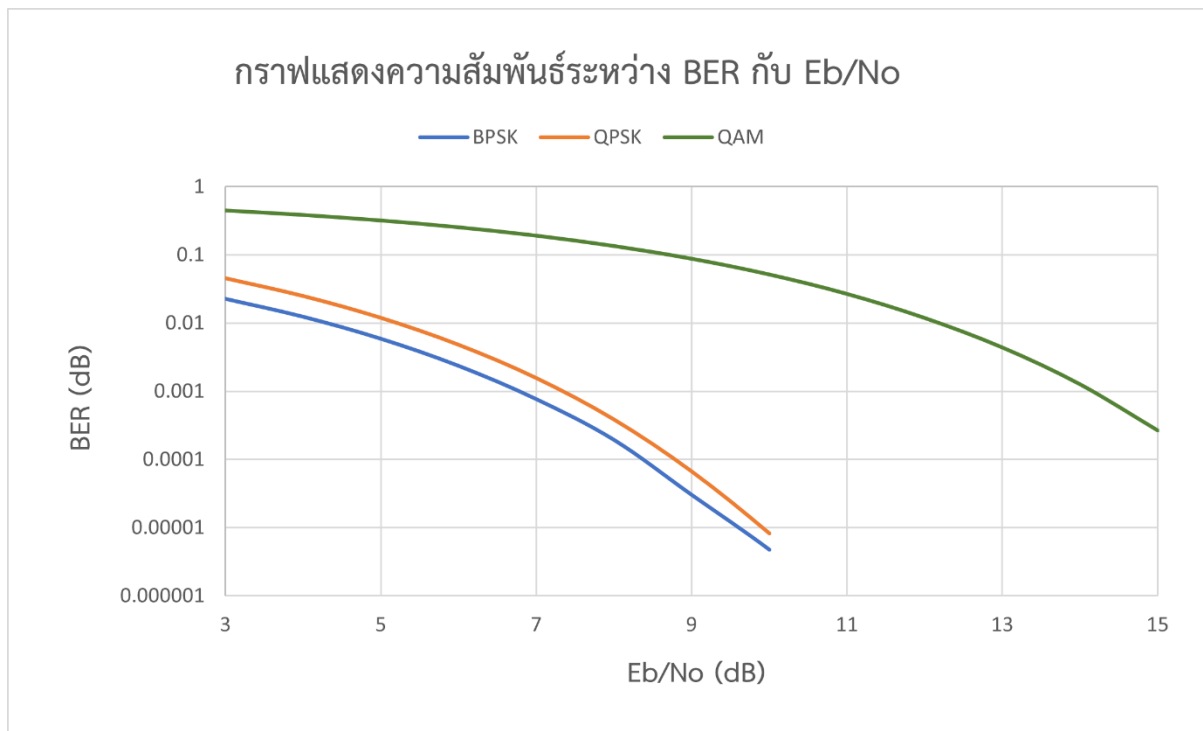


QAM

BER (dB)	E_b/N_0 (dB)
0.4522	3
0.3888	4
0.3226	5
0.2564	6
0.1932	7
0.1361	8
8.85E-02	9
5.19E-02	10
2.69E-02	11
1.19E-02	12
0.004396	13
0.001266	14
0.0002657	15



กราฟเปรียบเทียบค่า BER (dB) ของวงจรแต่ละชนิด



วงจรที่ใช้ในการทดลองที่ 2

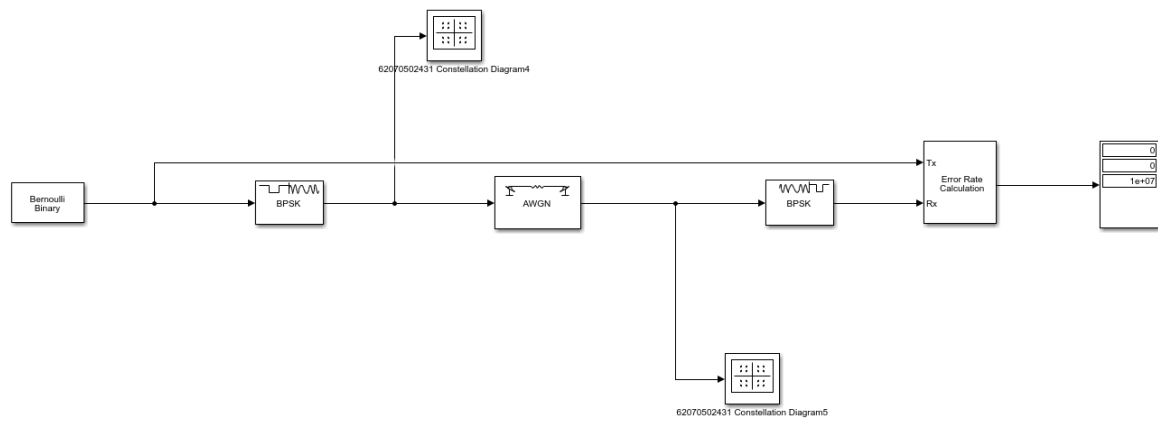


Figure 46 Bernoulli generator for BPSK

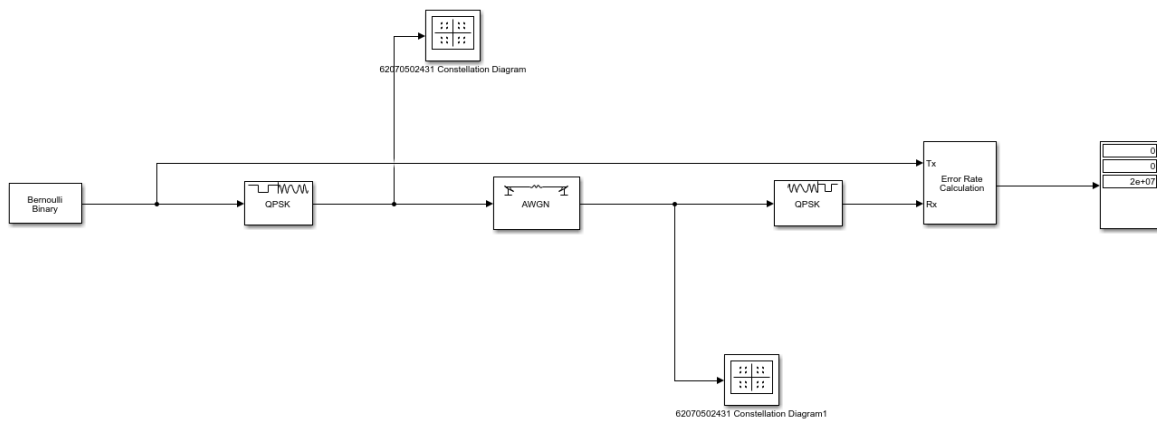


Figure 47 Bernoulli generator for QPSK

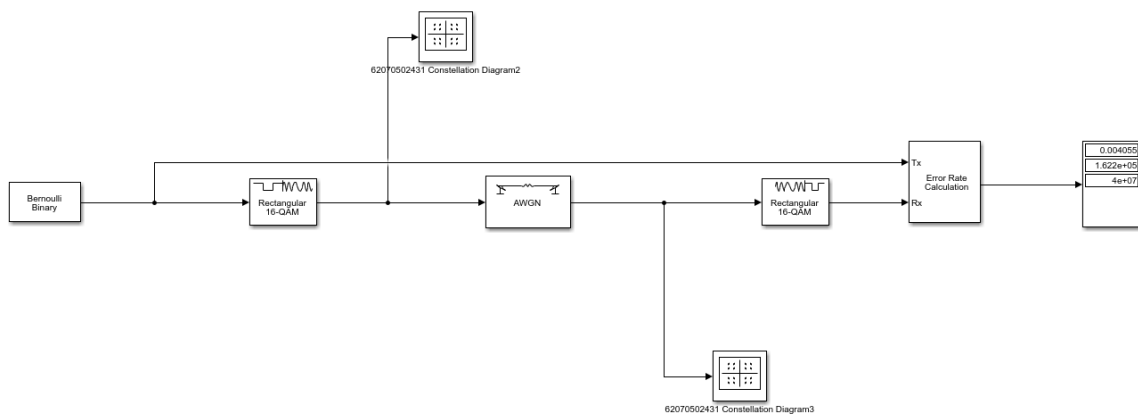


Figure 48 Bernoulli generator for QAM

ผลการทดลอง

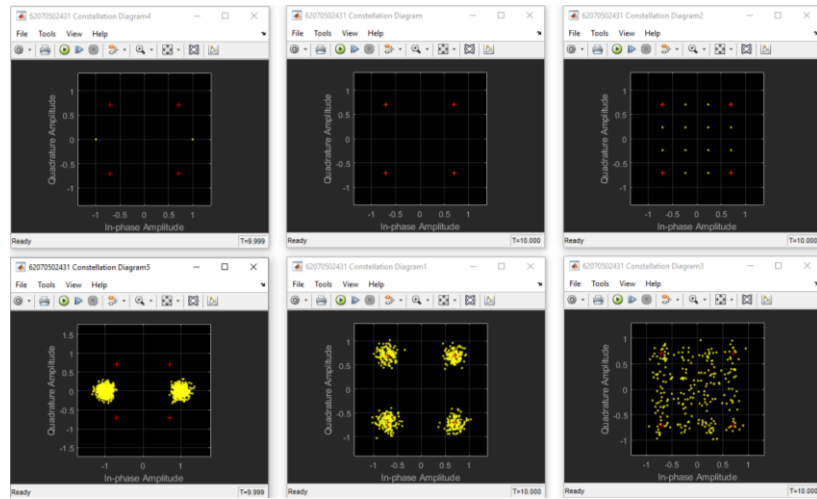


Figure 48 At $E_b/N_0 = 16$ dB

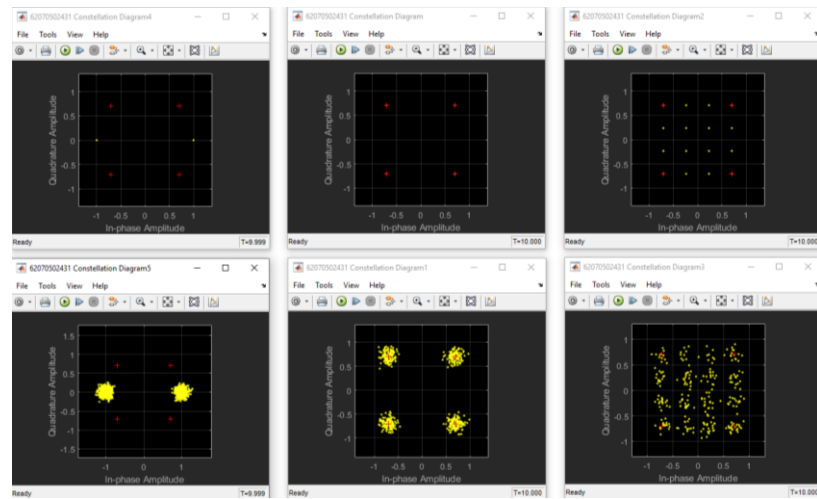


Figure 49 At $E_b/N_0 = 10$ dB

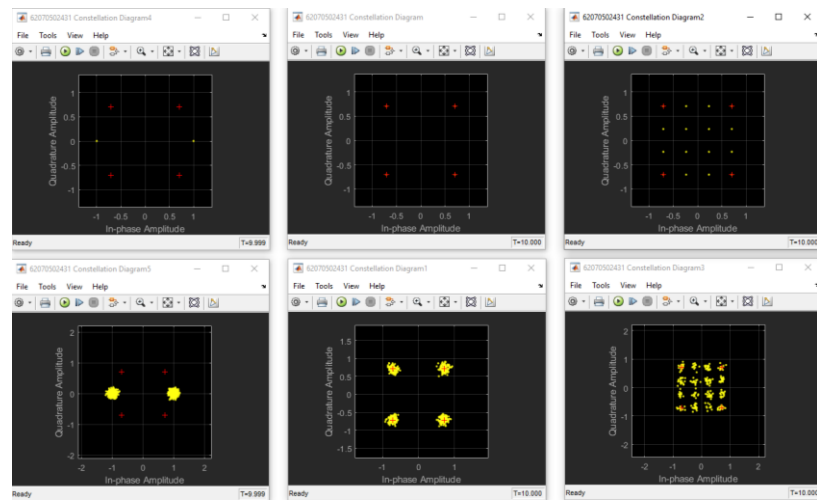


Figure 50 At $E_b/N_0 = 10$ dB

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง (Conclusion)

จากการทดลองเรื่อง Digital Modulator and Demodulator โดยทำการ Modulation แบบ BPSK, QPSK และ 16 QAM ในการทดลองที่ 1 ทำการทดลองโดยสร้างวงจรตามรูปข้างต้น ตามลำดับ แล้ว simulation ที่ค่า E_b/N_0 ตั้งแต่ 3 dB – 15 dB เพื่อดูค่า BER (dB) แล้วนำค่า BER ที่ได้จากการ simulation มา Plot กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า E_b/N_0 (dB) กับค่า BER (dB) จากผลการทดลอง สังเกตได้ว่า เมื่อเราเพิ่มค่า E_b/N_0 (dB) จะส่งผลให้ค่า BER (dB) ลดลง ซึ่งเป็นไปตามสมการ $P_b = Q\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}$ จะเห็นได้ว่าความน่าจะเป็นที่จะเกิด error นั้นย่อมขึ้นอยู่กับค่า E_b/N_0 (dB) ถัดมาเราจะนำค่าที่ plot ได้ทั้ง 3 ชนิด (BPSK, QPSK และ 16 QAM) มา plot กราฟร่วมกันเพื่อเปรียบเทียบแนวโน้ม พบว่าความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในการส่งสามารถเรียงจากมากไปน้อยได้ดังนี้ 16 QAM > QPSK > BPSK ตามลำดับ โดยที่ BPSK มีอัตราการเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด เพราะ BPSK มีช่วงเวลาในการตัดสินใจมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกทั้ง 2 ตัว ทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยสุด