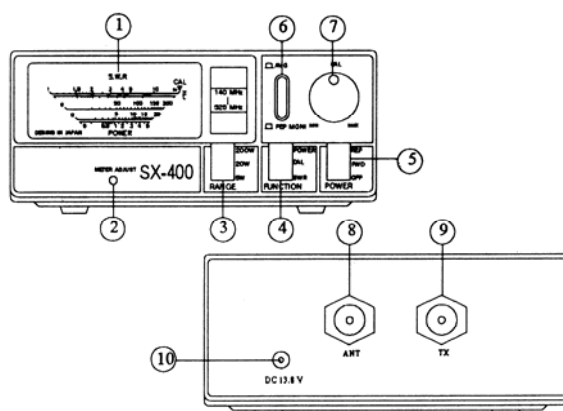


ภาคผนวก ค
คู่มือครูและเฉลยแบบประเมิน

คู่มือการใช้ SWR & POWER METER

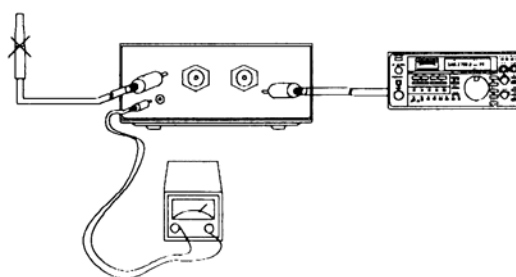


รูปที่ ๑1 แสดงส่วนต่างๆ ของเครื่อง SWR & POWER METER

1. **METER** เป็นสเกลที่แสดงค่าต่างๆ ในการวัด
2. **METER ADJUST** เป็นจุดปรับเข็มมิเตอร์ให้ชี้อยู่ที่ตำแหน่ง 0
3. **RANGE SWITCH** เป็น SWITCH ใช้ในการเลือกวัดกำลังส่งของเครื่องรับ-ส่ง โดยใช้ร่วมกับ FUNCTION SWITCH และ POWER SWITCH มีอยู่ด้วยกัน 3 ระดับ
 - 3.1 5W (5 วัตต์) ใช้ในการวัดกำลังส่งของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง ที่มีกำลังส่งไม่เกิน 5 วัตต์ ส่วนมากจะเป็นวิทยุประเภทมือถือทั่วไป
 - 3.2 20W (20 วัตต์) ใช้ในการวัดกำลังส่งของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง ที่มีกำลังส่งไม่เกิน 20 วัตต์ ส่วนมากจะเป็นวิทยุประเภท MOBLIE
 - 3.3 200W (200 วัตต์) ใช้ในการวัดกำลังส่งของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง ที่มีกำลังส่งไม่เกิน 200 วัตต์ ส่วนมากจะเป็นวิทยุประเภท MOBLIE, BASE STATION
4. **FUNCTION SWITCH** เป็น SWITCH เลือกการใช้งานของ VSWR มี 3 อย่าง คือ
 - 4.1 SWR ใช้ในการวัดค่าของ VSWR
 - 4.2 CAL ใช้ในการปรับเข็มมิเตอร์ให้ชี้อยู่ในตำแหน่ง บนสเกลของมิเตอร์ โดยใช้ร่วมกับปุ่ม CAL ก่อนที่ไปทำการวัดค่า SWR
 - 4.3 POWER ใช้ในการวัดกำลังส่งของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง โดยใช้ร่วมกับ RANGE SWITCH
4. **POWER SWITCH** เป็น SWITCH ที่ใช้ในการวัดกำลังส่งของเครื่องรับ - ส่งวิทยุ โดยใช้ร่วมกับ RANGE SWITCH และ FUNCTION SWITCH มี 3 อย่าง คือ
 - 5.1 OFF คือ การปิดเข็มมิเตอร์ มิเตอร์จะไม่ขึ้น
 - 5.2 FWD (FOR WORD) ใช้ในการวัดกำลังส่งของเครื่องส่งในการส่งออกอากาศ (PF)

- 5.3 REF (REFLECT) ใช้ในการวัดกำลังสะท้อนกลับของเครื่องส่ง (PR)
5. **AVG SWITCH** เป็น SWITCH ที่ใช้ในการหน่วงเข็มมิเตอร์ไม่ให้ขึ้นและลงเร็วเกินไป และใช้กับเครื่อง SSB. โดยกด AVG SWITCH ให้อยู่ในตำแหน่งต่ำ (PEP MONI)
 7. **CAL (CALIBRATION)** เป็นปุ่มปรับเข็มมิเตอร์ให้ขึ้นเต็มสเกล โดยให้ชื้ออยู่ในตำแหน่งก่อนที่จะทำการวัดค่า SWR ปกติจุดสีแดงของปุ่ม CAL จะอยู่ที่ตำแหน่ง MIN เสมอ ปุ่มนี้ใช้งานร่วมกับ FUNCTION SWITCH-CAL
 8. **ANT (ANTENNA)** เป็นขั้วที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อสายนำสัญญาณไปยังสายอากาศ หรือ DAMMY LOAD (อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แทนสายอากาศ)
 9. **TX (TRANSCIEIVER)** เป็นขั้วที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อสายนำสัญญาณไปยังเครื่องวิทยุรับ-ส่ง
 10. **DC-IN** เป็นจุดต่อไฟ DC 11-15 VOLT สำหรับส่องหน้าปัทมมิเตอร์ เมื่อใช้งานในที่มืด

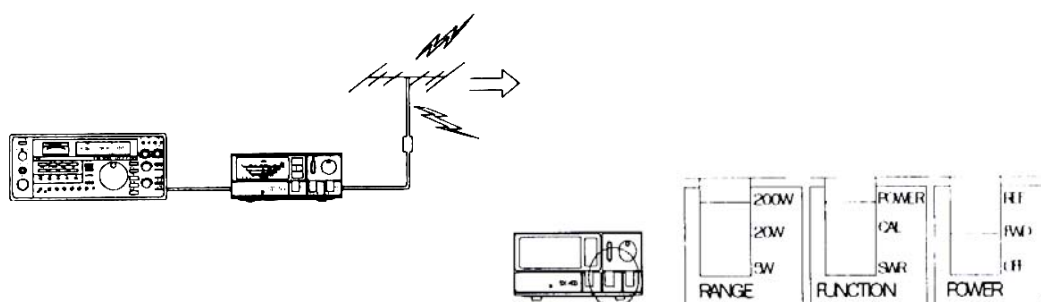
การวัดกำลังส่งโดยใช้ SWR & POWER METER SX-400



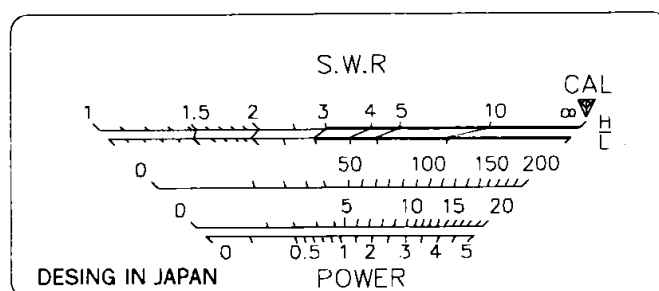
รูปที่ ค2 แสดงลักษณะตำแหน่งจุดต่อการใช้ SWR & POWER METER SX-400

1. ต่อสายนำสัญญาณจากสายอากาศของเครื่องรับ-ส่งไปยังขั้ว TX ของตัว SWR & POWER METER
2. ต่อ DAMMY LOAD ที่มีขนาดมากกว่ากำลังส่งของเครื่องที่จะมาทำการวัดเข้าที่ขั้ว ANT และหากต้องการวัดกำลังส่งที่สายอากาศก็ให้นำสายอากาศมาใส่แทน DAMMY LOAD
3. ที่ RANGE SWITCH เลือกตำแหน่งของระดับกำลังส่ง (5W,20W,200W) ให้สูงกว่ากำลังส่งของเครื่องวิทยุรับ-ส่งที่จะทำการวัด แล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนลดระดับลงมาเพื่อทำการอ่านค่าของกำลังส่ง
4. ที่ FUNCTION SWITCH เลือกใช้ตำแหน่ง POWER
5. ที่ POWER SWITCH เลือกใช้ตำแหน่ง FWD หรือ REF

6. เลือกความถี่ที่ต้องการ กดปุ่ม PTT ที่ตัวเครื่องรับ-ส่ง ค้างไว้แล้วอ่านค่ากำลังส่งตามสเกลของ RANGE SWITCH ที่ตั้งไว้ (ไม่ควรกด PTT นานเกินควร เพราะจะไปรบกวนผู้ใช้ความถี่เดียวกัน)
7. หากวัดค่ากำลังส่งของเครื่องวิทยุรับ-ส่งประเภท SSB ให้กดปุ่ม AVG SWITCH ลงที่ตำแหน่งต่ำ (PEP MONI) เพื่อหน้าจอไม่ให้เข็มมิเตอร์เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นและลงเร็วเกินไปในขณะที่กดและปล่อย PTT เพราะจะทำให้เข็มมิเตอร์งอได้



รูปที่ ค3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์

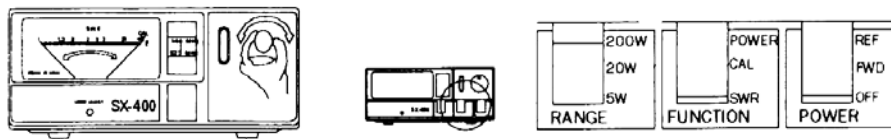


รูปที่ ค4 แสดงสเกลมิเตอร์ SX-400

การวัดค่า SWR ของสายอากาศด้วย SX-400

1. ต่อสายนำสัญญาณจากอากาศเครื่องรับ-ส่งไปยังขั้ว TX ของตัว SWR&POWER METER
2. ต่อสายนำสัญญาณที่มาจากสายอากาศที่ต้องการวัดเข้าที่ขั้ว ANT ของตัว SWR&POWER METER
3. ที่ RANGE SWITCH อยู่ที่ตำแหน่งใดก็ได้ (ควรอยู่ตำแหน่ง 200W เพื่อป้องกันการเปลี่ยน RANGE SWITCH เลยไปที่ตำแหน่ง POWER)
4. ที่ POWER SWITCH อยู่ตำแหน่งใดก็ได้ (ควรอยู่ตำแหน่ง OFF)

5. ที่ FUNCTION SWITCH อยู่ที่ตำแหน่ง CAL และปุ่ม CAL อยู่ที่ตำแหน่ง MIN



รูปที่ ค5 แสดงตำแหน่ง FUNCTION SWITCH

6. เลือกความถี่ที่ต้องการ กดปุ่ม PTT ค้างไว้ พร้อมกับปรับปุ่ม CAL ให้เข็มมิเตอร์ขึ้นเต็มสเกลอยู่ที่ CAL และปล่อยปุ่ม PTT
7. เลื่อนปุ่ม FUNCTION SWITCH จาก CAL มาที่ SWR แล้วกดปุ่ม PTT ค้างไว้ อ่านค่า SWR ที่สเกลบนสุดของมิเตอร์ H/L
 H ใช้อ่านค่า SWR ของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง ที่มีกำลังส่งสูงกว่า 5W
 L ใช้อ่านค่า SWR ของเครื่องวิทยุรับ-ส่ง ที่มีกำลังส่งต่ำกว่า 5W
8. ค่า SWR หาได้จากสูตร

$$SWR = \frac{\sqrt{PF} + \sqrt{PR}}{\sqrt{PF} - \sqrt{PR}}$$

ตารางที่ ค1 แสดงค่า SWR

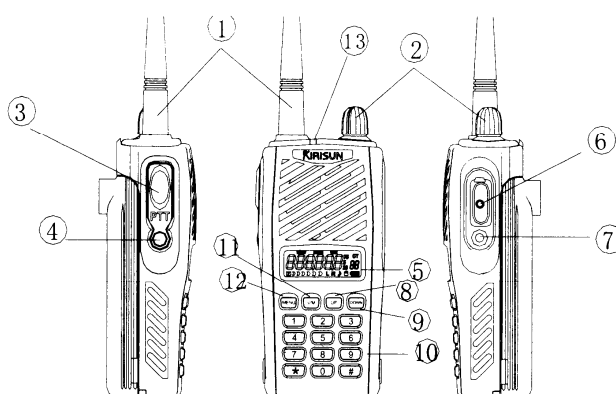
SWR	1.0	1.1	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
Reflected RF power %	0	0.22	0.8	4.0	11.1	18.4	25.0

คู่มือการใช้งานวิทยุสื่อสาร FUJITEL FB-246

คุณสมบัติ

- (1) ช่วงความถี่ 245.000 MHz – 245.9875 MHz
- (2) ช่องหลัก 80 ช่อง
- (3) VOX
- (4) CTCSS 48 ช่อง
- (5) SCAN
- (6) ตั้งระดับสเกล
- (7) ฟังก์ชันเสียงเตือน ปุ่มเปิด/ปิด
- (8) S มิเตอร์
- (9) การประหยัดพลังงาน
- (10) ฟังก์ชันการป้องกันการส่ง
- (11) ระดับพลังงาน สูง/ต่ำ
- (12) ฟังก์ชันล็อกปุ่มกด
- (13) การตรวจสอบกระแสไฟของแบตเตอรี่
- (14) การตั้งค่าความถี่

ปุ่มฟังก์ชันต่างๆ ของตัวเครื่อง



รูปที่ ๑๖ แสดงปุ่มฟังก์ชันต่างๆ ของตัวเครื่องวิทยุสื่อสาร FUJITEL FB-246

- (1) เสาอากาศ
- (2) ปุ่มเปิด/ปิด และควบคุมเสียง
- (3) ปุ่ม PTT
- (4) ปุ่ม MONI เปิด/ปิด สควเอลซ์
- (5) หน้าจอแสดงช่องสัญญาณ, ความถี่, แสดงภาครับสัญญาณและอื่นๆ
- (6) ช่องเสียบไมโครโฟน
- (7) นี้อต
- (8) ปุ่มกดขึ้นเพื่อเลือกช่องสัญญาณ
- (9) ปุ่มกดลงเพื่อเลือกช่องสัญญาณ
- (10) ปุ่มหมายเลข เพื่อกดป้อนช่องสัญญาณหรือความถี่
- (11) ปุ่ม V/M เพื่อเลือกสลับระหว่างความถี่กับช่องสัญญาณ
- (12) ปุ่มเมนู ปุ่มนี้จะรวบรวมฟังก์ชันต่างๆ
- (13) ปุ่มหลอด LED ไฟสีแดงจะสว่างขึ้นเมื่อมีการส่งสัญญาณ

การใช้เครื่องวิทยุสื่อสาร

ปุ่มเปิด/ปิดเครื่อง

เมื่อต้องการเปิดเครื่องวิทยุสื่อสาร หมุนปุ่ม POWER/VOLUME ตามเข็มนาฬิกา และปุ่มนี้สามารถระดับความดังของเสียงของภาครับ

การปรับความดัง/เบาของเสียง

เมื่อต้องการเพิ่มระดับความดังของเสียง หมุนปุ่ม POWER/VOLUME ในขณะที่ใช้ปุ่ม MONI จะได้ยินเสียงซ่า

การส่งสัญญาณ

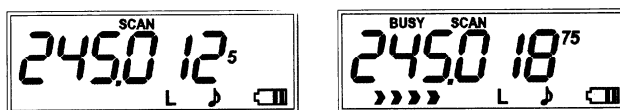
เมื่อต้องการเรียกคู่สนทนา กดปุ่ม PTT ค้างไว้แล้วสนทนา ควรใช้ปากห่างจากไมโครโฟน ประมาณ 1.5 นิ้ว

การรับสัญญาณ

ปล่อยปุ่ม PTT และปรับปุ่มควบคุมเสียงตามต้องการ

โหมดความถี่ (VFO)

ขณะอยู่ช่องสัญญาณหลัก กดปุ่ม V/M เพื่อเข้าสู่โหมด VFO โดยการกดปุ่มตัวเลข, ทศนิยมจะเลื่อนไปเรื่อยๆ โดยอัตโนมัติตามที่ตั้งไว้ หรือกดปุ่ม UP/DOWN เพื่อเพิ่ม/ลดลง ตาม STEP ที่ตั้งไว้ เข้าโหมดสแกน VFO กดปุ่ม UP/DOWN ค้างไว้ 2 วินาที หรือถ้าจะออกจากระบบให้กดปุ่มใดๆ ก็ได้เพื่อออกจากระบบ หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค7



รูปที่ ๗ แสดงระบบหน้าจอ

โหมดช่อง (CH)

ขณะอยู่ในโหมด VFO เข้าไปที่ช่องสัญญาณ โดยกดปุ่ม V/M หน้าจอจะแสดงช่องสถานีปัจจุบัน ถ้าต้องการเลื่อนช่อง โดยการกดปุ่ม UP/DOWN เพื่อขึ้น/ลง เข้าโหมดสแกน CH กดปุ่ม UP/DOWN ค้างไว้ 2 วินาที หรือถ้าจะออกจากระบบให้กดปุ่มใดๆ ก็ได้เพื่อออกจากระบบ หน้าจอแสดงดังรูปที่ ๘



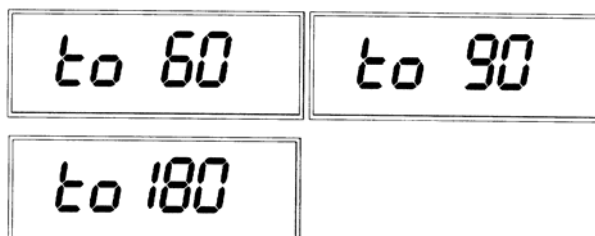
รูปที่ ๘ แสดงหน้าจอขณะอยู่ในโหมด

ฟังก์ชันการใช้งานต่างๆ

1. การตั้งเวลาตัดการส่ง TIME-OUT-TIMER

ฟังก์ชันนี้เป็นตัวกำหนดระยะเวลาในการส่ง ซึ่งสามารถส่งสัญญาณได้ตามเวลาที่กำหนด เพื่อให้ไม่ให้เกิดความเสียหายจากการส่งนานเกินไป

- กดปุ่ม MONI ค้างไว้แล้วเปิดเครื่อง
- กดปุ่ม MENU หน้าจอขึ้น
- กดปุ่ม UP/DOWN เพื่อเลือกช่วงเวลาในการส่ง ระหว่าง 60S, 90S, 180, แล้วปิดเครื่องเพื่อออกจากระบบ



รูปที่ ๙ แสดงหน้าจอบอกช่วงเวลาในการส่ง

2. การประหยัดพลังงาน

โหมดประหยัดพลังงานจะลดการกินกำลังแบตเตอรี่ เมื่อไม่มีการรับส่งสัญญาณ

3. สัญญาณเตือนเมื่อแบตเตอรี่ต่ำ

เครื่องจะเตือนเมื่อแบตเตอรี่ต่ำ โดยแสดงไฟกระพริบเตือนทันที

4. การเฝ้าฟัง MONI

ฟังก์ชันนี้ใช้สำหรับฟังสัญญาณที่อ่อนโดยไม่รบกวนการตั้งสเคลวซ์ หรือเพื่อเปิดสเคลวซ์ด้วยตัวเอง

- กดปุ่ม MONI ด้านข้างเครื่องจะมีเสียงซ่า

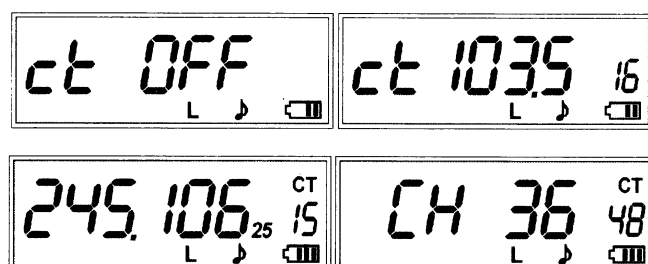
5. ฟังก์ชัน CTCSS

- บางช่องสถานีมีการตั้งโปรแกรม CTCSS คือ การเข้าช่องโทน ซึ่งทำให้คุณไม่ได้ยินเสียงคนอื่นเวลาที่สนทนาในช่องสถานีเดียวกัน
 - เมื่อคุณได้รับสัญญาณที่เข้าช่องโทน ซึ่งแตกต่างจากที่คุณโปรแกรมในเครื่อง คุณจะไม่ได้ยินสัญญาณเหมือนกัน
- เครื่องที่เข้าช่อง CTCSS เหมือนกันเท่านั้น

หมายเหตุ เมื่อเข้าโหมด CTCSS นี้จะป้องกันการรับช่องสัญญาณที่ไม่ต้องการรับ

การตั้งระบบ CTCSS

- โดยกดปุ่ม MENU
- กดปุ่มหมายเลข 4 เพื่อเข้าสู่โหมดการตั้งระบบ CTCSS
- กดปุ่ม UP/DOWN เพื่อเปลี่ยนช่องตามต้องการ , กดหมายเลขเพื่อเลือกช่อง CTCSS ตามต้องการ
- กดปุ่มใดปุ่มหนึ่งเพื่อออกจากโหมด หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค10



รูปที่ ค10 แสดงการตั้งระบบ CTCSS

6. การตั้งระบบ VOX

- โดยกดปุ่ม MENU
- กดปุ่มหมายเลข 1 เพื่อตั้งระบบ VOX

- กดปุ่ม UP/DOWN เพื่อเปิด/ปิด (มี 3 ระดับ)
- ออกจากระบบ กดปุ่มใดปุ่มหนึ่งเพื่อออกจากโหมด หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค11



รูปที่ ค11 แสดงหน้าจอตั้งระบบ VOX

7. การตั้งระบบส่งสัญญาณ สูง/ต่ำ

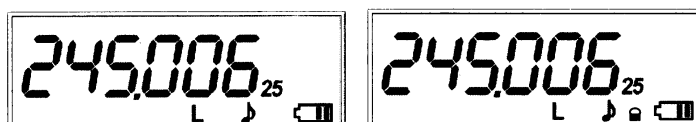
- โดยกดปุ่ม MENU
- กดปุ่มหมายเลข 2 เพื่อตั้งระบบส่ง HIGH/LOW POWER
- กดปุ่มใดปุ่มหนึ่งเพื่อออกจากโหมด หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค12



รูปที่ ค12 แสดงหน้าจอ HIGH/LOW POWER

8. การตั้งล็อคปุ่มกด

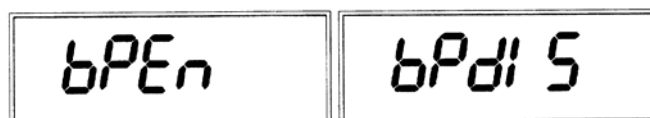
- โดยกดปุ่ม MENU
- กดปุ่มหมายเลข 3 เพื่อล็อคปุ่มกด หน้าจอขึ้นรูปกุญแจ
- กดปุ่มใดปุ่มหนึ่งเพื่อออกจากโหมด หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค13



รูปที่ ค13 แสดงหน้าจอบอกการล็อคปุ่ม
ขั้นตอนการตั้งระบบ

ตั้งระบบเตือนเสียงป๊อป ON/OFF

- กดปุ่ม MONI ค้างไว้แล้วเปิดเครื่องเพื่อเข้าสู่โหมดเตือนด้วยเสียงป๊อป
- กดปุ่ม UP/DOWN
- ปิดเครื่องเพื่อออกจากระบบ หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค14



รูปที่ ค14 แสดงหน้าจอการตั้งระบบเตือนเสียงป๊อป ON/OFF

การตั้งระดับสเกล

- กดปุ่ม MONI ค้างไว้แล้วเปิดเครื่อง
- กดปุ่ม MENU หนึ่งครั้งเพื่อเข้าระบบการตั้งระดับสเกล
- กดปุ่ม UP/DOWN เพื่อเปลี่ยนระดับสเกล
- ปิดเครื่องเพื่อออกจากระบบ หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค15



รูปที่ ค15 แสดงหน้าจอการตั้งระดับสเกล

การเข้าสู่ระบบป้องกันการส่งสัญญาณ

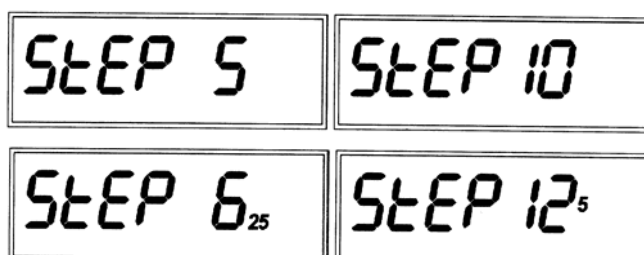
- กดปุ่ม MONI ค้างไว้แล้วเปิดเครื่อง
- กดปุ่ม MENU 2 ครั้งเพื่อเข้าระบบป้องกันการส่งสัญญาณ
- กดปุ่ม UP/DOWN เพื่อเปิด/ปิด การส่งสัญญาณ
- ปิดเครื่องเพื่อออกจากระบบ หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค16



รูปที่ ค16 แสดงหน้าจอการเข้าสู่ระบบป้องกันการส่งสัญญาณ

การตั้ง STEP

- กดปุ่ม MONI ค้างไว้แล้วเปิดเครื่อง
- กดปุ่ม MENU 3 ครั้งเพื่อเข้าสู่โหมดการตั้ง STEP
- กดปุ่ม UP/DOWN ตั้ง STEP ที่ละ 5 K, 6.25K, 10 K, 12.5 KHz
- ปิดเครื่องเพื่อออกจากระบบ หน้าจอแสดงดังรูปที่ ค17



รูปที่ ค17 แสดงหน้าจอการตั้ง STEP

ตารางที่ ค2 แสดงความถี่ (MHz)

CH No.	FREQ.	CH No.	FREQ.	CH No.	FREQ.	CH No.	FREQ.
1	245	21	245.25	41	245.5	61	245.75
2	245.0125	22	245.2625	42	245.5125	62	245.7625
3	245.025	23	245.275	43	245.525	63	245.775
4	245.0375	24	245.2875	44	245.5375	64	245.7875
5	245.05	25	245.3	45	245.55	65	245.8
6	245.0625	26	245.3125	46	245.5625	66	245.8125
7	245.075	27	245.325	47	245.575	67	245.825
8	245.0875	28	245.3375	48	245.5875	68	245.8375
9	245.1	29	245.35	49	245.6	69	245.85
10	245.1125	30	245.3625	50	245.6125	70	245.8625
11	245.125	31	245.375	51	245.625	71	245.875
12	245.1375	32	245.3875	52	245.6375	72	245.8875
13	245.15	33	245.4	53	245.65	73	245.9
14	245.1625	34	245.4125	54	245.6625	74	245.9125
15	245.175	35	245.425	55	245.675	75	245.925
16	245.1875	36	245.4375	56	245.6875	76	245.9375
17	245.2	37	245.45	57	245.7	77	245.95
18	245.2125	38	245.4625	58	245.7125	78	245.9625
19	245.225	39	245.475	59	245.725	79	245.975
20	245.2375	40	245.4875	60	245.7375	80	245.9875

	แนวทางในการตอบ	หน่วยที่ 1
	ข้อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 1
	ข้อหน่วย ระบบสายอากาศโทรทัศน์	
เรื่อง/งาน ระบบสายอากาศโทรทัศน์		จำนวนคาบ 4
3.1 สังเกตการสาธิตการติดตั้งสายอากาศโทรทัศน์จากผู้สอน พร้อมทั้งจดบันทึกขั้นตอนในการติดตั้ง (5) 1. ประกอบสายอากาศโทรทัศน์ โดยสังเกตจากเครื่องหมายตามลำดับตั้งแต่ 1-9 2. นำสายสัญญาณ RG6 ต่อที่จุด Feed ของสัญญาณ 3. นำปลายของสายนำสัญญาณอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับ Out let ที่วัดตามรูปที่ 1.1 4. นำสายสัญญาณต่อเข้ากับฐานตั้งเสาโทรทัศน์ แล้วปรับหาตำแหน่งของสถานีส่งช่อง ITV 4. ปัญหา 4.1 ส่วนประกอบของสายอากาศแบบ YAGI ประกอบด้วยอะไรบ้าง และแต่ละส่วนทำหน้าที่อย่างไร (5) ตอบ 1. ตัวสะท้อนคลื่น (Reflector) ทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนคลื่นจากด้านหน้าเข้ามาเสริมกับคลื่นด้านหลังให้ตัวรับคลื่นรับคลื่นให้มากขึ้น เพราะฉะนั้นระยะห่างระหว่างตัวสะท้อนกับตัวรับจึงมีความสำคัญมาก 2. ตัวรับคลื่น (Driven) ทำหน้าที่เป็นตัวรับหรือตัวขับเคลื่อน มีความยาวประมาณ $\frac{\lambda}{2}$ จึงจะรีโซแนนซ์ที่ความถี่ใช้งาน 4.2 ช่องสัญญาณเครื่องรับโทรทัศน์มีผลเกี่ยวข้องกับสายอากาศอย่างไร (5) ตอบ มีผลเกี่ยวข้อง คือ ถ้าช่องสัญญาณช่วงสูง เช่น ITV (CH29) มีความถี่ภาพ 535.25 MHz จะมีขนาดของสายอากาศเล็กกว่าช่องสัญญาณช่วงต่ำ คือ VHF แสดงว่าความถี่มีผลต่อขนาดของสายอากาศ ตามสูตร $L = \frac{\lambda}{2}$ โดย $\lambda = \frac{v}{f}$ 4.3 สายนำสัญญาณที่ใช้ในการติดตั้งเป็นสายชนิดใด เพราะเหตุใดจึงต้องใช้สายชนิดนี้ (5) ตอบ สายนำสัญญาณของเครื่องรับโทรทัศน์ที่ต่อกับสายอากาศมี 2 แบบ คือ		

1. สายแบน (ริบบอน) มีอิมพีแดนซ์ 300 โอห์ม เหมาะสำหรับใช้ต่อกับสายอากาศที่มี Driven เป็นแบบไดโพลปลายปิดเพราะมีอิมพีแดนซ์เท่ากัน

2. สายนำสัญญาณแบบโคแอกเชียลเบอร์ RG6 มีอิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม เหมาะสำหรับใช้ต่อกับสายอากาศแบบ YAGI ที่มี Driven เป็นไดโพลแบบปลายเปิด เพราะมีอิมพีแดนซ์ 75 โอห์มเท่ากัน

ถ้าต้องใช้สายสัญญาณลักษณะอื่นต้องมีอุปกรณ์แมทซ์เพื่อให้อิมพีแดนซ์เท่ากัน

5. สรุปผลการทดลอง (5)

จากการทดลองสรุปได้ว่า

1. องค์ประกอบของสายอากาศจะต้องประกอบด้วย สายอากาศ สายนำสัญญาณและคอนเนคเตอร์ Outlet TV และอุปกรณ์ทุกส่วนจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีอิมพีแดนซ์เท่ากัน (แมทซ์กัน)

2. สายอากาศโทรทัศน์ที่ให้อัตราขยายสูงที่ใช้งานโดยทั่วไป คือ สายอากาศแบบ YAGI ซึ่งประกอบด้วย ตัวสะท้อนคลื่น ตัวขับและตัวนำคลื่น มี 3 ส่วนเป็นอย่างน้อย เมื่อเวลาติดตั้งใช้งานต้องหันทิศทางให้ตรงกับสถานีส่งจึงจะรับได้ชัดเจน แสดงว่าเป็นสายอากาศแบบมีทิศทาง

	แนวทางในการตอบ	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติในการแพร่กระจายพลังงาน	
เรื่อง/งาน คุณสมบัติในการแพร่กระจายพลังงาน		จำนวนคาบ 4
3.1 บันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานจากการสาธิตของผู้สอน (5) 1. ประกอบสายอากาศตามหมายเลขที่กำหนดจนครบ 2. นำสายนำสัญญาณต่อกับคอนเนคเตอร์ อินพุตของเครื่องวัดตามแรงของสัญญาณ 3. นำสายอากาศยึดกับฐานตั้งเสาให้สูงจากพื้นดิน 3 เมตร 4. หันสายอากาศให้ตรงกับสถานีส่งช่อง ITV 5. ทำตามขั้นตอนข้อ 3.3 4. ปัญหา 4.1 สายอากาศ Yagi 3E กับ 5E รูป Pattern มีความแตกต่างกันเพราะเหตุใด ตอบ 1. สายอากาศแบบ 3E จะมีมุมในการรับกว้างกว่าสายอากาศแบบ 5E 2. สายอากาศแบบ 3E จะมีความแรงของสัญญาณน้อยกว่าสายอากาศแบบ 5E 3. ที่เป็นตามข้อ 1 เพราะจำนวนอีลิเมนต์ของไดเรกเตอร์ จะมีผลต่อลักษณะการแพร่กระจายคลื่นของ Lobe หลักคือ ถ้ามีจำนวนมากขึ้นจะส่งผลให้ Lobe หลักมีมุมแคบลง แต่จะทำให้สายอากาศมีเกณฑ์การขยายดีขึ้น เมื่อเทียบกับไดโพลมาตรฐาน $\frac{\lambda}{2}$ 4.2 จากการทดลองสายอากาศ Yagi 3E มีอัตราขยายน้อยกว่า 5E เท่ากับdB. (พร้อมทั้งแสดงวิธีการคำนวณ) (5) ตอบ จากข้อ 4.2 ยกตัวอย่างการคำนวณ ถ้าสมมติให้ YAGI 3E Lobe หลักจะมีเกณฑ์การขยาย 48 dB YAGI 9E Lobe หลักจะมีเกณฑ์การขยาย 58 dB แสดงว่าสายอากาศ YAGI 9E มีเกณฑ์การขยายมากกว่าเท่ากับ 58dB – 48dB คือ 10 dB		

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง (5)

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า

1. Pattern การแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศแบบ YAGI จะประกอบด้วย โลบลึก (Major Lobe) โลบรอง (Minor Lobe) โลบข้าง (Side Lobe) โลบหลัง (Back lobe) โดยลักษณะของสายอากาศที่ดีควรมีโบลึกเพียงอย่างเดียว ส่วนโบลบอื่นๆ ควรมีเกนที่น้อยที่สุด

2. Pattern ของสายอากาศโทรทัศนสามารถหาได้โดยการนำเกนที่การขยายที่อ่านได้จากการหมุนสายอากาศตามองศารอบเสาอากาศ นำมา Plot ลงกราฟ Pattern จะได้ลักษณะการแพร่กระจายของสายอากาศต้นนี้ โดยเกนของสายอากาศจะหาได้จากการเปรียบเทียบกับสายอากาศไดโพลมาตรฐาน $\frac{\lambda}{2}$ มีหน่วยเป็น dB_d

	แนวทางในการตอบ	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย การเพิ่มประสิทธิภาพการส่งและรับสัญญาณระหว่างสายส่งสายอากาศ	
เรื่อง/งาน	การเพิ่มประสิทธิภาพการรับส่งสัญญาณระหว่างสายส่งและสายอากาศ	จำนวนคาบ 4
3.1 บันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานจากการสาธิตของผู้สอน 1. ประกอบสายอากาศขาคีตามหมายเลขจนครบ 2. นำสายสัญญาณ RG 58 ยาว 10 m ต่อเข้าที่จุดพีคของสายอากาศ 3. นำสายอากาศยึดเข้ากับฐานตั้งเสาแล้วนำไปตั้งไว้ที่โล่งแจ้ง 4. ปฏิบัติตามข้อ 3.2 4. ปัญหา 4.1 เพราะเหตุใดค่า Power จาก SWR มิเตอร์ที่วัดจากจุด 1 และจุด 2 ในข้อที่ 3.4-3.5 และจากจุด 1 และจุด 2 ในข้อที่ 3.6-3.7 จึงมีค่าไม่เท่ากัน (5) ตอบ 1. สายนำสัญญาณเบอร์ RG58 A/U มีอิมพีแดนซ์ประจำ (Z_0) เป็น 52Ω เมื่อนำต่อเข้ากับสายอากาศ YAGI 3E ตัวสายอากาศมีความต้านทานการแพร่กระจายคลื่น (Z_L) ไม่เท่ากับ 52Ω จึงเกิดค่า SWR ที่มีค่าเกิน 1:1 ทำให้กำลังที่ส่งออกจากเครื่องส่งวิทยุแพร่กระจายออกที่สายอากาศไม่หมด มีบางส่วนสะท้อนกลับจึงทำให้ค่า Power ที่จุด 1 และ 2 ที่วัดได้จากการทดลองมีค่าไม่เท่ากัน 2. ความยาวของสายนำสัญญาณมีผลทำให้เกิดการสูญเสียในสาย (Losses) ในรูปของความร้อน ยิ่งถ้าสายนำสัญญาณกับสายอากาศไม่สมดุลกันทางอิมพีแดนซ์ (Mismatch) จะทำให้ค่า SWR มีค่ามากกว่า 1:1 4.2 ค่า SWR คืออะไร เกิดจากสาเหตุใด (5) ตอบ SWR ย่อมาจาก Standing Wave Ratio เป็นอัตราส่วนของแรงดันหรือกระแสที่มีค่ามากที่สุดต่อแรงดันหรือกระแสที่มีค่าต่ำที่สุด หรือ SWR มีค่าเท่ากับ $\frac{R}{Z_0}$ หรือ $\frac{Z_0}{R}$ เกิดจากอิมพีแดนซ์ประจำตัวของสายนำสัญญาณมีค่าไม่เท่ากับอิมพีแดนซ์ของสายอากาศ จึงทำให้เกิดการสะท้อนกลับของสัญญาณในสายนำสัญญาณ ซึ่งอิมพีแดนซ์ของสายอากาศขึ้นอยู่กับความถี่ที่ใช้ต้องรีโซแนนซ์กัน		

4.3 ค่า SWR มีผลต่อการส่งสัญญาณอย่างไร (5)

ตอบ 1. ทำให้สายส่งสัญญาณไม่สามารถส่งสัญญาณทั้งหมดออกไปยังสายอากาศได้ มีสัญญาณบางส่วนสะท้อนกลับเข้าสู่เครื่องส่ง

2. ทำให้ค่าการสูญเสียในสายส่งมีค่ามากขึ้นตามค่า SWR ที่เพิ่มขึ้น

4.4 มีวิธีการใดในการลดค่า SWR และเพิ่มกำลังวัตต์ให้จุดพีคของสายอากาศ (5)

ตอบ ต้องปรับความสมดุลให้เกิดขึ้นระหว่างสายอากาศ สายนำสัญญาณ เครื่องส่ง โดยพยายามทำให้ทุกส่วนมีอิมพีแดนซ์เท่ากัน ก็จะสามารถลดค่า SWR ลงได้ เมื่อค่า SWR ลดค่ากำลังวัตต์ในการส่งก็จะเพิ่มขึ้น เพราะสัญญาณสะท้อนกลับมีค่าน้อยลง

5. สรุปผลการทดลอง (5)

1. ค่า SWR ที่วัดได้จากการทดลองจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับสายอากาศที่นำมาต่อกับสายนำสัญญาณ จะมีความสมดุลทางอิมพีแดนซ์กันมากน้อยเพียงใด โดยมีเงื่อนไขของความถี่ที่รีโซแนนซ์มาเกี่ยวข้องด้วย

2. เมื่อค่า SWR มีค่าสูงขึ้นจะทำให้การสูญเสียในสายเพิ่มขึ้นด้วย

3. การหาค่า SWR หาได้จาก $\frac{R}{Z_0}$ หรือ $\frac{Z_0}{R}$

4. เมื่อ SWR มีค่าสูงขึ้นทำให้กำลังวัตต์ที่ส่งออกสายอากาศมีค่าลดลง แสดงว่ามีกำลังบางส่วนสะท้อนกลับจากสายอากาศมายังเครื่องส่ง

5. สายอากาศแต่ละต้นจะใช้งานได้ดีเฉพาะความถี่ช่วงหนึ่งเท่านั้น

	แนวทางในการตอบ	หน่วยที่ 4
	ข้อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 4
	ข้อหน่วย การแมทชิงระบบสายอากาศ	
เรื่อง/งาน การใช้ Balun และ Stub Matching		จำนวนคาบ 4
3.1 บันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานจากการสาธิตของผู้สอน (5) 1. ประกอบสายอากาศแบบ YAGI เรียงลำดับตามหมายเลขจนครบ 2. เลือกสายนำสัญญาณมาใช้งาน โดยดูจากเบอร์ของสายในใบงาน ใช้ RG58A/U 3. ปรับความถี่ใช้งานเครื่องส่งไปที่ความถี่ 240 MHz 4. นำสายอากาศยึดกับฐานเสานำมาติดตั้งในที่โล่งแจ้ง 5. นำสายสัญญาณมาต่อตามข้อ 3.2 4. ปัญหา 4.1 ทำไม Stub จึงช่วยให้ค่า SWR ในสายส่งลดลงได้ (5) ตอบ เพราะการ Stub คือ การนำสายมาต่อขนานกับสายนำสัญญาณ เพื่อให้อิมพีแดนซ์รวมของสายแมทช์กันได้ดีกับต้นกำเนิดสัญญาณหรือสายอากาศ จึงส่งผลให้ค่า SWR ในสายลดลง 4.2 ระยะ A และระยะ B หาได้จากอะไร (5) ตอบ ระยะ A หาได้จากการคำนวณโดยใช้สูตร $A = \frac{984 \times vc \times a}{f \text{ (MHz)}}$ เมื่อ a คือ ค่าที่ได้จากความยาวคลื่นและค่า SWR ที่จะเกิดขึ้นทางฟิสิกส์ โดยดูจากกราฟ f คือ ค่าความถี่ที่ใช้งานมีหน่วยเป็น MHz V_c คือ ค่าความเร็วคงตัวของสาย (Velocity Constant) ที่นำมาใช้เป็นสลับ หน่วยของระยะเป็นฟุต ระยะ B หาได้จากสูตร $B = \frac{984 \times vc \times b}{f \text{ (MHz)}}$		

เมื่อ b คือ ค่าที่ได้จากความยาวคลื่นที่ใช้งานกับค่า SWR ที่เกิดขึ้นทางฟิสิกส์ โดยดูค่าจากกราฟ

f คือ ค่าความถี่ที่ใช้งาน

V_c คือ ค่าความเร็วคงตัวของสาย (Velocity Constant) ที่นำมาใช้เป็นสตัป

5. สรุปผลการทดลอง (5)

จากการทดลองสรุปได้ว่า

1. Stub คือสายนำสัญญาณที่ใช้เพื่อการแมทช์สายอากาศกับสายนำสัญญาณ ในกรณีที่อุปกรณ์ทั้งคู่มีอิมพีแดนซ์ไม่เท่ากัน โดยการต่อสายอากาศขนานกับสายนำสัญญาณที่ใช้งานบริเวณจุดฟีด โดยมีระยะที่ได้จากการคำนวณตามสูตร

$$A = \frac{984 \times vc \times a}{f \text{ (MHz)}}$$

$$B = \frac{984 \times vc \times b}{f \text{ (MHz)}}$$

มี 2 แบบ คือ สตัปปลายปิดและสตัปปลายเปิด

2. ผลของการต่อสตัปเพื่อต้องการลดค่า SWR ให้ต่ำลง

	แนวทางในการตอบ	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 5
	ชื่อหน่วย การแมทซ์ระบบสายอากาศ	
เรื่อง/งาน การแมทซ์สายอากาศเข้ากับสายนำสัญญาณ		จำนวนคาบ 4
3.1 บันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานจากการสาธิตของผู้สอน (5) - ประกอบสายอากาศแบบYAGI โดยดูจากหมายเลขเรียงลำดับจนครบโดยครั้งแรกใช้ Driven ที่มีการแมทซ์แบบรูปตัวที - นำสายสัญญาณมาต่อเข้าจุดฟีด - นำสายอากาศที่ประกอบเสร็จแล้วยึดเข้ากับฐานสายอากาศที่ความสูง 2 เมตร แล้วนำไปตั้งในบริเวณที่โล่งแจ้ง - ปรับแต่งอุปกรณ์ตามข้อ 3.2 - เปลี่ยน Driven ใหม่เป็นแกมมาแมทซ์แล้วทดลองตามข้อ 3.3 3.2 ต่ออุปกรณ์ตามรูปที่ 5.1 สายอากาศแบบแมทซ์รูปตัวที หมายเลข ใช้ SWR มิเตอร์วัดค่าที่จุด 1 ปรับเลื่อนท้อลูมิเนียมจนได้ค่าที่ต่ำสุด มีค่า :1 3.3 ต่ออุปกรณ์ตามรูปที่ 5.1 เปลี่ยนอุปกรณ์สายอากาศแบบแกมมาแมทซ์หมายเลข..... ปรับและเลื่อนท้อลูมิเนียมจนอ่านค่าจาก SWR มิเตอร์ได้ต่ำสุด..... :1 4. ปัญหา 4.1 จากข้อที่ 3.2 อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่า SWR มีค่าลดลงเมื่อปรับเลื่อนท้อลูมิเนียม (5) ตอบ สายอากาศแบบ YAGI ที่มี Driven ที่ต่อแบบทีแมทซ์และแกมมาแมทซ์จะมีแกนแมทซ์ที่สั้นกว่าตัวขับเคลื่อน จึงส่งผลให้สายอากาศมีค่า L ประกอบอยู่ด้วย การปรับเลื่อนจะทำให้ค่า L มีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้อิมพีแดนซ์สายอากาศเปลี่ยน วิธีการแก้ไขทำได้โดยการต่อ C เข้าไปที่จุดฟีดทั้งสอง โดยมีค่าประมาณ 1-160 PF เพื่อให้อิมพีแดนซ์เหลือเพียงค่าความต้านอย่างเดียว 4.2 เราสามารถหาค่า D,L และขนาด d ได้อย่างไรถ้าต้องการส่งสัญญาณวิทยุความถี่ 240 MHz (5) ตอบ การหาความยาว L ถ้าสายนำสัญญาณมีค่า 300 โอห์มตัวแมทซ์ควรมีค่า L ประมาณ 15% ของ $\frac{\lambda}{4}$		

$$f = 240 \text{ MHz}$$

$$\frac{\lambda}{4} = \frac{299.8 \text{ vc}}{4f} = \frac{299.8 \times 0.66}{4 \times 240} = 20.6 \text{ cm}$$

$$L = 3.09 \text{ cm}$$

D เป็นลวดอะลูมิเนียม เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3 mm

$$d = \frac{1}{4} D = \frac{1}{4} \times 3 = \frac{3}{4} \text{ mm}$$

ถ้าสายนำสัญญาณมีอิมพีแดนซ์ 75 โอห์ม

$$\text{ถ้า } L = 10 \% \text{ ของ } \frac{\lambda}{4} \text{ ก็คือ } 0.1 \times 20.6$$

$$L = 2.06 \text{ cm}$$

ถ้า D มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 mm

$$d = \frac{1}{4} D = \frac{3}{4} \text{ mm}$$

4.3 การแมทช์แบบที่แมทช์กับแกมม่าแมทช์มีข้อแตกต่างกันอย่างไร (5)

ตอบ การแมทช์แบบที่แมทช์ใช้ในกรณี สายนำสัญญาณเป็นแบบสมมูล เช่นสายแบบริบบอน ซึ่ง มีอิมพีแดนซ์ 300 โอห์ม ส่วนการแมทช์แบบแกมม่าแมทช์ใช้ในกรณีสายนำสัญญาณเป็นแบบไม่สมมูล เช่น สายโคแอกเชียล ซึ่งมีอิมพีแดนซ์ 50 ถึง 75 โอห์ม และมีตัวแมทช์เพียงด้านเดียว

5. สรุปผลการทดลอง (5)

จากการทดลองสรุปได้ว่า

1. สายอากาศแบบ YAGI ที่มี Driven เป็นแบบที่แมทช์และแกมม่าแมทช์ สามารถทำให้อิมพีแดนซ์ของสายอากาศเปลี่ยนได้ โดยการปรับแกนแมทช์และการปรับค่า C ซึ่งตรวจสอบได้โดยดูจากค่า SWR ที่เปลี่ยนแปลง
2. โดยทั่วไปสายอากาศที่แมทช์แบบที่แมทช์จะใช้คู่กับสายนำสัญญาณชนิดสมมูลและสายอากาศแบบแกมม่าแมทช์ใช้กับสายนำสัญญาณชนิดไม่สมมูล
3. โดยทั่วไปแกนแมทช์จะมีขนาดสั้นกว่า Driven จึงทำให้อิมพีแดนซ์ของสายนำสัญญาณเกิดค่า L ขึ้น วิธีการจะทำให้เกิดการรีโซแนนซ์ แก้ไขได้โดยการต่อ C เข้าไปเพื่อกำจัดค่า L ตามสูตร

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

	แนวทางในการตอบ	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 6
	ชื่อหน่วย การออกแบบสายอากาศแบบ Yagi	
เรื่อง/งาน การออกแบบสายอากาศแบบ Yagi		จำนวนคาบ 4
3.1 ออกแบบสายอากาศแบบ YAGI ตามใบความรู้ที่ 6 แล้วนำมาต่อตามรูปที่ ข6.1 (5) งานให้นักศึกษาออกแบบสายอากาศแบบ YAGI 5E โดยใช้วัสดุดังนี้ 1. Driven และ Director Element ทำจากสแตนเลสขนาด 3 mm. 2. บวมทำจากอะลูมิเนียมแบบเหล็ยเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 cm. ความถี่ใช้งาน 245 MHz วิธีการออกแบบ 1. หาค่าความยาวคลื่น λ $\lambda = \frac{29980}{f \text{ (MHz)}} \text{ cm.}$ $= \frac{29980}{245} = 122.367 \text{ cm.}$ 2. หาค่า $\frac{d}{\lambda} = \frac{0.3}{122.367} = 0.00245$ $\therefore \text{ค่า } \frac{d}{\lambda} = 0.00245\lambda$ จากตารางที่ข6.1 สำหรับบวมยาว 0.8 λ และ $\frac{d}{\lambda} = 0.0085\lambda$ ตามที่ NBS ทดลองจะได้ $L_R = 0.482\lambda$ $L_{D_1} = L_{D_3} = 0.482\lambda$ $L_{D_2} = 0.424 \lambda$ ลากเส้นดังจาก $\frac{d}{\lambda} = 0.0085 \lambda$ ขึ้นไปตัดกับเส้นกราฟของทั้งรีฟเลกเตอร์และไดเรกเตอร์ (คือจุดที่ $L_R = 0.482\lambda$ และ $L_{D_1} = L_{D_3} = 0.482\lambda$ ดังที่แสดงในตารางที่ ข6.1) ลากเส้นนอนจากความยาวของอีลีเมนต์ 0.428 ของ L_{D_1} และ L_{D_3} มาตัดกราฟ C ของไดเรกเตอร์ จะได้ตำแหน่งของ L_{D_1} และ L_{D_3} และลากเส้นนอนจากความยาวของอีลีเมนต์ 0.424 λ ของ L_{D_2} มาตัดกราฟ C ของไดเรกเตอร์ จะได้ตำแหน่งของ L_{D_2}		

จากงานออกแบบต้องให้ $\frac{d}{\lambda} = 0.00245 \lambda$ โดยการลากเส้นดังจาก 0.00245λ ขึ้นไปสัมผัส

กราฟ C

$$L_R = 0.487\lambda$$

$$L_{D_1} = L_{D_3} = 0.449\lambda$$

$$L_{D_2} = 0.447\lambda$$

$$\frac{d}{\lambda} = \frac{2.5}{122.367} = 0.02043 \text{ cm.}$$

จากกราฟรูปที่ ข6.4 ความยาวของอีลีเมนต์ที่ต้องเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.014

$$\therefore L'_R = 0.487\lambda + 0.014\lambda = 0.501\lambda$$

$$L'_{D_1}, L'_{D_3} = 0.449\lambda + 0.014\lambda = 0.463\lambda$$

$$L'_{D_2} = 0.447\lambda + 0.014\lambda = 0.461\lambda$$

$$\therefore L'_R = 0.501 \times 122.367 = 61.3058 \text{ cm.}$$

$$L'_{D_1}, L'_{D_3} = 0.463 \times 122.367 = 56.6559 \text{ cm.}$$

$$L'_{D_2} = 0.461 \times 122.367 = 56.4111 \text{ cm.}$$

$$L_{DE} = 0.466 \times 122.367 = 57.0230 \text{ cm.}$$

$$\text{ความยาวของบูม} = 0.8 \lambda = 0.8 \times 122.367 = 97.8936 \text{ cm.}$$

$$\text{ระยะห่างระหว่าง R กับ DE จากตารางที่ 1 คือ } 0.2 \lambda \text{ เท่ากับ } 0.2 \times 122.367 = 24.4734 \text{ cm.}$$

$$\text{ระยะระหว่าง Director } 0.2 \lambda \text{ เท่ากับ } 0.2 \times 122.367 = 24.4734 \text{ cm.}$$

4. ปัญหา

4.1 ถ้าต้องการให้ได้ค่า SWR มีค่าใกล้เคียง 1:1 จะแก้ไขได้ด้วยวิธีใด เพราะเหตุใด (5)

ตอบ 1. ปรับเลื่อนแกนแมทซ์แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ SWR มิเตอร์ให้มีค่าน้อยที่สุด

2. ปรับค่า C 1 – 30 PF สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ SWR มิเตอร์ให้มีค่าต่ำที่สุด

สาเหตุที่ต้องต่อ C เข้าไปตรงจุด Feed ของสายอากาศ เพราะที่แกนแมทซ์มีขนาดสั้นกว่าที่ Driven จึงทำให้เกิดค่าอินดักทีฟรีแอคแตนซ์ขึ้นในสาย ทำให้ความถี่ที่ใช้งานไม่รีโซแนนซ์ จึงต้องต่อ C เข้าไปเพื่อให้อิมพีแดนซ์ของสายอากาศเกิดการรีโซแนนซ์ การปรับ C ก็เพื่อให้ค่า X_C เท่ากับ X_L

5. สรุปผลการทดลอง (5)

สายอากาศที่ออกแบบขึ้นมาใช้งานเป็นแบบ YAGI ที่มีการแมทช์แบบเกมมาแมทช์ มีขั้นตอนการออกแบบตามวิธีของ NBS

1. ขั้นแรกคือเลือกว่าอยากได้อัตราขยายเท่าไร โดยดูจาก ตารางที่ ข6.1 แล้วดูว่าที่อัตราขยายที่ต้องการนั้นต้องใช้ความยาวของบวมเท่าไร สำหรับย่านความถี่ที่ต้องการใช้งานถ้าคิดว่ายาวเกินไปแก้ไขโดยลดความต้องการในด้านอัตราขยายลงเพื่อให้ความยาวของบวมสั้นลง

2. เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอีลีเมนต์ว่าจะเอาค่าใดจาก 0.001λ ถึง 0.04 λ (เพื่อให้สามารถใช้กราฟในรูปที่ ข6.5 ได้) ขนาดที่เลือกนี้ควรแข็งแรงเพียงพอ ที่จะรับน้ำหนักของตัวเองได้โดยไม่โก่งงอ ยิ่งอีลีเมนต์อ้วนขึ้น ก็จะทำให้แถบความถี่ใช้งานของสายอากาศกว้างขึ้น

3. เลือกขนาดของบวมที่จะใช้เส้นผ่านศูนย์กลางเท่าไร โดยพิจารณาว่าจะต้องเข้มแข็งเพียงพอสำหรับความยาวของบวมที่ต้องการ และกำหนดวิธียึดอีลีเมนต์ด้วยว่า จะยึดลอยเหนือบวมโดยใช้จนวนก้นระหว่างอีลีเมนต์และบวมหรือจะยึดทะลุสอดผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางของบวม (ซึ่งจะต้องชดเชยความยาวของทุกอีลีเมนต์โดยใช้กราฟในรูปที่ 6.4)

4. หาความยาวจริงของไดเรกเตอร์และรีเฟลกเตอร์สำหรับค่า d/λ ที่ได้จากกราฟในรูปที่ ข6.5 โดยใช้เส้นกราฟสำหรับความยาวของบวมที่อ่านค่าได้โดยตรงเลยคือความยาวของรีเฟลกเตอร์และไดเรกเตอร์ตัวที่ 1 (D_1) ส่วนไดเรกเตอร์ตัวอื่น ๆ ต้องใช้วิธีเทียบระยะห่างบนกราฟที่ห่างจากตำแหน่งที่เส้น d/λ นั้น ๆ ตัดกับเส้นกราฟ ให้ห่างเท่ากับที่ตำแหน่งที่เส้น 0.0085 λ ตัดกับเส้นกราฟห่างจากแต่ละไดเรกเตอร์ (ดูค่าจากตารางที่ ข6.1) บนเส้นกราฟแล้วจึงเทียบว่าเท่ากับความยาวใด สำหรับรายละเอียดตรงนี้ขอให้ดูจากตัวอย่างการออกแบบจะเข้าใจได้ดีขึ้น

5. ในกรณีที่ยึดอีลีเมนต์ผ่านกลางบวม โดยสัมผัสทางไฟฟ้าให้เพิ่มความยาวของ ทุกอีลีเมนต์โดยใช้กราฟในรูปที่ ข6.4

6. เลือกวิธีการแมทช์ที่จะใช้และคำนวณความยาวของครีเวนอีลีเมนต์จากหัวข้อถัดไป เมื่อสร้างเสร็จแล้วอาจปรับแต่งความยาวของครีเวนอีลีเมนต์ได้อีกเล็กน้อยเพื่อให้ SWR ดีขึ้น สำหรับในการตัดความยาวขึ้นต้น อาจตัดความยาวของครีเวนอีลีเมนต์ให้ยาวประมาณ 0.466 λ ก่อน (ซึ่งเทียบเท่ากับใช้ ตัวคูณ k เป็นประมาณ 0.93 ก่อน) แล้วจึงค่อยมาตัดให้สั้นลง หรือเพิ่มความยาวขึ้นเล็กน้อยในขณะ ปรับแต่ง SWR

	เฉลยแบบประเมิน	หน่วยที่ 1
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย ระบบสายอากาศโทรทัศน์	
เรื่อง/งาน ระบบสายอากาศโทรทัศน์		จำนวนคาบ 4
1. ง. เปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสัญญาณไฟฟ้าความถี่สูง 2. ง. แบบ Dipole ที่ปรับความถี่รับได้ 3. ก. แบบ Yagi 4. ค. แบบปลายปิดมีอิมพีแดนซ์ $300\ \Omega$ แบบปลายเปิดมีอิมพีแดนซ์ $75\ \Omega$ 5. ข. แบบที่ 1 มีอัตราขยายดีกว่าแบบที่ 2 6. ข. Director Element 7. ก. มีความขว้นน้อยกว่าส่วนที่ 2 อยู่ 5% 8. ข. แบบโคแอกเซียลสามารถมีอิมพีแดนซ์ $75\ \Omega$ 9. ง. สายทั้ง 3 ชนิด ถ้าจะต้องมีการต่อเมทซ์ก่อนเพื่อให้มีอิมพีแดนซ์เท่ากัน 10. ง. ในภาวะปกติมีการสูญเสียในสายมากกว่าแบบทวินลิต		

	เจดอยแบบประเมิน	หน่วยที่ 2
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วย คุณสมบัติในการแพร่กระจายพลังงาน	
เรื่อง/งาน คุณสมบัติในการแพร่กระจายพลังงาน		จำนวนคาบ 4
1. ก. Directivity 2. ค. ระนาบอิกเวโทเรียลกับระนาบเมอริเดียน 3. ข. ระนาบเมอริเดียน 4. ค. มีทิศทางการกระจายข้างหน้าเท่ากับข้างหลัง 5. ง. 66 dB $\frac{E_f}{E_b} = \frac{20 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-6}}$ $= 2000$ $= 20 \log_{10} 2000$ $= 66.02 \text{ dB}$ 6. ง. เลือกใช้ได้ทั้งข้อ ข และข้อ ค 7. ค. 6 dB. $10 \log \left(\frac{40 \times 10^3}{10 \times 10^3} \right)$ $= 6 \text{ dB}$ 8. ค. 8.15 dB. $6 + 2.15 = 8.15 \text{ dB}$ 9. ง. เป็นไปได้ทั้งข้อ ก และข้อ ข 10. ข. การแพร่คลื่นที่ไม่มีใดเรียกชั้นแนลในแนวนอนแต่มีในแนวตั้ง		

	เฉลยแบบประเมิน	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย การเพิ่มประสิทธิภาพการส่งและรับสัญญาณระหว่างสายส่งสายอากาศ	
เรื่อง/งาน การเพิ่มประสิทธิภาพการรับส่งสัญญาณระหว่างสายส่งและสายอากาศ		จำนวนคาบ 4
1. ง. ค่าพลังงานที่สายอากาศแบบไอโซทรอปิกใช้สร้างความเข้มของสนามให้เท่ากับสายอากาศที่ใช้จริง 2. ค. 300 วัตต์ 10 dB คือ 10:1 $\text{ERP} = P_t G_t$ $= 30 \times 10 = 300 \text{ W}$ 3. ค. ถ้ามีค่ามากแสดงว่าสายอากาศมีประสิทธิภาพในการแพร่กระจายคลื่นมาก 4. ก. 100,200 วัตต์ $I^2 R_r = (10)^2 \times 1 = 100 \text{ W}$ $I^2 R_L = (10)^2 \times 2 = 200 \text{ W}$ 5. ง. 33.33 % $\frac{100(R_r)}{R_L + R_r} = \frac{100(1)}{1 + 2}$ $= \frac{100}{3} = 33.33 \%$ 6. ค. ไม่เป็นจริงเพราะสามารถใช้ Stub กับ Balun มาแมทช์ระหว่างสายอากาศกับสายนำสัญญาณได้ 7. ง. ต้องพิจารณาทุกข้อโดยให้ความสำคัญจากข้อ ก ถึงข้อ ค ตามลำดับ 8. ง. 4:1 $\text{SWR} = \frac{Z_L}{Z_o} = \frac{300}{75} = 4:1$ 9. ก. พยายามหาสายอากาศที่มีค่าอิมพีแดนซ์เท่ากับสายนำสัญญาณ 10. ง. ความยาวของสายนำสัญญาณต้องมีค่าเป็นจำนวนเท่าของเลขคี่ของความถี่พื้นฐาน		

	เฉลยแบบประเมิน	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย การแมทชิงระบบสายอากาศ	
เรื่อง/งาน การใช้ Balun และ Stub Matching		จำนวนคาบ 4
1. ค. ให้สายอากาศอยู่ในสถานะที่เป็นรีโซแนนซ์ที่ใช้งาน 2. ค. การแทรกของสัญญาณรบกวนจากภายนอก 3. ค. สายโคแอกเซียล 75Ω 4. ค. 150Ω $Z_{in} = \frac{Z_o^2}{Z_L} \quad Z_o = \sqrt{(300)(75)}$ $Z_o = 150 \Omega$ 5. ข. 2.16 ฟุต $\frac{492 \times Vc}{f(MHz)} = \frac{492 \times 0.66}{150} = 2.16$ 6. ก. ตอบสนองความถี่ได้ในช่วงแคบๆ เท่านั้น 7. ก. ถ้า Z_L มีค่ามากกว่า Z_o ใช้สลับแบบปลายปิด 8. ก. เป็น C 9. ข. 0.303 ฟุต จากโจทย์ $Z_L > Z_o$ สลับเป็นชนิดปลายเปิด จึงหาค่า a จากกราฟได้ 0.007 $A = \frac{984 \times Vc \times a}{f(MHz)} = \frac{984 \times 0.66 \times 0.07}{150} = 0.303$ 10. ก. 0.649 ฟุต หาค่า b จากกราฟได้ 0.15 $B = \frac{984 \times Vc \times b}{f(MHz)} = \frac{984 \times 0.66 \times 0.15}{150} = 0.649$		

	เฉลยแบบประเมิน	หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 5
	ชื่อหน่วย การแมทซ์ระบบสายอากาศ	
เรื่อง/งาน การแมทซ์สายอากาศเข้ากับสายนำสัญญาณ		จำนวนคาบ 4
1. ค. แบบทวินลิค $300\ \Omega$ 2. ง. ต่อตัวเก็บประจุชนิดปรับค่าได้ประมาณ 0-160 nF ที่จุดพีคทั้ง 2 ข้างเพื่อให้เกิดการรีโซแนนซ์ 3. ง. ถูกทั้งข้อ ก และข้อ ข 4. ข. เกิดความชื้นจึงทำให้ค่าอิมพีแดนซ์เปลี่ยนเนื่องจากการต่อตัวเก็บประจุ C 5. ข. แบบโอเมก้าแมทซ์ 6. ข. 15 % ของ $\frac{\lambda}{4}$ 7. ค. $\frac{1}{3}D$ 8. ก. 10 % ของ $\frac{\lambda}{4}$ 9. ค. ค่า L 10. ค. น้อยกว่า $\frac{\lambda}{4}$		

	เฉลยแบบประเมิน	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา ระบบสายส่งและสายอากาศ	สอนครั้งที่ 6
	ชื่อหน่วย การออกแบบสายอากาศแบบ Yagi	
เรื่อง/งาน การออกแบบสายอากาศแบบ Yagi		จำนวนคาบ 4
1. หน้าที่ของครีเวนอิลีเมนต์ของสายอากาศแบบ Yagi คือ (ข) เป็นจุดฟีดของสายอากาศที่ทำหน้าที่ในการรับหรือส่งคลื่นให้กับเครื่องรับส่งให้ทำงาน 2. หน้าที่ของรีเฟลกเตอร์อิลีเมนต์ของสายอากาศแบบ Yagi คือ (ก) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำหน้าที่สะท้อนคลื่นด้านหลังให้ครีเวนอิลีเมนต์และป้องกันการรับคลื่นจากทางด้านหลังของสายอากาศด้วย 3. หน้าที่ของไดเรกเตอร์อิลีเมนต์ของสายอากาศแบบ Yagi คือ (ค) เป็นตัวรับสัญญาณส่วนหน้าของสายอากาศให้มีค่า Directivity มากขึ้นและเพิ่ม Gain ของสายอากาศให้มากขึ้น ถ้าจัดระยะห่างให้พอเหมาะ 4. หน้าที่ของสัดับการทำงานระหว่างสายส่งกับสายอากาศ คือ (ง) ทำให้สายอากาศรับกำลังงานจากเครื่องส่งได้มากขึ้น 5. ค. Band Width มากขึ้น 6. ค. 0.0065 $\frac{29980}{150} = 199.86 \approx 120 \text{ cm.}$ $\frac{d}{\lambda} = \frac{1.3}{199.86} = 0.0065$ 7. ข. 96.33 ซม. $L_R = 0.482\lambda$ $= 0.482 \times 199.86$ $= 96.33 \text{ cm.}$ 8. ก. 88.33 ซม. $L_D = 0.442 \times 199.86$ $= 88.33 \text{ cm.}$		

9. จ. 93.13 ซม.

$$L_{DE} = 0.446 \times 199.86$$

$$= 93.13 \text{ cm.}$$

10. ค. แกมม่าเมทซ์