

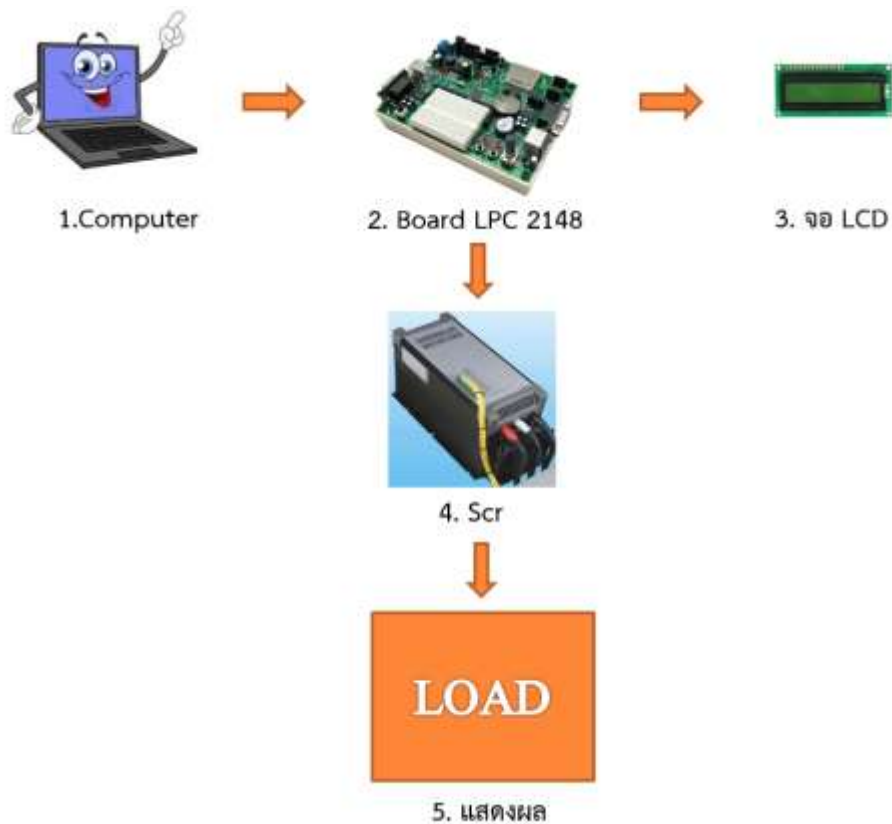
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับแบบปรับค่าได้นี้จะมีส่วนที่สำคัญหลายส่วน ซึ่งสามารถที่จะแบ่งออกโดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.1



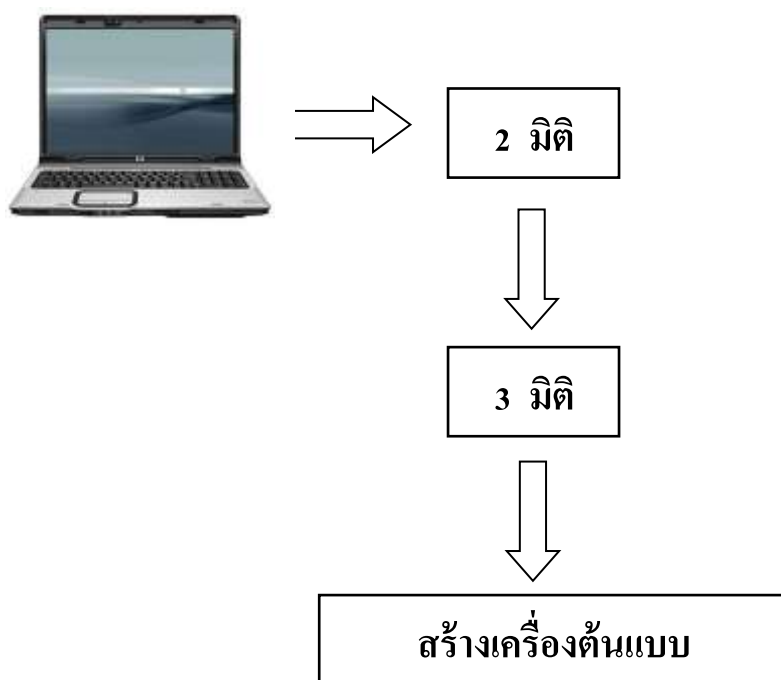
รูปที่ 3.1 แสดงหลักการทำงานของ Board ที่ใช้ควบคุมการจ่ายไฟให้กับเครื่องไมโครเวฟ

อธิบายหลักการทำงานการจ่ายไฟให้กับเครื่องไมโครเวฟ

- 1.) Computer ใช้เขียนโปรแกรมเพื่อเตรียม Upload ข้อมูลลงสู่ Board LPC 2148
- 2.) Board LPC 2148 รับข้อมูลจาก Computer เพื่อนำมาแปลงสัญญาณ A/D ต่อไป
- 3.) จอ LCD มีหน้าที่แสดงผลการทำงานของโปรแกรมที่ Upload ลงใน Board LPC 2148
- 4.) SCR ทำหน้าที่ในการปรับแรงดันของวงจรและยังเป็นสวิตช์ On-Off นั่นก็คือการนำกระแสหรือหยุดกระแสของวงจรนั่นเอง

- 5.) Load หรือ การแสดงผล มีหน้าที่แสดงผลการทำงานของทั้งวงจร โดยผ่านการปรับแรงดันจาก SCR

3.1.2 การออกแบบโครงสร้างเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ

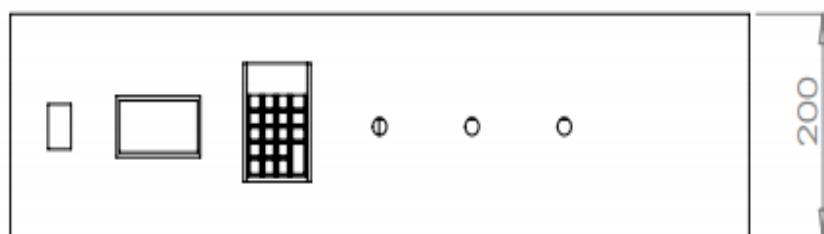


รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ

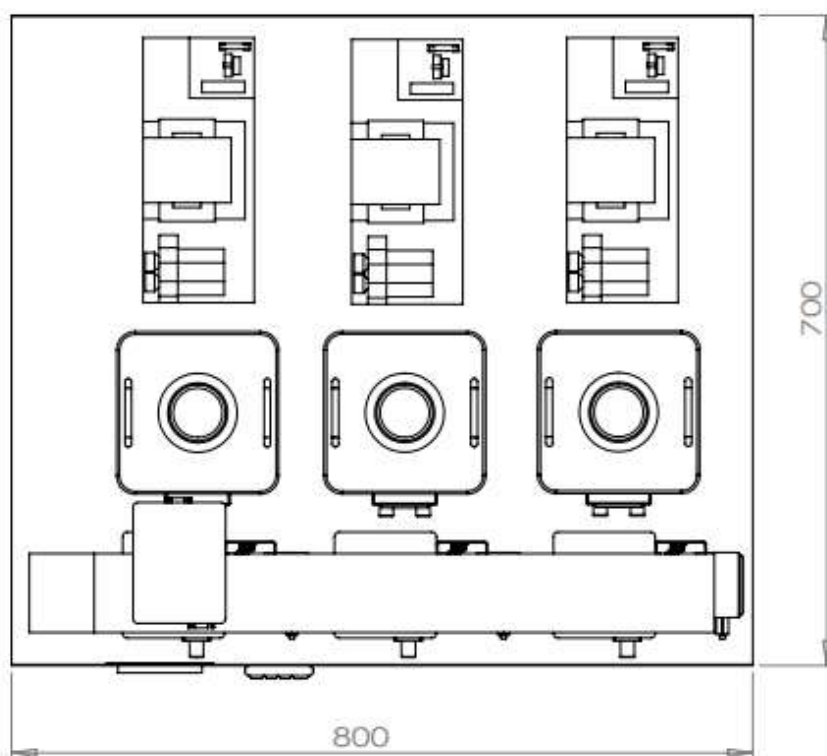
ขั้นตอนการออกแบบ

- 1) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบโครงทั้งภายในและนอกของชุดใส่โครงงาน แบบ 2 มิติ
- 2) ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบโครงทั้งภายในและนอกของชุดใส่โครงงาน แบบ 3 มิติ
- 3) นำแบบที่ได้จากการออกแบบทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปทำการสร้างเครื่องจริง

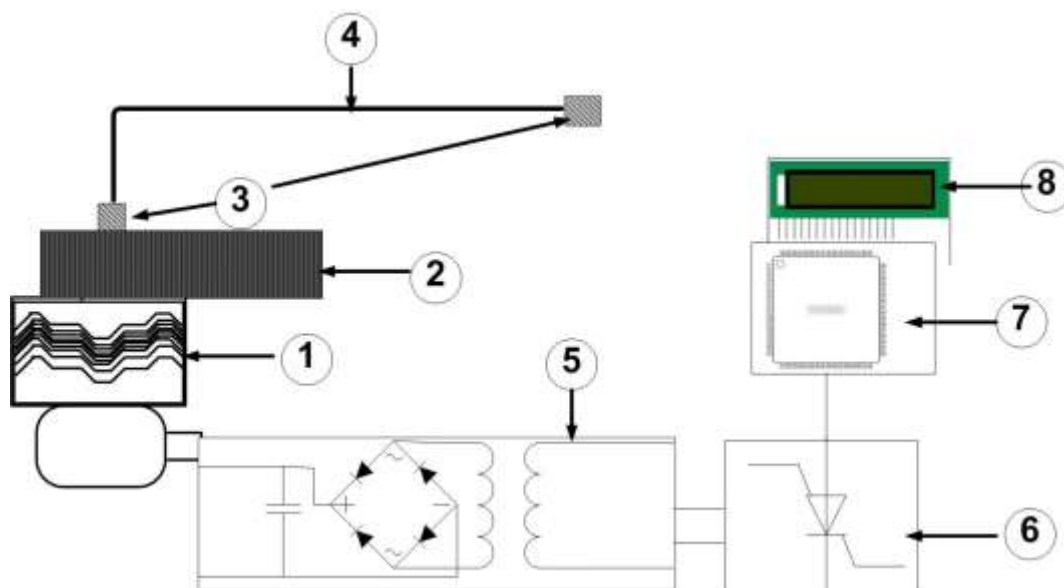
การออกแบบโครงสร้างเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ แบบ 2 มิติ



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างด้านหน้าของเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟโดยมีส่วนของการแสดงผลหน้าจอแสดงผล



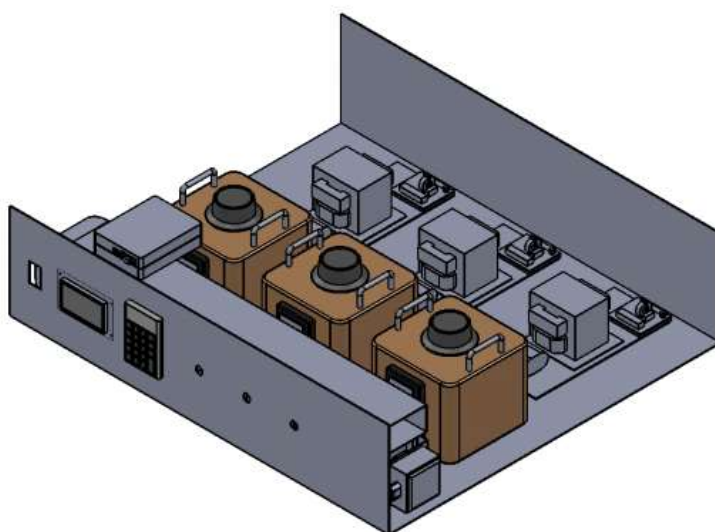
รูปที่ 3.4 โครงสร้างภายในของเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ



รูปที่ 3.5 รายละเอียดโครงสร้างเครื่องกำเนิดไมโครเวฟ

จากรูปเครื่องกำเนิดความถี่ไมโครเวฟประกอบด้วย (1) ชุดสร้างความถี่ไมโครเวฟ ความถี่ 2.45 GHz โดยใช้หลอดแมกนีตรอนเป็นตัวกำเนิดสัญญาณ (2) ชุดแปลงท่อนำคลื่น (Waveguide Adapter) (3) คอนเน็คเตอร์เชื่อมต่อ (4) สายนำสัญญาณความถี่ไมโครเวฟ (5) แหล่งจ่ายไฟให้ชุดกำเนิดไมโครเวฟ (6) ชุดควบคุมกำลังงานชุดกำเนิดไมโครเวฟ (7) ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม (8) ชุดแสดงผล

การออกแบบโครงสร้างเคสใส่ชุดโครงงาน แบบ 3 มิติ



รูปที่ 3.6 โครงสร้างการออกแบบภายในและภายนอกของเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ

คลื่นไมโครเวฟ ความถี่ 2.45 GHz ทางด้านเอาต์พุต(Output) จะมีลักษณะต่อเนื่อง และมีขนาดของสัญญาณสามารถปรับระดับได้ ด้วยชุดการควบคุมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม ผลการทดลอง นำไปเชื่อมต่อกับสายนำสัญญาณความถี่ไมโครเวฟ แล้วนำไปเชื่อมต่อกับสายอากาศไมโครเวฟ แล้วนำไปแช่ในไข่ขาว เพื่อทดสอบการกระจายของคลื่นไมโครเวฟที่กระจาย โดยจะทำปฏิกิริยาในการสร้างความร้อนกับเนื้อเยื่อ และจะทำให้ไข่ขาวสุก และตรวจสอบกำลังงานที่ออกจากชุดกำเนิดด้วยเครื่องมือวัด สามารถวัดระดับพลังงานที่เชื่อมต่อมาจากชุดสร้างความถี่ไมโครเวฟได้

นำแบบที่ได้ไปทำการสร้างจริง



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 3.7 (ก) ด้านหน้าของเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ (ข) ด้านนอกของเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ และ(ค) ภายในของเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ

คลื่นไมโครเวฟ ความถี่ 2.45 GHz ทางด้านเอาต์พุต(Output) จะมีลักษณะต่อเนื่อง และมีขนาดของสัญญาณสามารถปรับระดับได้ ด้วยชุดการควบคุมทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม ผลการทดลอง นำไปเชื่อมต่อกับสายนำสัญญาณความถี่ไมโครเวฟ แล้วนำไปเชื่อมต่อกับสายอากาศไมโครเวฟ แล้วนำไปแช่ในไข่ขาว เพื่อทดสอบการกระจายของคลื่นไมโครเวฟที่กระจาย โดยจะทำปฏิกิริยาในการสร้างความร้อนกับเนื้อเยื่อ และจะทำให้ไข่ขาวสุก และตรวจสอบกำลังงานที่ออกจากชุดกำเนิดด้วยเครื่องมือวัด สามารถวัดระดับพลังงานที่เชื่อมต่อมาจากชุดสร้างความถี่ไมโครเวฟได้

3.2 โครงสร้างของสายอากาศ

สายอากาศที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นสายอากาศโคแอกเซียลที่มีความยาวเท่ากับ 60 มิลลิเมตร เพื่อครอบคลุมในช่วงที่มีขนาดสนามไฟฟ้าสูงสุด $\frac{3\lambda}{4} \approx 5.79$ เซนติเมตร

จากงานวิจัยของดร.ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ ได้ออกแบบสล็อตที่มีความยาว 3 มิลลิเมตร เนื่องจากสายอากาศของ Hamada ที่ได้นำเสนอสายอากาศเจาะสล็อตมีความยาว 1 มิลลิเมตร เมื่อป้อนพลังงานขนาด 50 วัตต์ ไม่เกิดความร้อนขึ้น เพราะขนาดสล็อตมีขนาดเล็กเกินไป และจากงานวิจัยของดร.ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ ได้คำนวณ FEM เปรียบเทียบขนาดของการทำลายมะเร็งของสายอากาศที่มีขนาดสล็อต 1 มิลลิเมตร และ 3 มิลลิเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันน้อยมาก ดังนั้น

ทางผู้วิจัยจึงได้ออกแบบสายอากาศที่มีการเปิดสลีตขนาดเท่ากับ 3 มิลลิเมตร โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของดร.ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ



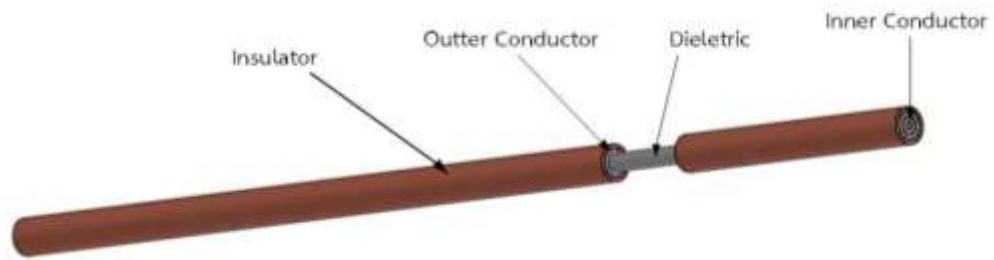
รูปที่ 3.8 โครงสร้างขนาดสายอากาศเปิด 1 สลิต

จากรูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างขนาดของสายอากาศที่จะนำมาใช้ในการจำลองการทำงานด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ และในการทดลอง โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของขนาดของสายอากาศ

พารามิเตอร์	ขนาดของสายอากาศ (มิลลิเมตร)		
	สายอากาศแบบเปิด 1 สลิต	สายอากาศแบบเปิดแบบมีฉนวนหุ้ม	สายอากาศแบบเปิดปลาย
เส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำใน	0.912	0.912	0.912
เส้นผ่านศูนย์กลางตัวนำนอก	3.581	3.581	3.581
เส้นผ่านศูนย์กลางไดอิเล็กตริก	2.985	2.985	2.985
ความยาวของปลายเปิด	-	-	20
ความยาวสลิต	3	3	3
ความหนาของฉนวนหุ้มภายนอก	-	1	-
ความยาวของสายอากาศ	60	60	60
ความยาวจากปลายสายอากาศถึงกึ่งกลางของสลิต	20	20	-

ต่อไปจะแสดงโครงสร้างของสายอากาศ โดยสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางผู้วิจัยวาดโครงสร้างของสายอากาศด้วยโปรแกรม SolidWorks (Version 2013) แล้วส่งออกสายอากาศในรูปแบบ IGES เข้าสู่โปรแกรม COMSOL Multiphysics (Version 3.5) เพื่อใช้ในการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ และจำลองการทำงานด้วยวิธีทางไฟไนต์เอลิเมนต์แบบ 3 มิติ



รูปที่ 3.9 แบบจำลองสายอากาศด้วยคอมพิวเตอร์

3.3 คุณสมบัติของสายอากาศ

สายอากาศที่ได้ทำการออกแบบข้างต้น ได้ทำการออกแบบจากสายอากาศจริง โดยสายอากาศถูกสร้างขึ้นจากสายนำสัญญาณในย่านความถี่ไมโครเวฟ ซึ่งเป็นสายนำสัญญาณโคแอกเซียล ดังแสดงในรูปที่ 3.10



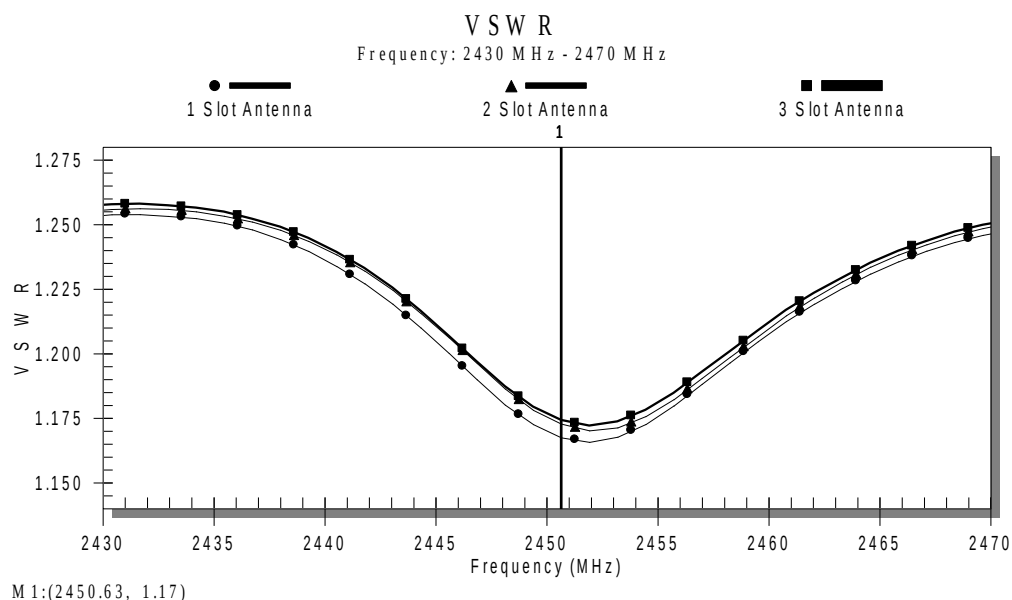
รูปที่ 3.10 สายอากาศ

หลังจากที่สร้างสายอากาศแล้ว นำสายอากาศที่สร้างขึ้นนำไปทดสอบคุณสมบัติด้านการใช้งานในความถี่ไมโครเวฟ 2.45 GHz ด้วยเครื่องวัดคุณสมบัติสายอากาศ ยี่ห้อ Bird Site Analyzer® Model SA-6000EX รูปที่ 3.11

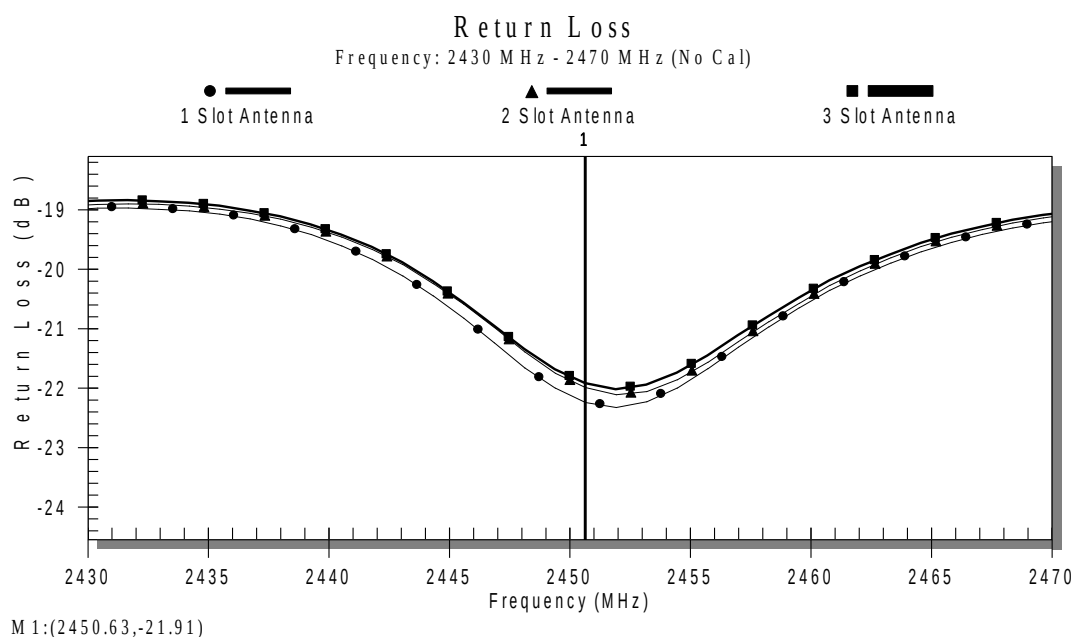


รูปที่ 3.11 เครื่องวัดคุณสมบัติสายอากาศ Bird Site Analyzer® Model SA-6000EX

ในลำดับต่อไปจะแสดงผลที่ได้จากเครื่องมือวัดคุณสมบัติสายอากาศ โดยแสดงผลในย่านความถี่ 2,430-2,470 MHz และเราจะสนใจที่ความถี่ใช้งานที่ 2.45 GHz ของสายอากาศ 3 แบบ โดยจะวัดคุณสมบัติของสายอากาศ คือ VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) และค่า Return Loss แสดงรายละเอียดได้ดังรูปกราฟที่ 3.12 และ รูปกราฟที่ 3.13



รูปที่ 3.12 กราฟแสดงค่า VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) ของสายอากาศ 3 แบบ ในย่านความถี่ 2,430-2,470 MHz



รูปที่ 3.13 กราฟแสดงค่า Return Loss ในหน่วย dB ของสายอากาศ 3 แบบ ในย่านความถี่ 2,430-2,470 MHz

จากรูปที่ 3.12 และ 3.13 แสดงค่าคุณสมบัติของสายอากาศในรูปแบบ VSWR และ Return Loss ของสายอากาศ 3 แบบ ซึ่งจากกราฟเป็นผลจากการวัดคุณสมบัติที่ได้จากเครื่องวัดคุณสมบัติสายอากาศ Bird Site Analyzer® Model SA-6000EX สายอากาศทั้ง 3 แบบ มีค่า VSWR ที่ต่ำมาก และมีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่า VSWR มีค่าประมาณ 1.17 และ Return Loss มีค่าประมาณ -21.91 dB ซึ่งเมื่อพิจารณาจะพบว่าสายอากาศที่ใช้มีค่า VSWR และ Return Loss ที่ต่ำมาก เมื่อนำไปใช้งานจะมีค่าของการส่งผ่านพลังงานได้ดี

3.4 การจัดเตรียมการทดลอง (Experiment Setup)



รูปที่ 3.14 การจัดเตรียมการทดลอง

จากรูปที่ 3.14 แสดงการจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อทำการทดลอง โดยทางผู้วิจัยจะทำการทดลองเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟความถี่ (2.45 GHz) โดยใช้แหล่งจ่ายไฟประเภทต่างๆ เพื่อทำการควบคุมพลังงานของเครื่องกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ และจึงทำการควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้ค่าการควบคุมต่างๆจากการซิมูเลชันในคอมพิวเตอร์มาเป็นค่าในการควบคุมระบบ

การทดลองโดยใช้ไข่ขาว เพื่อดูพื้นที่การทำลายแบบ 3 มิติ และการทดลองกับเนื้อเยื่อตับของหนู โดยใช้สายอากาศที่กล่าวถึงข้างต้น โดยส่งคลื่นไมโครเวฟผ่านไปยังเนื้อเยื่อตับ การทดลองใช้พลังงานขนาด 50 วัตต์ ป้อนให้กับสายอากาศโดยใช้ระยะเวลา 5 วินาที ผลที่ได้จากการทดลองสีของเนื้อเยื่อเปลี่ยนแปลงไป (ซึ่งจะเปลี่ยนสีที่อุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส) ในเอกสารอ้างอิง