กสทช. มส. 2002-2563

มาตรฐานทางเทคนิคของ
หัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม
เพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band

สำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์
และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ
87 **ถนนพหลโยธิน ซอย** 8 **แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร** 10400
โทร. 0 2271 0151-60 **เว็บไซต์** www.nbtc.go.th

1. ขอบข่าย

มาตรฐานทางเทคนิคนี้ระบุลักษณะพึงประสงค์ทางเทคนิคขั้นต่ำของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band (3700 – 4200 MHz) รวมถึงหัวรับสัญญาณดาวเทียมชนิดที่รองรับย่านความถี่ C-Band และ Ku-Band รวมอยู่ในตัวเดียวกัน ที่สามารถใช้รับหรือแปลงสัญญาณในการรับรายการของกิจการกระจายเสียงหรือกิจการโทรทัศน์แบบบอกรับสมาชิกสำหรับการเชื่อมต่อไปยังระบบโทรทัศน์ดาวเทียม (Satellite TV) ตามบ้านเรือนหรือที่พักอาศัยทั่วไป

ทั้งนี้ไม่รวมถึงหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ซึ่งใช้สำหรับการประกอบกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์

2. มาตรฐานทางเทคนิค

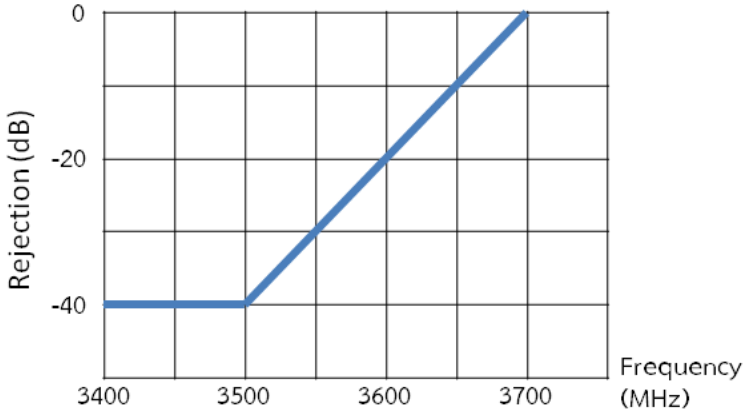
2.1 การตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุด (Stopband Rejection)

นิยาม การตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุด (Stopband Rejection) หมายถึง ความสามารถของหัวรับสัญญาณดาวเทียมในการกำจัดสัญญาณบนความถี่ใด ๆ ในแถบหยุด (Stopband)

ขีดจำกัด การตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุด (Stopband Rejection) ในช่วงคลื่นความถี่ 3400-3700 MHz ต้องอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดตามตารางที่ 1 และที่แสดงไว้ในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ขอบเขตของการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุด (Stopband Rejection)

ความถี่ (MHz)	ค่าขั้นต่ำของการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุด (Minimum Rejection) ในหน่วย dB
3700	0
3600	-20
3500	-40
3400	-40



รูปที่ 1 กราฟแสดงขอบเขตของการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุด (Stopband Rejection)

วิธีการทดสอบ วิธีการทดสอบการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดใน 2.1 กำหนดให้เป็นไปตาม ภาคผนวก ก

2.2 ความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง (Local Oscillator)

นิยาม ความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง (Local Oscillator) หรือ f_{osc} คือ ความถี่ของวงจรกำเนิดสัญญาณในหัวรับสัญญาณดาวเทียม ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อผสมกับความถี่ของสัญญาณดาวเทียมที่ต้องการรับเพื่อให้ได้สัญญาณใหม่ที่มีความถี่ต่ำลงอยู่ในช่วงที่เครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมสามารถทำงานได้

ขีดจำกัด ความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง

ลำดับ	คุณสมบัติ	ข้อกำหนด
1	ความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง (f_{osc})	เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
2	ค่าผิดพลาดทางความถี่	ต้องไม่เกิน ±1 MHz

วิธีการทดสอบ วิธีการทดสอบความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่องใน 2.2 กำหนดให้เป็นไปตามภาคผนวก ข

2.3 คุณสมบัติของหัวรับสัญญาณดาวเทียม

หัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band ต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของหัวรับสัญญาณดาวเทียม

ลำดับ	คุณสมบัติ	ข้อกำหนด
1	ความถี่ขาเข้า (Input Frequency) ที่ต้องรองรับ	3700 - 4200 MHz
2	ความถี่ขาออก (Output Frequency) ที่ต้องรองรับ	950 - 1450 MHz
3	ค่ากระแสสิ้นเปลือง (Current Consumption)	เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
4	อัตราขยายสัญญาณ (Conversion Gain)	เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
5	IF Amplifier Output Power at 1 dB Compression[1]	ไม่น้อยกว่า 10 dBm

[1] IF Amplifier Output Power at 1 dB Compression (P1dB) เป็นระดับกำลังขาออกของ IF Amplifier ณ จุดที่อัตราขยายของ IF Amplifier ลดลงจากอัตราขยายปกติ (Normal expected Linear Gain) 1 dB

3. การแสดงความสอดคล้องตามมาตรฐานทางเทคนิค

หัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band ให้แสดงความสอดคล้องตามมาตรฐานทางเทคนิคใน 2.1 และ 2.2 โดยถือเป็นเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ประเภท ข ตามที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่องการตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ในกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์ พ.ศ. 2556 อนุโลมให้สามารถยอมรับรายงานผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการทดสอบภายในประเทศได้ โดยจะต้องเป็นห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองระบบงานจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่ามีความสามารถตามข้อกำหนดในมาตรฐาน มอก.17025 หรือได้รับการรับรองระบบงานจากหน่วยรับรองระบบงานที่มีความสามารถของต่างประเทศ ว่ามีความสามารถตามข้อกำหนดในมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017 หรือฉบับปัจจุบัน ในสาขาการทดสอบดังนี้ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หรือสาขาโทรคมนาคม

ทั้งนี้ การแสดงความสอดคล้องตามมาตรฐานทางเทคนิคใน 2.3 ให้สามารถใช้รายงานผลการทดสอบ หรือการรับรองคุณสมบัติทางเทคนิค (Specification Sheet) ของอุปกรณ์ในวงจร จากห้องทดสอบของผู้ประกอบการที่ได้รับรองระบบการบริหารงานคุณภาพ ตามมาตรฐาน ISO 9001 จากหน่วยงานรับรองที่มีความสามารถในขอบข่ายการให้บริการทดสอบที่ยื่นขอจดทะเบียนได้ ตามข้อ 6 ของประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง การตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องวิทยุคมนาคมและอุปกรณ์ในกิจการกระจายเสียงและโทรทัศน์ พ.ศ. 2556

4. การชี้บ่งรายละเอียดคุณสมบัติทางเทคนิค

หัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band ต้องมีรายละเอียดแสดงบนตัวผลิตภัณฑ์ และ/หรือกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์ ที่แสดงข้อมูลตามที่ผู้ผลิตกำหนดอย่างน้อยดังนี้

4.1 ตราอักษร และชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์

4.2 ชื่อผู้จำหน่าย พร้อมรายละเอียดในการติดต่อ

4.3 รายละเอียดคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้

(1) ความถี่ขาเข้า (Input Frequency)

(2) ความถี่ขาออก (Output Frequency)

(3) ความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง (Local Oscillator)

(4) แรงดันไฟฟ้า (Supply Voltage)

(5) ค่ากระแสสิ้นเปลือง (Current Consumption)

(6) อัตราขยายสัญญาณ (Conversion Gain)

อภิธานศัพท์

LNB	Low-noise Amplifier & Block down converter
TVRO	Television receive-only
IF	Intermediate Frequency

ร่าง

ภาคผนวก ก
วิธีการทดสอบการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุด
ของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band

คำแนะนำในการวัดการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดของหัวรับสัญญาณดาวเทียมเป็นการทดสอบเพื่อหาอัตราขยายหรืออัตราลดทอนสัญญาณควรจะทำในช่วงความถี่ที่ครอบคลุมในย่านความถี่ที่แสดงในข้อกำหนด ระหว่าง 2000 – 4500 MHz ที่ป้อนเข้าทางสายอากาศของหัวรับสัญญาณ โดยวัดที่หัวต่อสัญญาณขาออก (Output) ในขณะที่จ่ายกระแสไฟให้หัวรับสัญญาณทำงานตามปกติ ช่วงความถี่ที่ทำการวัดเป็นความถี่กลาง (Intermediate Frequency: IF) ของหัวรับสัญญาณ การนำค่าการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดไปเทียบกับขีดจำกัดที่กำหนดจึงต้องคำนวณกับความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง เพื่อให้การตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดสะท้อนถึงความถี่ทดสอบที่ป้อนเข้าหัวรับสัญญาณ

1. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์

การวัดการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดต้องมีเครื่องมือและอุปกรณ์ ดังนี้

ตารางที่ ก-1 ตารางแสดงคุณสมบัติของเครื่องมือและอุปกรณ์

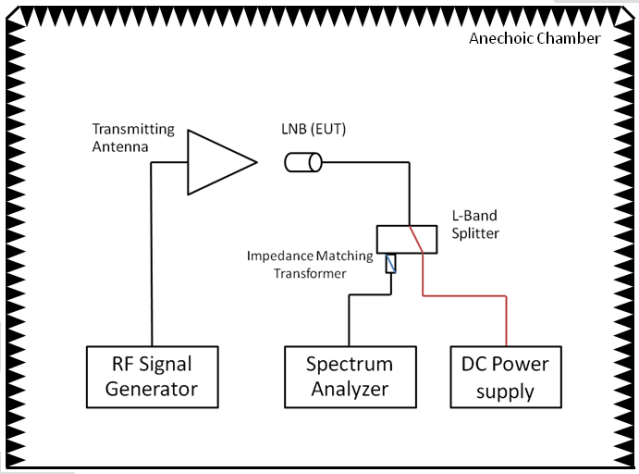
ลำดับ	รายการ	คุณสมบัติ
1	RF Signal Generator	รองรับช่วงความถี่ 2000 – 4500 MHz และรองรับการสร้างสัญญาณแบบ Sweep mode
2	Spectrum Analyzer	รองรับช่วงความถี่ 500 – 4000 MHz
3	Transmitting Antenna	รองรับช่วงความถี่ 2000 – 4500 MHz และต้องทราบอัตราขยาย
4	L-Band Splitter	รองรับช่วงความถี่ 5 – 2400 MHz และรองรับสัญญาณขาออกทั้ง non-DC pass และ DC pass
5	DC Power Supply	รองรับแรงดันไฟฟ้า 13 – 18 Vdc
6	Transmission Line + Connector 50 Ω	เป็นแบบความสูญเสียต่ำ (Low loss)
7	Transmission Line + Connector 75 Ω	เป็นแบบความสูญเสียต่ำ (Low loss)
8	Impedance Matching Transformer	รองรับการแปลงค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) 75:50 Ω
9	RF Adapter	รองรับการใช้งานกับขั้วต่อค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) 50 Ω หรือ 75 Ω ที่มีประเภท (Type) แตกต่างกัน

2. การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ

2.1 การวัดการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดจะต้องทำในห้องปิดกั้นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบไร้การสะท้อน (Anechoic Chamber)

2.2 อุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดในข้อ 1 ที่ต้องทราบค่าการลดทอนแต่ละความถี่ ประกอบด้วย Transmitting Antenna, Impedance Matching Transformer และ L-Band Splitter ให้ใช้ค่าตามที่ผู้ผลิตระบุหรือทดสอบด้วย Network Analyzer ในช่วงความถี่ที่ครอบคลุมตามตารางคุณสมบัติในข้อ 1

2.3 จัดการต่อหัวรับสัญญาณดาวเทียมที่ต้องการทดสอบเข้ากับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อื่น ๆ ตามรูปที่ ก-1 จัดให้โพลาไรเซชัน (Polarization) ของสายอากาศภาคส่งและของโพรบภายในหัวรับสัญญาณดาวเทียมตรงกัน



รูปที่ ก-1 การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ

2.4 ระยะห่างระหว่างสายอากาศกับหัวรับสัญญาณดาวเทียมให้มีระยะห่างอย่างน้อยเท่ากับระยะ Far Field ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\text{Far Field} \geq \frac{2D^2}{\lambda}$$

D = ขนาดของสายอากาศด้านที่ยาวที่สุด (เมตร)

λ = ความยาวคลื่น (เมตร)

3. การวัดการตอบสนองต่อความถี่

3.1 ตั้งค่าของ Spectrum Analyzer มีรายละเอียดดังนี้

ช่วงความถี่	ระหว่าง 650 – 3150 MHz [2]
Detector	Positive Peak
Trace	Clear Write
Resolution Bandwidth	50 kHz
Video Bandwidth	50 kHz

ชดเชยด้วยค่าอัตราขยาย (Gain) หรืออัตราการสูญเสีย (Loss) ของ Transmitting Antenna, Impedance Matching Transformer, L-Band Splitter และ Free-space Loss ที่แต่ละความถี่ตลอดช่วงของการวัด

3.2 ตั้งค่า RF Signal Generator ให้อยู่ใน Sweep Mode ดังนี้

ช่วงความถี่	ระหว่าง 2000 – 4500 MHz
Sweep time	30 วินาที
Point	ไม่น้อยกว่า 5,000 จุด
ความแรงสัญญาณ	-10 dBm

3.3 จ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดัน 18 Vdc ให้กับหัวรับสัญญาณดาวเทียมผ่าน L-Band Splitter ทางหัวต่อที่เป็น DC pass

3.4 ลดความแรงของ RF Signal Generator จนระดับสัญญาณไม่ทำให้หัวรับสัญญาณดาวเทียมทำงานในช่วง Non-Linear ที่สังเกตได้จากปรากฏความถี่ Intermodulation ขึ้นที่ Spectrum Analyzer

3.5 ตั้งค่า Trace ของ Spectrum Analyzer ให้เป็น Max Hold ทิ้งไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที

3.6 บันทึกภาพที่ได้จาก Spectrum Analyzer เป็นค่าการตอบสนองต่อความถี่ของวงจรที่รองรับสัญญาณจาก Horizontal Polarization ของหัวรับสัญญาณดาวเทียม

3.7 ดำเนินการใน 3.1 ถึง 3.5 ซ้ำอีกครั้ง แต่จัดให้ Polarization ของสายอากาศและสายอากาศ Vertical Polarization ภายในหัวรับสัญญาณดาวเทียมตรงกัน และจ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดัน 13 Vdc ให้แก่หัวรับสัญญาณดาวเทียม

3.8 บันทึกภาพที่ได้จาก Spectrum Analyzer เป็นค่าการตอบสนองต่อความถี่ของวงจรที่รองรับสัญญาณจาก Vertical Polarization ของหัวรับสัญญาณดาวเทียม

[2] ค่าที่กำหนดเป็นค่าสำหรับกรณีความถี่ออสซิเลเตอร์ประจำเครื่อง (Local Oscillator) ของหัวรับสัญญาณดาวเทียมที่ทดสอบมีค่าเป็น 5150 MHz (กรณีอื่น ๆ ค่านี้จะขึ้นอยู่กับความถี่ออสซิเลเตอร์ประจำเครื่อง (Local Oscillator) ของหัวรับสัญญาณดาวเทียมที่ทดสอบ)

4. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ช่วงความถี่ที่ทำการวัดเป็นความถี่กลาง (Intermediate Frequency: IF) ของหัวรับสัญญาณ การนำค่าการตอบสนองต่อความถี่ไปเทียบกับขีดจำกัดที่กำหนดจึงต้องคำนวณร่วมกับความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง (Local Oscillator) หรือ f_{osc} เพื่อให้การตอบสนองต่อความถี่สอดคล้องกับความถี่ทดสอบที่ป้อนเข้าหัวรับสัญญาณ ดังนี้

4.1 จากค่าความแรงของสัญญาณขาออกจากหัวรับสัญาณดาวเทียมที่แต่ละความถี่ตามที่บันทึกไว้ใน 3.6 และ 3.8 ให้สร้างกราฟแสดงการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดขึ้นมาใหม่ โดยแกนนอนแสดงความถี่ระหว่าง 2000 – 4500 MHz และแกนตั้งแสดงค่าความแรงสัมพัทธ์ (Relative Level) ของสัญญาณเทียบกับความแรงของสัญญาณความถี่ 3700 MHz ในหน่วย dB

4.2 แปลงค่าความแรงสัมพัทธ์ (Relative Level) ของสัญญาณเทียบกับความแรงของสัญญาณความถี่ 3700 MHz ใน 3.6 ให้เป็นค่าการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดในแกนตั้ง และแกนนอนให้ตรงกับความถี่ที่ได้จากการคำนวณ ($f_{osc} - f_{IF}$) ตลอดช่วงของผลการวัด โดยเว้นระยะทุกๆ 25 MHz ให้เป็นลักษณะเส้นกราฟต่อเนื่อง

4.3 แปลงค่าความแรงสัมพัทธ์ (Relative Level) ของสัญญาณเทียบกับความแรงของสัญญาณความถี่ 3700 MHzใน 3.8 ให้เป็นค่าการตัดทิ้งสัญญาณในแถบหยุดในแกนตั้ง และแกนนอนให้ตรงกับความถี่ที่ได้จากการคำนวณ ($f_{osc} - f_{IF}$) ตลอดช่วงของผลการวัด โดยเว้นระยะทุกๆ 25 MHz ให้เป็นลักษณะเส้นกราฟต่อเนื่อง

4.4 ค่าการกำจัดในแถบหยุดที่ความถี่ตั้งแต่ 3700 MHz ลงไปทั้ง Horizontal Polarization และ Vertical Polarization ต้องเป็นไปตามขีดจำกัดใน 2.1

ภาคผนวก ข

วิธีการวัดความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง ของหัวรับสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการรับชมโดยเฉพาะ (TVRO) ในย่านความถี่ C-Band

การวัดความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง เป็นการวัดสัญญาณที่วงจรกำเนิดความถี่ของหัวรับสัญญาณดาวเทียมสร้างขึ้น โดยวัดผ่านหัวต่อสัญญาณขาออก (Output) ในขณะที่จ่ายกระแสไฟให้หัวรับสัญญาณทำงานตามปกติ

1. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์

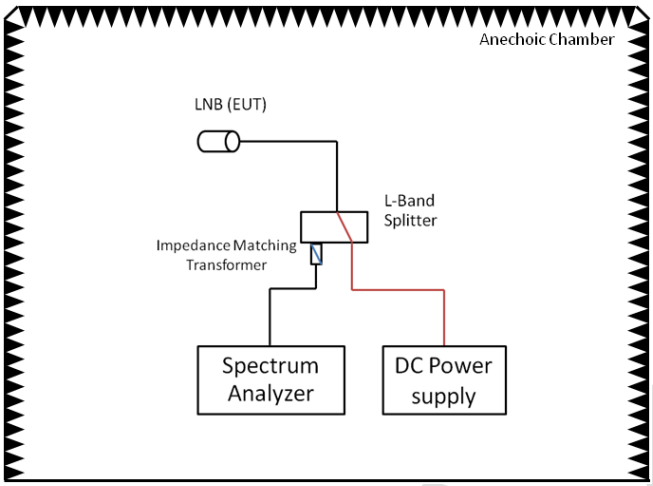
การวัดความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง มีเครื่องมือและอุปกรณ์ ดังนี้

ตารางที่ ข-1 ตารางแสดงคุณสมบัติของเครื่องมือและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	คุณสมบัติ
1	Spectrum Analyzer	รองรับช่วงความถี่ 5000 – 5500 MHz
2	L-Band Splitter	รองรับช่วงความถี่ 5 – 2400 MHz และรองรับสัญญาณขาออกทั้ง non-DC pass และ DC pass
3	DC Power Supply	รองรับแรงดันไฟฟ้า 13 – 18 Vdc
4	Transmission Line + Connector 50 Ω	เป็นแบบความสูญเสียต่ำ (Low loss)
5	Transmission Line + Connector 75 Ω	เป็นแบบความสูญเสียต่ำ (Low loss)
6	Impedance Matching Transformer	รองรับการแปลงค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) 75:50 Ω
7	RF Adapter	รองรับการใช้งานกับอุปกรณ์ที่มีค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) 50 Ω และ 75 Ω

2. การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ

2.1 จัดการต่อหัวรับสัญญาณดาวเทียมที่ต้องการทดสอบเข้ากับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์อื่นๆ ตามรูปที่ ข-1



รูปที่ ข-1 การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ

3. การวัดความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง (f_{osc})

3.1 ตั้งค่าของ Spectrum Analyzer มีรายละเอียด ดังนี้

ช่วงความถี่	ระหว่าง f_{osc} ±5 MHz โดย f_{osc} ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด
Detector	Positive Peak
Trace	Clear Write
Resolution Bandwidth	1 kHz
Video Bandwidth	3 kHz

3.2 จ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดัน 18 Vdc ให้แก่หัวรับสัญญาณดาวเทียมผ่าน L-Band Splitter ทางหัวต่อที่เป็น DC pass

3.3 วัดค่าความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง (f_{osc}) ที่ปรากฏบน Spectrum Analyzer

3.4 วัดค่าผิดพลาดทางความถี่ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่องที่ปรากฏบน Spectrum Analyzer

4. การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

4.1 บันทึกค่าความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่อง (f_{osc}) ที่วัดได้ เปรียบเทียบกับคุณสมบัติของความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่องที่กำหนด

4.2 บันทึกค่าผิดพลาดทางความถี่ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ประจำเครื่องที่วัดได้ ค่าที่ได้ต้องเป็นไปตามขีดจำกัดใน 2.2

ร่าง