



# คู่มือการใช้งาน

ต้นแบบเครื่องส่งวิทยุกระจายเสียงขนาดกำลังส่ง 500 วัตต์

500 Watt FM Transmitter Prototype

## สารบัญ

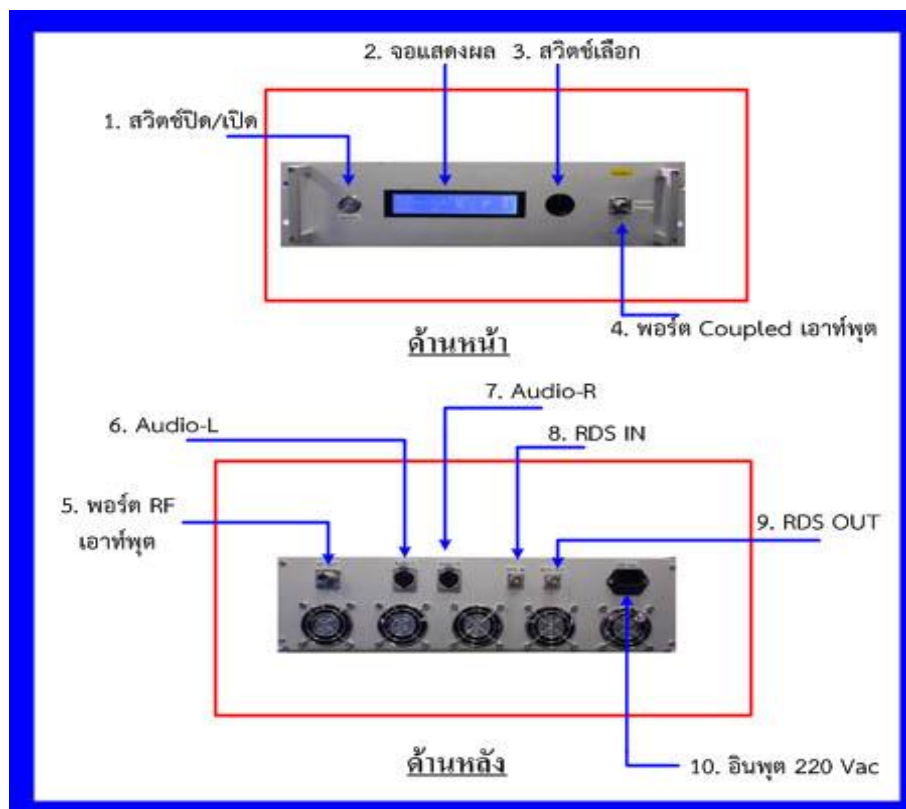
	หน้า
สารบัญรูป .....	ii
1. ส่วนประกอบของเครื่อง .....	3
2. การใช้งาน .....	7

## สารบัญรูป

รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบ Exciter.....	3
รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบPower Amplifier.....	4
รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบ Switching Power Supply.....	6
รูปที่ 4 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์.....	7
รูปที่ 5 แสดง membrane switch.....	10
รูปที่ 6 ยังไม่มีการกดเข้าเมนู.....	10
รูปที่ 7 cursor กระทบหลักที่หนึ่ง จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 10MHz การเพิ่มหรือลดทำได้ โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดค่าความถี่ .....	11
รูปที่ 8 cursor กระทบหลักที่สอง จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 1MHz การเพิ่มหรือลดทำได้โดย หมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดค่าความถี่ .....	11
รูปที่ 9 cursor กระทบหลักที่สาม จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 0.25MHz การเพิ่มหรือลดทำได้ โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดค่าความถี่ .....	11
รูปที่ 10 cursor กระทบหลักที่สี่ จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 0.25MHz การเพิ่มหรือลดทำได้ โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดค่าความถี่ .....	12
รูปที่ 11 เมื่อกกดด้านล่างของ membrane switch * จะเลื่อนมาที่ช่อง Power.....	12
รูปที่ 12 เมื่อกกดด้านขวาของ membrane switch จะมี cursor กระทบขึ้นมา เพื่อรอการลดหรือ เพิ่มกำลังส่ง .....	12
รูปที่ 13 เมื่อกกดด้านล่างของ membrane switch ลงมาจนกระทั่ง * จะเลื่อนมาที่ช่อง RF.....	13
รูปที่ 14 เมื่อกกดด้านขวาของ membrane switch จะมี cursor กระทบขึ้นมา เพื่อรอการเปิดหรือ ปิดสัญญาณRF.....	13
รูปที่ 15 กดด้านซ้ายของ membrane switch เพื่อเป็นการเลือก ON/OFF.....	13

## 1. ส่วนประกอบของเครื่อง

### 1.1. Exciter



รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบ Exciter

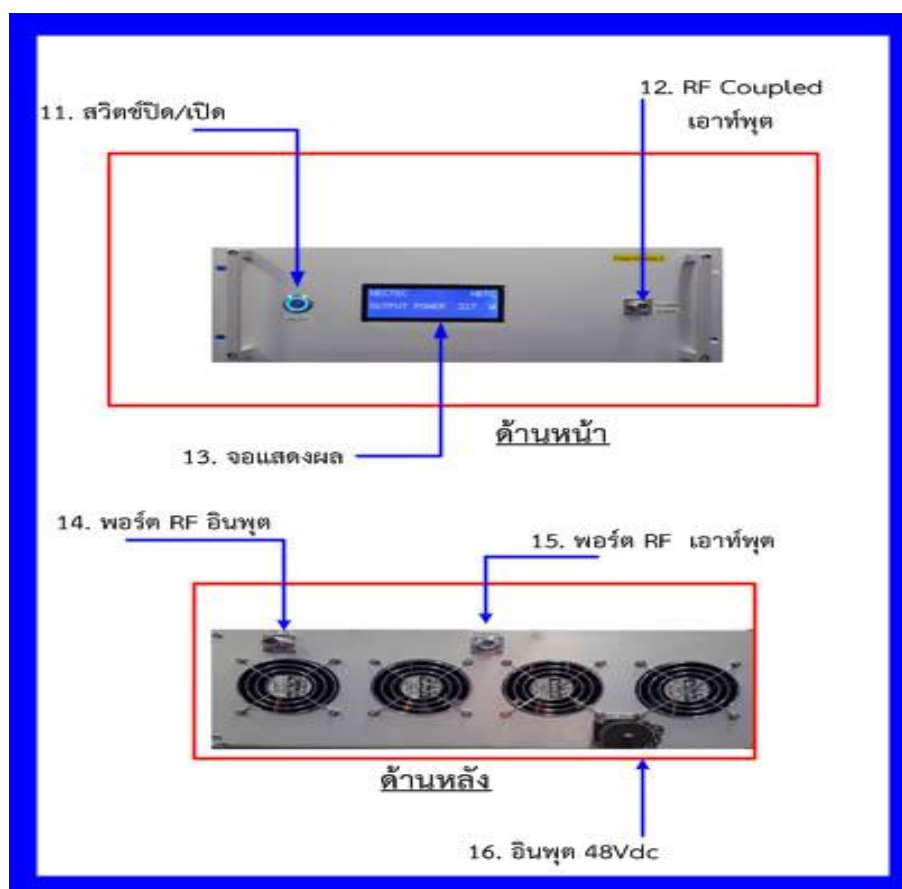
#### รายละเอียด

1. สวิตช์ ปิด/เปิด: เป็นสวิตช์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการปิดและเปิดของเครื่อง Exciter
2. จอแสดงผล: หน้าจอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 4x40 สีฟ้า โดยทำการแสดงข้อมูลที่ออกอากาศ, กำลังส่งของเครื่อง Exciter (หน่วยเป็น dBm), การปรับตั้งเสียงเป็นแบบ Mono หรือ สเตอริโอ, การปิดหรือเปิด modulation (ใช้ในกรณีวัดค่าพารามิเตอร์ในกรณีที่ไม่มีการมอดูเลต), การปิดหรือเปิดสัญญาณ RF
3. สวิตช์เลือก: เป็นปุ่มเลือกแบบ 7 ทิศทาง โดยสามารถหมุน (Dial) เพื่อปรับค่าได้ สามารถกดเข้าเมนู เพื่อเลือกและปรับค่าต่างๆ ของ Exciter โดยมีรายละเอียดการใช้งานในหัวข้อ 2.4
4. พอร์ต Coupled เอาท์พุท: เป็นพอร์ตที่คัปเปิลสัญญาณที่ออกจาก Exciter เพื่อนำมาใช้มอนิเตอร์การทำงานของเครื่อง Exciter ว่ามีสัญญาณออกมาเป็นปกติหรือไม่

(เป็น optional feature ทำไว้สำหรับรองรับความต้องการในอนาคต) โดยเป็นพอร์ตแบบ N-type ตัวเมีย

5. พอร์ต RF เอาท์พุท: เป็นพอร์ตเอาท์พุทของ Exciter ซึ่งมีกำลังส่งสูงสุด 10 dBm เอาท์พุทของ Exciter นี้จะถูกนำไปขยายกำลังงานเพื่อส่งออกอากาศในลำดับต่อไป โดยเป็นพอร์ตแบบ N-type ตัวเมีย
6. Audio-L: เป็นอินพุทของสัญญาณเสียงช่องซ้าย โดยเป็นพอร์ตแบบ XLR ตัวเมีย
7. Audio-R: เป็นอินพุทของสัญญาณเสียงช่องขวา โดยเป็นพอร์ตแบบ XLR ตัวเมีย
8. RDS IN: เป็นอินพุทของสัญญาณ RDS (เป็น optional feature ทำไว้สำหรับรองรับความต้องการในอนาคต) โดยเป็นพอร์ตแบบ BNC ตัวเมีย
9. RDS OUT: เป็นเอาท์พุทของสัญญาณ RDS (เป็น optional feature ทำไว้สำหรับรองรับความต้องการในอนาคต) โดยเป็นพอร์ตแบบ BNC ตัวเมีย
10. อินพุท 220 Vdc: เป็นพอร์ตสำหรับต่อไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Vac 50 Hz

## 1.2. Power Amplifier

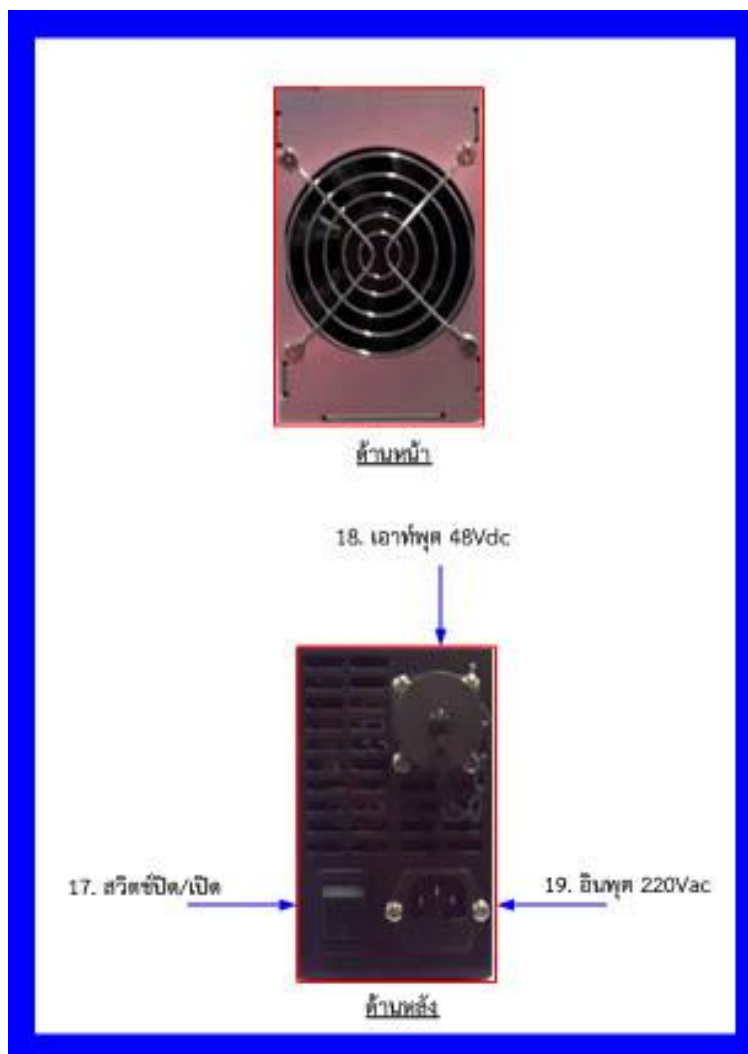


รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบ Power Amplifier

### รายละเอียด

11. สวิตช์ ปิด/เปิด: เป็นสวิตช์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการปิดและเปิดของเครื่อง Power Amplifier
12. RF Coupled เอาท์พุท: เป็นพอร์ตที่คับเปิ้ลสัญญาณที่ออกจาก Power Amplifier เพื่อนำมาใช้มอนิเตอร์การทำงานของเครื่องว่ามีสัญญาณออกมาเป็นปกติหรือไม่ สัญญาณที่ออกมาจากพอร์ตนี้จะมีลักษณะเช่นเดียวกับสัญญาณที่ออกอากาศทุกประการ แต่ว่ามีขนาดเล็กกว่าประมาณ 50 dB โดยเป็นพอร์ตแบบ N-type ตัวเมีย
13. จอแสดงผล: หน้าจอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 4x20 สีฟ้า โดยทำการแสดงกำลังส่งที่ออกอากาศ (มีหน่วยเป็น Watts) และมีการแจ้งเตือนหากระบบตรวจพบสัญญาณ RF ที่สะท้อนกลับ (VSWR) เกินกว่า 2 (สามารถปรับแต่งเป็นค่าที่ต้องการได้)
14. พอร์ต RF อินพุท: เป็นพอร์ตที่รับสัญญาณเข้ามาเพื่อทำการขยาย โดยพอร์ตนี้จะเชื่อมต่อไปยังเอาท์พุทจากเครื่อง Exciter (โปรดดูขั้นตอนการเชื่อมต่อในหัวข้อ 2.1)
15. พอร์ต RF เอาท์พุท: เป็นพอร์ตที่นำสัญญาณ RF ที่มีขนาดกำลังส่งสูงสุด 500 Watts สู่อากาศเพื่อทำการออกอากาศ
16. อินพุท 48 Vdc: เป็นพอร์ตที่รับไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 48 Vdc 30 A ซึ่งต่อมาจาก Switching Power Supply (โปรดดูรายละเอียดของ Switching Power Supply ในหัวข้อ 1.3 และการเชื่อมต่อในหัวข้อ 2.1)

## 1.3. Switching Power Supply

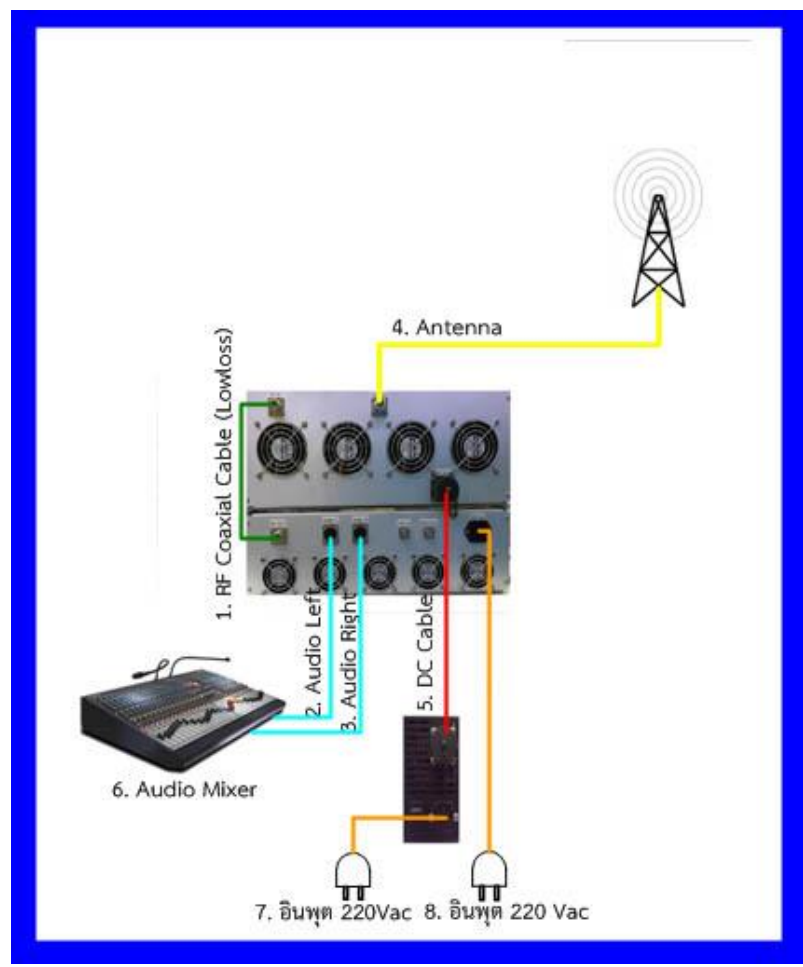


รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบ Switching Power Supply

รายละเอียด

17. สวิตช์ ปิด/เปิด: สวิตช์เพื่อควบคุมการปิดและเปิดเครื่อง Switching Power Supply
18. เอาต์พุต 48 Vdc: เป็นช่องทางออกของไฟกระแสตรง 48 Vdc เพื่อนำจ่ายให้กับ Power Amplifier (โปรดดูการเชื่อมต่อในหัวข้อ 2.1)
19. อินพุต 220 Vac: เป็นพอร์ตสำหรับต่อไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Vac 50 Hz

2. การใช้งาน  
2.1 การติดตั้ง



รูปที่ 4 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์



1. สถานที่ในการติดตั้ง: การติดตั้งเครื่อง Exciter และ Power Amplifier ควรจัดให้อยู่ในห้องที่มีการระบายอากาศที่ดี ไม่ร้อนอบอ้าว หรือควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้การทำงานของเครื่องเป็นปกติ สามารถวางเครื่องในตู้ Rack ที่มีชั้นแยกกัน วางข้างกัน หรือวางซ้อนกันก็ได้ แต่หากต้องการวางเครื่องซ้อนกัน ควรวาง Exciter ไว้ด้านล่างของเครื่อง Power Amplifier เนื่องจากเครื่อง Power Amplifier มีการดูดอากาศเข้าจากด้านบนเครื่อง แล้วเป่าออกทางหลังเครื่อง ดังนั้นจึงไม่ควรมีสิ่งใด ปิดกั้นช่องทางระบายลมดังกล่าว
2. การเชื่อมต่อ: ทำการเชื่อมต่อสายไฟ และสายสัญญาณต่างๆ ดังนี้
  - เชื่อมต่อสายสัญญาณ RF (Low Loss Cable) หมายเลข 1 จากพอร์ตหมายเลข 5 ไปยังพอร์ตหมายเลข 14 โดยใช้สายเคเบิลแบบ 50 โอห์ม ที่มีค่าการสูญเสียต่ำ และควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้เชื่อมต่อหัวคอนเนคเตอร์เข้ากับพอร์ตได้เป็นอย่างดี (หมุนให้สุดเกลียวแต่พอดีมือ ไม่ควรขันแน่นจนเกินไป เพราะอาจทำให้หัวคอนเนคเตอร์ชำรุดได้)
  - การเชื่อมต่อสัญญาณเสียง: ทำการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงจากเครื่อง Audio Mixer เข้ามาที่เครื่อง Exciter (สายหมายเลข 2 และ 3) โดยให้แน่ใจว่า ได้ทำการต่อช่องสัญญาณซ้ายและขวา ได้อย่างถูกต้อง
  - การเชื่อมต่อสายอากาศ: ทำการเชื่อมต่อพอร์ตหมายเลข 15 ที่เป็นเอาต์พุตของเครื่อง Power Amplifier ด้วยสายเคเบิลหมายเลข 4 แบบ 50 โอห์ม ที่มีค่าการสูญเสียต่ำ (Low Loss) โดยขนาดของสายต้องสัมพันธ์กับขนาดกำลังส่งที่จะออกอากาศ สำหรับการออกอากาศที่กำลังส่ง 500 Watts ควรใช้สายที่มีขนาดของตัวนำแกนกลางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm ขึ้นไป การเชื่อมต่อสายสัญญาณที่เอาต์พุตของเครื่อง Power Amplifier ต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก ควรหมุนจนสุดเกลียวให้แน่นแต่พอดีมือ ไม่ควรขันแน่นมากเกินไป เพราะอาจทำให้หัวคอนเนคเตอร์ชำรุดได้ การเชื่อมต่อที่บกพร่องอาจทำให้มีสัญญาณสะท้อนกลับมาที่เครื่องส่ง ทำให้เครื่องส่งไม่สามารถใช้งานได้
  - การเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ: ทำการเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Vac 50Hz ด้วยสายหมายเลข 8 เข้ามาที่เครื่อง Exciter ได้โดยตรง ส่วนสายหมายเลข 7 ให้ต่อเชื่อมเข้ากับเครื่อง Switching Power Supply จากนั้นเชื่อมสาย DC หมายเลข 5 เข้ากับเครื่อง Power Amplifier ที่พอร์ตหมายเลข 16 ตามลำดับ

## 2.2 การเปิดเครื่อง

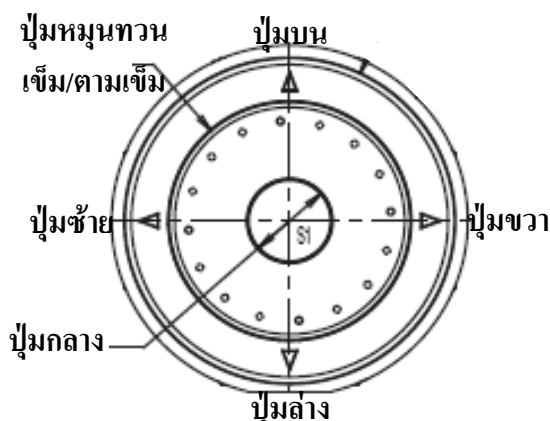
1. เมื่อติดตั้งและเชื่อมต่อสายสัญญาณต่างๆเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการเปิดสวิตช์ของเครื่อง Exciter ก่อน จากนั้นทำการปรับความถี่ออกอากาศที่ต้องการ (โปรดดูข้อ 2.4) และทำการปรับกำลังส่งออกอากาศให้อยู่ในระดับต่ำสุดก่อน (-20 dBm) (โปรดดูข้อ 2.4)
2. จากนั้นทำการเปิดสวิตช์เครื่อง Switching Power Supply เมื่อเครื่องทำงาน พัดลมของเครื่อง Power Amplifier จะเริ่มทำงานทันที
3. ทำการเปิดสวิตช์เครื่อง Power Amplifier เมื่อเครื่องเริ่มทำงาน ตัวเลขที่หน้าจอจะแสดงกำลังส่งที่ออกอากาศ ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มกำลังส่งของเครื่องให้มากขึ้นโดยทำการปรับกำลังส่งที่เครื่อง Exciter ให้เพิ่มขึ้นทีละ 1 dB โดยต้องทำการตรวจดูกำลังส่งที่แสดงที่หน้าจอของเครื่อง Power Amplifier ไม่ให้เกิน 500 Watts
4. ในช่วงเวลาเริ่มต้นขณะที่อุณหภูมิของเครื่องยังไม่เสถียร ตัวเลขแสดงกำลังส่งที่ออกอากาศจะมีการเคลื่อนไหวอยู่บ้าง แต่เมื่อเริ่มเดินเครื่องไปสักพัก (ประมาณ 10 นาที) กำลังส่งที่ออกอากาศจะเริ่มนิ่งและเคลื่อนไหวในอัตราที่น้อยลง
5. ในกรณีที่เครื่องตรวจพบการสะท้อนกลับมาของสัญญาณที่ออกอากาศ เครื่อง Power Amplifier จะทำการตัดสัญญาณที่ส่งออกทันที (แต่ไม่ได้ตัดทั้งหมด ยังคงมีสัญญาณออกมาบ้างอยู่ในระดับมิลลิวัตต์) และที่หน้าจอ LCD ของเครื่อง Power Amplifier จะแสดงข้อความว่า “VSWR ERROR”

## 2.3 การปิดเครื่อง

1. ในการปิดเครื่อง ให้ทำการปิดสวิตช์เครื่อง Power Amplifier ก่อน (พัดลมเครื่อง Power Amplifier ยังคงติดอยู่) ตามด้วยปิดสวิตช์เครื่อง Switching Power Supply (พัดลมเครื่อง Power Amplifier จะดับลง) จากนั้นจึงทำการปิดสวิตช์เครื่อง Exciter ตามลำดับ

## 2.4 การใช้งาน Membrane Switch

โดยที่ membrane switch จะมีทิศทางการกดทั้งหมด 7 ทิศทาง นั่นคือ บน ล่าง ซ้าย ขวา กลาง หมุนถวนเข็มนาฬิกา และหมุนตามเข็มนาฬิกา การกดใช้งาน membrane switch จะมีผลกระทบโดยตรงกับเครื่อง Exciter คือ



รูปที่ 5 แสดง membrane switch

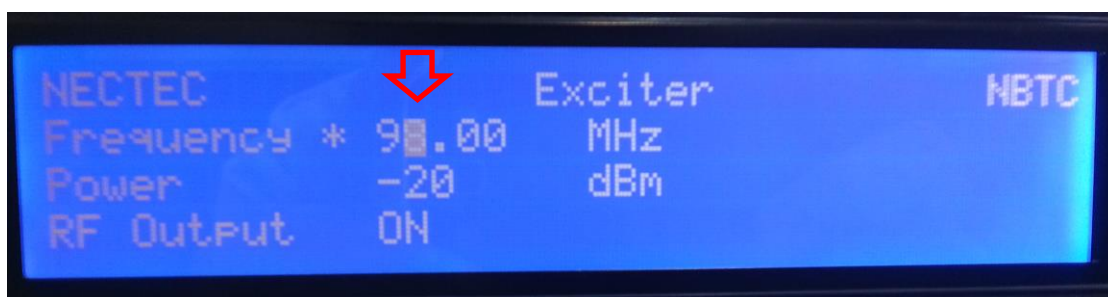
- ใช้ในการปรับเปลี่ยนความถี่เริ่มจากกด membrane switch ที่ด้านขวา เพื่อเป็นการเข้าสู่เมนูการเปลี่ยนความถี่ หลังจากนั้นจะมี cursor กระทบขึ้นมา ที่หลักที่หนึ่งของความถี่ และเราสามารถกดปุ่มขวาเพื่อเลื่อน cursor ไปที่หลักที่สอง สาม และสี่ของความถี่ เราสามารถเลื่อน cursor กลับได้โดยกดปุ่มซ้ายของ membrane switch การเพิ่มหรือลดทำได้โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดค่าความถี่ การที่จะเปลี่ยนความถี่ให้สังเกต ว่าตอนนี้ cursor กระทบอยู่ที่หลักใด ถ้า cursor กระทบอยู่ที่หลักที่หนึ่งจะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 10MHz ถ้า cursor กระทบอยู่ที่หลักที่สองจะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 1MHz ถ้า cursor กระทบอยู่ที่หลักที่สามหรือสี่ จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 0.25MHz และเมื่อได้ความถี่ที่ต้องการแล้วให้กดตรงกลาง เพื่อเป็นการตกลง จะสังเกตได้ว่าจะไม่มีการกระทบเกิดขึ้น



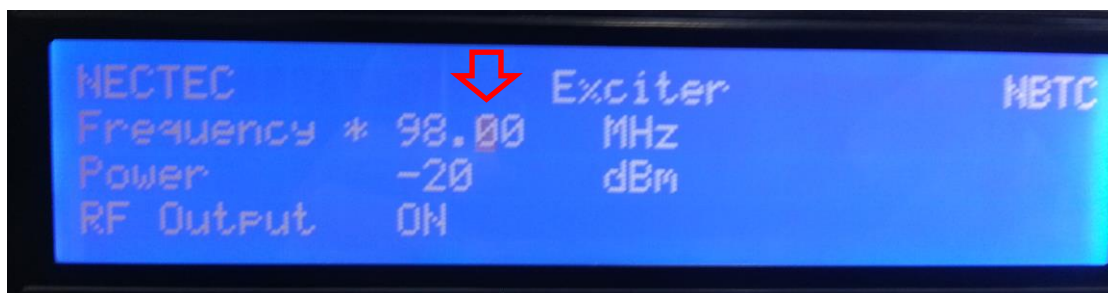
รูปที่ 6 ยังไม่มีการกดเข้าเมนู



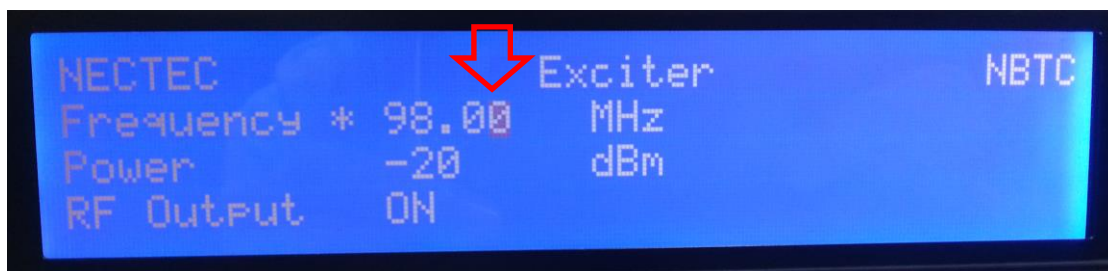
รูปที่ 7 cursor กระทบหลักที่หนึ่ง จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 10MHz การเพิ่มหรือลดทำได้โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดค่าความถี่



รูปที่ 8 cursor กระทบหลักที่สอง จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 1MHz การเพิ่มหรือลดทำได้โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดค่าความถี่



รูปที่ 9 cursor กระทบหลักที่สาม จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 0.25MHz การเพิ่มหรือลดทำได้โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นการลดค่าความถี่



รูปที่ 10 cursor กระทบหลักที่สี่ จะเพิ่มหรือลดค่าความถี่ไปที่ละ 0.25MHz การเพิ่มหรือลดทำได้โดยหมุนตามเข็มจะเป็นการเพิ่มค่าความถี่ หมุนทวนเข็มจะเป็นการลดค่าความถี่

- ใช้ในการเพิ่มลดกำลังส่งสัญญาณ เริ่มจากกด membrane switch ด้านล่างเพื่อเลื่อน \* ลงมาที่ช่อง Power หลังจากนั้นให้กดด้านขวา เพื่อเข้าสู่เมนูการปรับเปลี่ยนกำลัง และจะสังเกตเห็นว่ามี cursor กระทบขึ้นมา หลังจากนั้นหากเราต้องการจะเพิ่มหรือลดกำลัง ให้หมุนตามเข็มจะเป็นการเพิ่มกำลังส่งครั้งละ 1dBm ถ้าหมุนทวนเข็มจะเป็นการลดกำลังส่งครั้งละ 1dBm และเมื่อได้กำลังส่งที่ต้องการให้กดตรงกลางเพื่อเป็นการยืนยันการเลือก และจะสังเกตเห็นว่า cursor จะหยุดกระทบใช้ในการเปิด/ปิด สัญญาณความถี่



รูปที่ 11 เมื่อกดด้านล่างของ membrane switch \* จะเลื่อนมาที่ช่อง Power



รูปที่ 12 เมื่อกดด้านขวาของ membrane switch จะมี cursor กระทบขึ้นมา เพื่อรอการลดหรือเพิ่มกำลังส่ง

3. ใช้ในการเปิด/ปิด สัญญาณความถี่ ทำได้โดยกดด้านล่างของ membrane switch จนกระทั่ง \* เลื่อนมาอยู่ที่ช่อง RF หลังจากนั้นให้กดด้านขวาเพื่อเป็นการเข้าสู่เมนู จะสังเกตเห็นว่ามี cursor กระพริบขึ้นมา ถ้าต้องการเปิดหรือปิดความถี่ให้กดด้านซ้ายของ membrane switch และเมื่อเลือกสำเร็จแล้วให้กดตรงกลางเพื่อเป็นการยืนยันคำสั่ง จะสังเกตเห็นว่า cursor จะหยุดกระพริบ



รูปที่ 13 เมื่อกดด้านล่างของ membrane switch ลงมาจนกระทั่ง \* จะเลื่อนมาที่ช่อง RF



รูปที่ 14 เมื่อกดด้านขวาของ membrane switch จะมี cursor กระพริบขึ้นมา เพื่อรอการเปิดหรือปิดสัญญาณ RF



รูปที่ 15 กดด้านซ้ายของ membrane switch เพื่อเป็นการเลือก ON/OFF