การทดลองที่ 9 การวัดค่าการสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับในท่อนำคลื่น

9.1. วัตถุประสงค์ในการทดลอง

1. รู้จักความหมายของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับและการสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับ (RL: return loss)

2. สามารถวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของโหลดได้

3. สามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์ของกำลังที่ดูดกลืนโดยโหลดได้ จากขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ

9.2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เมื่อป้อนสัญญาณเข้าไปในท่อนำคลื่นที่ต่ออยู่กับโหลดโดยที่โหลดมีค่าอิมพีแดนซ์ไม่เท่ากับค่าอิมพิแดนซ์คุณลักษณะ (characteristic impedance) ของท่อนำคลื่น โหลดจะไม่สามารถดูดกลืนพลังงานของสัญญาณที่ส่งมาไว้ได้ทั้งหมด ผลก็คือ จะพลังงานของสัญญาณที่ถูกส่งบางส่วนสะท้อนกลับไปยังแหล่งจ่าย และนั่นคือจะมีคลื่น 2 คลื่นที่เคลื่อนที่อยู่ภายในท่อนำคลื่นโดยขนาดของคลื่นที่สะท้อนกลับนี้ขึ้นอยู่กับค่าที่ไม่แมทซ์กันระหว่างค่าอิมพีแดนซ์ของโหลดกับค่าอิมพีแดนซ์คุณลักษณะของท่อนำคลื่น เฟสของคลื่นที่สะท้อนกลับนี้จะขึ้นอยู่กับอิมพีแดนซ์ของโหลดและระยะทางจากโหลดถึงจุดที่ทำการวัดอัตราส่วนของแรงดันของคลื่นที่สะท้อนกลับ E_r ต่อแรงดันของคลื่นส่ง E_i นี้เราเรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ (reflection coefficient) เขียนแสดงด้วย

$$\Gamma = \frac{\vec{E}_r}{\vec{E}_i} \tag{1}$$

เมื่อ $\vec{E}_i$ และ $\vec{E}_r$ คือเวคเตอร์และ Γ คือเวคเตอร์ที่มีทั้งขนาดและเฟส เนื่องจากเฟสของคลื่นทั้งสองจะมีการเปลี่ยนแปลงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามท่อนำคลื่น เฟสของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามท่อนำคลื่นด้วย จะอย่างไรก็ตามขนาดของคลื่นทั้งสองนั้นไม่ได้เปลี่ยนไปตามท่อนำคลื่นดังนั้นขนาดของ Γ ซึ่งเขียนแทนด้วย ρ จะไม่เปลี่ยนแปลง

ขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ เป็นพารามิเตอร์ที่จะนำไปใช้ในระบบ พลาสซีฟนั้น $\vec{E}_r$ สามารถมีค่าได้ระหว่าง 0 ถึง $\vec{E}_i$ ซึ่งหมายความว่า สามารถมีค่าได้ระหว่าง 0 ถึง 1 ดังนั้น ค่า ρ สามารถคำนวณหาค่าได้จากสมการต่อไปนี้

$$\rho = |\Gamma| = \frac{|\vec{E}_r|}{|\vec{E}_i|} \tag{2}$$

เมื่อ $|\vec{E}|$ เป็นขนาดของปริมาณเวคเตอร์ ถ้ารู้ขนาดของคลื่นที่ส่ง สามารถคำนวณหาค่ากำลังที่ส่งไปยังโหลดได้จาก

$$P_i = \frac{\vec{E}_i^{\,2}}{2Z_0} \tag{3}$$

เมื่อ Z_0 คืออิมพิแดนซ์คุณลักษณะของท่อนำคลื่น กำลังที่สะท้อนกลับจากโหลด กำหนดให้เป็น

$$P_r = \frac{\vec{E}_r^{\,2}}{2Z_0} \tag{4}$$

อัตราของกำลังที่ส่งต่อกำลังที่สะท้อนกลับเรียกว่า “การสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับ (RL: return loss)” ค่านี้โดยปกติจะมีหน่วยเป็น dB และเขียนแทนด้วย RL

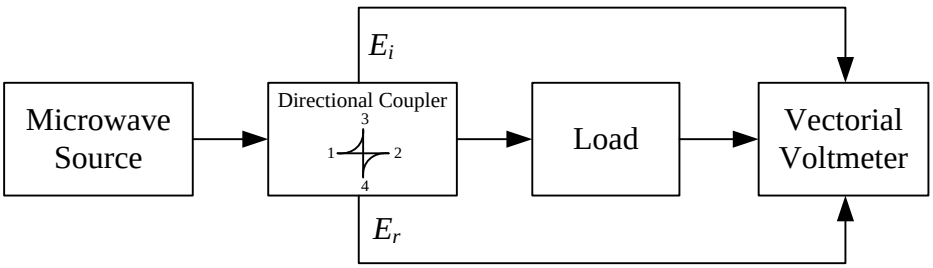
$$\text{Retuen loss}\left(\text{RL}\right) = 10\log\frac{\left|\vec{E}_r\right|}{\left|\vec{E}_i\right|} = -10\log\rho^2 = -20\log\rho \tag{5}$$

RL แสดงถึงส่วนหนึ่งของกำลังที่ส่งซึ่งสะท้อนกลับไปยังแหล่งจ่าย เช่น ถ้าโหลดเป็นแบบ short circuit จะทำให้กำลังที่ส่งทั้งหมด สะท้อนกลับไปยังแหล่งจ่าย ทำให้ค่า RL เท่ากับ 0 dB ถ้านำตัวลดทอน (Attenuator) ขนาด 6dB มาต่อระหว่างแหล่งจ่ายกับโหลดแบบลัดวงจรจะทำให้ RL มีค่าเท่ากับ 12dB เพราะว่าค่าตัวลดทอน ในแต่ละทางเท่ากับ 6 dB ในวิธีการนี้เป็นการกำหนดโหลดก่อน แล้วขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ สามารถหาได้โดยการลัดวงจรเอาท์พุทของตัวลดทอนที่มีค่าเหมาะสม

โดยทั่วไปแล้วขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ สามารถนำไปใช้คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของกำลังส่งที่ถูกดูดกลืนของโหลด สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\%\text{Power absorbed} = \left(1-\rho^2\right)\text{x}100\% \tag{6}$$

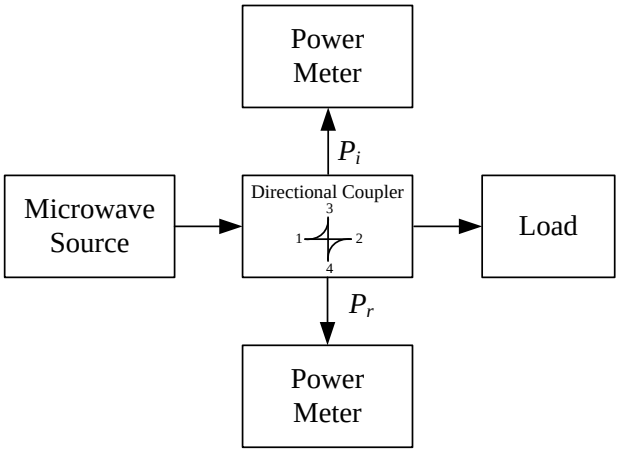
สัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของโหลด สามารถหาค่าได้โดยการวัดแรงดันที่ส่ง และแรงดันที่สะท้อนกลับ แล้วนำค่าทั้งสองมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนนั้น ตัวเชื่อมต่อแบบมีทิศทาง (directional coupler) นำมาใช้เพื่อให้สัญญาณที่แพร่กระจายไปในทิศทางที่กำหนด จะได้ไม่ถูกรวม (insensitive) กับสัญญาณที่แพร่กระจายไปในทิศทางที่กลับกันตัวเชื่อมต่อแบบมีทิศทาง จึงเป็นเครื่องมือวัดที่ดีสำหรับใช้วัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ



รูปที่ 1 แสดงการใช้โวลท์มิเตอร์วัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ

จากรูปที่ 1 แสดง Reflectometer ที่ใช้วัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ โดยที่แรงดัน E_i และ E_r สามารถวัดได้ด้วยเครื่องวัดที่เรียกว่า Vectorial Voltmeter ใช้สำหรับวัดแรงดันทั้งสองที่มีเฟสต่างกันและก็สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับได้

ในหลายกรณี ไม่จำเป็นต้องวัดเฟสของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ ในเมื่อขนาดสามารถที่จะให้ข้อมูลที่ต้องการได้ทั้งหมด เครื่องวัดแบบง่าย ที่สามารถใช้วัดขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ ได้แก่เช่น Reflectometer ซึ่งประกอบด้วยพาวเวอร์มิเตอร์ 2 ตัว ที่ใช้วัดกำลังของสัญญาณที่ส่งกับสัญญาณสะท้อนกลับ ดังแสดงในรูปที่ 2 ข้อดีของวิธีนี้ก็คือ ค่าที่วัดได้เป็นค่าสัมบูรณ์ของกำลัง (absolute power) เมื่อรู้ค่ากำลังก็สามารถคำนวณหาค่า RL และขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับได้



รูปที่ 2 แสดงการใช้พาวเวอร์มิเตอร์ 2 เครื่อง สำหรับการวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ

ระบบที่แสดงในรูปที่ 2 ถูกนำมาใช้ในระบบการทดสอบสายส่ง ซึ่งให้ผลที่มีความแม่นยำสูง โดยการติดตั้งวงจรดังแสดงในรูปที่ 3 ในการติดตั้งนี้เราจะใช้ SWR มิเตอร์แทนพาวเวอร์มิเตอร์ และต้องให้สัญญาณไมโครเวฟมอดูเลททางขนานที่ความถี่ 1 kHz

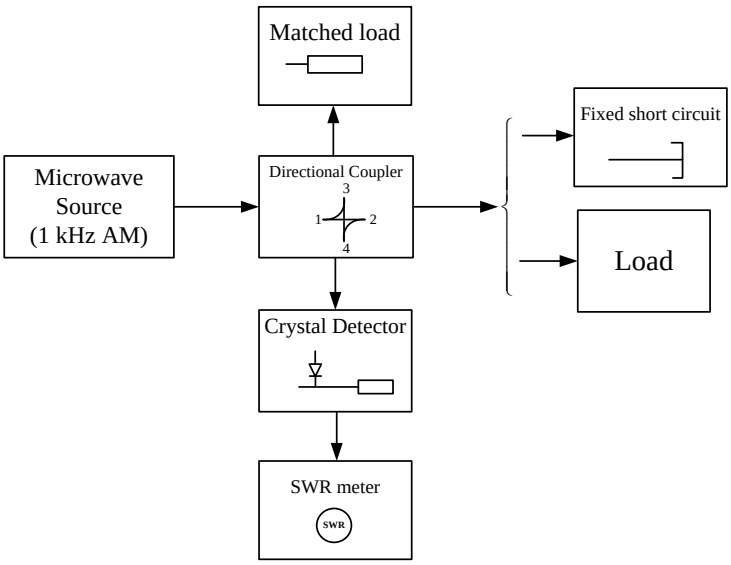
ในการติดตั้งแบบนี้ จะพบค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับได้จากการวัดขนาดของสัญญาณที่สะท้อนกลับเท่านั้น โดยที่ SWR มิเตอร์จะต้องมีการปรับค่ามาตรฐาน (calibration) ก่อน และทำการต่อโหลดที่ต่อกับท่อนำคลื่นเป็นแบบลัดวงจรและเนื่องจากเป็นลัดวงจรระดับสัญญาณที่สะท้อนเป็นแบบอื่นๆ ขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ คำนวณได้โดยการแทนค่า RL ลงในสมการที่ 5 แล้วแก้สมการหาค่า ρ ซึ่งวิธีนี้มีข้อดีคือ ค่าผิดพลาดจะถูกตัดทิ้งด้วย การสูญเสียเนื่องจากการแทรก (IL: insertion loss) ของตัวเชื่อมต่อแบบมีทิศทาง อย่างไรก็ตามจะได้ค่าที่ถูกต้อง ก็ยังต้องขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของดีเทคเตอร์ด้วย สำหรับค่า RL ที่จะสามารถวัดได้สูงสุด ด้วยวิธีนี้จะขึ้นอยู่กับค่า Directivity ของตัวเชื่อมต่อแบบมีทิศทาง

9.3. อุปกรณ์ในการทดลอง

รายการ	**โมเดล**
1. Gunn Oscillator Power Supply	9501
2. SWR Meter	9502
3. Power Meter	9503
4. Gunn Oscillator	9510
5. Thermistor Mount	9521
6. Crystal Detector	9522
7. Directional Coupler	9523
8. Matched Load	9531
9. Variable Attenuator	9532
10. Fixed Attenuator (6dB)	9533
11. Microwave accessories	9536
12. Connection leads and Accessories	9590
13. Waveguide Support (2)	9591

9.4. ขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทำการวัดค่า RL เมื่อมีโหลดที่ต่อกับปลายของท่อนำคลื่นเป็นแบบต่างๆ จะประกอบด้วยโหลดที่เป็นตัวลดทอนแบบปรับค่าได้และโหลดแบบลัดวงจร วิธีการวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนด้วยกฎสแควร์ (SWR มิเตอร์ติดตั้งเป็นมิเตอร์สำหรับการวัดการสะท้อนกลับ) ดังแสดงในรูปที่ 3 คำนวณหาขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับจากค่า RL



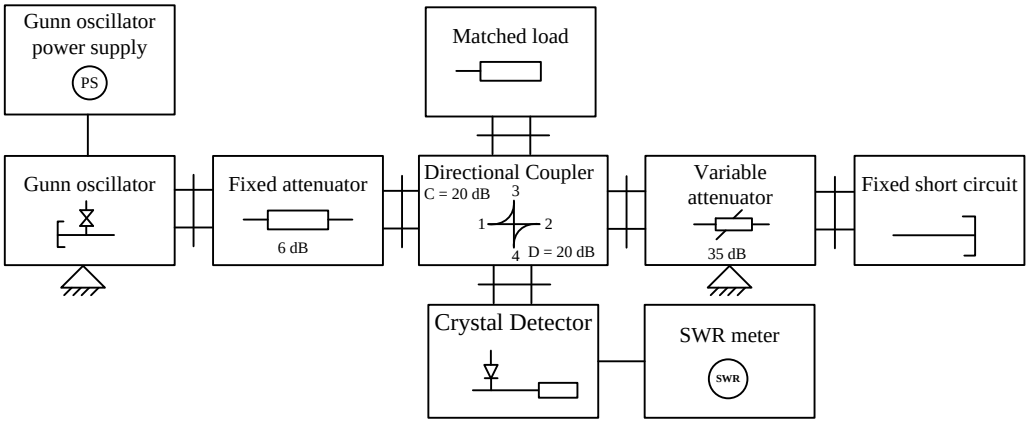
รูปที่ 3 วิธีการวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับโดยกฎของสแควร์ (square- law) โดยใช้ SWR มิเตอร์

เมื่อแทนตัวลดทอนแบบปรับค่าได้และโหลดแบบลัดวงจร ด้วยเทอร์มิสเตอร์เมาส์ (Thermistor Mount) และให้คำนวณหาค่า RL เมื่อเทอร์มิสเตอร์เมาส์นั้น ไม่แมทช์และแมทช์กับท่อนำคลื่น มีตัวลัดวงจรแบบเคลื่อนที่ได้และแมทชิงสกรู (Matching screw) ของเทอร์มิสเตอร์เมาส์ใช้สำหรับปรับให้เกิดการแมทช์พาวเวอร์มิเตอร์ใช้วัดค่ากำลังที่ดูดกลืนโดยเทอร์มิสเตอร์ ทั้งสองกรณีจำนวนของกำลังที่ถูกดูดกลืนจะต่างกับเมื่อเมาท์นั้นไม่แมทช์

1. ปิดสวิทช์ POWER ให้อยู่ที่ตำแหน่ง O (off) ทุกตัว และจัดวางเครื่องมือ ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 การจัดวางอุปกรณ์

2. ประกอบติดตั้งอุปกรณ์ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ในการวัดค่าการสูญเสียย้อนกลับโดยใช้โหลดแบบต่างๆ

3. ปรับที่กันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลาย (Gunn Oscillator Power Supply) ตามนี้

VOLTAGE .....: MIN

MODE .....: 1 KHz

METER.....: 8V

4. ที่ SWR มิเตอร์ เลือกสวิทช์ RANGE ไว้ที่ -20 dB ปรับ GAIN ให้มากที่สุดและเลือกแบนวิดธ์ที่ 20 Hz

5. เปิด Power ของกันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายและ SWR มิเตอร์ รอประมาณ 1-2 นาที เพื่อให้พาวเวอร์ซัพพลายถึงจุดทำงาน แล้วปรับแรงดันที่กันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายให้เท่ากับ 8 V

6. ที่ SWR มิเตอร์ ให้ปรับ GAIN จนอ่านค่าได้เท่ากับ -25 dB ถ้า RANGE ที่เลือกนั้น ไม่สามารถจะแสดงได้ ให้เปลี่ยน RANGE เป็น -30 dB แล้วปรับ GAIN จนอ่านค่าได้เท่ากับ -35dB

7. ที่ SWR มิเตอร์ ให้ปรับความถี่ศูนย์กลาง (center frequency) จนอ่านค่าได้สูงสุด

8. ปรับแรงดันที่กันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายจนสัญญาณมีค่าสูงสุด ถ้าเข็มชี้ของ SWR มิเตอร์เลยค่าสูงสุด ให้ปรับ GAIN ให้เข็มชี้อยู่ที่สเกลสูงสุดนี้

9. ปรับ GAIN ที่ SWR มิเตอร์จนอ่านค่าได้ -22dB ถ้าปรับไม่ได้ให้ปรับเป็น -32 dB ซึ่งจะใช้ค่านี้เป็นระดับอ้างอิง

10. แต่ละค่าของการลดทอนที่กำหนดในตารางที่ 1 ให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

a. ระดับอ้างอิงที่เซตโดย ตัวลดทอนแบบปรับค่าได้ ที่ติดตั้งในวงจร จะมี IL เมื่อแผ่นใบมีด อยู่ที่ตำแหน่ง 0.00 มม. ให้นำค่า IL ที่ได้จากตัวลดทอนแบบปรับค่าได้ เมื่อใบมีดอยู่ที่ตำแหน่ง 0.00 มม. มาบวกค่าการลดทอนแต่ละค่าในตารางที่ 1 และบันทึกค่าที่ได้ลงในคอลัมน์ที่ 2 เพื่อที่จะปรับแผ่นใบมีดของตัวลดทอนแบบปรับค่าได้ให้ตรงตามตำแหน่ง

b. ใช้เส้นเทียบมาตรฐาน (Calibration Curve) ที่ได้จากการทดลองที่ 7 หาค่า

การลดทอนที่ตรงกับค่าที่ต้องการในคอลัมน์ที่ 2 ของตารางที่ 1 และบันทึกค่าตำแหน่งของแผ่นใบมีดลงในคอลัมน์ที่ 3 ของตารางที่ 1

<u>หมายเหตุ</u> ผลจากรูปที่ 6 การลดทอนและตำแหน่งของแผ่นใบมีดในเส้นเทียบมาตรฐานจะมีค่าเริ่มต้นที่ 0 dB สำหรับแผ่นใบมีด 0.00 มม. จะดีกว่าที่ IL ของตัวลดทอน

c. บันทึกค่าระดับความสัมพันธ์ของระดับสัญญาณ (relative signal level) ในหน่วย dB ลงในตารางที่ 1 ถ้ามีการเลือก Range อื่นๆ โดยไม่ต้องทำการปรับ Gain อีก

d. คำนวณหา RL ของโหลด โดยการลบค่าที่อ่านได้ครั้งสุดท้าย ออกจากค่าระดับอ้างอิงในข้อ 9 และบันทึกค่าลงในคอลัมน์ RL ของตารางที่ 1

e. ใช้สมการที่ 5 จะได้สูตรตามข้างล่างในการคำนวณหาขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ ρ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

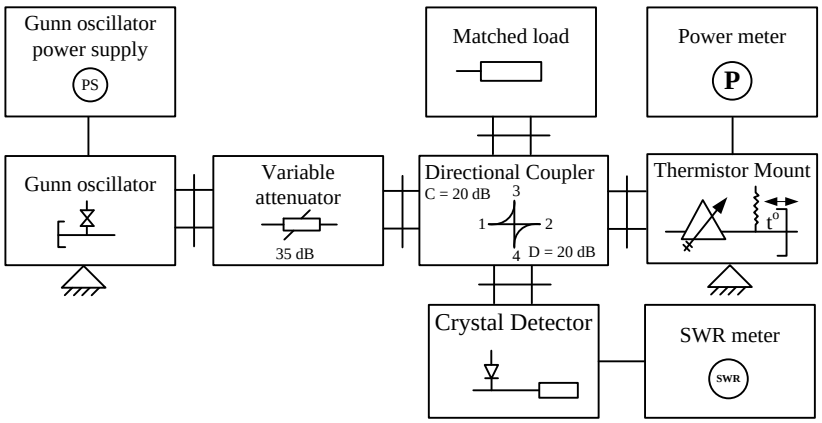
$$\rho = 10^{\frac{-RL(dB)}{20}} \qquad (7)$$

และบันทึกผลที่ได้จากการทดลองและคำนวณลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียเนื่องจากการย้อนกลับและแอมพลิจูดของค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ

ATTENUATION	INSERTION LOSS (IL)	VARIABLE ATTENUATOR'S BLADE POSITION	RELATIVE SIGNAL LEVEL	RL	$\rho = 10^{\frac{-RL(dB)}{20}}$
dB	dB	mm	dB	dB	
0		0			
2.5					
5					
7.5					
10					

11. ถอดสายเคเบิ้ลจาก กันน์ออสซิลเลเตอร์ออกจากกันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายประกอบติดตั้งอุปกรณ์ตามรูปที่ 6 ก่อนต่อเทอร์มิสเตอร์เมาส์เข้าไปในวงจรให้คลายสกรูที่แมทชิงสกรูเพื่อไม่ให้มีสกรูสอดเข้าไปในท่อนำคลื่น และทำการปรับแผ่นใบมีดของตัวลดทอนแบบปรับค่าได้ ไปในตำแหน่ง 3.5 มม.



รูปที่ 6 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการวัดค่ากำลังโดยใช้เทอร์มิสเตอร์เมาส์

12. ที่พาวเวอร์มิเตอร์ให้เลือกย่านที่ 0.3 mW และค่อยประมาณ 2 นาทีเพื่อให้พาวเวอร์มิเตอร์และ เทอร์มิสเตอร์เมาส์อยู่ในอุณหภูมิที่จุดทำงานและทำการปรับ Zero Adjust ของพาวเวอร์มิเตอร์ให้อยู่ในตำแหน่งศูนย์

13. ต่อสายเคเบิ้ลของกันน์ออสซิลเลเตอร์เข้ากับกันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายที่ SWR มิเตอร์ให้เลือกย่านที่ -30 dB

14. ปรับตัวลดทอนแบบปรับค่าได้จนอ่านค่าที่พาวเวอร์มิเตอร์ได้ประมาณ 0.1 mW แล้วปรับตัวลัดวงจรแบบเคลื่อนที่ได้และแมทชิงสกรูที่เทอร์มิสเตอร์เมาส์จนอ่านค่ากำลังที่พาวเวอร์มิเตอร์ได้สูงสุด กรณีเช่นนี้เทอร์มิสเตอร์เมาส์นั้นจะแมทช์กันเสร็จแล้วให้ปรับตัวลดทอนแบบปรับค่าได้จนอ่านค่าได้ 0.20 mW ที่พาวเวอร์มิเตอร์

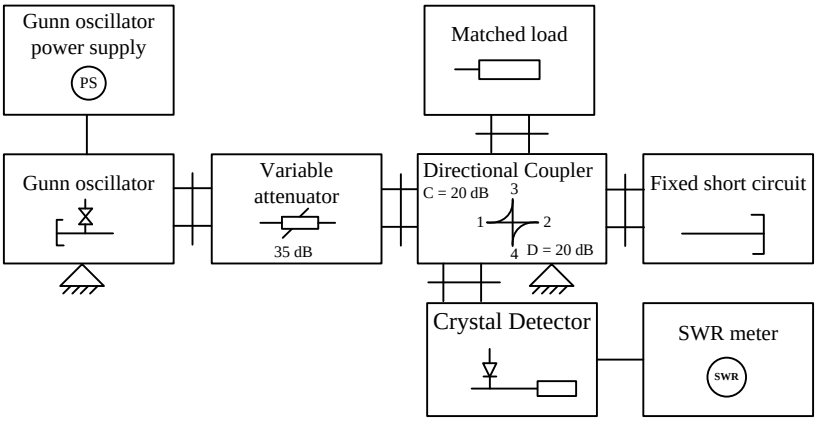
15. ถอดสายเคเบิ้ลจากกันน์ออสซิลเลเตอร์ออกจากกันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายเอาเทอร์มิสเตอร์เมาส์ออกแทนด้วยตัวลัดวงจรแสดงในรูปที่ 7 และให้ถอดเทอร์มิสเตอร์เมาส์ที่ต่อกับพาวเวอร์มิเตอร์ออกจากกัน และเก็บพาวเวอร์มิเตอร์เสร็จแล้วให้คลายตัวลัดวงจรแบบเคลื่อนที่ได้และแมทชิงสกรูออกจากตำแหน่งที่แมทช์

16. ต่อสายเคเบิ้ลกันน์ออสซิลเลเตอร์เข้ากับกันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายที่ SWR มิเตอร์ ให้ปรับ Gain จนอ่านได้ค่าอ้างอิง คือ -32 dB ถ้าทำไม่ได้ค่านี้ ให้เลือก Range อื่น แล้วปรับ Gain จนอ่านได้เท่ากับค่าอ้างอิง ระดับ 0 dB เป็นค่าอ้างอิงสำหรับ RL ที่เป็นโหลดแบบลัดวงจร บันทึกระดับอ้างอิงลงในช่องว่างข้างล่าง

ระดับอ้างอิง (0 dB RL) = ...dB

<u>หมายเหตุ</u> ค่า Absolute ของระดับอ้างอิงเป็นค่าที่ได้จาก SWR มิเตอร์จะไม่เกี่ยวข้องกันยกเว้นว่าจะต้องการความสะดวกในการบันทึกค่า นั่นคือ RL สามารถคำนวณหาได้และไม่ต้องปรับ Gain ที่ SWR มิเตอร์ เพื่อหาระดับอ้างอิงอีก

17. ถอดสายเคเบิ้ลจากกันน์ออสซิลเลเตอร์ออกจากกันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลาย ถอดตัวลัดวงจรแบบถาวร (Fixed) ออกแล้วแทนด้วยเทอร์มิสเตอร์เมาส์ที่แมทช์ดังแสดงในรูปที่ 6 และปรับ ZERO ADJUST บนพาวเวอร์มิเตอร์ให้ได้ศูนย์ที่มิเตอร์



รูปที่ 7 เป็นการปรับแต่งค่าในระดับอ้างอิง

18. ต่อสายเคเบิ้ลจากกันน์ออสซิลเลเตอร์เข้ากับกันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายโดยไม่ต้องปรับ Gain เลือก Range ที่ SWR มิเตอร์ ให้เหมาะสม จนอ่านค่าได้ ซึ่งเทอร์มิสเตอร์เมาส์นั้นแมทช์อยู่ระดับของกำลังที่สะท้อนกลับจะต่ำกว่าระดับอ้างอิงที่ได้ในข้อ 16 คำนวณหา RL ของเทอร์มิสเตอร์เมาส์ที่แมทช์ โดยการลบค่าของระดับกำลังที่สะท้อนกลับ ออกจากระดับอ้างอิงที่ได้ในข้อ 16

RL (ขณะแมทช์) = ระดับกำลังสะท้อนกลับ – ระดับอ้างอิง

RL (ขณะแมทช์) = ...dB ─ .....dB = ...dB

17. ใช้สมการที่ (5) คำนวณหาค่า ρ ขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับจากค่า RL ที่ได้ในข้อ 18

ขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ = ...

18. ใช้สมการที่ (6) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของกำลังที่ตกหกระทบของเทอร์มิสเตอร์เมาส์

กำลังที่ถูกดูดซับ (Power absorbed) ขณะโหลดแมทช์ =.....%

19. ใช้สมการที่ (5) และ (6) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของกำลังส่งที่ถูกดูดซึม โดยเทอร์มิสเตอร์เมาส์ขณะที่ไม่แมทช์มี RL = 3dB

Power absorbed (3dB RL) = ...%

ในกรณีนี้ กำลังที่ถูกดูดซึมโดยเทอร์มิสเตอร์เมาส์ เมื่อกำลังส่งเท่ากับ 0.20 mW จะมีค่าเท่าไร

Power absorbed (3dB RL) =.....mw.

21. ที่ SWR มิเตอร์ ให้เลือก RANGE เดิม ใช้ระดับอ้างอิงที่ได้ ทำการลบ 3 dB ออกจาก RL ระดับอ้างอิง 0 dB ที่ได้ในข้อ 16 จะได้ค่าของกำลังสะท้อนกลับ เมื่อ RL เป็น -3dB บันทึกค่านี้ลงในช่องว่างข้างล่าง

ระดับกำลังสะท้อนกลับ = ระดับอ้างอิงในหน่วย dB — 3dB

ระดับอ้างอิง(– 3dB RL) = ...dB

22. ให้ดันตัวลัดวงจรแบบเคลื่อนที่ได้เข้าไปในเทอร์มิสเตอร์เมาส์และคลายสรูที่แมทชิงสกรู ดังนั้นจะไม่มีอะไรสอดเข้าไปในท่อนำคลื่น ในเวลาเดียวกันให้สังเกตที่ SWR มิเตอร์ ค่อยๆ ดึง ตัวลัดวงจรไปทางด้านหลังของ เทอร์มิสเตอร์เมาส์อย่างช้าๆ จนกระทั่งเข็มชี้บน SWR มิเตอร์ ชี้ตรงกับระดับของกำลังที่สะท้อนกลับในข้อ 22 เทอร์มิสเตอร์เมาส์มีค่า RL = 3dB

<u>หมายเหตุ</u> การดึง Short circuit ไปทางด้านหลังของ เทอร์มิสเตอร์เมาส์ และการอ่านค่าที่ SWR มิเตอร์จะเพิ่มหรือลดระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดซึ่งคุณสามารถหาค่าเหล่านี้ได้จากการปรับ Short Circuit (ตัวอย่างเมื่อค่าที่อ่านได้เพิ่มขึ้นจากการที่ Short Circuit ถูกดึงออก)

23. เมื่อเข็มของพาวเวอร์มิเตอร์ไม่อยู่ตำแหน่งศูนย์ในระหว่างการทดสอบให้ทำการตรวจสอบและทำการปรับให้เข็มอยู่ตำแหน่งศูนย์ที่พาวเวอร์มิเตอร์อ่านค่ากำลังที่ดูดซึมโดยเทอร์มิสเตอร์เมาส์ ขณะไม่แมทช์

Power absorbed (3dB RL) = ...mW.

ค่าที่ได้นี้เท่ากับกำลังที่คำนวณได้ในข้อ 21 ใช่หรือไม่

☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

24. ปรับแรงดันที่กันน์ออสซิลเลเตอร์พาวเวอร์ซัพพลายให้อยู่ที่ตำแหน่ง Min ปิดสวิทช์ Power ทุกตัวให้อยู่ที่ตำแหน่ง O (off) ถอดและเก็บอุปกรณ์ลงในที่จัดเก็บ

9.5. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.6. คำถามท้ายการทดลอง

1. สัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับ คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ขนาดของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เฟสของสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับขึ้นอยู่กับอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Return Loss คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ในระบบที่แสดงในรูปที่ 8 กำลังส่ง Power meter 1 คือ 0.2 W ในขณะที่กำลังส่งที่ Power meter 2 คือ 0.08 W จะได้สัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของโหลดเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

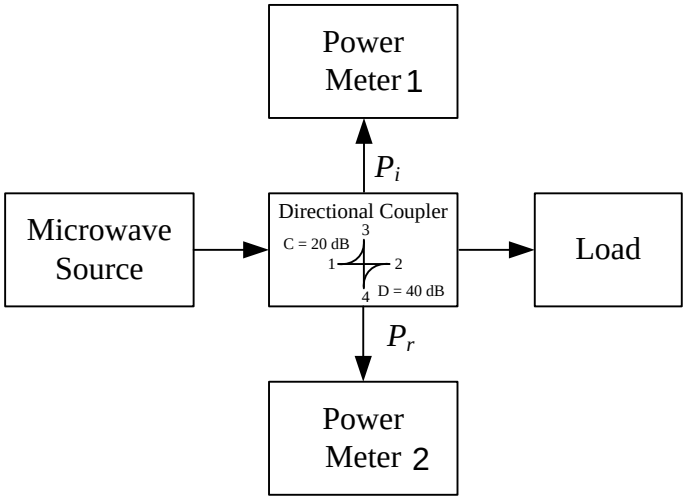
.....

.....

.....

.....

.....



รูปที่ 8 การวัดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของโหลด