รหัสวิชา……010113340……………..ชื่อวิชา Antenna and Microwave Engineering Laboratory

ภาคการศึกษาที่……….2………ประจำปีการศึกษา……...........…2565…………………………………......……….

รหัสนักศึกษา……6201011631188…….……ชื่อ-นามสกุล…นาย…โสภณ………สุขสมบูรณ์……………

รหัสนักศึกษา……6201011631072….………ชื่อ-นามสกุล……นาย ธนภูมิ……อังอำนวยศิริ…………

วันที่และช่วงเวลาที่ทำการทดลอง .............8 กุมภาพันธ์....2566.....................................

อาจารย์ผู้สอน……………PTD,WWT………..……….……

# วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจในการใช้ Spectrum Analyzer

2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถเข้าใจคุณสมบัติของสายสัญญาณแบบโคแอกเชียลแต่ละชนิด เมื่อนำไปใช้งานในช่วงความถี่ต่าง ๆ

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1. RF Power Meter รุ่น HP8347A (10 Hz – 20 GHz)

2. Power Sensor รุ่น HP8485A (50 MHz – 26.5 GHz)

3. Standard Termination 50 , Short, Open

4. Standard 50  Coaxial cable

5. Attenuator หมายเลข MDC 1055- 3 dB และ 6 dB

6. Directional coupler รุ่น CA-69X และ HP778D (10 Hz – 2.0 GHz)

7. Circulator รุ่น MA 7N027 (320 – 550 MHz)

8. Spectrum analyzer รุ่น HP4395A (10 Hz – 500 MHz)/ Advantage TR4133A

9. Synthesized Signal Generator/Signal Generator รุ่น HP83620B (10 MHz – 20 GHz)/ HP8657A (100 kHz – 1040 MHz)

**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

สาย Coaxial แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ Thin Coaxial และ Thick Coaxial โดยที่สายประเภท Thin Coaxial จะมีขนาดเล็ก ติดตั้งและใช้งานง่าย เหมาะกับในห้องปฏิบัติการ ราคาถูก สามารถนำสัญญาญได้ไกลถึง 185 เมตร และ สายประเภท Thick Coaxial เป็นสายค่อนข้างใหญ่ ส่วนใหญ่ใช้เป็น Backbone สามารถนำสัญญาณได้ไกลถึง 500 เมตร

**ขั้นตอนการทดลอง**

1. ต่อเอาต์พุตของเครื่อง RF generator เข้ากับเครื่อง spectrum analyzer ผ่านสายโคแอกเชียล ที่มีรุ่นและความยาวต่าง ๆ กัน สัก 3 เส้น

2. ปรับความถี่และกำลังงานเอาต์พุตของเครื่อง RF generator ตามข้อมูลในตารางที่ 1

3. ปรับ center frequency และ frequency span ของเครื่อง spectrum analyzer ให้สอดคล้องกับค่าที่ตั้งไว้กับ RF generator

4. กดปุ่มปล่อยสัญญาณให้ออกจาก RF generator อ่านค่ากำลังงานที่แสดงผลบนจอของ spectrum analyzer

5. บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าการสูญเสียของสายนำสัญญาณ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ความถี่ (MHz)/กำลังงานส่ง (dBm)** | **ค่ากำลังงานที่อ่านได้ (dBm)** | | |
| **ชื่อของสายโคแอกเชียล**  **………………………………….** | **ชื่อของสายโคแอกเชียล**  **………………………………….** | **ชื่อของสายโคแอกเชียล**  **………………………………….** |
| **ความยาวของสาย โคแอกเชียล ..1.. ม.** | **ความยาวของสาย โคแอกเชียล …1.2.. ม.** | **ความยาวของสาย โคแอกเชียล …2.. ม.** |
| 100 MHz/ -15 dBm | -15.97 | -15.47 | -15.66 |
| 1000 MHz/ -15 dBm | -18.19 | -17.60 | -15.77 |
| 2000 MHz/ -15 dBm | -19.81 | -18.90 | -15.97 |
| 3000 MHz/ -15 dBm | -23.09 | -19.65 | -15.70 |
| 4000 MHz/ -15 dBm | -25.71 | -20.53 | -17.52 |
| 100 MHz/ 0 dBm | -1.25 | -0.45 | -0.83 |
| 1000 MHz/ 0 dBm | -3.06 | -2.68 | -1.01 |
| 2000 MHz/ 0 dBm | -4.83 | -3.84 | -0.66 |
| 3000 MHz/ 0 dBm | -8.21 | -4.79 | -0.57 |
| 4000 MHz/ 0 dBm | -10.85 | -5.73 | -1.92 |

จากผลการวัดค่าต่าง ๆ ที่ได้ในตารางที่ 1

ความยาวสายสัญญาณมีผลต่อความแรงสัญญาณที่ได้ทางปลายทางหรือไม่ อย่างไร?

ความยาวของสายมีผลต่อสัญญาณโดยเมื่อสายมีความยาวเพิ่มขึ้น Loss เพิ่มขึ้นดังแสดงบนตารางที่ 1

ความถี่ที่ใช้ในการส่งมีผลต่อความแรงของสัญญาณที่รับเที่ปลายสายหรือไม่ อย่างไร?

ความถี่มีผลอย่างเห็นได้ชัดเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 โดยเมื่อความถี่เพิ่ม Loss เพิ่มดังที่แสดง

5. ทำการต่อ Attenuator แทรกเข้าไประหว่าง Signal Generator และป้อน Power ตามตารางที่ 2 โดยใช้สายโคแอกเชียลเส้นใดเส้นหนึ่งจากตารางที่ 1 ในการทดลอง พร้อมบันทึกผล

**ตารางที่ 2** กำลังงานที่อ่านได้จาก spectrum analyzer เมื่อต่อ Attenuator

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ความถี่ (MHz)/กำลังงานส่ง (dBm)** | **ค่ากำลังงานที่อ่านได้ (dBm)** | |
| **เบอร์ตัวลดทอน…599……**  **ค่าลดทอนที่เขียนไว้…6dB….** | **เบอร์ตัวลดทอน……1344……**  **ค่าลดทอนที่เขียนไว้…10dB….** |
| 100 MHz/ -15 dBm | -22.06 | -45.62 |
| 1000 MHz/ -15 dBm | -24.31 | -42.53 |
| 2000 MHz/ -15 dBm | -26.60 | -36.71 |
| 3000 MHz/ -15 dBm | -28.11 | -32.78 |
| 4000 MHz/ -15 dBm | -31.66 | -29.08 |
| 100 MHz/ 0 dBm | -6.92 | -18.84 |
| 1000 MHz/ 0 dBm | -9.4 | -17.28 |
| 2000 MHz/ 0 dBm | -11.91 | -16.09 |
| 3000 MHz/ 0 dBm | -13.76 | -14.97 |
| 4000 MHz/ 0 dBm | -16.72 | -13.67 |

จากผลการทดลองที่ได้ ตัวลดทอนมีคุณสมบัติอย่างไร?

ตัว Attenuator ช่วยในการลดทอนหรือลดความแรงของสัญญาณ ทำให้ Power ที่จะส่งมามีกำลังอ่อนลง

**สรุปผลการทดลอง**

จากการทดลอง สามารถสรุปได้ดังนี้

ในการทดลองที่ 3.1 สามารถสรุปได้ว่า ค่าความสูญเสียแปรผันตามความยาวของสาย Coaxial และ Frequency

ในการทดลองที่ 3.2 สามารถสรุปได้ว่า เมื่อทำการต่อ Attenuator เข้าไปจะทำให้กำลังส่งมีค่าต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด ยิ่งตัว Attenuator มีค่ามากขึ้น กำลังส่งยิ่งมีความน้อยดังแสดงในตารางที่ 2