การออกแบบโคแอคเชียลสลอตเคคไลน์ ที่ใช้สำหรับย่านความถี่ตั้งแต่ ๕๐ เมกกะเฮิร์ตขึ้นไป

นายประหยัด อิ่มอุดม

004087

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๒๔

I16479841

A DESIGN OF A COAXIAL SLOTTED LINE FOR THE FREQUENCY RANGE FROM 50 MHz AND HIGHER

Mr. Prayad Im-u-dom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1981

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบโคแอคเชียลสลอตเตดไลน์ ใช้สำหรับย่านความถี่ตั้งแต่ ๕๐ เมกกะเฮิร์ตขึ้นไป
โดย	นายประหยัด อิ่มอุดม
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ฉนอม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ อาภรณ์ เก่งพล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ฉนอม)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มงคล เดชนครินทร์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุมพล พรหมพิทักษ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบโคแอคเชียลสลอตเตคไลน์ ที่ใช้สำหรับย่านความถี่ตั้งแต่ ๕๐ เมกกะเฮิร์ตขึ้นไป

ชื่อนิสิต นายประหยัด อิ่มอุดม

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา ๒๕๒๘

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ แสดงการออกแบบและสร้าง โคแอคเชียลสลอตเตคไลน์ (Coaxial Slotted Line) เพื่อใช้สำหรับเป็นเครื่องวัดอิมพีแดนซ์ของสายส่งหรือสายอากาศ โดยเน้นการใช้งานในย่านความถี่ตั้งแต่ ๕๐ เมกกะเฮิร์ตขึ้นไป

โคแอคเชียลสลอตเตคไลน์ ได้รับการออกแบบเป็น ๓ ช่วง เพื่อให้ยาวถึงครึ่งความยาวคลื่นที่ยาวที่สุด ปัญหาในการสร้างได้เน้นให้เห็นเป็นพิเศษ โดยเฉพาะการกลึงและการเจาะร่อง การสร้างหัวต่อ การเลือกความลึกของ Detector Probe การเลือกจำนวน Supportors จากการทดสอบพบว่าหัวต่อแบบลดขนาด (Tapered type) ของตัวนำทั้งสองระหว่างช่วงของโคแอคเชียลสลอตเตคไลน์กับหัวต่อของโคแอคเชียลแบบ N - type (RG 8 A / U) ให้ผลดีกว่าหัวต่อแบบต่อโดยตรง (Direct Connector) จำนวน Supportors ต่อช่วง ควรใช้ ๔ ตัว และความลึกของ Probe ที่เหมาะที่สุดประมาณ ๘๕ % ของช่วงว่างระหว่างตัวนำในและตัวนำนอก

จากการทดสอบ พบว่าในช่วงความถี่ ๕๐ ถึง ๑๕๐ เมกกะเฮิร์ต Characteristic Impedance มีค่าเฉลี่ยประมาณ ๔๖.๕ โอห์ม ให้ VSWR สูงสุดประมาณ ๑.๑๔ ความยาวคลื่นในย่านความถี่ดังกล่าวให้ค่าผิดพลาด (Error) สูงสุด ๐.๑๓๓ % ค่า Normalized Standing Wave Voltage Distribution ได้แสดงไว้โดยละเอียดที่ Termination ทั้ง Open Circuit และ Short Circuit

พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับการกระจายแบบ Sine Wave ในตอนท้ายวิทยานิพนธ์นี้ ได้บันทึกรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อการใช้งานต่อไป

Thesis Title	A Design Of A Coaxial Slotted Line For The Frequency Range From 50 MHz And Higher
Name	Mr. Prayad Im-u-dom
Thesis Adviser	Associate Professor Narong Yoothanom, Ph.D
Department	Electrical Engineering
Academic Year	1981

ABSTRACTS

This thesis shows a design and construction of a Coaxial slotted line, in order to use it as a measuring instrument of a transmission-line or antenna impedance in the frequency range of 50 MHz and higher.

The Coaxial slotted line was composed of three sections to cover the length of half wavelength of the longest wave. Problems during construction were emphasised specially at lathing, slot making, connector designs, the section of depth of detector probe, the selection of number of inner-conductor supportors. The measurements revealed that tapered-type as well as N-type coaxial connectors (RG 8 A/U) gave better results than direct connection ones. Four supportors per section were proved to be optimized as well as the depth of probe at about 85 % of the air space distance between the inner and outer conductors.

The tests also revealed that for the range of 50 upto 150 MHz the everage characteristic impedance was about 46.5 ohms with the maximum voltage standing wave ratio of 1.18. The maximum error of wavelenght measurements in the frequency range was 0.113 percent. The normalized standing wave voltage distributions were shown in details for both open-circuit and short-circuit terminations comparing to the sinusoidal wave distributions.

The specifications of the constructed instrument were given at the last part of this thesis.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ณรงค์ อยู่ณอม แห่งภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำและชี้แนวทางมาตลอด จนกระทั่งการวิจัยสำเร็จลงด้วยดีและ

รศ.ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ แห่งภาควิชาเดียวกันที่ให้ความเห็นเกี่ยวกับการออกแบบสร้าง อันเป็นประโยชน์ต่อการสร้างเป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณอาจารย์พงษ์ทิพย์ สืบปรุ และอาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ทุกท่านที่ช่วยให้คำแนะนำสำหรับการสร้างชิ้นงานจนสำเร็จ

ขอขอบคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทคนิคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา ที่ได้ช่วยเหลือสนับสนุนด้านเครื่องมือ สำหรับการสร้าง, การทดสอบ และสถานที่สำหรับการวิจัย จนเป็นผลสำเร็จ และขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานแผนกวิชาช่างอีเล็คโทรนิคส์ โดยเฉพาะอาจารย์วิรัช อัศตโนดศิ และอาจารย์สมนึก ไทรพิพัฒน์พานิช ที่ได้ช่วยหาอุปกรณ์ใช้สำหรับการทดสอบ แนะนำการทดสอบ และได้ช่วยเหลือตลอดระยะเวลาทำการวิจัย

ขอขอบคุณนายช่างชวนสิทธิ์ ศิริชันธ์ นายช่างไฟฟ้าสื่อสาร ๖ กรมประชาสัมพันธ์ เขต ๑ จังหวัดขอนแก่น ได้ช่วยวิจารณ์ และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทดสอบเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ช่วยเหลือด้านการเงิน เป็นทุนอุดหนุนส่วนหนึ่ง สำหรับเป็นค่าใช้จ่ายของการสร้างเครื่องมือจนสำเร็จ

ท้ายสุดขอขอบคุณอาจารย์รัชนี แถ่นกำจร ที่ได้ช่วยเหลือทางด้านการพิมพ์ และอาจารย์เพชรคิม อิ่มอุดม สำหรับความอดทน เสียสละ และสนับสนุนเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
รายการตารางประกอบ	ฎ
รายการรูปประกอบ	ฑ
บทที่	
๑. บทนำ	๑
๒. การศึกษาคุณสมบัติของสายโคแอคเชียล	๓
๓. การออกแบบ	๑๑
๔. การสร้างส่วนประกอบของโคแอคเชียลสลอตเทคไลน์	๒๓
๕. การทดสอบ	๔๕
๖. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	๒๘๕
เอกสารอ้างอิง	๒๙๒
ภาคผนวก	๒๙๓
ประวัติ	๓๐๕

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

๑. ขนาดของตัวนำนอกและตัวนำในที่มีขายในท้องตลาด ๑๓

๒. การเลือกขนาดของตัวนำทั้งสอง ๑๕

๓. ความลึกของดีเทคเตอร์โพรบ ๒๗

๔. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๔
f = ๕๐ MHz, N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ
ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๔๘

๕. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๔
f = ๑๐๐ MHz, N=๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ
ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๕๑

๖. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๔
f=๑๕๐ MHz, N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ
ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๕๔

๗. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๕
f = ๕๐ MHz, N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ
ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๕๗

๘. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๕
f=๑๐๐ MHz, N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ
ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๖๐

๙. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๕
f=๑๕๐ MHz, N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ
ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๖๓

ตารางที่ หน้า

๑๐. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๖ f = ๕๐ MHz,N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๖๖

๑๑. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๖ f= ๑๐๐ MHz,N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๖๙

๑๒. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๖ f= ๑๕๐ MHz,N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Taper และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๗๒

๑๓. ผลการทดสอบความลึกของโพรบที่มีผลกับความยาวคลื่น ก. ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๔ ข. ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๕ ค. ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๖ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ๗๕

๑๔. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๔ f = ๕๐ MHz, N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๗๖

๑๕. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๔ f= ๑๐๐ MHz, N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๗๙

๑๖. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๔ f= ๑๕๐ MHz, N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัว

ตารางที่ หน้า

ภาระแบบวงจรปิด ๘๒

๑๗. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๕ f = ๕๐ MHz,N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข.ตัวภาระแบบวงจรปิด ๘๕

๑๘. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๕ f=๑๐๐ MHz, N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๘๘

๑๙. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๕ f=๑๕๐ MHz, N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๙๑

๒๐. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๖ f = ๕๐ MHz, N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๙๔

๒๑. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๖ f = ๑๐๐ MHz, N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๙๗

๒๒. ผลการทดสอบความลึกของดีเทคเตอร์โพรบตำแหน่งที่ ๖ f = ๑๕๐ MHz, N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบ Direct Connectors และ ก. ตัวภาระแบบวงจรเปิด

ตารางที่ หน้า

ข. ตัวภาระแบบวงจรปิด ๑๐๐

๒๓. ผลการทดสอบความลึกของโพรบที่มีผลกับความยาว คลื่นที่ ก. ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๔ ข. ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๕ และ ค. ความลึกตำแหน่งที่ ๖ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ๑๐๓

๒๔. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นจากการใช้หัวต่อทั้งสองแบบและความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๔, ๕ และ ๖ ..... ๑๐๕

๒๕. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้า จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสองและ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๒ ..... ๑๑๑

๒๖. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้า จากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรงและ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๒ ..... ๑๑๘

๒๗. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นจากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๒ ..... ๑๒๗

๒๘. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นจากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ที่ N = ๒ ..... ๑๓๑

๒๙. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๒ ..... ๑๓๖

๓๐. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ที่ N = ๒ ..... ๑๔๐

๓๑. ตำแหน่งและระยะห่างของ Supportors ที่ N = ๓ .... ๑๔๕

๓๒. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้าจากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง และ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๓ ..... ๑๔๖

ตารางที่ หน้า

๓๓. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้าจากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรงและ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ๑๕๓

๓๔. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นจากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๓ ..... ๑๖๑

๓๕. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่น จากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ที่ N = ๓ ..... ๑๖๕

๓๖. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๓ ..... ๑๗๐

๓๗. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ที่ N = ๓ ..... ๑๗๔

๓๘. ตำแหน่งและระยะห่างของ Supportors ที่ N = ๔ ... ๑๗๙

๓๙. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้าจากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสองและ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๔ ..... ๑๘๐

๔๐. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้าจากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรงและ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๔ ..... ๑๘๗

๔๑. ค่าผิดพลาดความยาวคลื่น จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๔ ..... ๑๙๖

๔๒. ค่าผิดพลาดความยาวคลื่นจากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ที่ N = ๔ ..... ๒๐๐

๔๓. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสองที่ N = ๔ ..... ๒๐๕

ตารางที่ หน้า

๔๔. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๔ ..... ๒๐๔

๔๕. ตำแหน่งและระยะห่างของ Supportors ที่ N = ๖ ..... ๒๑๔

๔๖. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้าจากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง และ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๖ ..... ๒๑๕

๔๗. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้าจากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง และ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๖ ..... ๒๒๒

๔๘. ค่าผิดพลาดความยาวคลื่น จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๖ ..... ๒๓๑

๔๙. ค่าผิดพลาดความยาวคลื่นจากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ที่ N = ๖ ..... ๒๓๕

๕๐. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๖ ..... ๒๔๐

๕๑. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ที่ N = ๖ ..... ๒๔๔

๕๒. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้า จากการใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง และ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๓ แบบชดเชยโดยการลดขนาดของตัวนำใน ๒๕๑

๕๓. ค่าผิดพลาดของสนามไฟฟ้าจากการใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง และ ก. ใช้ตัวภาระแบบวงจรเปิด

ตารางที่ หน้า

ข. ใช้ตัวภาระแบบวงจรปิด ที่ N = ๓ แบบขดเชย
โดยการลดขนาดของตัวนำใน ๒๕๘

๕๔. ผลการทดสอบ VSWR และ Zo จากการใช้หัวต่อแบบ
ลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ที่ N = ๓ แบบขดเชย
โดยการลดขนาดของตัวนำใน ๒๖๖

๕๕. ผลการทดสอบ VSWR, Zo และ Error เฉลี่ย
เป็น % ที่ N = ๒, ๓, ๔, ๖ และ ๓ แบบขดเชย
โดยการลดขนาดของตัวนำใน ๒๗๑

๕๖. ผลการทดสอบหัวต่อโดยใช้หลักการของ Node Shift ๒๗๖

๕๗. ผลการทดสอบ VSWR จากการเปลี่ยนแปลงความถี่
ของโพรบและความถี่ (f) ๒๗๘

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
๑.	แบบแผนของคลื่นที่เป็นแบบ ที.อี.เอ็ม	๙
๒.	ขนาดและลักษณะของตัวนำนอก ท่อนที่ ๑ ชิ้นส่วนที่ ๑๑ และท่อนที่ ๓ ชิ้นส่วนที่ ๑๓	๒๙
๓.	ขนาดและลักษณะของตัวนำนอกท่อนที่ ๒ ชิ้นส่วนที่ ๑๒ และคร่าวยึดฐานตั้งชิ้นส่วนที่ ๓๐ ถึง ๓๘	๓๐
๔.	ขนาดและลักษณะของตัวนำในท่อนที่ ๑, ๒, ๓ ชิ้นส่วนที่ ๔๑, ๔๒ และ ๔๓ ตามลำดับ.....	๓๑
๕.	ลักษณะการต่อของตัวนำในกับหัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง	๓๒
๖.	ขนาดและลักษณะของ Supportor	๓๓
๗.	ขนาดและลักษณะของหัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสองทางด้านสัญญาณออก ชิ้นส่วนที่ ๓๔	๓๔
๘.	ขนาดและลักษณะของหัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสองทางด้านสัญญาณเข้า ชิ้นส่วนที่ ๔๐	๓๕
๙.	ลักษณะและชิ้นส่วนประกอบของหัวต่อแบบต่อโดยตรง	๓๖
๑๐.	ขนาดและลักษณะของฐานตั้ง ชิ้นส่วนที่ ๑, ๒, ๕, ๘ และ ๙	๓๗
๑๑.	ขนาดและลักษณะของฐานตั้ง ตรงที่ยึดรอยต่อระหว่างช่วงตัวนำนอก ชิ้นส่วนที่ ๓, ๔, ๖ และ ๗	๓๘
๑๒.	ขนาดและลักษณะของแผ่นรองเลื่อน ชิ้นส่วนที่ ๑๕ ถึง ๒๐	๓๙

รูปที่ หน้า

๑๓. ขนาดและลักษณะของแผ่นบังคับกันส่ายด้านข้าง ชิ้นส่วนที่ ๒๑ ถึง ๒๖ และแผ่นบังคับด้านบน ชิ้นส่วนที่ ๒๗ ถึง ๓๒..... ๔๐

๑๔. ขนาดและลักษณะของปุ่มปรับความลึกของโพรบ, ฐานของดีเทคเตอร์โพรบและโพรบ ชิ้นส่วนที่ ๔๕, ๔๖ และ ๔๘ ตามลำดับ..... ๔๑

๑๕. ขนาดและลักษณะของแผ่นเลื่อนชิ้นส่วนที่ ๔๔ และตัวนำนอกของดีเทคเตอร์โพรบ ชิ้นส่วนที่ ๔๗..... ๔๒

๑๖. ส่วนประกอบของชุดดีเทคเตอร์โพรบ ชิ้นส่วนที่ ๔๙, ๕๐ และ ๕๑ คือหัวต่อของโคแอคเชียล เข็มชี้บอกระยะและที่บังคับความลึกของโพรบ..... ๔๓

๑๗. ส่วนประกอบของโคแอคเชียลสลอตเคดไลน์ ๔๔

๑๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 4, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๔๔

๑๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 4, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๔๐

๒๐. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 4, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๔๒

๒๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 4, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๔๓

๒๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 4, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๔๔

รูปที่ หน้า

๒๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 4, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๔๖
๒๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 5, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๕๘
๒๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 5, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๕๘
๒๖. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 5, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๖๐
๒๗. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 5, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๖๒
๒๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 5, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๖๔
๒๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 5, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๖๕
๓๐. Normalized Standinge Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 6, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๖๗
๓๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 6, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๖๘
๓๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 6, Taper Connectors และ O.C Termination ๗๐
๓๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 6, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๗๑

รูปที่ หน้า

๓๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 6, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๔๓
๓๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 6, Taper Connector และ S.C Termination..... ๔๔
๓๖. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 4, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๔๗
๓๗. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 4, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๔๘
๓๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 4, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๕๐
๓๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 4, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๕๑
๔๐. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 4, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๕๓
๔๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 4, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๕๔
๔๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 5, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๕๖
๔๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 5, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๕๗
๔๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 5, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๕๘

รูปที่ หน้า

๔๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz Probe Depth 5, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๔๐

๔๖. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 5, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๔๓

๔๗. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 5, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๔๓

๔๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 6, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๔๕

๔๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Probe Depth 6, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๔๖

๕๐. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 6, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๔๘

๕๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Probe Depth 6, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๔๙

๕๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 6, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๕๐๑

๕๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Probe Depth 6, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๕๐๓

๕๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 50 MHz, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๕๑๓

๕๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution N = 2, f = 50 MHz, Taper Connectors, และ S.C Termination..... ๕๑๔

รูปที่ หน้า

๔b. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 100 MHz, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๑๑๔

๔๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 100 MHz, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๑๑๕

๔๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 150 MHz, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๑๑b

๔๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 150 MHz, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๑๑๗

bo. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 50 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๑๑๘

b๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 50 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๑๒๐

b๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 100 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๑๒๑

b๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 100 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๑๒๒

b๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 150 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๑๒๓

b๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 2, f = 150 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๑๒๔

รูปที่ หน้า

๖๖. ผลการทดสอบความยาวคลื่นที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๒๘

๖๗. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๒๙

๖๘. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๓๐

๖๙. ผลการทดสอบความยาวคลื่น ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๓๒

๗๐. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่น ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๓๓

๗๑. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๓๔

๗๒. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๓๗

๗๓. ผลการทดสอบคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๓๘

๗๔. ค่าผิดพลาดของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๓๙

๗๕. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๔๑

รูปที่ หน้า

๔๖. ผลการทดสอบค่าแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๔๒

๔๗. ค่าผิดพลาดของค่าแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๒ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๔๓

๔๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Taper Connectors O.C Termination..... ๑๔๗

๔๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Taper Connectors S.C Termination..... ๑๔๘

๕๐. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Taper Connectors O.C Termination..... ๑๔๙

๕๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Taper Connectors S.C Termination..... ๑๕๐

๕๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Taper Connectors O.C Termination..... ๑๕๑

๕๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Taper Connectors S.C Termination..... ๑๕๒

๕๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Direct Connectors O.C Termination..... ๑๕๔

๕๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 50 MHz, Direct Connectors S.C Termination..... ๑๕๕

๕๖. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Direct Connectors O.C Termination..... ๑๕๖

รูปที่ หน้า

๔๗. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 100 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๑๕๗

๔๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Direct Connectors และ .C Termination..... ๑๕๘

๔๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3, f = 150 MHz, Direct Connectors และ .C Termination..... ๑๕๙

๕๐. ผลการทดสอบความยาวคลื่น ที่ N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๖๒

๕๑. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่น ที่ N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๖๓

๕๒. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ N = ๓ และใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๖๔

๕๓. ผลการทดสอบความยาวคลื่น ที่ N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๖๖

๕๔. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่น ที่ N = ๓ และใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๖๗

๕๕. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๖๘

๕๖. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๗๑

รูปที่ หน้า

๔๗. ผลการทดสอบคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๓
โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๓๒

๔๘. ค่าผิดพลาดของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๓
โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๓๓

๔๙. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N = ๓
โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๓๕

๑๐๐. ผลการทดสอบคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๓
โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๓๖

๑๐๑. ค่าผิดพลาดของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์
ที่ N = ๓ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๑๓๗

๑๐๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution ๑๘๑
for N = 4, f = 50 MHz, Taper Connectors และ
O.C Termination.....

๑๐๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution
for N = 4, f = 50 MHz, Taper Connectors และ
S.C Termination..... ๑๘๒

๑๐๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution
for N = 4, f = 100 MHz, Taper Connectors และ
O.C Termination..... ๑๘๓

๑๐๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution
for N = 4, f = 100 MHz, Taper Connectors และ
S.C Termination..... ๑๘๔

๑๐๖. Normalized Standing Wave Voltage Distribution
for N = 4, f = 150 MHz, Taper Connectors และ
O.C Termination..... ๑๘๕

รูปที่ หน้า

๑๐๗. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 4, f = 150 MHz, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๑๘๖

๑๐๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 4, f = 50 MHz, Direct Connectors และ Termination..... ๑๘๘

๑๐๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 4, f = 50 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๑๘๙

๑๑๐. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 4, f = 100 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๑๙๐

๑๑๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 4, f = 100 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๑๙๑

๑๑๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 4, f = 150 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๑๙๒

๑๑๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 4, f = 150 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๑๙๓

๑๑๔. ผลการทดสอบความยาวคลื่น ที่ N = ๔ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๙๗

๑๑๕. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่น ที่ N = ๔ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๙๘

๑๑๖. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ N = ๔ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๑๙๙

๑๑๗. ผลการทดสอบความยาวคลื่น ที่ N = ๔ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๐๑

รูปที่ หน้า

๑๑๘. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่น ที่ N = ๔
โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๐๒

๑๑๙. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซนต์
ที่ N = ๔ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๐๓

๑๒๐. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N = ๔
โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๐๖

๑๒๑. ผลการทดสอบคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๔
โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๐๗

๑๒๒. ค่าผิดพลาดของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๔
โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๐๘

๑๒๓. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N = ๔
โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๑๐

๑๒๔. ผลการทดสอบคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๔
โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๑๑

๑๒๕. ค่าผิดพลาดของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๔
โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๑๒

๑๒๖. Normalized Standing Wave Voltage Distribution
for N = 6, f = 50 MHz, Taper Connectors และ
O.C Termination..... ๒๑๖

๑๒๗. Normalized Standing Wave Voltage Distribution
for N = 6, f = 50 MHz, Taper Connectors และ
S.C Termination..... ๒๑๗

๑๒๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution
for N = 6, f = 100 MHz, Taper Connectors และ
O.C Termination..... ๒๑๘

๑๒๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution
for N = 5, f = 100 MHz, Taper Connectors และ

รูปที่ หน้า

S.C Termination..... ๒๑๔

๑๓๐. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 6, f = 150 MHz, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๒๒๐

๑๓๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 6, f = 150 MHz, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๒๒๑

๑๓๒. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 6, f = 50 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๒๒๓

๑๓๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 6, f = 50 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๒๒๔

๑๓๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 6, f = 100 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๒๒๕

๑๓๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 6, f = 100 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๒๒๖

๑๓๖. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 6, f = 150 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๒๒๗

๑๓๗. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 6, f = 150 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๒๒๘

๑๓๘. ผลการทดสอบความยาวคลื่น ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๓๒

๑๓๙. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่น ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๓๓

รูปที่ หน้า

๑๔๐. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๓๔

๑๔๑. ผลการทดสอบความยาวคลื่น ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง ๒๓๖

๑๔๒. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่น ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๓๗

๑๔๓. ค่าผิดพลาดของความยาวคลื่นเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๓๘

๑๔๔. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N= ๓ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๔๑

๑๔๕. ผลการทดสอบของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๔๒

๑๔๖. ค่าผิดพลาดของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง..... ๒๔๓

๑๔๗. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๔๕

๑๔๘. ผลการทดสอบคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๔๖

๑๔๙. ค่าผิดพลาดของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๖ โดยใช้หัวต่อแบบต่อโดยตรง..... ๒๔๗

๑๕๐. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f = 50 MHz, Taper และ Connectors และ O.C Termination..... ๒๕๒

๑๕๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f = 50 MHz, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๒๕๓

รูปที่ หน้า

๔๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f = 100 MHz, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๓๔๔

๔๓. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f = 100 MHz, Taper Connectors และ S.C Termination..... ๓๔๕

๔๔. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f = 150 MHz, Taper Connectors และ O.C Termination..... ๓๔๖

๔๕. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f =150 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๓๔๗

๔๖. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, F = 50 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๓๔๘

๔๗. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f = 50 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๓๕๐

๔๘. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f = 100 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๓๕๑

๔๙. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, f = 100 MHz, Direct Connectors และ S.C Termination..... ๓๕๓

๕๐. Normalized Standing Wave Voltage Distribution for N = 3 Compensated, F = 150 MHz, Direct Connectors และ O.C Termination..... ๓๕๓

๕๑. Normalized Standing Wave Voltage Distribution N = 3 Compensated, f = 150 MHz, Direct Connectors S.C Termination..... ๓๕๔

รูปที่ หน้า

๑๖๒. ผลการทดสอบ Voltage Standing Wave Ratio ที่ N = ๓ แบบขดเขย โดยการลดขนาดของตัวนำในและใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ๒๖๗

๑๖๓. ผลการทดสอบคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๓ แบบขดเขย โดยการลดขนาดของตัวนำในและใช้หัวต่อแบบขนาดของตัวนำทั้งสอง ๒๖๘

๑๖๔. ค่าผิดพลาดของคาแรคเตอริสติคอิมพีแดนซ์ ที่ N = ๓ แบบขดเขยโดยการลดขนาดของตัวนำในและใช้หัวต่อแบบลดขนาดของตัวนำทั้งสอง ๒๖๙

๑๖๕. ผลการทดสอบ VSWR ที่ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๑ ย่านความถี่ ๕๐ - ๑๕๐ เมกกะเฮิร์ต ๒๗๙

๑๖๖. ผลการทดสอบ VSWR ที่ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๒ ย่านความถี่ ๕๐ - ๑๕๐ เมกกะเฮิร์ต..... ๒๘๐

๑๖๗. ผลการทดสอบ VSWR ที่ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๓ ย่านความถี่ ๕๐ - ๑๕๐ เมกกะเฮิร์ต..... ๒๘๑

๑๖๘. ผลการทดสอบ VSWR ที่ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๔ ย่านความถี่ ๕๐ - ๑๕๐ เมกกะเฮิร์ต..... ๒๘๒

๑๖๙. ผลการทดสอบ VSWR ที่ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๕ ย่านความถี่ ๕๐ - ๑๕๐ เมกกะเฮิร์ต ๒๘๓

๑๗๐. ผลการทดสอบ VSWR ที่ความลึกของโพรบตำแหน่งที่ ๖ ย่านความถี่ ๕๐ - ๑๕๐ เมกกะเฮิร์ต ๒๘๔