

การทดลองตรวจจับมะเร็งเต้านมโดยใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง
EXPERIMENTAL PHANTOM BREAST TUMOR DETECTION
USING ULTRA WIDEBAND RADAR

ธีรวุฒิ นาคนรสิงห์
TEERAWUT NARKNORASING
พิมพ์ชนก ลีลานุกรม
PIMCHANOK LEELANUKROM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

การทดลองตรวจจับมะเร็งเต้านมโดยใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง

EXPERIMENTAL PHANTOM BREAST TUMOR DETECTION USING
ULTRA WIDEBAND RADAR



โดย

ธีรวิภา นาคนรสิงห์

พิมพ์ชนก สีสานุกรม

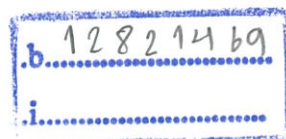
ส.พ.

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศ.ดร. ภัทรพงษ์ ผาสุกกิจ

1008

เลขหมู่.....144671
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี...2.9.1119. 2559



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

EXPERIMENTAL PHANTOM BREAST TUMOR DETECTION
USING ULTRA WIDEBAND RADAR

TEERAWUT NARKNORSING

PIMCHANOK LEELANUKROM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF
BACHERLOR ENGINEERING IN ELECTRONIC ENGINEERING,
BIOMEDICAL ENGINEERING PROGRAM
SCHOOL OF GRADUATE STUDY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2558

สาขาวิชา วิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง

การทดลองตรวจจับมะเร็งเต้านมโดยใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้าง
ยิ่ง

EXPERIMENTAL PHANTOM BREAST TUMOR DETECTION
USING ULTRA WIDEBAND RADAR

ผู้จัดทำ

นายธีรวุฒิ นาคนรสิงห์

รหัสนักศึกษา 55010589

นางสาวพิมพ์ชนก ลีลานุกรม

รหัสนักศึกษา 55010863

รายงานนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ก๊อ-น.

อาจารย์ที่ปรึกษา

หัวข้อโครงการ	การทดลองตรวจจับมะเร็งเต้านมโดยใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง
นักศึกษา	นายธีรวุฒิ นาคนรสิงห์ รหัสนักศึกษา 55010589 นางสาวพิมพ์ชนก ลีลานุกรม รหัสนักศึกษา 55010863
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์	ผศ. ดร. ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมะเร็งเต้านมนั้นเป็นมะเร็งที่พบมากที่สุดในผู้หญิงไทยและมีอัตราการสูงขึ้นในทุกๆปี โดยทางการแพทย์ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอนของการเกิดมะเร็งชนิดนี้และยังไม่พบวิธีการป้องกันการเกิดได้ ส่งผลให้การตรวจเจอในระยะเริ่มแรกจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อจะได้รับการรักษาที่เหมาะสมอย่างทันท่วงทีและเพิ่มอัตราการรอดชีวิตให้สูงขึ้น

ในรายงานฉบับนี้ ได้นำเสนอทางเลือกใหม่เพิ่มเติมเพื่อใช้ในการตรวจจับมะเร็งเต้านม โดยใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้าง(Ultra-Wideband) โดยทำการออกแบบ antenna เพื่อใช้ในส่งสัญญาณคลื่นที่ใช้ในการตรวจจับหาสิ่งแปลกปลอมในเต้านม ซึ่งรูปแบบของ antenna เป็นแบบ Vivaldi และสัญญาณจะมีความถี่อยู่ที่ 3GHz โดยความกว้างแบนด์วิธของ S11 มีค่าประมาณ 500MHz ในช่วง 3GHz และมีค่าต่ำกว่า -10dB ซึ่งจะให้สัญญาณที่ดีออกมา ส่วนphantom ของเต้านมนั้นเราได้ออกแบบโดยแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบ homogeneous และแบบheterogeneous ซึ่งจะมีค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าเสมือนกับเต้านมของคน

Thesis Title	EXPERIMENTAL PHANTOM BREAST TUMOR DETECTION USING ULTRA WIDEBAND RADAR	
Student	Mr. Teerawut Narknorasing	55010589
	Ms. Pimchanok Leelanukrom	55010863
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Biomedical Engineering	
Year	2558	
Thesis Advisor	Asst. Prof.Dr. Pattarapong Phasukkit	

Abstract

In these present day, breast cancer has been a number one cancer type that had been found in Thai women. The cause of breast cancer still not has been found including prevention. Breast cancer can be cure in early stage, this lead to an importance in early detection for suitable treatment and increase survival rates.

This paper introduce an alternative way for breast cancer detection, by using Ultra-Wideband radar for detecting. We design an antenna which will be Vivaldi antenna with frequency at 3GHz. S11 parameter bandwidth should be approximately about 500MHz at 3GHz and below -10dB. With this result the signal will be in Ultra-Wideband range. For breast phantom, we create a homogeneous and heterogeneous breast phantoms, with dielectric properties mimicking the human breast, using for breast cancer detection experiments. The experiments are conducted in time-domain with pulse generator.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากบุคคล
หลายๆท่านต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษา และ
ให้กำลังใจมาตลอดจนทุกวันนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ภัทรพงษ์ ผาสุขกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความ
อนุเคราะห์ต่างๆ เป็นอย่างดี และอ้อเพื่อเครื่องมือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ ผู้เป็นอาจารย์ประธานหลักสูตรวิศวกรรมชีว
การแพทย์ ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ เกี่ยวกับงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ นายศุภฤกษ์ จิตตะมละกุล นางสาวสุภาพร ชุ่มเพ็ญ และนายอริยะ อารีชม
ผู้ซึ่งให้ความช่วยเหลือต่างๆ คำแนะนำ แนวคิด แก้ปัญหา เกี่ยวกับงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ เพื่อนนักศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมชีวการแพทย์ทุกคนที่ช่วยเหลือให้
คำแนะนำต่างๆ และกำลังใจ จนสำเร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธีรวุฒิ นาคนรสิงห์

พิมพ์ชนก ลีลานุกรม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูปภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3สมมุติฐานขิงงานวิจัย	2
1.4ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.5ขั้นตอนการศึกษาวิจัย	2
1.6โครงสร้างวิทยานิพนธ์	3
บทที่2หลักการและทฤษฎี.....	4
2.1งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.2มะเร็งเต้านม (Breast Cancer).....	4
2.2.1ปัจจัยการเกิดโรค	5
2.2.2ลักษณะอาการของโรค	5
2.2.3ระยะของมะเร็ง.....	6
2.2.4โอกาสการหายในแต่ละระยะ	8
2.3เทคโนโลยีแถบกว้างยิ่ง (Ultra-wideband; UWB).....	9
2.3.1ประวัติความเป็นมาเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่ง	9
2.3.2หลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่ง	9
2.4เสาอากาศ (Antenna).....	12

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5 เทคโนโลยีการพิมพ์แบบสามมิติ (3D printing).....	13
2.6 วัสดุไดอิเล็กตริก (Dielectric Material)	18
บทที่ 3ระเบียบวิธีวิจัย.....	19
3.1ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	19
3.2โปรแกรม CST STUDIO SUITE	23
3.3โปรแกรม ARTCAM	41
3.4โปรแกรม March 3 CNC Controller	45
3.5Phantoms	46
3.6.แผนการดำเนินงาน.....	50
3.6.1แผนการดำเนินงานตอนที่1.....	50
3.6.2แผนการดำเนินงานตอนที่2.....	51
บทที่ 4 ผลการทดลอง	52
4.1Homogeneous Phantom	52
4.2Heterogeneous Phantom	61
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	70
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก ก.	72

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.2.1 โครงสร้างหลักของเต้านม.....	4
รูปที่ 2.2.2 ลักษณะของผู้ป่วยมะเร็งเต้านม.....	6
รูปที่ 2.7.1 ลักษณะของสัญญาณเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งในทางเวลาและความถี่.....	10
รูปที่ 2.7.2 เปรียบเทียบสเปกตรัมระหว่างแถบกว้างยิ่งและแถบความถี่อื่นๆ.....	10
รูปที่ 2.7.3 การส่ง-รับสัญญาณเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งแบบพัลส์.....	11
รูปที่ 2.26 ไฟล์ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3มิติ กับผลลัพธ์ที่ได้.....	13
รูปที่ 2.27 เครื่องพิมพ์ระบบฉีดเส้นพลาสติก.....	14
รูปที่ 2.28 เครื่องพิมพ์ระบบลาดเรซินแบบ SLA.....	15
รูปที่ 2.29 เครื่องพิมพ์ระบบผงยิปซัมและสี Ink Jet.....	15
รูปที่ 2.30 เครื่องพิมพ์ระบบหลอมผงพลาสติก.....	16
รูปที่ 3.1.1 flow chart ของขั้นตอนการทดลอง.....	22
รูปที่ 3.2.1 หน้าต่างการสร้าง Template ในส่วนของ Antenna.....	23
รูปที่ 3.2.2 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Planar.....	23
รูปที่ 3.2.3 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Solvers.....	24
รูปที่ 3.2.4 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ ในส่วนของ Units.....	24
รูปที่ 3.2.5 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Settings.....	25
รูปที่ 3.2.6 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Summary.....	25
รูปที่ 3.2.7 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม.....	26
รูปที่ 3.2.8 หน้าต่างแสดงค่าต่างๆที่ใช้ในการสร้างลูกบาศก์.....	26
รูปที่ 3.2.9 หน้าต่างเลือก Material.....	27
รูปที่ 3.2.10 แสดงภาพเมื่อทำการสร้างรูปลูกบาศก์เสร็จ.....	27
รูปที่ 3.2.11 แสดงการทำงานของโปรแกรมโดยมีการเลือกไปที่ Eclipse cylinder.....	28
รูปที่ 3.2.12 แสดงภาพหลังจากทำการ Add กันของวงรีเรียบร้อยแล้ว.....	28
รูปที่ 3.2.13 แสดงรูปผลจากการ Intersection.....	29
รูปที่ 3.2.14 แสดงรูปทรงกลมที่สร้างขึ้น.....	29

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่3.2.15 แสดง Boolean-Subtract.....	30
รูปที่ 3.2.16 แสดงภาพหลังจากการ Subtract ระหว่างตัว รวมแรกกับวงกลม.....	30
รูปที่3.2.17 แสดง Material ที่ใช้ในการทำชั้น epoxy.....	31
รูปที่3.2.18 แสดงชั้น epoxy ที่เราได้ทำการสร้างมาแล้ว.....	31
รูปที่3.2.19 แสดงภาพหลังทำการสร้างลูกบาศก์.....	32
รูปที่3.2.20 แสดงภาพหลังจากสร้างทรงกลม.....	32
รูปที่3.2.21 แสดงภาพหลังจากทำการ Add เรียบร้อย.....	33
รูปที่3.2.22 แสดงค่าต่างๆที่เราต้องการสร้างรูปลูกบาศก์ที่เราต้องการ.....	33
รูปที่3.2.23 แสดงภาพหลังจากสร้างลูกบาศก์ที่จะใช้ตัดในส่วนที่ไม่ต้องการ.....	34
รูปที่3.2.24 แสดงภาพการเลื่อน strip ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ.....	34
รูปที่3.2.25 แสดงภาพหลังจากการเลื่อนตำแหน่ง strip.....	35
รูปที่3.2.26 แสดงการเลือกหน้าในการใส่พอร์ต.....	35
รูปที่3.2.27 แสดงการสร้าง Waveguide Port.....	36
รูปที่3.2.28 แสดงการตั้งค่า Waveguide Port.....	36
รูปที่3.2.29 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่มีการเลือก Setup Solver.....	37
เพื่อทำการ simulation	
รูปที่3.2.30 หน้าต่างกำหนดค่าต่างๆก่อนเริ่ม simulation.....	37
รูปที่3.2.31 แสดงผลลัพธ์ของค่า S-parameter.....	38
รูปที่3.2.32 แสดงรูปที่ Farfield.....	38
รูปที่3.2.33 แสดงรูปที่ Farfield.....	39
รูปที่3.2.34 แสดงรูป Farfield ที่ Phi รูปแบบ2D.....	39
รูปที่3.2.35 แสดงรูป Farfield ที่ Phi รูปแบบ3D.....	40
รูปที่3.2.36 แสดงรูป Farfield ที่ Theta รูปแบบ2D.....	40

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.2.37 แสดงรูป Farfield ที่ Theta รูปแบบ 3D	41
รูปที่ 3.3.1 แสดงการตั้งค่าจำนวนสี	41
รูปที่ 3.3.2 แสดงการสร้างเวกเตอร์บนรูป	42
รูปที่ 3.3.3 แสดงหน้าต่าง Toolpaths	42
รูปที่ 3.3.4 แสดงการตั้งค่าต่างๆ	43
รูปที่ 3.3.5 ผลการสร้าง path	43
รูปที่ 3.3.6 แสดงการตั้งค่าเพื่อทำการซิมูเลต	44
รูปที่ 3.3.7 ผลการจำลอง	44
รูปที่ 3.4.1 แสดงการเลือกคำสั่ง Edit G code เพื่อปรับเปลี่ยนชุดคำสั่ง	45
การทำงานของหัวสว่าน	
รูปที่ 3.4.2 แสดงชุดคำสั่งการทำงานของหัวสว่าน	45
รูปที่ 3.5.1 แสดงโมเดลของเต้านม	46
รูปที่ 3.5.1 แสดงรูปแพนท่อมชั้นผิวหนัง	47
รูปที่ 3.5.2 แสดงรูปการทำแพนท่อมชั้นไขมัน	48
รูปที่ 3.5.3 แสดงรูปการทำแพนท่อมชั้นเนื้อเยื่อต่อม	49
รูปที่ 4.1.1 แสดงกราฟ Cross correlation	52
รูปที่ 4.1.2 แสดงกราฟ Cross correlation	53
รูปที่ 4.1.3 แสดงกราฟ Cross correlation	53
รูปที่ 4.1.4 แสดงกราฟ Cross correlation	54
รูปที่ 4.1.5 แสดงกราฟ Cross correlation	54

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.1.6 แสดงกราฟ Cross correlation.....	55
รูปที่ 4.1.7 แสดงกราฟ Cross correlation.....	55
รูปที่ 4.1.8 แสดงกราฟ Cross correlation.....	56
รูปที่ 4.1.9 แสดงกราฟ Cross correlation.....	56
รูปที่ 4.1.10 แสดงกราฟ Cross correlation.....	57
รูปที่ 4.1.11 แสดงกราฟ Cross correlation.....	57
รูปที่ 4.1.12 แสดงกราฟ Cross correlation.....	58
รูปที่ 4.1.13 แสดงกราฟ Cross correlation.....	58
รูปที่ 4.1.14 แสดงกราฟ Cross correlation.....	59
รูปที่ 4.1.15 แสดงกราฟ Cross correlation.....	59
รูปที่ 4.2.1 แสดงกราฟ Cross correlation.....	61
รูปที่ 4.2.2 แสดงกราฟ Cross correlation.....	61
รูปที่ 4.2.3 แสดงกราฟ Cross correlation	62
รูปที่ 4.2.4 แสดงกราฟ Cross correlation.....	62
รูปที่ 4.2.5 แสดงกราฟ Cross correlation.....	63
รูปที่ 4.2.6 แสดงกราฟ Cross correlation.....	63
รูปที่ 4.2.7 แสดงกราฟ Cross correlation.....	64
รูปที่ 4.2.8 แสดงกราฟ Cross correlation.....	64
รูปที่ 4.2.9 แสดงกราฟ Cross correlation.....	65
รูปที่ 4.2.10 แสดงกราฟ Cross correlation.....	65
รูปที่ 4.2.11 แสดงกราฟ Cross correlation.....	66

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.2.12 แสดงกราฟ Cross correlation.....	66
รูปที่ 4.2.13 แสดงกราฟ Cross correlation.....	67
รูปที่ 4.2.14 แสดงกราฟ Cross correlation.....	67
รูปที่ 4.2.15 แสดงกราฟ Cross correlation.....	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มะเร็งเต้านมเป็นมะเร็งที่พบบ่อยที่สุดในผู้หญิงไทยในปัจจุบัน มากกว่ามะเร็งปากมดลูกและมีอัตราการสูงขึ้นทุกปี โดยทางการแพทย์ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอนของการเกิดมะเร็งชนิดนี้ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น ปัจจัยทางพันธุกรรม ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม การรับประทานอาหารประเภทไขมันสูง และฮอร์โมนเพศหญิง รวมทั้งยังไม่พบวิธีการป้องกันการเกิดได้ ส่งผลให้โรคนี้นับเป็นที่น่าวิตกเพราะหากเมื่อเป็นแล้วอาจจะต้องทำการตัดเต้านมทิ้งหรืออาจทำให้เสียชีวิตได้ มะเร็งเต้านมนั้นมีผลการตอบสนองการรักษาดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อวินิจฉัยได้ในระยะเริ่มแรก การตรวจเจอในระยะเริ่มแรกจึงเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง

เพื่อจะได้รับการรักษาที่เหมาะสมอย่างทันที่และเพิ่มอัตราการรอดชีวิตให้สูงขึ้น โดยการตรวจนั้นสามารถทำได้ด้วยการตรวจเต้านมด้วยตนเอง หรือวิธีแพร่หลายอย่างการถ่ายภาพรังสีที่เรียกว่าแมมโมแกรม (Mammogram)

ในการทำแมมโมแกรมผู้ป่วยจะต้องวางเต้านมลงบนเครื่องตรวจ ต่อจากนั้นเครื่องจะกดบีบเต้านมให้แบนราบเท่ามากที่สุดที่จะเป็นไปได้เพื่อให้เนื้อเยื่อบางส่งผลให้อากาศตรวจพบสิ่งผิดปกติสูงขึ้น แต่เนื่องจากต้องมีการกดทับเนื้อส่งผลให้เกิดอาการเจ็บแก่ผู้ป่วยได้ รวมทั้งหากผู้ป่วยมีเต้านมขนาดเล็กจะไม่สามารถตรวจได้หรือไม่ได้ผลดี การทำแมมโมแกรมอาจให้ผลตรวจผิดพลาดได้ประมาณ 20% ทั้งนี้อาจเกิดจากเต้านมมีเนื้อเยื่อหนาแน่นมากจนบดบังก้อนเนื้อ

ปัจจุบันมีการศึกษาหาทางเลือกอื่นเพื่อใช้ในการตรวจหามะเร็งเต้านมที่ให้ผลที่ดีขึ้นดังเช่นการใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง (Ultra-Wideband) ซึ่งถือเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจอย่างมาก โดยวิธีนี้เป็นการเทียบความแตกต่างของคุณสมบัติทางไฟฟ้าของชั้นเนื้อเยื่อต่างๆในเต้านม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการตรวจจับมะเร็งเต้านมที่ให้ผลที่ดีขึ้นดังเช่นการใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง (Ultra-Wideband) โดยได้ทำการสร้างแบบ Antenna ขึ้นเพื่อทำการส่งคลื่นสัญญาณผ่านแพนท่อมที่จำลองเต้านมและมะเร็งเต้านมขึ้น เป็นการจำลองการตรวจจับมะเร็งเต้านมในผู้ป่วย แล้วทำการสร้างภาพโดยใช้โปรแกรม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1. เพื่อศึกษาการประยุกต์ เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง (Ultra-Wideband) สำหรับใช้ในทางการแพทย์
- 1.2.2. เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรม CST STUDIO SUITE ในการออกแบบ
- 1.2.3. ศึกษาและนำเสนอทางเลือกใหม่ในการตรวจมะเร็งเต้านม

1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย

เนื่องจากการทำแมมโมแกรมในปัจจุบันทำงานโดยการบีบเต้านมของผู้ป่วย แล้วทำการฉายแสงเพื่อจะตรวจสอบสิ่งผิดปกติ สร้างความเจ็บปวดแก่ผู้ป่วยและจำเป็นจะต้องมีเนื้อเต้านมที่เพียงพอแก่การบีบซึ่งทำให้ลำบากต่อผู้ป่วย

งานวิจัยนี้ได้จำลองการตรวจจับสิ่งผิดปกติในเต้านมโดยอาศัยทางเลือกอื่นแทนที่การทำแมมโมแกรม ซึ่งในที่นี้คือการใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง (Ultra Wideband) ในการตรวจสอบซึ่งไม่ก่อความเจ็บปวดและยังสามารถใช้กับเต้านมได้หลายขนาดกว่าแมมโมแกรม

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ต้องการจำลองและนำเสนอการใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่งในการตรวจจับมะเร็งเต้านม โดยออกแบบ จำลองการส่งคลื่นเรดาร์ Ultra Wideband และสร้าง Antenna ชนิด Vivaldi ให้เหมาะสมกับขนาดคลื่นของเทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง (Ultra Wideband) แล้วทำการทดลองใช้จริงกับ Ultra Wideband โดยส่งไปทดลองกับแพนท่อมที่เตรียมไว้ ทำให้ Ultra Wideband สามารถตรวจหาสิ่งแปลกปลอมในแพนท่อมได้

1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาการทฤษฎีสรีระวิทยาของเต้านมและมะเร็งเต้านม
- 1.5.2 ศึกษาการทำงานและเทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง (Ultra Wideband)
- 1.5.3 ศึกษาการทำงานโปรแกรม CST STUDIO SUITE
- 1.5.4 ออกแบบรูปร่างและขนาดที่เหมาะสมกับ Ultra Wideband ที่ความถี่ 3 GHz จากเครื่องกำเนิด
- 1.5.5 จำลองและทดสอบการส่ง Ultra Wideband โดยใช้ Antenna ที่ออกแบบผ่านตัวกลางต่างๆภายในโปรแกรม CST STUDIO SUITE เพื่อหาค่าความสูญเสียจากการสะท้อนกลับของเรดาร์
- 1.5.6 ศึกษาการทำงานเครื่อง CNC (Computer Numerical Control)
- 1.5.7 ศึกษาการใช้งานโปรแกรม March 3 CNC Microcontroller

- 1.5.8 ศึกษาโปรแกรม ARTCAM เพื่อทำการแปลงสกุลไฟล์แบบ Antenna สำหรับใช้ในเครื่อง
- 1.5.9 ทำการสร้าง Antenna จากแผ่น PCB ชนิดสองหน้า โดยใช้เครื่อง CNC
- 1.5.10 ทำการเจียร Antenna เพื่อให้ค่าเป็นไปตามที่จำลองในโปรแกรม
- 1.5.11 ทำการทดสอบและหาข้อผิดพลาดของการส่ง Ultra-Wideband โดยใช้ Antenna ที่สร้างขึ้น
- 1.5.12 ศึกษาการส่งรับ Ultra-Wideband ผ่านตัวกลางชนิดต่างๆ
- 1.5.13 ศึกษาค่าความสามารถในการนำไฟฟ้าของเนื้อเยื่อเต้านมชั้นต่างๆ
- 1.5.14 ศึกษาค่าความสามารถในการนำไฟฟ้าของวัสดุที่นำมาใช้แทนเนื้อเยื่อเต้านมชั้นต่างๆ
- 1.5.15 ศึกษาการใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ
- 1.5.16 ศึกษาการต่อวงจรโดยใช้ Arduino UNO เพื่อทำการใช้งานสเต็ปมอเตอร์
- 1.5.17 ศึกษาการใช้งานโปรแกรม SolidWorks
- 1.5.18 ศึกษาการใช้งานเครื่องกำเนิดคลื่น Ultra-Wideband
- 1.5.19 ศึกษาการอ่านข้อมูลในการส่งรับสัญญาณ
- 1.5.20 ศึกษาการสร้างภาพโดยใช้โปรแกรม Matlab

1.6 โครงสร้างวิทยานิพนธ์

โครงสร้างวิทยานิพนธ์จะอธิบายถึงขั้นตอนและรายละเอียดต่างๆในการทดลอง โดยแบ่งออกเป็นทั้งหมด 5 บท ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 อธิบายถึงทฤษฎีและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 อธิบายถึงระเบียบวิธีวิจัย ขั้นตอนการดำเนินงาน และแผนการดำเนินงาน

บทที่ 4 ผลการวิจัย

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย ปัญหาที่พบ และข้อเสนอแนะ

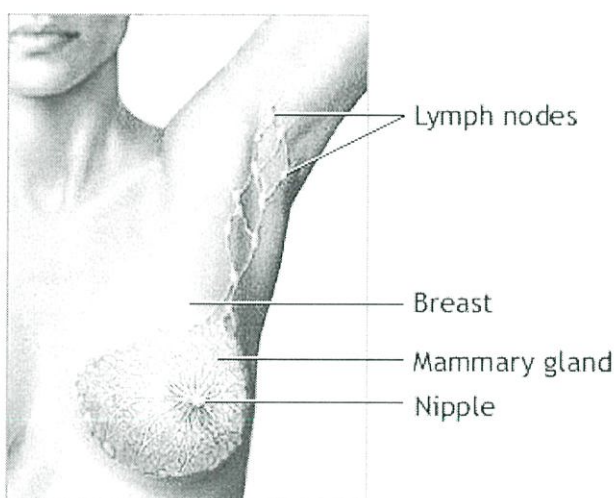
บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง Designing Vivaldi Antenna with Various Sizes using CST Software จัดทำโดย นายนอฮายาติ แฮมซาร์ และนายคามาร์ อาชูรา ออสแมน ได้นำเสนอรูปแบบและขนาดต่างๆของ Vivaldi Antenna ซึ่งจะแสดงกราฟและผลการทดลองที่กราฟ S11 โดย Antenna นี้ครอบคลุมช่วงความถี่ที่ 2 ถึง 18 GHz โดยใช้โปรแกรม CST STUDIO SUITE และสร้างขึ้นด้วย RT/Duroid 5870 ที่มีค่าคงที่สมบัติทางไฟฟ้าที่ 2.33 โดยมีความหนา 0.508 มิลลิเมตร และมีทองแดงหนา 0.035 มิลลิเมตร

2.2 มะเร็งเต้านม (Breast Cancer)



รูปที่ 2.2.1 โครงสร้างหลักของเต้านม

มะเร็งเต้านม เป็นโรคมะเร็งพบบ่อยของหญิงไทยและของผู้หญิงทั่วโลกโดยอยู่ในลำดับ 1 หรือ 2 ของโรคมะเร็งในผู้หญิงทั้งหมด มักเกิดในหญิงอายุ 40 ปีขึ้นไปและพบมากในหญิงที่ไม่มีบุตร หรือมีบุตรน้อยและในผู้ที่มีประวัติญาติพี่น้องเคยเป็นมะเร็งเต้านมหญิงอายุน้อย หรือชายก็อาจเป็นมะเร็งเต้านมได้แต่พบได้น้อย

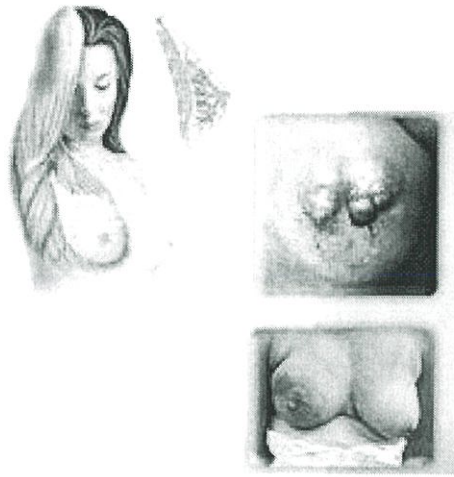
2.2.1 ปัจจัยการเกิดโรค

ในปัจจุบันยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดของการเกิดโรคมะเร็งเต้านม แต่สามารถคาดการณ์ปัจจัยเสี่ยงได้ ได้แก่

- 1) อายุ โดยผู้หญิงที่มีอายุมากจะมีโอกาสเป็นมะเร็งเต้านมมากกว่าผู้หญิงที่มีอายุน้อย
- 2) พันธุกรรม ผู้หญิงที่มีญาติพี่น้องผู้หญิงเป็นมะเร็งเต้านม โดยเฉพาะถ้าเป็นตั้งแต่ในวัยที่ยังอายุน้อยๆ ยังมีรอบเดือนอยู่แล้วเป็นมะเร็งเต้านม ญาติพี่น้องของคนไข้ในกลุ่มนี้ก็มีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นมะเร็งเต้านมค่อนข้างสูง นอกจากนี้บางคนมียีนบางตัวที่ก่อให้เกิดเป็นมะเร็งเต้านม เรียกว่า ยีนบีอาร์ซีเอวัน (BRCA1) ผู้หญิงคนใดมียีนนี้อยู่ในร่างกาย เมื่ออายุถึง 50 ปี มีโอกาสเป็นมะเร็งเต้านมถึงร้อยละ 50 และมีโอกาสเป็นมะเร็งเต้านมสูงถึงร้อยละ 80 เมื่อมีอายุมากกว่า 65 ปี
- 3) ปริมาณรอบเดือน คนที่มีรอบเดือนตั้งแต่อายุต่ำกว่า 12 ปีและหมดรอบเดือนเมื่อมีอายุมาก ๆ เช่น เกิน 50 ปี และในระหว่างนั้นไม่เคยมีการตั้งครรภ์หรือมีบุตรน้อย ก็มีโอกาสเป็นมะเร็งเต้านมมากกว่าคนที่มียุตรมาก และอีกปัจจัยเสี่ยงคือ ถ้ามีบุตรคนแรกเมื่อมีอายุมากกว่า 30 ปี ก็มีโอกาสเป็นมะเร็งเต้านมเท่าๆ กับคนที่ไม่มีบุตร
- 4) อาหาร หากกินอาหารที่มีไขมันจากสัตว์มากๆ จะมีแนวโน้มที่จะเป็นมะเร็งเต้านมมีสูง
- 5) ยา โดยตัวยาที่มีฮอร์โมนเพศหญิงอยู่ก็อาจมีส่วนทำให้มีโอกาสเป็นโรคมะเร็งเต้านมได้มากขึ้น เช่น ยาคุม เป็นต้น
- 6) การผ่าตัดเสริมทรวงอก แต่ปัจจุบันการผ่าตัดค่อนข้างปลอดภัยไม่ทำให้เป็นมะเร็งเต้านมมากขึ้น

2.2.2 ลักษณะอาการของโรค

- 1) คลำเจอก้อนแข็งขึ้นที่เต้านม ส่วนมากจะไม่มีอาการ เจ็บปวด โดยก้อนจะโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เต้านมมีลักษณะผิดไป อาจทำให้เต้านมใหญ่ขึ้น เต้านมแข็ง หดตัวเล็กหรือแบนลงได้ หัวนม อาจจะมีบุ๋มลงเข้าไปจากปกติ หรือทำให้ผิวหนังบริเวณเต้านมมีลักษณะ หยาบ และขรุขระ หรือเมื่อบีบบริเวณหัวนมจะมีน้ำเหลืองหรือเลือดไหลซึมออกมา
- 2) เกิดการแพร่กระจายสู่ต่อมน้ำเหลือง ที่รักแร้ ซึ่งเป็นจุดที่แพร่ได้เร็วและพบบ่อยที่สุด
- 3) ในผู้ป่วยรายที่อาการหนัก เนื้อมะเร็งบางส่วนจะเน่าตาย ทำให้เกิดเป็นแผลขยาย กว้างออกไป และมีกลิ่นเหม็นจัด



รูปที่ 2.2.2 ลักษณะของผู้ป่วยมะเร็งเต้านม

2.2.3 ระยะของมะเร็ง

ระยะของมะเร็งเป็นตัวบ่งบอกการลุกลาม ความรุนแรง ของโรคมะเร็ง การที่แพทย์ทราบระยะของโรคแพทย์จะสามารถวางแผนการรักษาและพยากรณ์โรคได้ และยังสามารถนำไปเทียบเคียงกับผลการวิจัยที่ทำกับคนไข้ในระยะเดียวกัน เพื่อให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับโรคและการรักษาได้ดียิ่งขึ้น โดยมีกำหนดระยะของโรคได้จาก การแบ่งตัวของเซลล์มะเร็ง การเจริญเติบโต ความสามารถเติบโต ลุกลามเข้าไปในอวัยวะใกล้เคียง เป็นต้น

ระยะโรคมะเร็งแบบ TNM เป็นการกำหนดระยะของโรคแบบมาตรฐานสากลทั่วโลก กำหนดขึ้นโดย International Union Against Cancer (UICC) และ The American Joint Committee on Cancer (AJCC) โดยกำหนดจาก T (Tumor) ขนาดก้อน จำนวนก้อน ตำแหน่งที่ก้อนอยู่ N (Lymph nodes) ต่อม้ำเหลืองที่มะเร็งลุกลามไปและ M (Metastasis) การลุกลามแพร่กระจาย

โดยที่ - ขนาดของก้อน (Primary Tumor) (T)

Tx ไม่สามารถประเมินก้อนได้

T0 ไม่มีหลักฐานของก้อน

T1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของก้อน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ซม. โดย T1 สามารถแบ่งย่อยได้เป็น

- T1mic อาศัยกล้องจุลทรรศน์เห็นขนาดก้อนเล็กกว่า 0.1 ซม. หรือเรียกว่ามี

Microinvasion

- T1a ขนาดก้อนใหญ่กว่า 0.1 ซม. แต่เล็กกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซม.

- T1b ขนาดของก้อนใหญ่กว่า 0.5 ซม. แต่เล็กกว่าหรือเท่ากับ 1 ซม.

- T1c ขนาดของก้อนใหญ่กว่า 1 ซม.

T2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของก้อนมากกว่า 2 ซม. แต่ไม่มากกว่า 5 ซม.

T3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของก้อนมากกว่า 5 ซม.

T4 ขนาดของก้อนขยายไปจนถึง ผนังหน้าอก หรือผิวหนัง หรือทำให้เกิดการอักเสบจนเห็นผิวหนังที่มีก้อนอยู่เกิดการอักเสบ บวม แดง โดยสามารถแบ่งย่อยได้เป็น

- T4a ก้อนขยายไปยังผนังทรวงอก
- T4b ก้อนขยายไปยังผิวหนังบริเวณทรวงอก
- T4c ก้อนขยายไปทั้งผนังทรวงอกและผิวหนัง
- T4d มะเร็งที่มีการอักเสบ โดยผิวหนังที่เหนือก้อนมะเร็งมีการอักเสบ บวม แดง ร้อน

และปวดเมื่อเวลาไปสัมผัส

- ต่อม้ำเหลือง (Regional Lymph nodes) (N)

Nx ไม่สามารถประเมินต่อมน้ำเหลืองได้

N0 ไม่พบมะเร็งในต่อมน้ำเหลือง

N1 พบเซลล์มะเร็งเฉพาะที่รักแร้ แต่ไม่พบที่ตำแหน่งอื่นๆ

N2 พบเซลล์มะเร็งที่ต่อมน้ำเหลืองใต้กระดูกซี่โครง หรือถ้าที่รักแร้จะเป็นแบบติดแน่นกับอวัยวะอื่นด้วย แบ่งย่อยได้เป็น

- N2a พบเซลล์มะเร็งที่ต่อมน้ำเหลืองที่รักแร้ที่ติดแน่นกับอวัยวะอื่น
- N2b พบเซลล์มะเร็งที่ต่อมน้ำเหลืองที่อยู่ข้างใต้กระดูกซี่โครง (the internal mammary nodes) ไม่ว่าจะเห็นโดยการสแกนหรือสัมผัสได้โดยแพทย์ผู้ตรวจ โดยไม่มีหลักฐานว่ามีเซลล์มะเร็งที่ต่อมน้ำเหลืองบริเวณรักแร้

N3 พบเซลล์มะเร็งของต่อมน้ำเหลืองที่อยู่เหนือหรือใต้กระดูกไหปลาร้า หรือพบได้ทั้งต่อมน้ำเหลืองที่รักแร้ร่วมกับใต้กระดูกซี่โครง แบ่งย่อยได้เป็น

- N3a พบเซลล์มะเร็งของต่อมน้ำเหลืองที่ใต้กระดูกไหปลาร้า (collarbone)
- N3b พบเซลล์มะเร็งของต่อมน้ำเหลืองทั้งที่รักแร้และใต้กระดูกซี่โครง
- N3c พบเซลล์มะเร็งของต่อมน้ำเหลืองที่เหนือกระดูกไหปลาร้า (collarbone)

- การแพร่กระจายไปอวัยวะอื่น (Distant Metastasis) (M)

Mx ไม่สามารถประเมินการแพร่กระจายได้

M0 ไม่พบการแพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่น

M1 มะเร็งแพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่นๆ นอกเหนือจากเต้านมหรือต่อมน้ำเหลืองที่รักแร้

ตัวอย่างการอ่านระยะมะเร็งด้วยระบบTNM ได้แก่ มะเร็งเต้านมระยะ T3N2M0 หมายถึง มะเร็งก้อนใหญ่ที่มีการลุกลามเข้าต่อมน้ำเหลือง แต่ยังไม่มีการแพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่นของร่างกาย

โรคมะเร็งเต้านมทั้งในผู้หญิงและในผู้ชายแบ่งเป็น 4 ระยะเช่นเดียวกับโรคมะเร็งทั่วไป โดยระยะศูนย์ยังไม่จัดเป็นโรคมะเร็งอย่างแท้จริงเพราะโรคมะเร็งยังไม่มีการรุกราน ซึ่งระยะต่างๆได้แก่

- 1) ระยะที่ 0: ก้อนเนื้อมะเร็งมีขนาดเล็ก ยังไม่มีการรุกรานเนื้อเยื่อ เซลล์มะเร็งอยู่เฉพาะในชั้นนอกของเนื้อเยื่อเต้านมยังไม่แทรกเข้าไปในเนื้อเยื่อปกติ
- 2) ระยะที่ 1: ขนาดของมะเร็งที่ตรวจพบ ตั้งแต่ 3 - 5 เซนติเมตร สามารถเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ หรือตาเปล่า มะเร็ง ระยะนี้จะยังคงอยู่ในอวัยวะที่เกิดมะเร็งเท่านั้น
- 3) ระยะที่ 2: ก้อนเนื้อมะเร็งมีขนาดโตขึ้นและ/หรือลุกลามเข้าต่อมน้ำเหลืองบริเวณใกล้เคียง แต่ยังมีจำนวนน้อยต่อม
- 4) ระยะที่ 3: ก้อนมะเร็งมีขนาดต่าง ๆ กันของก้อนจากเล็กไปใหญ่ ซึ่งอาจจะแตกเป็นแผล จะจับขยับเขยื้อนไม่ได้เนื่องจากก้อนเนื้อยึดติดกับกล้ามเนื้อหน้าอกแล้ว อาจเกิดการลุกลามเข้าต่อมน้ำเหลืองรักแร้ในจำนวนมากขึ้น รวมทั้งลุกลามเข้าต่อมน้ำเหลืองในช่องอก ต่อมน้ำเหลืองเหนือไหปลาร้าด้านเดียวกับโรค
- 5) ระยะที่ 4: โรคมะเร็งกระจายเข้ากระแสโลหิต (เลือด) สู่อวัยวะอื่นๆที่พบบ่อยคือ ปอด กระดูก ตับ สมอง และไขกระดูก ซึ่งเรียกว่า การลุกลามแพร่กระจาย (Metastasis) โดยโรครยะนี้มักไม่หายขาด ทั่วไปผู้ป่วยมักมีชีวิตอยู่ได้ประมาณ 1 - 3 ปีขึ้นกับอวัยวะที่มีโรคมะเร็งกระจาย

โดยเราสามารถทราบระยะของโรคมะเร็งด้วยวิธีการต่อไปนี้ เช่น การตรวจร่างกาย เอกซเรย์แบบต่างๆไม่ว่าจะเป็นเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT), คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI), เพทสแกน (PET scan) การตรวจเลือด หรือตรวจปัสสาวะ ผลตรวจชิ้นเนื้อ ลักษณะของก้อนที่พบจากการผ่าตัด เป็นต้น

2.2.4 โอกาสการหายในแต่ละระยะ

โรคมะเร็งเต้านม นั้นมีโอกาสรักษาหายค่อนข้างสูงโรคหนึ่งเมื่อเป็นโรคในระยะต้นๆ ดังนั้นโอกาสรักษาหายของโรคมะเร็งเต้านมจึงขึ้นอยู่กับระยะโรค การตอบสนองต่อการให้ยาฮอร์โมนเพศ อายุ และสุขภาพของผู้ป่วย โดยอัตราการรอดใน 5 ปีของโรคมะเร็งเต้านมตามระยะต่างๆทั้งในผู้หญิงและในผู้ชายประมาณได้ดังนี้

- 1) ระยะ 0 ประมาณ 95 - 100%
- 2) ระยะ 1 ประมาณ 90 - 100%
- 3) ระยะ 2 ประมาณ 85 - 90%
- 4) ระยะ 3 ประมาณ 65 - 70%
- 5) ระยะ 4 ประมาณ 0 - 20%

2.3 เทคโนโลยีแถบกว้างยิ่ง (Ultra-wideband; UWB)

2.3.1 ประวัติและความเป็นมาเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่ง

ช่วงเวลาเกือบ 30 ปี ที่ทฤษฎีของแถบความถี่กว้างยิ่งได้ถูกนำมาพัฒนาทั้งด้านเทคนิคและอุปกรณ์มากมาย มีการนำแถบความถี่กว้างยิ่งได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานหลากหลายรูปแบบ เช่น การติดต่อสื่อสารในระบบเรดาร์การป้องกันขีปนาวุธของคลื่นมือถือ, ระบบบอกพิกัด และตรวจวัดระดับของเหลว เป็นต้น โดยใช้คุณลักษณะของแถบถี่กว้างยิ่ง

ค.ศ.1901 มาโคินีได้สาธิตการทดลองโดยใช้ Spark gap ในการรับ-ส่งสัญญาณส่งสัญญาณวิทยุอิมพัลส์ (Impulse radio) ข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก ต่อมาในปี

ค.ศ.1962 เกิดการประดิษฐ์เครื่องส่งวิทยุแถบกว้างยิ่งโดยใช้หลักการส่งผ่านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในโดเมนเวลา และถูกนำไปใช้ในการส่งสัญญาณในโครงข่ายไมโครเวฟ

ค.ศ.1963-1966 มีหลักการว่าควรจะมีรูปแบบที่ง่ายและไม่ซับซ้อน โดยใช้คุณลักษณะของการตอบสนองความถี่ เช่น ขนาดของสัญญาณและเฟส โดยสามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลตอบสนองของสัญญาณจากฟังก์ชันในการส่งผ่านสัญญาณของช่องสัญญาณได้ อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์สัญญาณนั้นได้ใช้เครื่อง ออสซิลโลสโคปในการสุ่มค่าของสัญญาณ เพื่อมาทำการวิเคราะห์และพัฒนาโครงข่ายในระบบไมโครเวฟ และรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในการส่งผ่าน โดยการวิเคราะห์และการวัดสัญญาณ

ค.ศ.1968 เทคนิคในการวัดสัญญาณนั้น แรกเริ่มได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับแถบความถี่กว้างทำให้เกิดการพัฒนาสัญญาณที่มีขนาดแคบได้อย่างรวดเร็ว

ค.ศ.1972 ถูกนำไปใช้ในการส่งสัญญาณติดต่อสื่อสารแบบเรดาร์

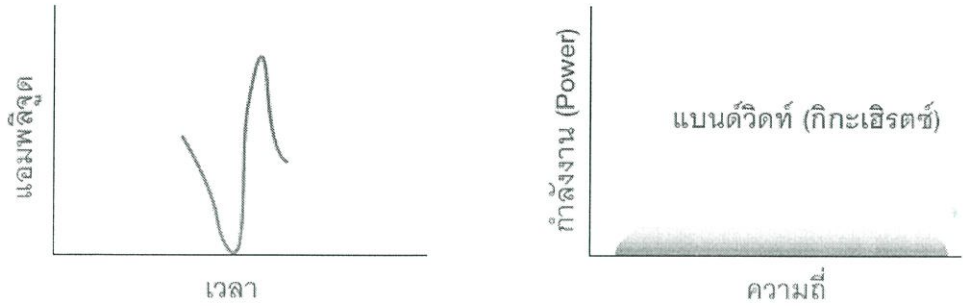
ค.ศ.1973 เครื่องออสซิลโลสโคปที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความถี่ที่สูงขึ้นได้ถูกสร้างขึ้น

ค.ศ.1980 มีการกำหนดให้เทคโนโลยีแถบความถี่กว้างยิ่งนี้ไม่จำเป็นต้องใช้คลื่นพาหะ ในการส่งสัญญาณเหมือนอย่างแถบความถี่กว้างอีกต่อไป และเป็นจุดที่แตกต่างจากการส่งคลื่นวิทยุแบบอื่นที่มีมาก่อนหน้านั้น

ค.ศ.1989 ถูกพัฒนาในประเทศสหรัฐอเมริกา

2.3.2 หลักการพื้นฐานของเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่ง

เทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันกับสัญญาณในอุดมคติที่เรียกว่าสัญญาณอิมพัลส์ (Impulse signal) โดยระบบในการส่งและรับสัญญาณนั้นไม่ใช้คลื่นพาหะ (Carrierless) ในการผสมสัญญาณเหมือนในระบบการสื่อสารแบบแถบความถี่แคบ แต่จะเป็นการส่งสัญญาณที่มีรูปคลื่นของพัลส์ที่มีรูปคลื่นซึ่งไม่ต่อเนื่องในทางเวลาด้วยอัตราการส่งพัลส์ ในระดับจำนวนหลายร้อยล้านพัลส์ต่อหนึ่งวินาที ในการส่งและรับสัญญาณ ซึ่งทำให้ทำให้พลังงานของสัญญาณถูกกระจายอยู่ในช่วงแถบความถี่ที่กว้างมาก จึงเป็นที่มาของชื่อเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่ง (Ultra-wideband)



รูปที่ 2.7.1 ลักษณะของสัญญาณเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งในทางเวลาและความถี่

สามารถส่งสัญญาณผ่านข้อมูลดิจิทัลจำนวนมากในช่วงคลื่นความถี่กว้างมีแบนด์วิดท์กว้างถึง 7.5 กิกะเฮิรตซ์ ในช่วงความถี่ระหว่าง 3.1 กิกะเฮิรตซ์ ถึง 10.6 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่เดียวกันกับการสื่อสารผ่านดาวเทียม ด้วยการใช้พลังงานที่ต่ำมากสำหรับระยะทางสั้นๆ



รูปที่ 2.7.2 เปรียบเทียบสเปกตรัมระหว่างแถบกว้างยิ่งและแถบความถี่อื่นๆ

เทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งจึงเหมาะสมสำหรับการนำไปพัฒนาระบบไร้สายแบบแถบกว้างทั้งในปัจจุบันและอนาคต สามารถประยุกต์ใช้ในระบบสื่อสารต่างๆ ได้มากมาย ซึ่งเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งนี้เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาจากระบบเรดาร์ที่ใช้ในด้านทางการทหาร และได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ที่สามารถออกแบบเพื่อนำมาใช้ในระบบไร้สายที่ต้องการความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสำหรับพลเรือน จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งนี้มีการรับส่งข้อมูลด้วยสัญญาณพัลส์ที่แคบมากโดยมีหน่วยเป็นนาโนวินาที (nanosecond; ns) ซึ่งพัลส์ที่มีช่วงเวลาแคบๆ จะมีสเปกตรัมที่กว้างมากทำให้เทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งนี้มีราคาถูกลงเนื่องจากอุปกรณ์การรับและภาคการรับส่งสัญญาณแบบอิมพัลส์ และอุปกรณ์มีขนาดเล็กทำให้ใช้กำลังงานต่ำเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีการสื่อสารแบบแถบแคบที่ใช้กันอยู่แล้ว

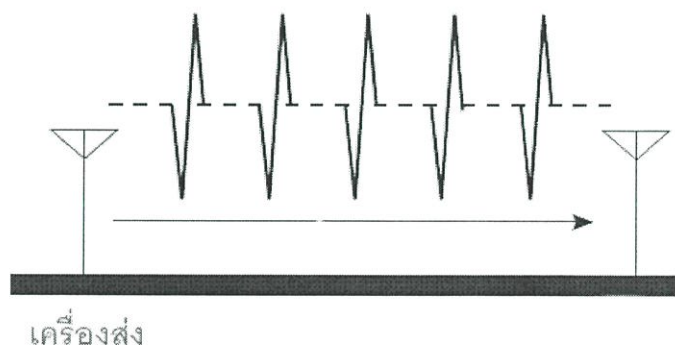
นอกจากนี้สัญญาณแบบแถบกว้างยิ่งจะมีสัดส่วนของแบนวิทที่ในการส่งมากกว่าหรือเท่ากับ 20 % ของแถบความถี่กลาง หรือมีการใช้แถบความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 500 MHz ซึ่งจะเห็นว่ามีส่วนมากกว่าแถบความถี่ของระบบการสื่อสารไร้สายที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมากและยังมีความสามารถในการนำสัญญาณผ่านทะลุประตูและสิ่งกีดขวางอื่น ๆ ที่มีแนวโน้มที่จะสะท้อน ให้เห็นถึงสัญญาณแบนด์วิทที่จำกัดมากขึ้นและพลังงานที่สูงขึ้น เทคโนโลยีแถบกว้างยังสามารถนำมาเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีไร้สายระยะสั้นอื่น ๆ ได้ เช่น บลูทูธ ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายกับโทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์มือถืออื่น ๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน

ดิจิตอลพัลส์แบบอัลตราไวด์แบนด์ที่เหมาะสมจะมีความแม่นยำมากสำหรับนำสัญญาณผ่านในช่วงความถี่กว้างๆ (จำนวนช่องความถี่) ในเวลาเดียวกัน ตัวส่งและตัวรับจะต้องประสานงานการส่งและรับพัลส์ที่มีความแม่นยำถึงหลายพันล้าน/วินาที บนคลื่นความถี่ใด ๆ ก็ตามที่มีอยู่แล้ว อาจจะอยู่ในการใช้งานอยู่แล้วก็ได้ โดยสัญญาณอัลตราไวด์แบนด์จะใช้พลังงานน้อยกว่าและคาดว่ายังมีสัญญาณรบกวนที่น้อยกว่าอีกด้วย

อัลตราไวด์แบนด์มีสองประเภทหลักของการใช้

1) การประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับเรดาร์ ซึ่งสัญญาณจะทะลุผ่านพื้นผิวที่ขรุขระ แต่จะสะท้อนพื้นผิวที่ห่างไกลออกไป ช่วยให้ตรวจพบวัตถุที่อยู่เบื้องหลังผนังหรือผู้อื่น ๆ ได้

2) เสียงและการส่งข้อมูลโดยใช้พัลส์ดิจิตอล ที่ยอมให้สัญญาณที่มีพลังงานและระดับต่ำมากนำข้อมูลในอัตราที่สูงมากในช่วงที่จำกัด



รูปที่ 2.7.3 การส่ง-รับสัญญาณเทคโนโลยีแถบกว้างยิ่งแบบพัลส์

2.4 เสาอากาศ (Antenna)

เสาอากาศ เป็นอุปกรณ์สำหรับรับและส่งคลื่น ความถี่วิทยุ (radio frequency) โดยการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และในทางกลับกันก็สามารถเปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าเช่นกัน

ขนาดและรูปแบบของสายอากาศจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น สายอากาศโทรทัศน์ในบ้านซึ่งถูกติดตั้งไว้บนหลังคา จะทำด้วยอะลูมิเนียมเพราะน้ำหนักเบาและทนต่อสภาพอากาศได้ดีกว่าโลหะทั่วไป มักจะถูกนำมาใช้ร่วมกับเครื่องส่งสัญญาณวิทยุหรือเครื่องรับสัญญาณวิทยุ

2.4.1 ประเภทของสายอากาศ

สายอากาศแบ่งตามรูปแบบการรับ-ส่งคลื่นได้ดังนี้

1. สายอากาศแบบรอบตัว สามารถรับ-ส่งคลื่นได้ดีในทุกทิศทางเฉลี่ยกันไปโดยรอบ
2. สายอากาศแบบกึ่งรอบตัว สามารถรับ-ส่งคลื่นได้ดีเกือบรอบตัวแต่มีอัตราขยายสูงกว่าแบบรอบตัว
3. สายอากาศแบบทิศทางเดียว สามารถรับ-ส่งคลื่นได้ดีในทิศทางที่กำหนดและจะมีอัตราขยาย (gain) สูงกว่าประเภทอื่น

โดยอัตราขยาย (gain) เป็นตัวบ่งบอกว่าสายอากาศนั้นๆ สามารถขยายกำลังที่ถูกส่งเข้ามา และแพร่กระจายออกไปได้ไกลเท่าไร บั้งอัตราการขยาย ระยะทางหนึ่งไปได้ไกลขึ้นตาม แต่จะมีมุมมองการกระจายคลื่นที่แคบลง สายอากาศแบบทิศทางเดียวจะมีอัตราการขยายมากกว่าสายอากาศแบบกึ่งรอบตัว และแบบรอบตัวโดยลำดับ ลักษณะการใช้งานจึงแตกต่างกันไป สายอากาศที่มีอัตราขยายสูงจะสามารถรับ-ส่งคลื่นวิทยุได้ดีมาก ตัวเลข มีหน่วยวัดอัตราการขยาย 2 แบบ ได้แก่

dBi หน่วยอัตราขยายสำหรับสายอากาศแบบ Isotropic

dBd หน่วยอัตราขยายสำหรับสายอากาศแบบ Dipole

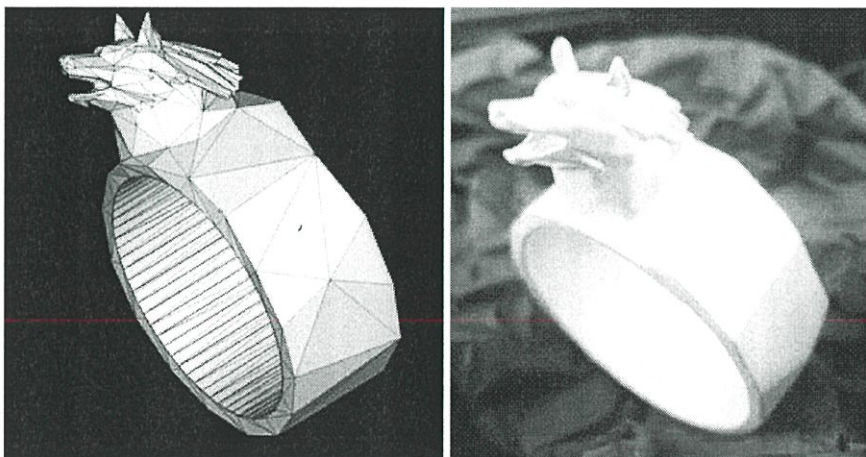
ในส่วนของการส่งสัญญาณ เครื่องส่งสัญญาณจะทำการสั่นกระแสไฟฟ้าที่ความถี่วิทยุ เช่น กระแสสลับ (AC) ความถี่สูง ไปสู่ขั้วเสาอากาศแล้วเสาอากาศจะแผ่กระจายพลังงานจากกระแสไฟฟ้ากลายเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (คลื่นวิทยุ) และในส่วนของการรับสัญญาณ เสาอากาศดักพลังของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางส่วน เพื่อผลิตแรงดันไฟฟ้าขนาดเล็กที่ขั้วเสาอากาศซึ่งใช้กับตัวรับสัญญาณเพื่อที่จะขยายสัญญาณ

2.5 เทคโนโลยีการพิมพ์แบบสามมิติ (3D printing)

3D printing หรือการพิมพ์แบบสามมิติ คำว่า 3D printing เป็นการสร้างโมเดลเสมือนจริงหรือ การขึ้นรูปชิ้นงานที่ต้องการ โดยการสร้างโมเดล 3 มิติ (3D Models) โปรแกรมโมเดล 3 มิติทั่วไปแล้ว นำมาสั่งพิมพ์ โดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติจะทำการพ่นเรซินมาทีละชั้นๆ ทำให้ได้หุ่นจำลองตามขนาดที่ต้องการ

2.5.1 หลักการทำงาน

3D Printer เกือบทุกเครื่องนั้นใช้หลักการเดียวกัน คือพิมพ์ 2มิติแต่ชั้นในแนวระนาบกับพื้นโลก XY ก่อน ส่วนที่พิมพ์ก็คือภาพตัดขวาง-Cross Section ของวัตถุนั่นเอง พอพิมพ์เสร็จในสองมิติแล้ว เครื่องจะเลื่อนฐานพิมพ์ไปพิมพ์ชั้นถัดไป พิมพ์ไปเรื่อยๆหลายร้อย หลายพันชั้น จนออกมาเป็นรูปร่าง 3 มิติ การเลื่อนขึ้นหรือลง(เลื่อนในแนวแกน Z)ของฐานพิมพ์ นี้เองทำให้เกิดมิติที่ 3 หมึกที่ใช้ของ 3D Printer แตกต่างกันอย่างออก บางชนิดพิมพ์โดยฉีดเส้นพลาสติกออกมา บางชนิดพ่นน้ำเรซินออกมา แล้วฐานแสงให้เรซินแข็งในแต่ละชั้น บางชนิดฉีดซีเมนต์-3D Printer สร้างบ้าน, น้ำตาล-3D Printer ทำขนม, หรือแม้กระทั่งสเต็มเซลล์-3D Printer กับการพิมพ์อวัยวะ โดยปรกตินั้นเราจะวัดความละเอียดในการพิมพ์ของเครื่อง 3D Printer ในหน่วยไมครอน เช่น 100-Micron(0.1mm) ต่อชั้น หมายความว่าในแต่ละชั้นนั้นเครื่องจะพิมพ์ให้มีความสูง 0.1mm ดังนั้นหาก โมเดลมีความสูง 10mm เครื่องพิมพ์จะพิมพ์ทั้งหมด 100 ชั้น หากพิมพ์ที่ความละเอียด 50-Micron เครื่องจะพิมพ์ทั้งหมด 200 ชั้น ซึ่งแน่นอนที่ความละเอียด 50-Micron นั้นได้งานละเอียดกว่าและ สวยกว่าแน่นอน แต่ใช้เวลาเพิ่มขึ้นประมาณเท่าตัว ไฟล์ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3มิติ นั้นเป็นไฟล์ 3มิติ แทนที่จะเป็นรูปภาพเหมือนในเครื่องพิมพ์บนกระดาษ ทั่วไป 3D File นี้้อาจสร้างจากโปรแกรม เช่น AutoCAD, SolidWork, 3Ds Max, Zbrush, Maya, SketchUp หรือ แม้กระทั่ง PhotoShop รุ่นใหม่ก็มีส่วนที่ Support 3D Printer แล้ว

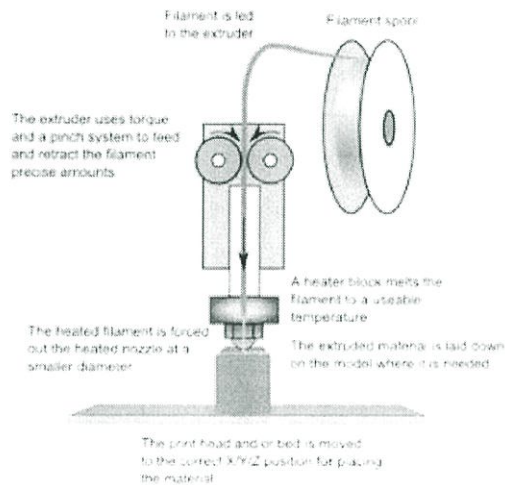


รูปที่ 2.26 ไฟล์ที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3มิติ กับผลลัพธ์ที่ได้

2.5.2 ประเภทของ 3D Printer

แบ่งประเภทของเครื่องพิมพ์ด้วยกระบวนการพิมพ์และวัสดุที่ใช้ดังนี้

1) Fused Deposition Modeling (FDM หรือ FFF) เป็นเครื่องพิมพ์ 3มิติ ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน มีหลักการทำงานคือ การหลอมเส้นพลาสติกให้กลายเป็นของเหลวแล้วฉีดออกมาเป็นเส้นผ่านหัวฉีด (Nozzle) หากเปรียบเทียบเคียงเคียงได้กับปืนกาวที่ใช้กันทั่วไป เครื่อง FDM 3D Printer จะวาดเส้นพลาสติกที่ถูกฉีดออกมา เป็นรูปร่างในแนบแบนระนาบ เมื่อเสร็จชั้นหนึ่งๆก็จะพิมพ์ในชั้นต่อไป เมื่อครบหลายร้อย หรือ หลายพันเลเยอร์ ก็จะได้ออกมาเป็นวัตถุที่เราสั่งพิมพ์ FDM Printer



รูปที่ 2.27 เครื่องพิมพ์ระบบฉีดเส้นพลาสติก

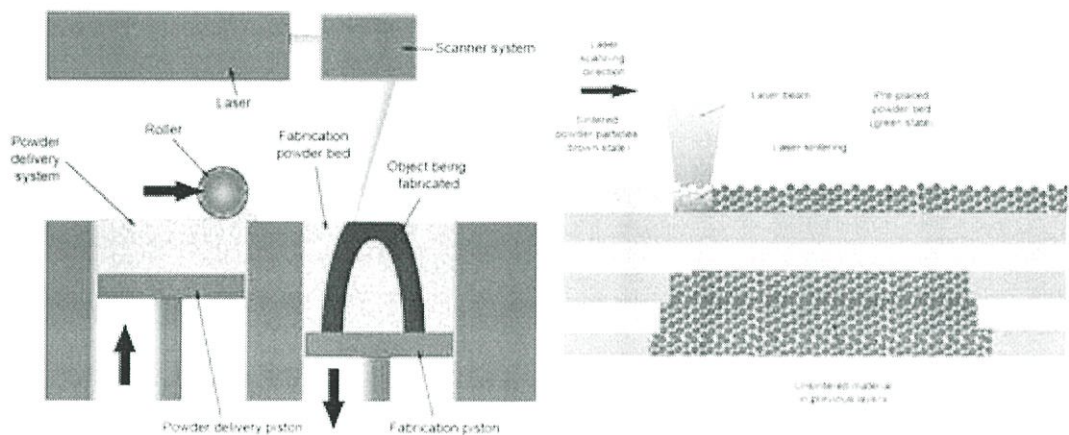
ระบบ เป็นระบบที่นิยมที่สุด และถูกที่สุด ใช้ได้กับงานทุกประเภท ชิ้นงานที่พิมพ์สามารถขัด/แต่ง/เจาะ ได้ สามารถใช้เป็นชิ้นส่วนในเครื่องจักรได้ นำมาใช้ได้จริง อีกทั้งเครื่องยังสามารถใช้วัสดุได้หลากหลาย และหาได้ง่ายตามท้องตลาด เช่น เส้น PLA, ABS, PET, Nylon, Wood(พลาสติกผสมไม้), Bronze(พลาสติกผสมทองเหลือง) เป็นต้น แต่ข้อเสียคือ ผิวงานที่พิมพ์ออกมาเป็นร่องระบบอื่นๆ

2) Stereolithography (SLA) โดยเครื่องระบบนี้จะฉายแสงไปตัวกลางที่ใสเรซินความไวแสงไว (Photo Resin/Photopolymer) เมื่อเรซินถูกแสงจะแข็งตัวเฉพาะจุดที่โดนแสง จึงใช้หลักการแข็งตัวของเรซินนี้ในการทำชิ้นงานให้เกิดรูปร่างขึ้นมา เมื่อทำให้เกิดรูปร่างขึ้นในชั้นหนึ่งๆแล้วเครื่องก็จะเริ่มทำให้แข็งเป็นรูปร่างในชั้นต่อไป จนเกินเป็นชิ้นงานวัตถุที่จับต้องได้

ระบบ SLA(Stereolithography) จะคล้ายคลึงกับระบบ DLP(Digital Light Processing) ต่างกันที่ต้นกำเนิดของแสง ระบบ SLA มีแหล่งกำเนิดเส้นเป็นเลเซอร์ ดังนั้นจะยิงแสงเลเซอร์ที่วานี้ไปที่เรซินโดยวาดเส้นเลเซอร์ไปเรื่อยๆ ถ้าต้องการพิมพ์ชิ้นงานใหญ่หน่อยก็จะใช้เวลาวาดนานกว่าชิ้นงานเล็ก ส่วน DLP นั้นใช้โปรเจกเตอร์ DLP Project ฉายภาพ ภาพที่ฉายนั้นจะครอบคลุมทั้งเลเยอร์เลย จุดนี้เองทำงานให้แตกต่าง DLP ใช้เวลาในการพิมพ์น้อยกว่า แล้วไม่ขึ้นกับจำนวนชิ้นงานบนฐานพิมพ์ เนื่องจากไม่ต้องลากที่ละเส้น

4) Selective Laser Sintering (SLS) เป็นระบบที่มีหลักการการทำงานคล้ายระบบ SLA ต่างกันตรงที่แทนที่จะทำให้เรซินแข็งตัวโดยการฉายเลเซอร์ SLS จะยิงเลเซอร์ไปโดยตรงบนผงวัสดุ ความร้อนจากเลเซอร์นั้นเองทำให้ผงวัสดุหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

กระบวนการเริ่มจากถาดที่ใส่ผงวัสดุ เช่นผงทองเหลือง เครื่องจะเริ่มยิงเลเซอร์ความเข้มข้นสูงไปยังผงทองเหลืองในถาด เมื่อยิงไปยังตำแหน่งใดผงทองเหลืองจะหลอมรวมเป็นรูปร่างที่ตำแหน่งนั้นๆ พอพิมพ์เสร็จในเลเยอร์หนึ่งๆแล้ว เครื่องจะเกลี่ยผงทองเหลืองบางๆมาทับในชั้นต่อไป เพื่อเริ่มกระบวนการยิงเลเซอร์เพื่อหลอมละลายใหม่ ทำไปซ้ำไปเรื่อยๆหลายร้อย หลายพันชั้นจนเกิดมาเป็นวัตถุที่ต้องการ SLS Printer



รูปที่ 2.30 เครื่องพิมพ์ระบบหลอมผงพลาสติก

ระบบนี้มีข้อดีอย่างมากคือได้งานออกมาเป็นโลหะ หรือ พลาสติกพิเศษ โดยใช้ผงของวัสดุนั้นไปเลย แต่ข้อเสียสำคัญคือ เครื่องมีราคาสูง หากเทียบกับระบบอื่น

5) Laminated Object Manufacturing (LOM) หรือการพิมพ์ด้วยการตัดแผ่นลามิเนต ซึ่งจะใช้เลเซอร์ หรือมีดตัดแผ่นลามิเนตบนแท่นหมุน และเชื่อมระหว่างเลเยอร์ด้วยกาว จุดเด่นของการพิมพ์แบบ LOM คือความเร็ว และพื้นผิวงานที่ใกล้เคียงผิวไม้ เหมาะสำหรับการทำโมเดล แต่ความละเอียดของงานจะด้อยลงไป จึงต้องมีการเก็บงานที่ดีด้วย การพิมพ์แบบ LOM นั้นใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติเป็นหลัก (กระดาษ ไม้ และโลหะ) ทำให้ไม่มีความอันตรายกับมนุษย์ ในขณะที่เดียวกันต้นทุนของวัตถุดิบก็ถูกเช่นกัน

2.5.3 วัสดุที่ใช้กับเครื่องพิมพ์แบบสามมิติ

ในที่นี่จะมุ่งเน้นไปที่การใช้งานที่พบมากที่สุดที่ใช้ในเครื่องพิมพ์ 3D คือเทคโนโลยี FDM เครื่องพิมพ์อิงค์เจ็ทแบบดั้งเดิมต้องการตลับหมึกเพื่อที่จะสามารถที่จะพิมพ์ คล้ายกันสำหรับ เครื่องพิมพ์ 3D ยกเว้นว่าเครื่องพิมพ์ 3D ต้องใช้เป็นเส้นใยพลาสติก เครื่องพิมพ์เหล่านี้มีอยู่ส่วนใหญ่ มีความหลากหลายของประเภทของวัสดุ (ABS, PLA และ PVA ฯลฯ), สี, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาว

1. Polylactic Acid (PLA) เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ย่อยสลายได้มาจากทรัพยากรทดแทน เช่นข้าวโพดอ้อยมันสำปะหลังรากหรือแม้กระทั่งแป้งมันฝรั่ง นี้จะทำให้ PLA เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุดใวัสดุของการพิมพ์ 3 มิติเมื่อเทียบวัสดุที่ใช้อื่น ๆ เช่น ABS หรือ PVA PLA จะใช้สำหรับ เย็บแผลเช่นในทางการแพทย์เช่นในงานศัลยกรรมเพราะมันมีคุณสมบัติในการย่อยสลายเป็นกรดแลคติกในร่างกาย ทั้งผ้าตัดฝังสกรู, ขา, แท่งหรือตาข่ายจะสลายตัวเองภายใน 6 เดือนถึง 2 ปี และ PLA ยังใช้ในการบรรจุอาหาร, กระจเป่า, บนโต๊ะอาหารทิ้งเบาะ และแม้กระทั่งผ้าอ้อมเด็ก PLA จึงถือว่ามี ความปลอดภัย

2. Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) ถูกนำมาใช้หลากหลายในอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ตัวอย่างเช่นโรงงานผลิตท่อ (เช่นท่อระบายน้ำเสียหรือท่อระบาย), ชิ้นส่วนยานยนต์, ประกอบอิเล็กทรอนิกส์, หมวกป้องกัน (ABS มีคุณสมบัติที่ตีคุณสมบัติการดูดซับ), เครื่องใช้ในครัว, เครื่องดนตรีกรณีตามบัญญัติป้องกัน และของเล่น สิ่งที่น่าสนใจมากที่สุดคือเลโก้ตัวเอง

3. Polyvinyl Alcohol (PVA) เป็นพลาสติกชนิดพิเศษที่ละลายน้ำได้ เป็นที่นิยมใช้มากที่สุด เช่นกระดาษขาว เป็นชั้นเป็นฟิล์มบรรจุภัณฑ์ ในการพิมพ์ 3 มิติ PVA บางครั้งใช้ในเครื่องพิมพ์ที่มีคู่ หรือหลาย extruders เพื่อที่สร้างโครงสร้างที่เป็นฐาน บางครั้งการพิมพ์ที่ซับซ้อนที่มีส่วนที่ยื่นออกมา โดยที่ไม่มีส่วนรองรับด้านล่าง สามารถแก้ไขได้โดยการพิมพ์ส่วนโครงสร้างรองรับนี้ มิฉะนั้นโครงสร้างพิมพ์จะบิดงอหรือยุบลงไป วัสดุที่พิมพ์เสร็จแล้วสามารถใส่ลงไปในน้ำจน PVA ละลายได้อย่าง สมบูรณ์ พันสภาพของการเป็นโครงสร้างรองรับ โดยไม่จำเป็นต้องดูแลหลังพิมพ์

4. Photopolymer Resin หรือน้ำเรซิน วัสดุหลัก และหนึ่งเดียวสำหรับการพิมพ์แบบ SLA ลักษณะเป็นของเหลวเหมือนกับที่ใช้ในการหล่อโมเดลทั่วไป แต่ในการพิมพ์สามมิติจะใช้การฉายรังสี อนุตร้าไวโอเล็ตแทน

การใช้น้ำเรซินกับการพิมพ์สามมิติจะต่างกับการพิมพ์แบบฉีดพอสสมควรตรงที่ตัวงานจะขึ้นรูปใน สภาพแวดล้อมที่มีของเหลวล้อมรอบ โครงสร้างของซัพพอร์ต (ชิ้นส่วนที่ทำให้ตัวแบบคงรูป) จึงไม่ จำเป็นต้องแข็งแรงเหมือนการพิมพ์แบบ FDM โดยทั่วไปจะเป็นเส้นตรงเชื่อมกับฐาน และตัวแบบ ใน ขณะเดียวกันสามารถใช้พิมพ์งานที่ซับซ้อนได้โดยไม่ต้องใช้ filament แบบละลายได้มาเป็นตัวช่วย อีกด้วย ข้อควรระวังคือห้ามให้น้ำเรซิน และตัวแบบสัมผัสกับแสงแดดโดยตรงเป็นเวลานาน เพราะจะ ทำให้แข็งตัว

2.6 วัสดุไดอิเล็กตริก (Dielectric Material)

วัสดุไดอิเล็กตริก เป็นวัสดุที่การนำไฟฟ้าต่ำแต่มีประสิทธิภาพสนับสนุนสนามไฟฟ้าสถิตย์ ถ้า การไหลของกระแสไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าที่ต่างกันจะเกิดขึ้นน้อยขณะที่เส้นไฟฟ้าสถิตย์ของฟลัก (flux) จะไม่ขัดขวางหรือรบกวน โดยสนามไฟฟ้าสถิตย์สามารถเก็บพลังงานได้คุณสมบัตินี้ใช้ประโยชน์ ในคาปาซิเตอร์ (Capacitor) โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความถี่วิทยุ

วัสดุไดอิเล็กตริกได้รับการใช้ในการสร้างเส้นการส่งความถี่วิทยุในทางปฏิบัติ วัสดุไดอิเล็กตริก เป็นของแข็ง เช่น เซรามิก ไมกา แก้ว พลาสติก และออกไซด์ของโลหะชนิดต่างๆ ของเหลวและก๊าซ บางชนิดสามารถเป็นวัสดุวัสดุไดอิเล็กตริกที่ดี อากาศแห้งก็ถือว่าเป็นวัสดุไดอิเล็กตริกที่ดีมาก และใช้ ในคาปาซิเตอร์แบบแปรผันและการส่งผ่านบางประเภท น้ำกลั่นเป็นวัสดุไดอิเล็กตริกระดับปานกลาง สูญญากาศคาดว่าจะเป็วัสดุไดอิเล็กตริกที่มีประสิทธิภาพ

คุณสมบัติของวัสดุไดอิเล็กตริกที่สามารถสนับสนุนสนามไฟฟ้าสถิตย์ ขณะที่กระจายพลังงาน ความร้อนเพียงเล็กน้อย การสูญเสียค่าไดอิเล็กตริกต่ำ (สัดส่วนของพลังงานที่สูญเสียเป็นความร้อน) จะเป็นวัสดุไดอิเล็กตริกที่มีประสิทธิภาพสูง ข้อพิจารณาต่อไป คือวัสดุไดอิเล็กตริกเป็นการขยายไปสู่ ความเข้มข้นของเส้นสนามไฟฟ้าสถิตย์ของฟลัก วัสดุที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกต่ำ ได้แก่ สูญญากาศ อากาศแห้ง และก๊าซแห้งบริสุทธิ์ เช่น ฮีเลียม และไนโตรเจน วัสดุที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกปานกลาง ได้แก่ เซรามิก น้ำกลั่น กระจก ไมกา โพลีเอทีลีน และแก้ว ส่วนออกไซด์ของโลหะ โดยทั่วไปมีค่า ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูง ความสำคัญของวัสดุที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูง เช่น อลูมิเนียมออกไซด์ ทำให้มี ความเป็นไปได้ในการผลิตคาปาซิเตอร์ มูลค่าสูงด้วยปริมาณทางกายภาคคงที่ แต่วัสดุเหล่านี้โดยทั่วไป ไม่สามารถต่อต้านสนามไฟฟ้าสถิตย์ได้ดีเท่าวัสดุที่มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกต่ำ เช่น อากาศ ถ้าความต่าง ศักย์ข้ามวัสดุไดอิเล็กตริกค่าสูงมาก ซึ่งถ้าทำให้สนามไฟฟ้าสถิตย์มีหนาแน่นเพิ่มขึ้น จนในที่สุดวัสดุจะ เกิดการนำไฟฟ้าปรากฏนี้ เรียกว่า dielectric breakdown ในอุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซ หรือของเหลว เป็น ตัวกลาง

การเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไขโดยตัวเองเกิดขึ้นได้ เมื่อความต่างศักย์ ลดลงต่ำกว่าจุดวิกฤต แต่ อุปกรณ์ที่บรรจุไดอิเล็กตริกถ้าเป็นของแข็ง dielectric breakdown จะทำให้ผลเสียหายอย่างถาวร

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ในการจัดทำโครงการนี้ ผู้จัดทำโครงการมีวิธีดำเนินงานโครงการ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1.1 คิดหัวข้อโครงการและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

3.1.2 ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ได้แก่ เรื่อง Ultra-wideband ว่าทำงานอย่างไร สามารถนำมาประยุกต์เข้ากับการแพทย์ได้อย่างไร เรื่องมะเร็งเต้านม ว่ามีคุณสมบัติเช่นไร มีความแตกต่างจากเนื้อเยื่อปกติอย่างไร เช่น คุณสมบัติทางไฟฟ้า ความหนาแน่น อุณหภูมิ เป็นต้น และจะตรวจพบได้เช่นไรบ้าง เรื่องโปรแกรมต่างๆที่จะนำมาใช้ในการทำงาน เช่น โปรแกรม CST STUDIO SUITE โปรแกรมARTCAM ว่าสามารถทำงานอะไรได้ ทำงานอย่างไร มีคุณสมบัติอะไร และจะนำมาต่อยอดอย่างไรบ้าง เรื่องศึกษาการออกแบบ Antenna ว่ารูปร่างแบบใดและขนาดเท่าไร จึงจะตอบสนองและทำงานร่วมกับ Ultra-wideband ได้ดีที่สุด

3.1.3 ศึกษาอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆที่จะนำมาใช้งานในการทำโครงการนี้ ได้แก่ เครื่อง CNC เครื่องเจียร ว่ามีวิธีทำงานอย่างไร มีการใช้งานอย่างไร ใช้ทำอะไร ความปลอดภัยในการใช้งาน และจะนำมาใช้ในส่วนใดของโครงการ

3.1.4 ทำการออกแบบและจำลอง Antenna ตัวส่งสัญญาณในโปรแกรม CST STUDIO SUITE เพื่อใช้ในส่ง Ultra-wideband ในโครงการนี้ โดยมีการทำแบบลองผิดลองถูกเนื่องจากต้องทำการเปรียบเทียบเอาผลสัญญาณที่ดีที่สุด ซึ่งจะดูผลที่กราฟS11 แสดงผลของ S-PARAMETER

3.1.5 ทำการเปลี่ยนสกุลไฟล์จากสกุล .dxf ซึ่งอิมพอร์ทมาจากโปรแกรม CST STUDIO SUITE เป็นสกุล .pdf ในโปรแกรม Adobe Illustrator CS6 แล้วเปลี่ยนเป็นสกุล .jpg ใน Adobe Photoshop CS6 เพื่อนำไปเข้าโปรแกรม ARTCAM ซึ่งเป็นโปรแกรมเพื่อสร้างเวกเตอร์ให้การทำงานของเครื่องCNC

3.1.6 ใช้เครื่องCNCเพื่อทำการสร้าง Antenna ตัวส่งสัญญาณ จากแผ่นPCB ชนิดทองแดงสองหน้า

3.1.7 ใช้เครื่องเจียรเพื่อเจียรทองแดงส่วนเกินที่ยังหลงเหลืออยู่ออก อีกทั้งเป็นการปรับค่าสัญญาณเพื่อให้ได้ตามต้องการ

3.1.8 ทำการชิมูเลทสัญญาณจาก Antenna ตัวส่งสัญญาณที่สร้างขึ้น ว่ามีสัญญาณตรงกับในโปรแกรมที่จำลองการส่งสัญญาณไว้

3.1.9 ศึกษาค่า Dielectric properties ของวัสดุที่จะนำมาใช้ทำแผ่นท่อมด้านม โดยต้องมีค่าประมาณใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อเต้านมในแต่ละส่วน

3.1.10 ผสมส่วนผสมสำหรับแทนเนื้อเยื่อแผ่นท่อมในชั้น fat และ gland แบ่งแผ่นท่อมออกเป็นสองประเภท ได้แก่ Heterogeneous phantom และ Homogenous phantom โดย Heterogeneous ใช้วัสดุที่มีค่าไดอิเล็กตริกแตกต่างกันผสมเข้าด้วยกัน ส่วน Homogenous จะใช้วัสดุที่มีค่าไดอิเล็กตริกค่าเดียวทำ

3.1.11 ใช้PLAซึ่งมีค่าไดอิเล็กตริกใกล้เคียงกับผิวหนังมนุษย์ โดยทำการพิมพ์สามมิติเป็นทรงครึ่งทรงกลมที่กลวงภายใน และใช้PLAสีครีมเพื่อให้มีภาพลักษณะใกล้เคียงกับสีผิวหนังของมนุษย์จริง

3.1.12 ทำการออกแบบและจำลอง Antenna ตัวส่งสัญญาณในโปรแกรม CST STUDIO SUITE เพื่อใช้ในส่ง Ultra-wideband ในโครงการนี้ โดยมีการทำแบบลองผิดลองถูกเนื่องจากต้องทำการเปรียบเทียบเอาผลสัญญาณที่ดีที่สุด ซึ่งจะดูผลที่กราฟS11 แสดงผลของ S-PARAMETER

3.1.13 ทำการออกแบบและจำลอง Antenna ตัวรับสัญญาณในโปรแกรม CST STUDIO SUITE เพื่อใช้ในรับ Ultra-wideband โดยมีการทำแบบลองผิดลองถูกเนื่องจากต้องทำการเปรียบเทียบเอาผลสัญญาณที่ดีที่สุด ซึ่งจะดูผลที่กราฟS11 แสดงผลของ S-PARAMETER

3.1.14 ทำการเปลี่ยนสกุลไฟล์จากสกุล .dxf ซึ่งอิมพอร์ทมาจากโปรแกรม CST STUDIO SUITE เป็นสกุล .pdf ในโปรแกรม Adobe Illustrator CS6 แล้วเปลี่ยนเป็นสกุล .jpg ใน Adobe Photoshop CS6 เพื่อนำไปเข้าโปรแกรม ARTCAM ซึ่งเป็นโปรแกรมเพื่อสร้างเวกเตอร์ให้การทำงานของเครื่องCNC

3.1.15 ใช้เครื่องCNCเพื่อทำการสร้าง Antenna ตัวส่งสัญญาณ จากแผ่นPCB ชนิดทองแดงสองหน้า

3.1.16 ใช้เครื่องเจียรเพื่อเจียรทองแดงส่วนเกินที่ยังหลงเหลืออยู่ออก อีกทั้งเป็นการปรับค่าสัญญาณเพื่อให้ได้ตามต้องการ

3.1.17 ทำการชิมูเลทสัญญาณจาก Antenna ตัวส่งสัญญาณที่สร้างขึ้น ว่ามีสัญญาณตรงกับในโปรแกรมที่จำลองการส่งสัญญาณไว้

3.1.18 เขียนโปรแกรมคำสั่งสำหรับสั่งการทำงานของสแต็ปมอเตอร์ลงไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ให้หมุนครบ360องศา เพื่อทำการเก็บข้อมูลรับ-ส่งสัญญาณที่ส่งผ่านแผ่นท่อมแล้ว โดยจะทำการหมุนทีละ1องศา

3.1.19 ทำการออกแบบแท่นวางแผ่นท่อมสำหรับสแต็ปมอเตอร์ โดยออกแบบภายในโปรแกรม SolidWork 2015

3.1.20 ทำการต่อวงจรการทำงานของสแต็ปมอเตอร์เข้ากับ Arduino

3.1.21 ทำการพิมพ์สามมิติแท่นหมุนแพนท่อมสำหรับสแต็ปมอเตอร์ ตามที่ได้ออกแบบไว้ในโปรแกรม

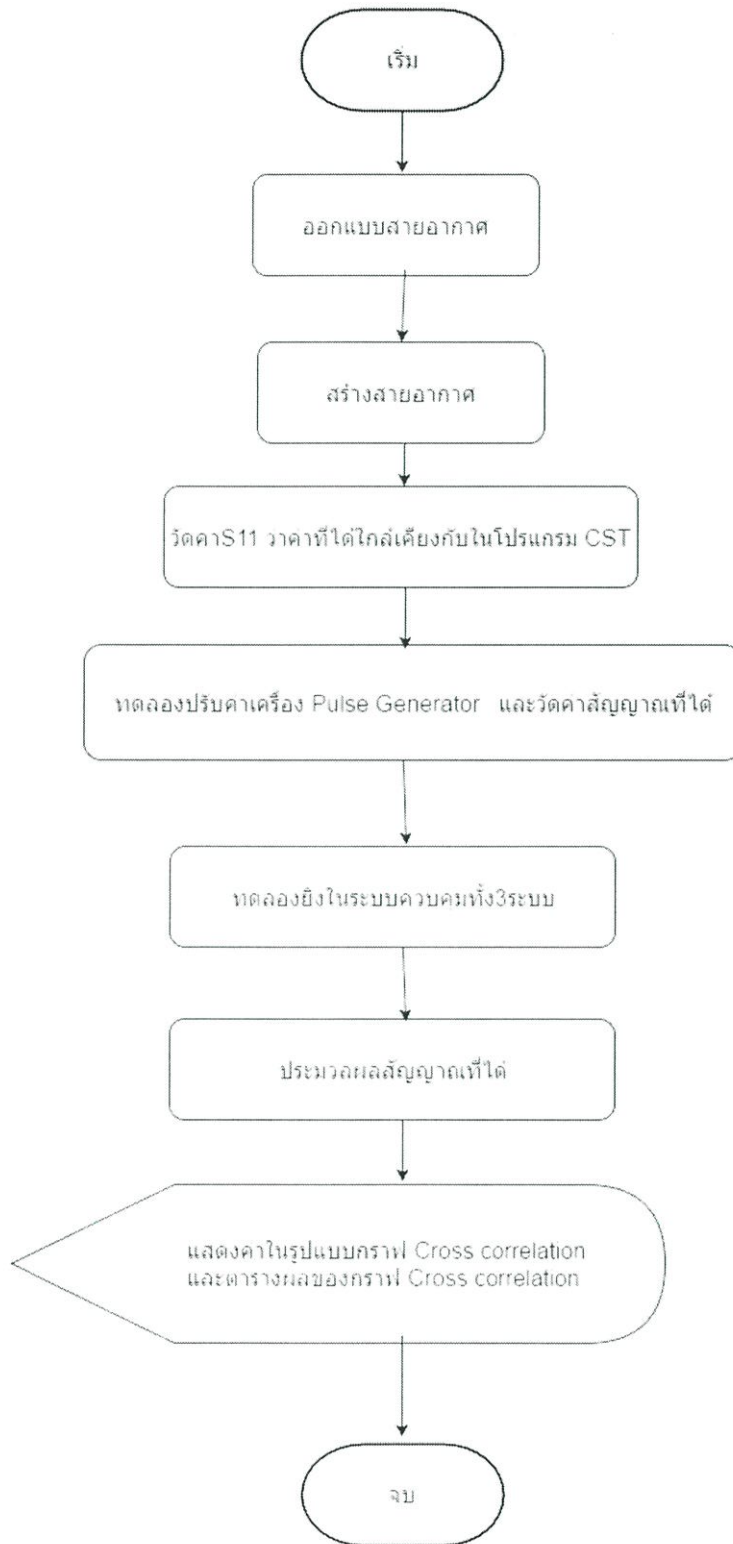
3.1.22 ทดลองพืดูดการสะท้อนของสัญญาณจาก Antenna ทั้งสอง

3.1.23 ควบคุมระบบโดยการเซ็ระบบเป็น3ระบบคือ 1.ระบบที่ไม่มีแพนท่อมและมะเร็ง 2.ระบบที่มีแพนท่อมแต่ไม่มีมะเร็ง 3.ระบบที่มีแพนท่อมและมีมะเร็ง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบเห็นความแตกต่างของตัวเนือมะเร็งที่มีอยู่กับไม่มีอยู่

3.1.24 ทดลองส่งและรับสัญญาณUltra-wideband จากเครื่องให้กำเนิดสัญญาณ Ultra-wideband ผ่านแพนท่อมที่ได้ทำไว้ทั้งสองแบบ โดยภายในแพนท่อมจะมีวัสดุแทนมะเร็งหรือสิ่งแปลกปลอมในเต้านม ซึ่งในที่นี้จะใช้วัสดุแทนมะเร็งคือชิ้นเนื้อวัว โดยชิ้นเนื้อวัวมีขนาดตั้งแต่ 0.8x1.5x1.5 เซนติเมตร, 1.5x2x3 เซนติเมตร และ 1.5x3x5 เซนติเมตร การใช้ชิ้นเนื้อวัวเนื่องจากมีค่าไดอิเล็กตริกใกล้เคียงกับค่าไดอิเล็กตริกของมะเร็งและมีความสมจริงในการทดลองการตรวจจับ

3.1.25 ทำการเก็บข้อมูลสัญญาณโดยทำการทดลองยิงสัญญาณไปในมุมที่ 0, 90, 180, 270 และ 360 องศา เป็นจำนวนสามครั้งต่อขนาด เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างระบบควบคุมทั้งสามระบบที่กล่าวมาในข้อ 3.3.3

3.1.26 ทำการเขียนชุดคำสั่งในโปรแกรม Matlab เพื่อทำการเปรียบเทียบสัญญาณจากข้อมูลที่ได้เก็บมาจากการทดลองเพื่อทำการ cross correlation ระหว่างทั้งสามระบบ



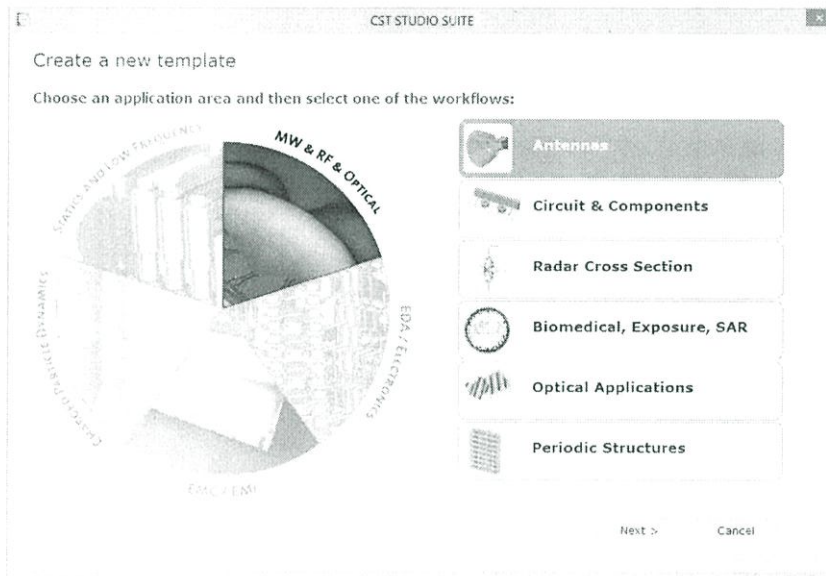
รูปที่ 3.1.1 flow chart ของขั้นตอนการทดลอง

3.2 โปรแกรม CST STUDIO SUITE

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเพื่อสร้าง Antenna

3.2.1 เปิดโปรแกรม CST STUDIO SUITE  แล้วเริ่มสร้างโปรเจค

3.2.2 หลังจากคลิกแล้วจะมีหน้าต่างโผล่มาให้เลือก MW & RF & OPTICAL เลือก Antenna



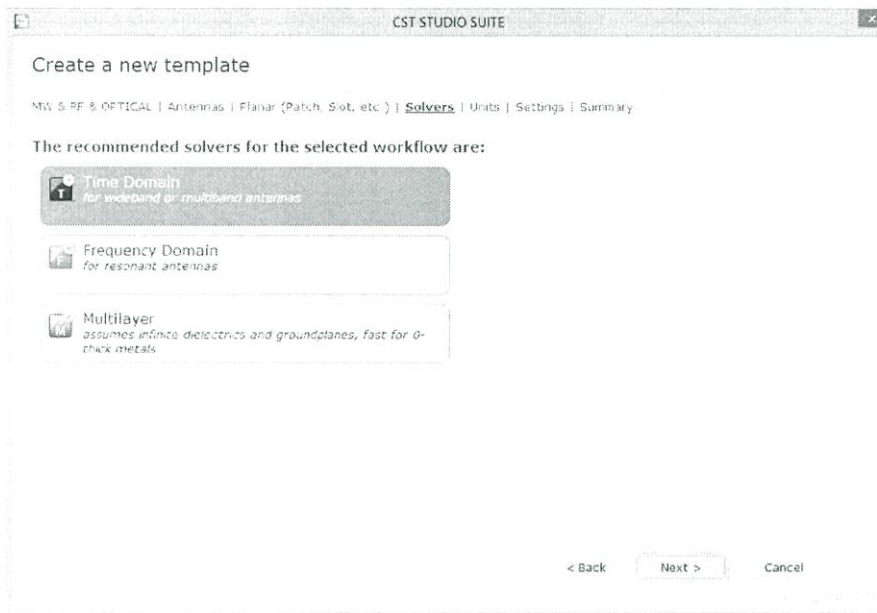
รูปที่ 3.2.1 หน้าต่างการสร้าง Template ในส่วนของ Antenna

3.2.3 เมื่อคลิกเสร็จโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างที่ 2 ให้เลือก Planar



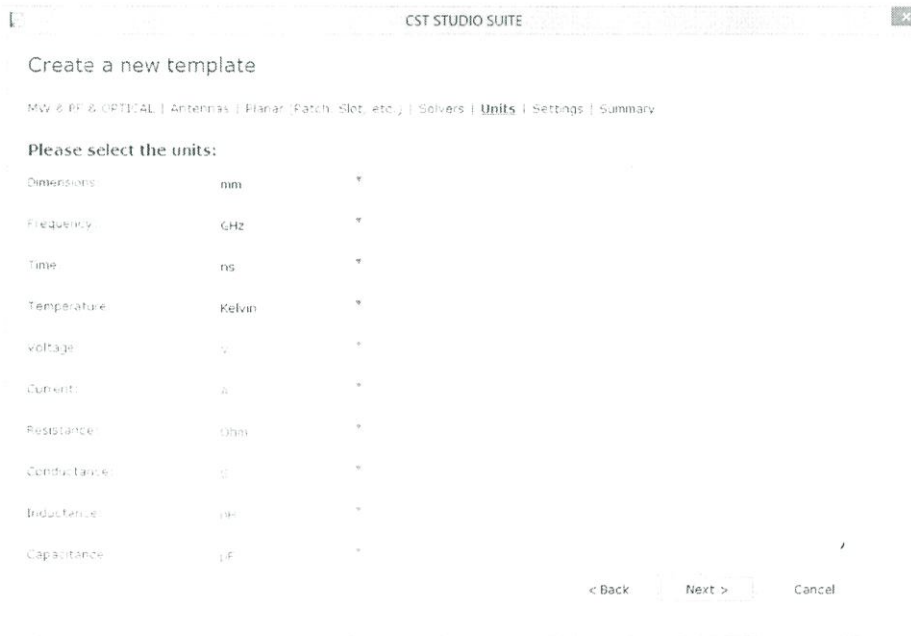
รูปที่ 3.2.2 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Planar

3.2.4 หน้าต่างที่3 ให้เลือก Time Domain



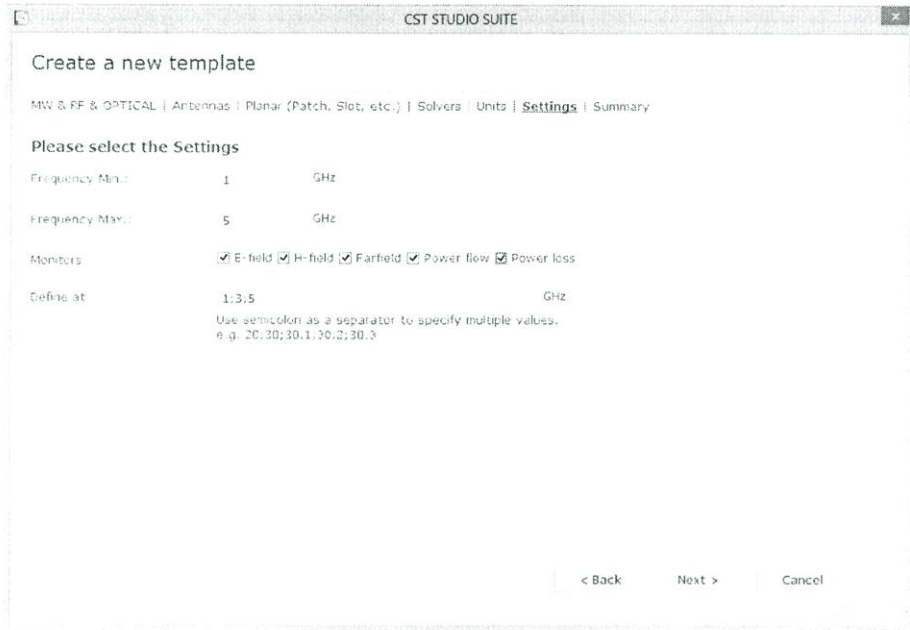
รูปที่3.2.3 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Solvers

3.2.5 หน้าต่างที่4 จะแสดงหน่วยต่างๆ



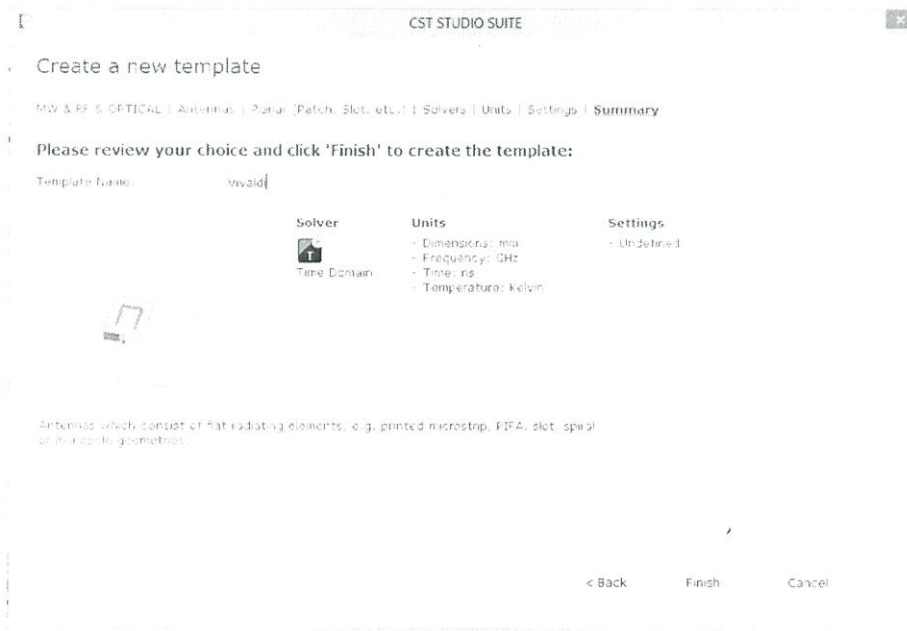
รูปที่3.2.4 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Units

3.2.6 หน้าต่างที่ 5 จะให้เรากำหนดค่าช่วงความถี่ที่ต้องการ simulate หน่วยเป็น GHz



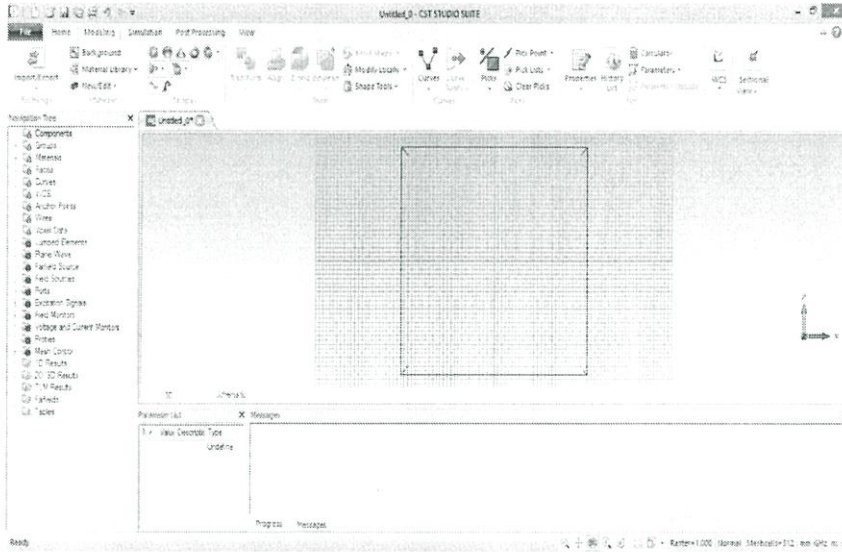
รูปที่ 3.2.5 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Settings

3.2.7 หน้าต่างถัดมาจะให้เราใส่ชื่อ Template



รูปที่ 3.2.6 หน้าต่างสร้าง Template ในส่วนของ Summary

3.2.8 ต่อมาเราจะเริ่มสร้าง Antenna โดยไปเริ่มที่ Modeling แล้ว เลือกรูปลูกบาศก์



รูปที่3.2.7 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม

3.2.9 ทำการสร้างรูปลูกบาศก์ กด ESC เพื่อให้ขึ้นหน้าต่างรูปที่ 3.2.8

3.2.10 ใส่ค่าต่างๆเพื่อสร้างขนาดรูปลูกบาศก์ที่ต้องการ

Brick

Name: OK

Xmin: Xmax:

Ymin: Ymax:

Zmin: Zmax:

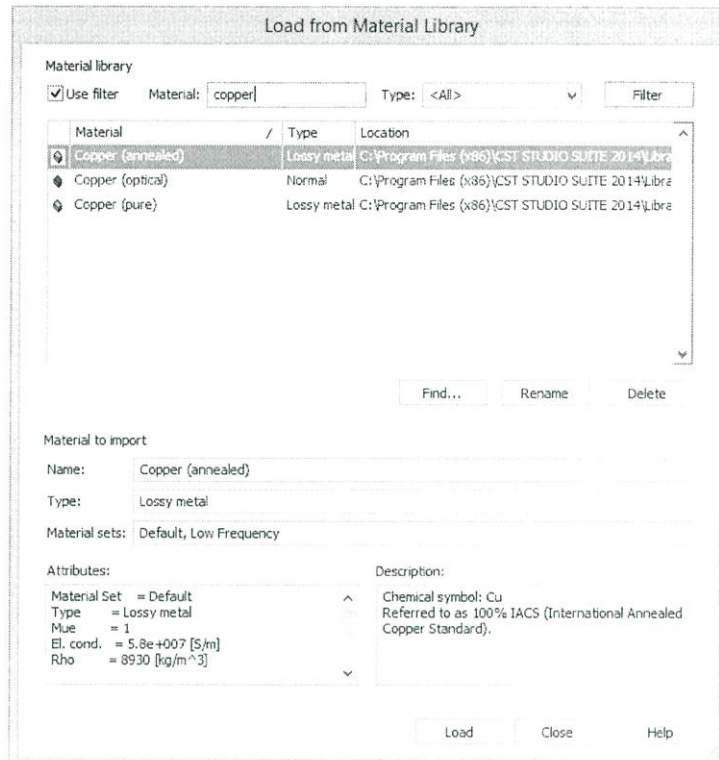
Component:

Material:

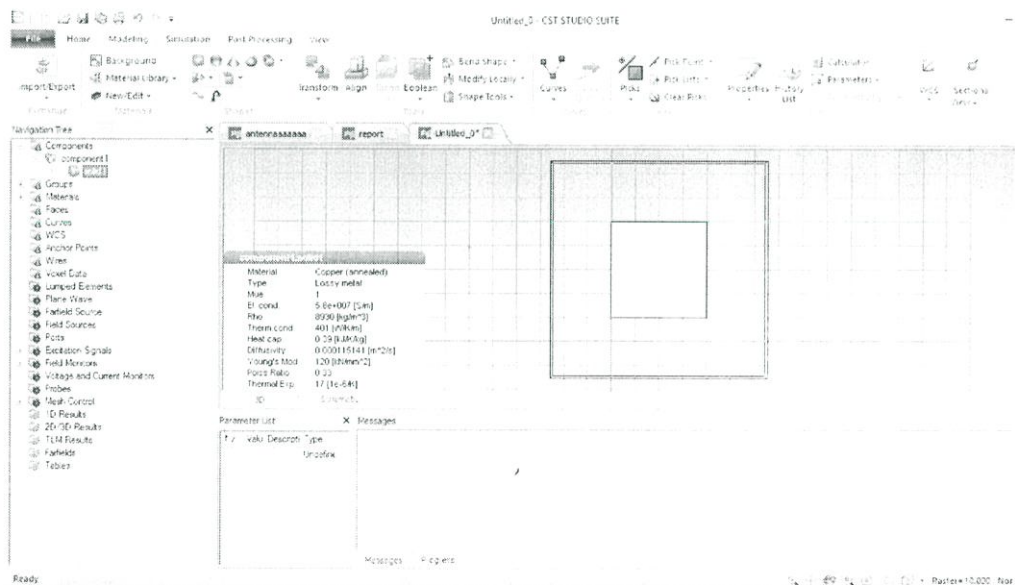
Preview
Cancel
Help

รูปที่3.2.8 หน้าต่างแสดงค่าต่างๆที่ใช้ในการสร้างลูกบาศก์

3.2.11 สามารถเลือก Material โดยคำสั่ง Load from Material Library

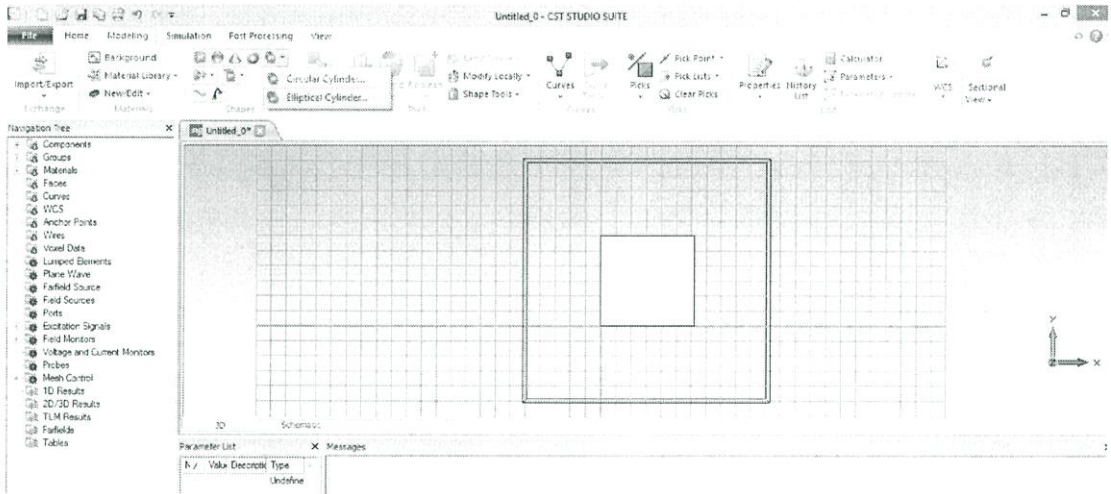


รูปที่ 3.2.9 หน้าต่างเลือก Material



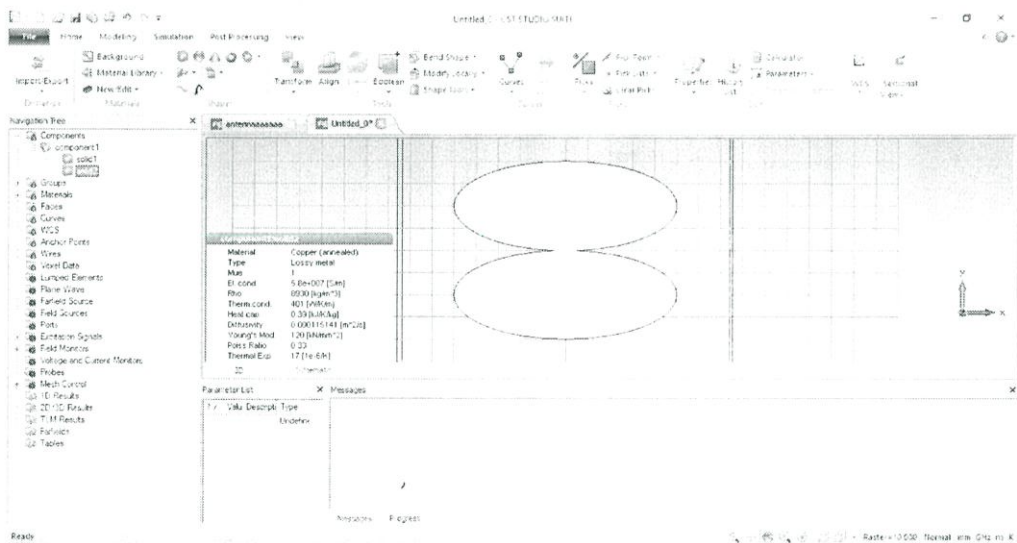
รูปที่ 3.2.10 แสดงภาพเมื่อทำการสร้างรูปลูกบาศก์เสร็จ

3.2.12 สร้างรูปวงรีสองรูปโดยคำสั่ง Eclipse cylinder แล้ว ใส่ค่า cylinder 1 และ 2 ตามที่
ต้องการ



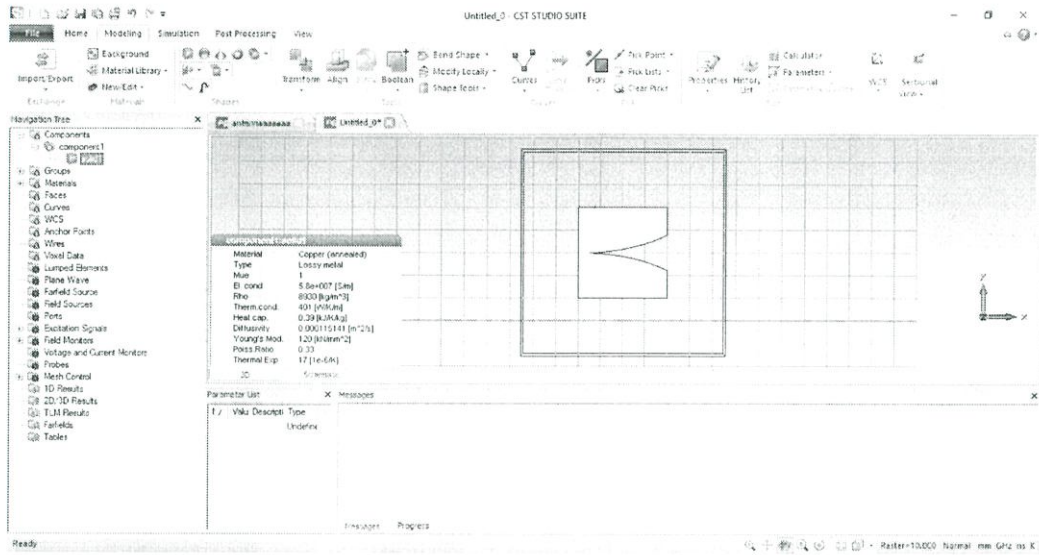
รูปที่ 3.2.11 แสดงการทำงานของโปรแกรมโดยมีการเลือกไปที่ Eclipse cylinder

3.2.13 เราจะทำการรวมทรงรีทั้งสองโดยคำสั่ง Boolean แล้ว Add



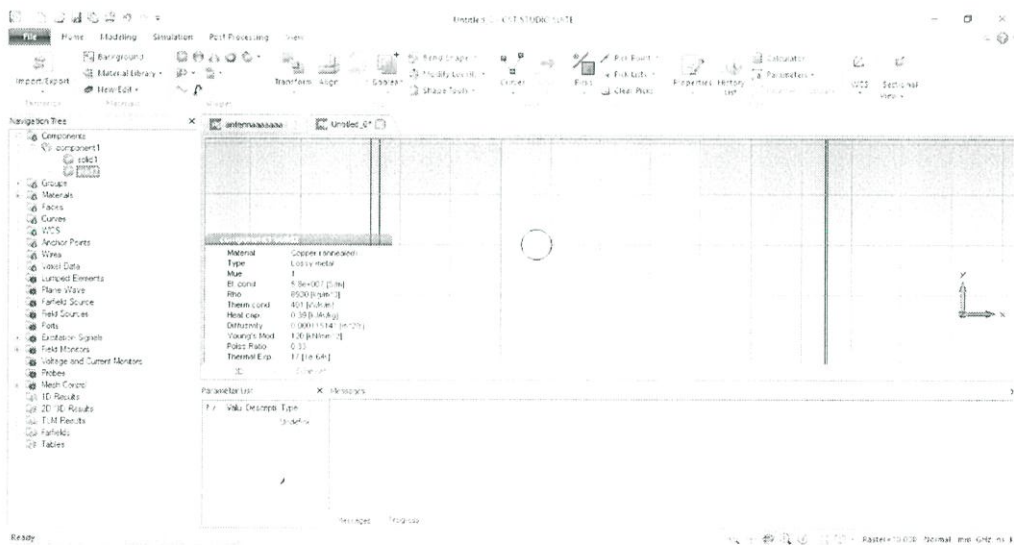
รูปที่ 3.2.12 แสดงภาพหลังจากทำการ Add กันของวงรีเรียบร้อยแล้ว

3.2.14 ทำการ Intersection โดยคำสั่ง Boolean แล้ว Intersection



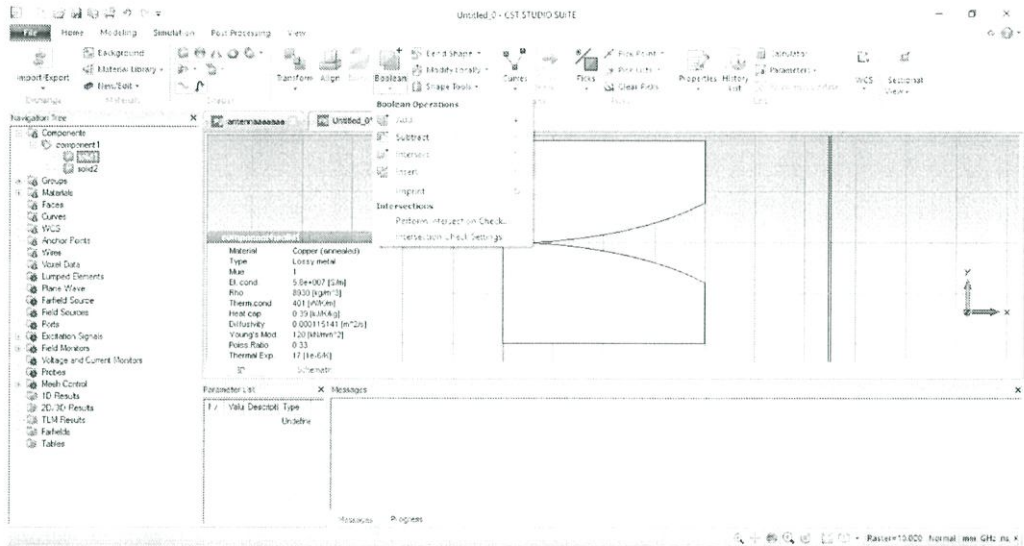
รูปที่ 3.2.13 แสดงรูปผลจากการ Intersection

3.2.15 สร้างรูปทรงกระบอกกลมโดยคำสั่ง Circular cylinder แล้วตั้งค่าต่างๆตามต้องการ

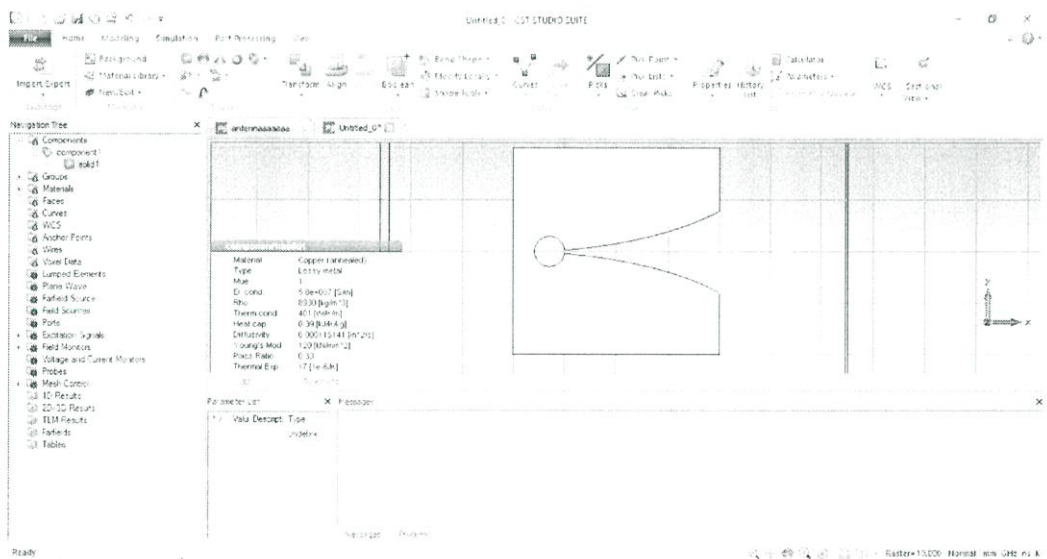


รูปที่ 3.2.14 แสดงรูปทรงกลมที่สร้างขึ้น

3.2.16 ทำการ Subtract ตัวโครงสร้างกับวงกลมโดยคำสั่ง Boolean แล้ว Subtract จะได้ ดังรูปที่ 3.2.16

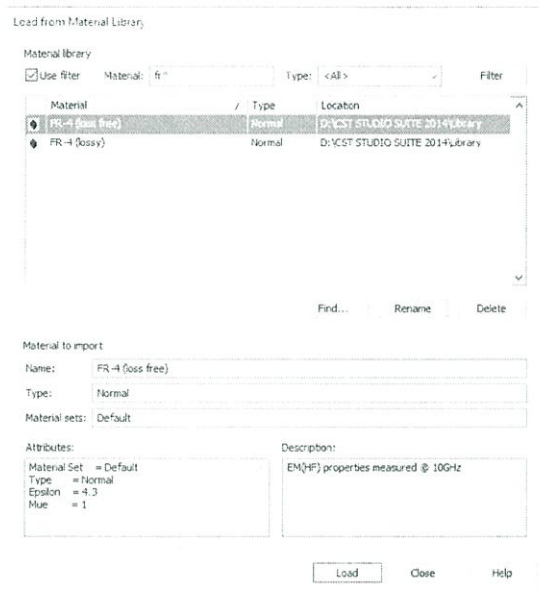


รูปที่ 3.2.15 แสดงคำสั่ง Subtract

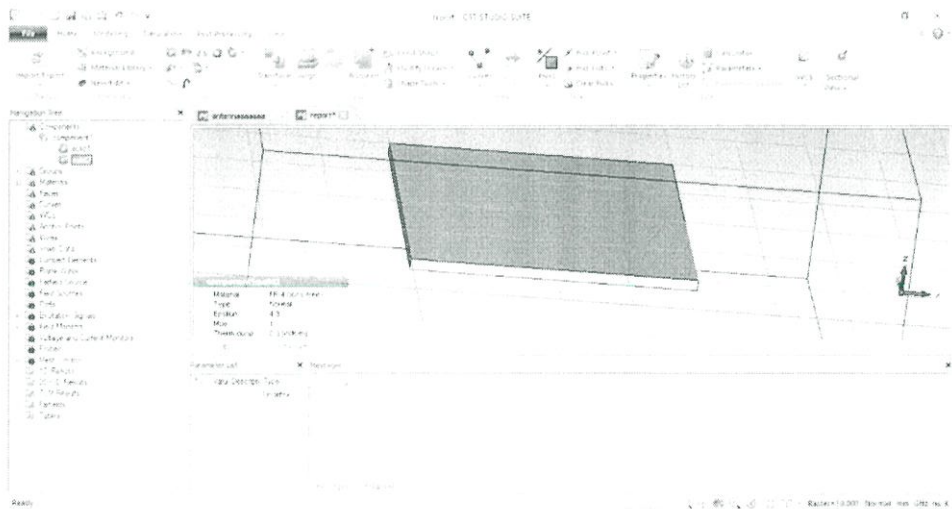


รูปที่ 3.2.16 แสดงภาพหลังจากการ Subtract ระหว่างตัว รวมแรกกับวงกลม

3.2.17 ในส่วนถัดมาเราจะสร้างรูปลูกบาศก์ให้เป็นชั้น epoxy ที่เป็นตัวกั้นระวาง กราวด์ กับตัว strip โดยทำการสร้างลูกบาศก์ที่มีขนาดตามต้องการ เมื่อสร้างเสร็จจะได้ดังรูปที่ 3.2.18

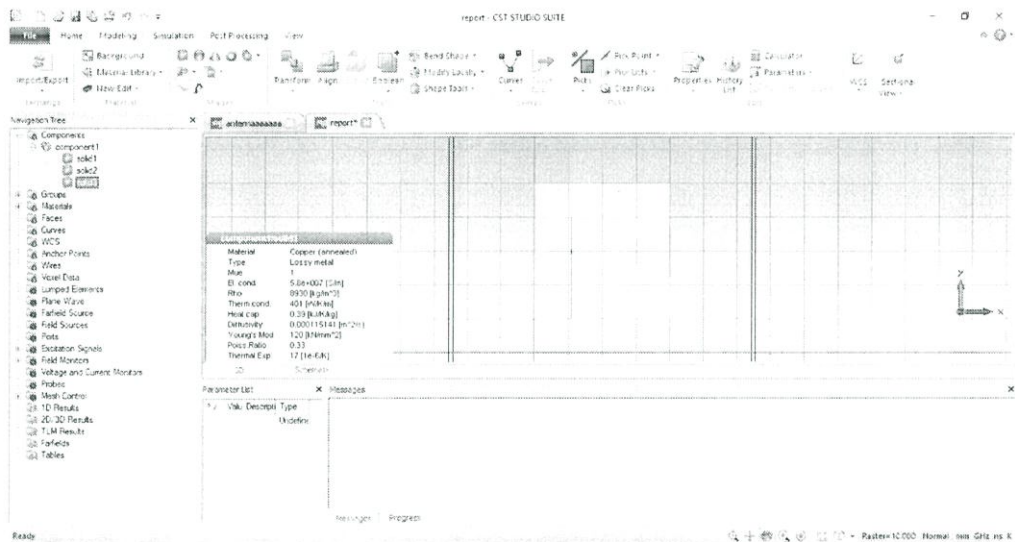


รูปที่3.2.17 แสดง Material ที่ใช้ในการทำชั้น epoxy



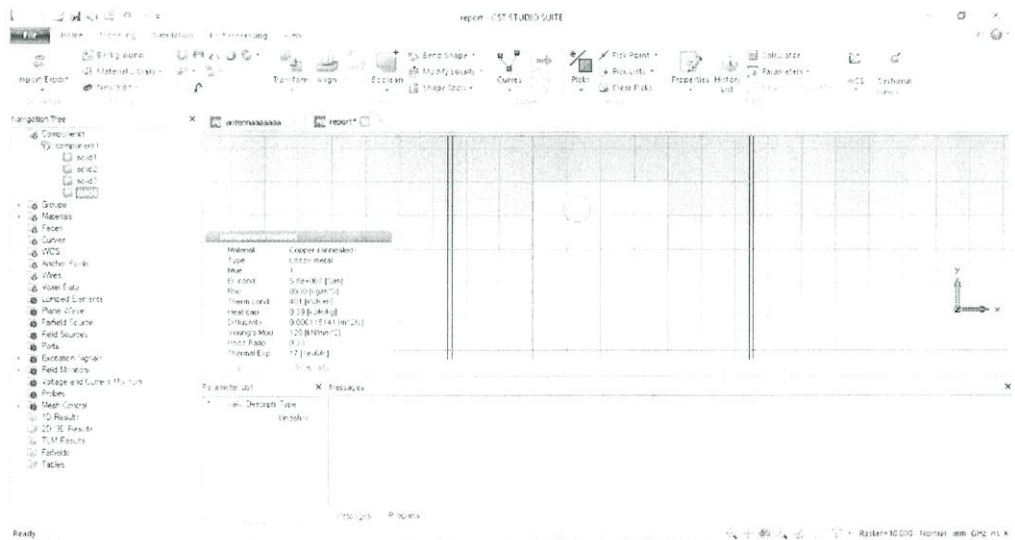
รูปที่3.2.18 แสดงชั้น epoxy ที่เราได้ทำการสร้างมาแล้ว

3.2.18 ทำการสร้าง micro strip โดยเริ่มจากลูกบาศก์ขนาดและMaterialตามต้องการ เมื่อสร้างเสร็จจะได้ตามรูปที่ 3.2.19



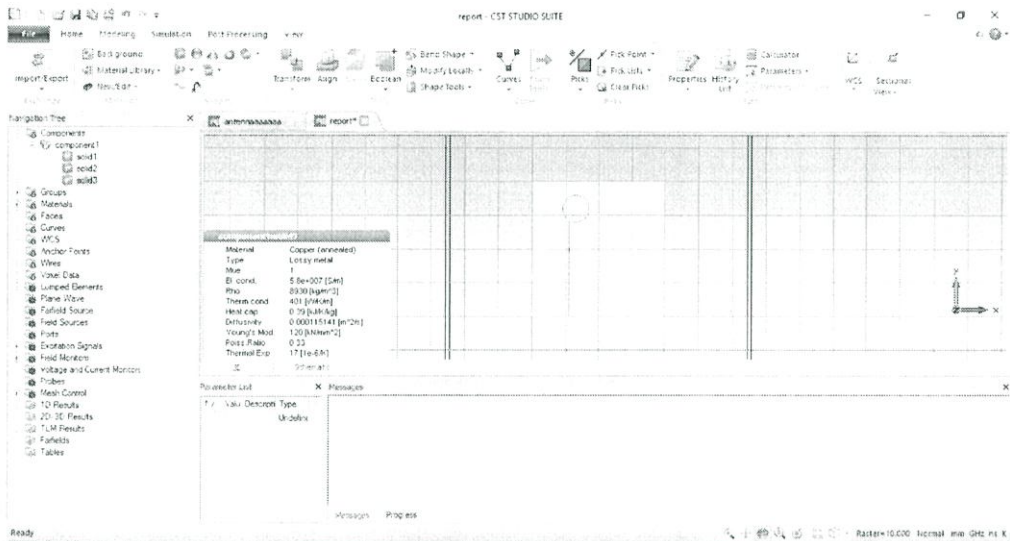
รูปที่3.2.19 แสดงภาพหลังทำการสร้างลูกบาศก์

3.2.19 ต่อมาเราจะสร้างทรงกลมโดยตั้งค่าตามต้องการและMaterial เมื่อสร้างเสร็จจะได้ตามรูปที่ 3.2.20



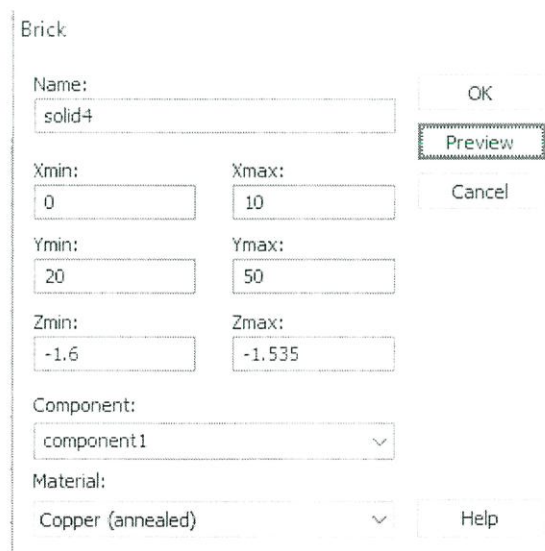
รูปที่3.2.20 แสดงภาพหลังจากสร้างทรงกลม

3.2.20 ต่อมาจะทำการ Add กันของลูกบาศก์และทรงกลมที่ใช้ทำ strip

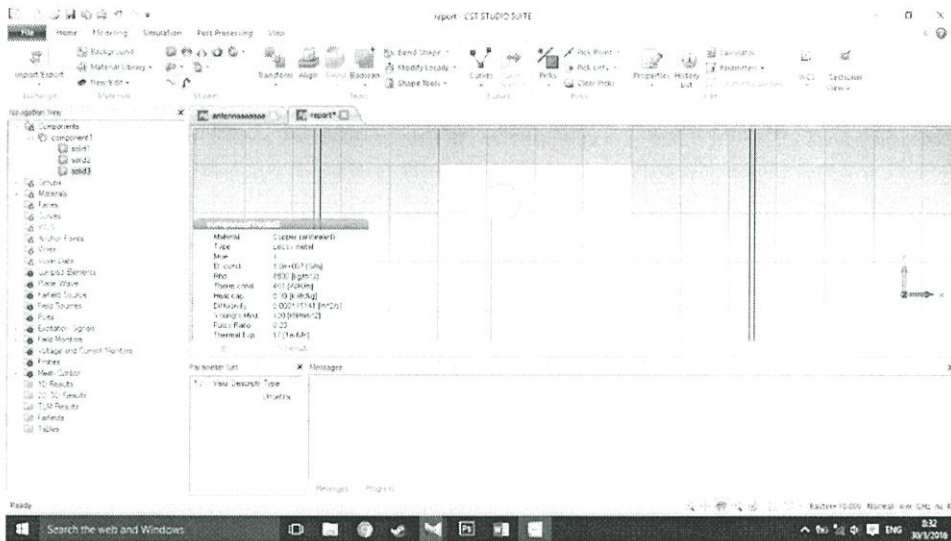


รูปที่ 3.2.21 แสดงภาพหลังจากทำการ Add เรียบร้อย

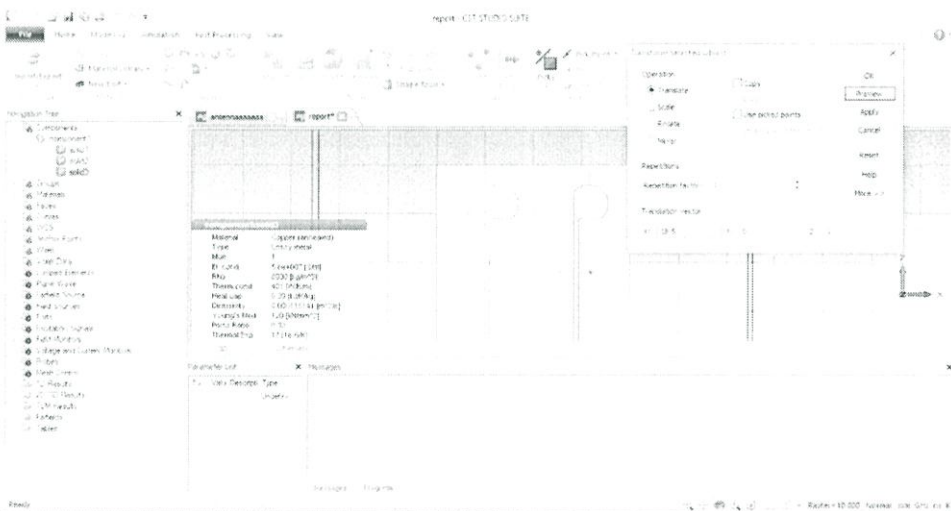
3.2.21 ต่อมาเราจะทำการตัดรูปให้ได้รูปตามที่เรากำลังต้องการโดยทำการสร้างลูกบาศก์ขึ้นมา เมื่อทำการสร้างเสร็จเราจะทำการ Subtract เพื่อกำจัดส่วนต่างๆที่เราต้องการ และเราจะทำการใส่ตัว transform เพื่อให้สามารถเลื่อนตัว strip ได้



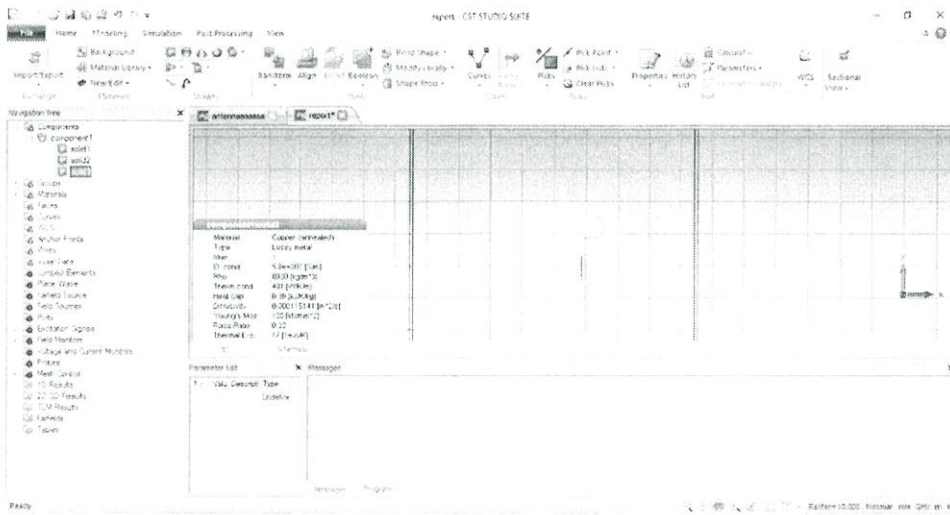
รูปที่ 3.2.22 แสดงค่าต่างๆที่เราต้องการสร้างรูปลูกบาศก์ที่เราต้องการตัดส่วนที่ไม่ต้องการ



รูปที่ 3.2.23 แสดงภาพหลังจากสร้างลูกบาศก์ที่จะใช้ตัดในส่วนที่ไม่ต้องการ

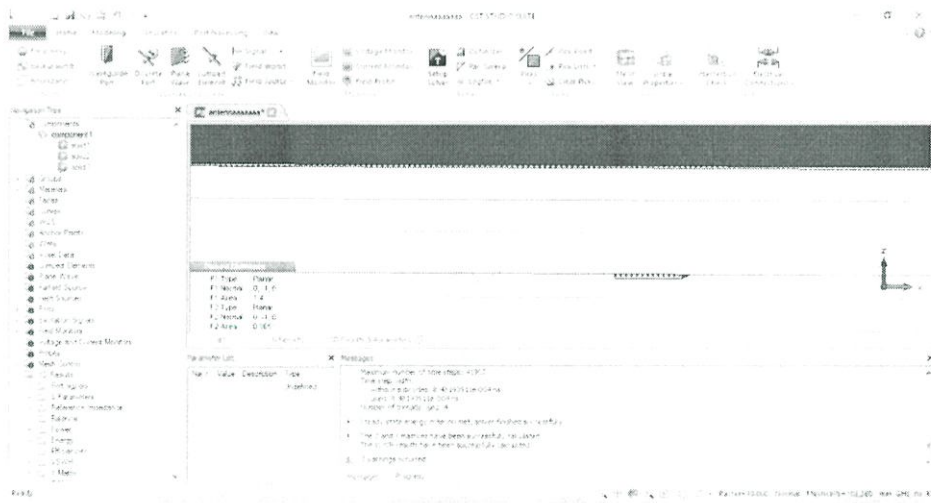


รูปที่ 3.2.24 แสดงภาพการเลื่อน strip ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ



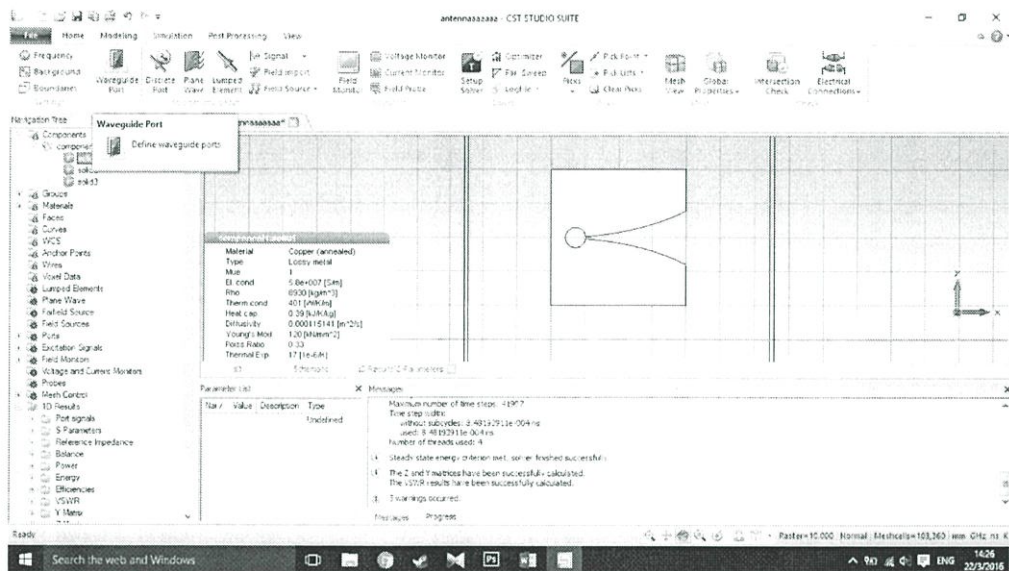
รูปที่3.2.25 แสดงภาพหลังจากการเลื่อนตำแหน่ง strip

3.2.22 ในส่วนถัดมาจะเป็นการเลือกเส้นที่ต้องการนำสัญญาณเข้ามาโดยการเลือกคำสั่ง Pick Face แล้วเลือกหน้าเส้นของเส้น strip และเส้น Vivaldi

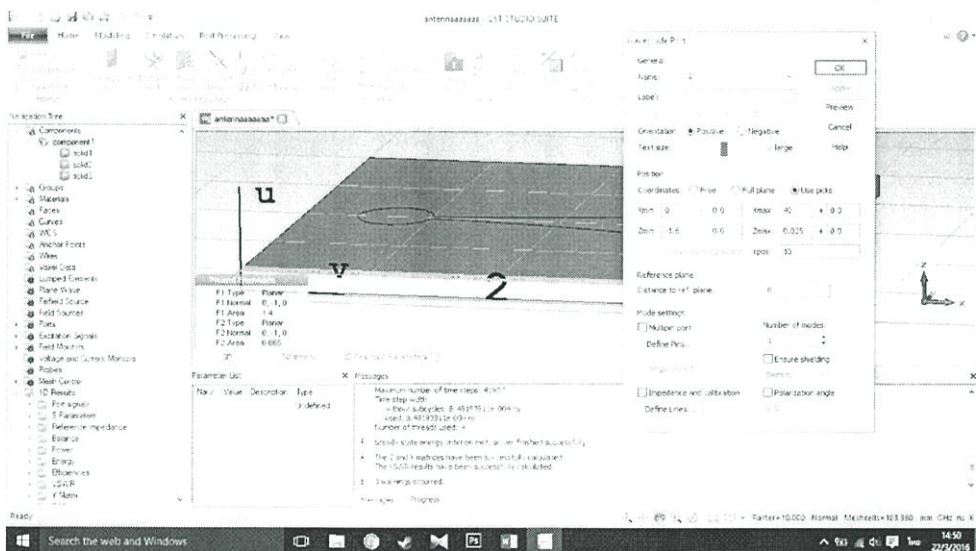


รูปที่3.2.26 แสดงการเลือกหน้าในการใส่พอร์ท

3.2.23 เริ่มทำการใส่สายพอร์ทโดยเลือกคำสั่ง Waveguide Port ดังรูปที่ 3.2.27 โปรแกรมจะเซตค่าให้ตามที่เรเลือก Face ไปก่อนหน้านี้

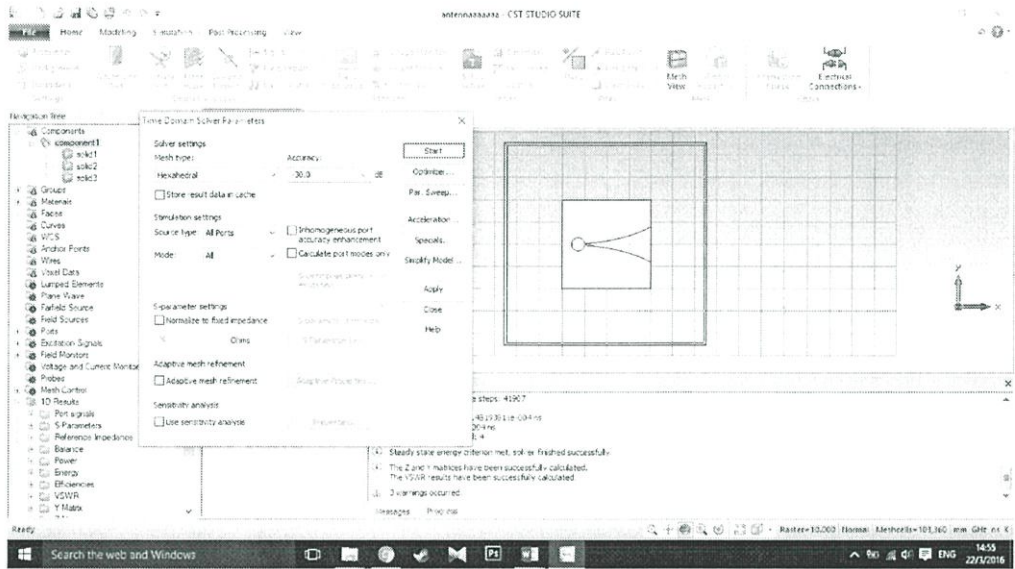


รูปที่ 3.2.27 แสดงการสร้าง Waveguide Port

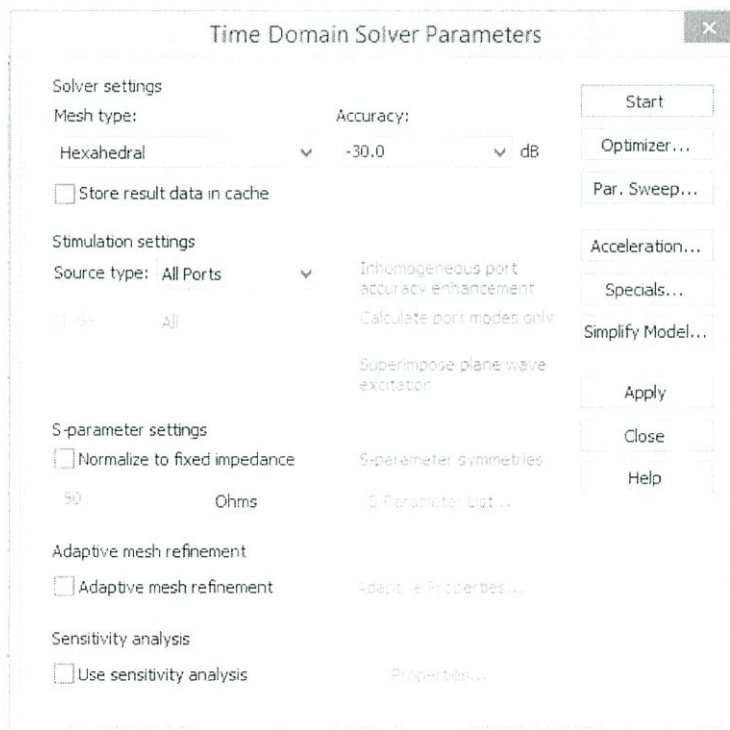


รูปที่ 3.2.28 แสดงการตั้งค่า Waveguide Port

3.2.24 ต่อมาเราจะทำการ simulation โดยคำสั่ง Setup Solver

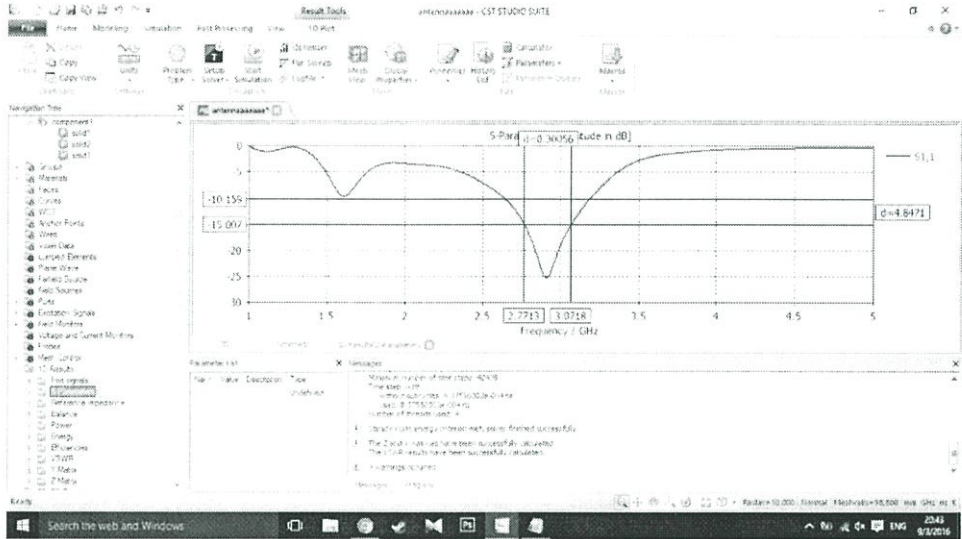


รูปที่ 3.2.29 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่มีการเลือก Setup Solver เพื่อทำการ simulation



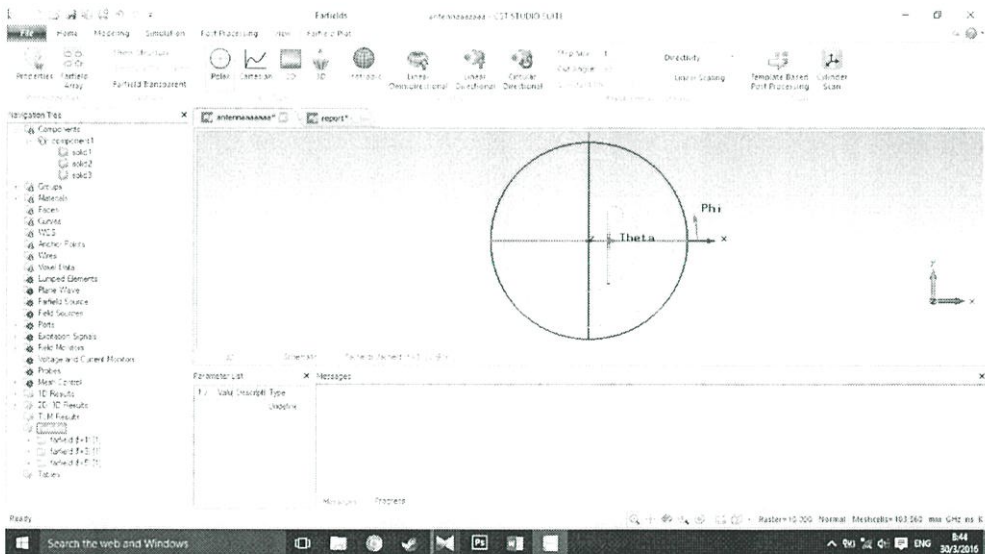
รูปที่ 3.2.30 หน้าต่างกำหนดค่าต่างๆก่อนเริ่ม simulation

3.2.25 เมื่อ simulate เสร็จเราจะไปดู 1DResult ที่ S parameter

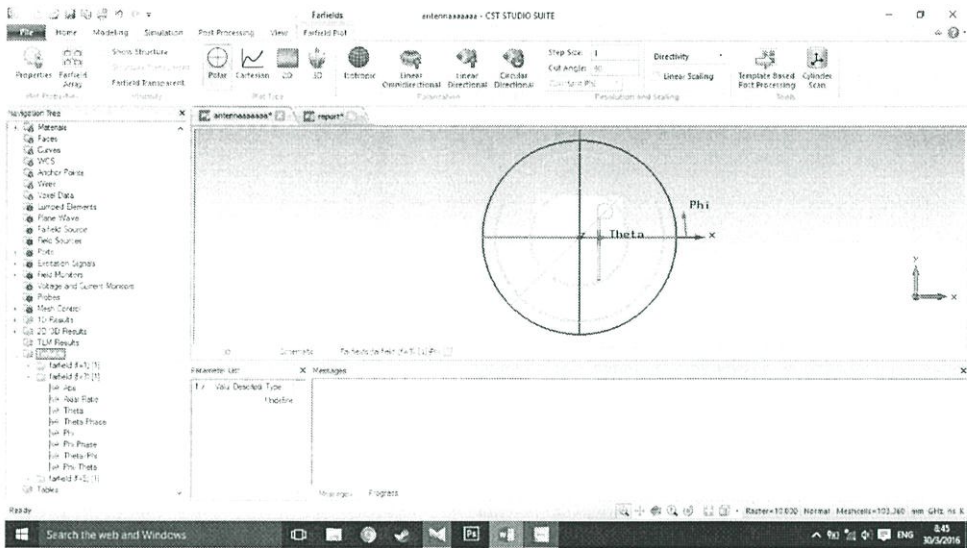


รูปที่ 3.2.31 แสดงผลลัพธ์ของค่า S-parameter

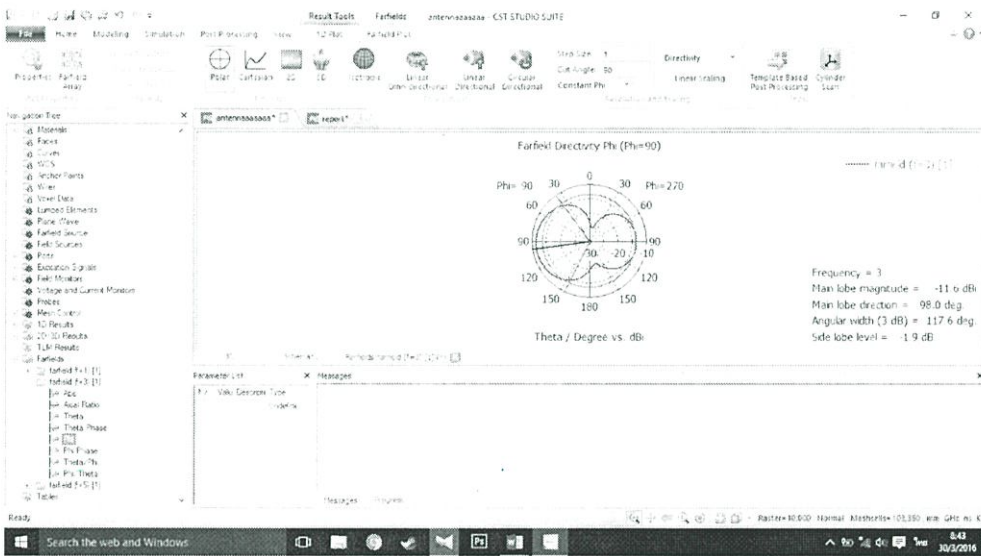
3.2.26 ในส่วนถัดมาที่เราจะดูคือลักษณะ Farfield โดยไปที่ Farfield เลือกที่ความถี่ 3GHz ในที่นี้เราจะดูที่ Phi 2D, 3D ตามรูปที่ 3.2.34 และ 3.2.35 และดู theta 2D, 3D ตามรูปที่ 3.2.36 และ 3.2.37



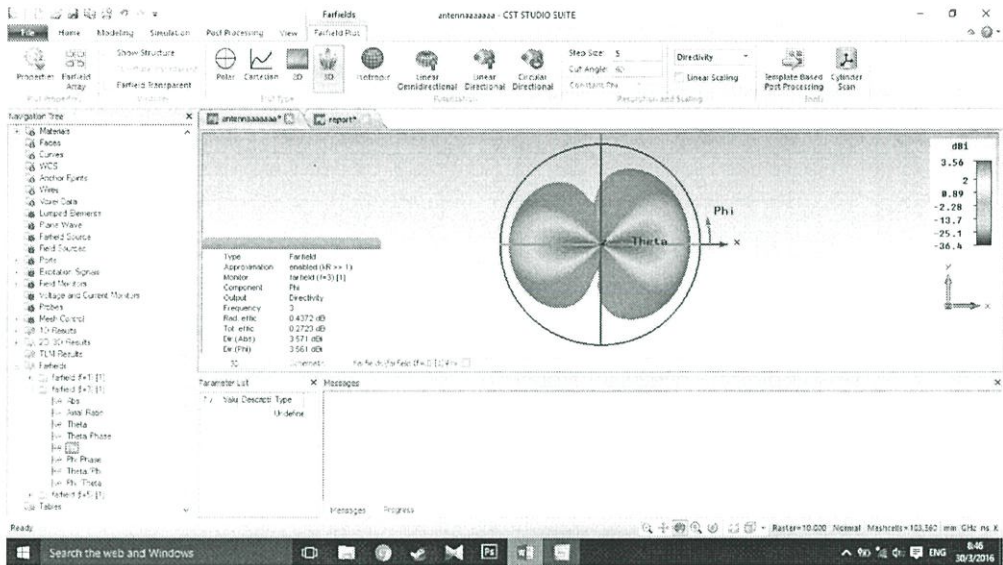
รูปที่ 3.2.32 แสดงรูปที่ Farfield



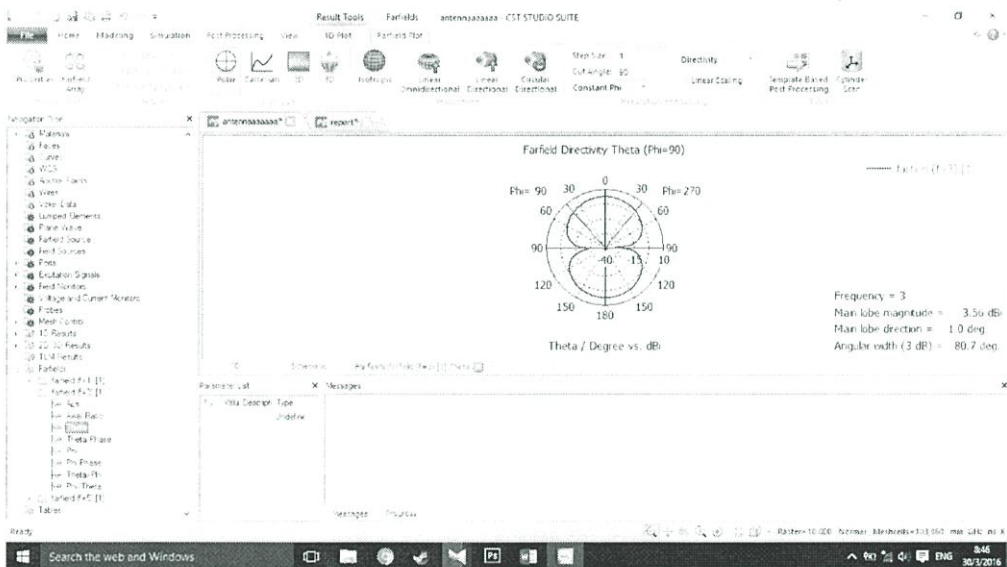
รูปที่ 3.2.33 แสดงรูปที่ Farfield



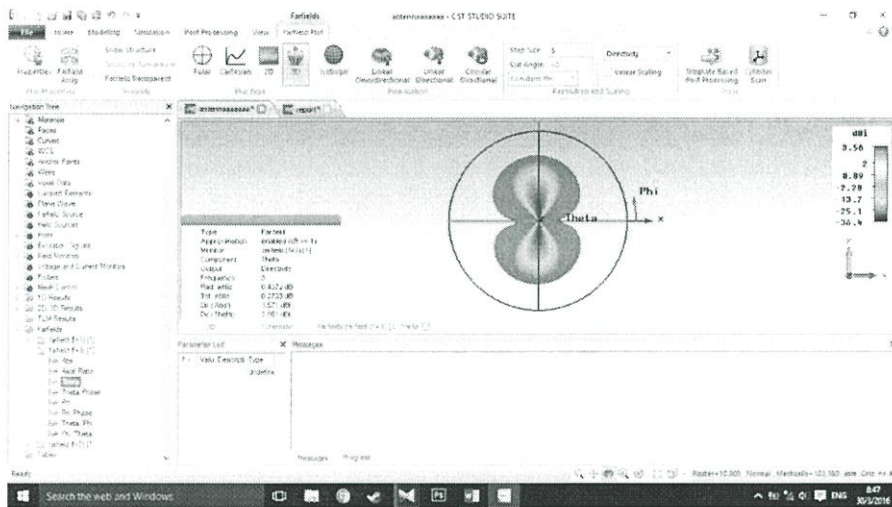
รูปที่ 3.2.34 แสดงรูป Farfield ที่ Phi รูปแบบ 2D



รูปที่ 3.2.35 แสดงรูป Farfield ที่ Phi รูปแบบ 3D



รูปที่ 3.2.36 แสดงรูป Farfield ที่ Theta รูปแบบ 2D



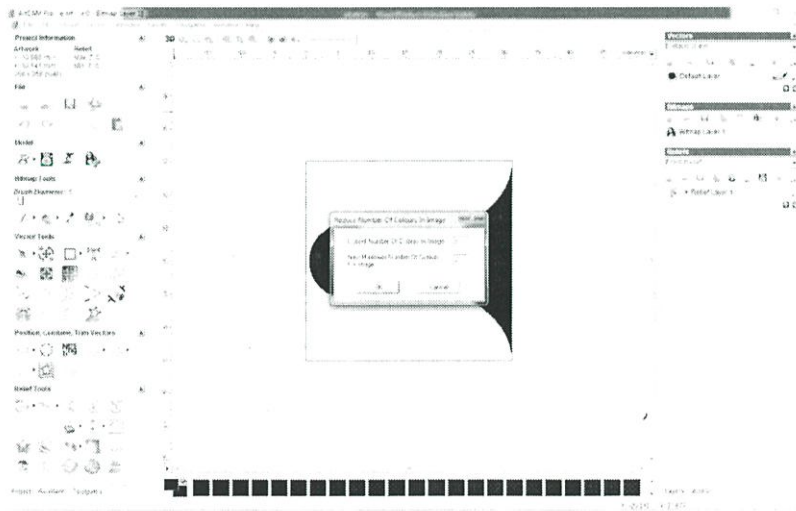
รูปที่ 3.2.37 แสดงรูป Farfield ที่ Theta รูปแบบ 3D

3.3 โปรแกรม ARTCAM

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเพื่อสร้างเวกเตอร์บน Antenna สำหรับเครื่อง CNC

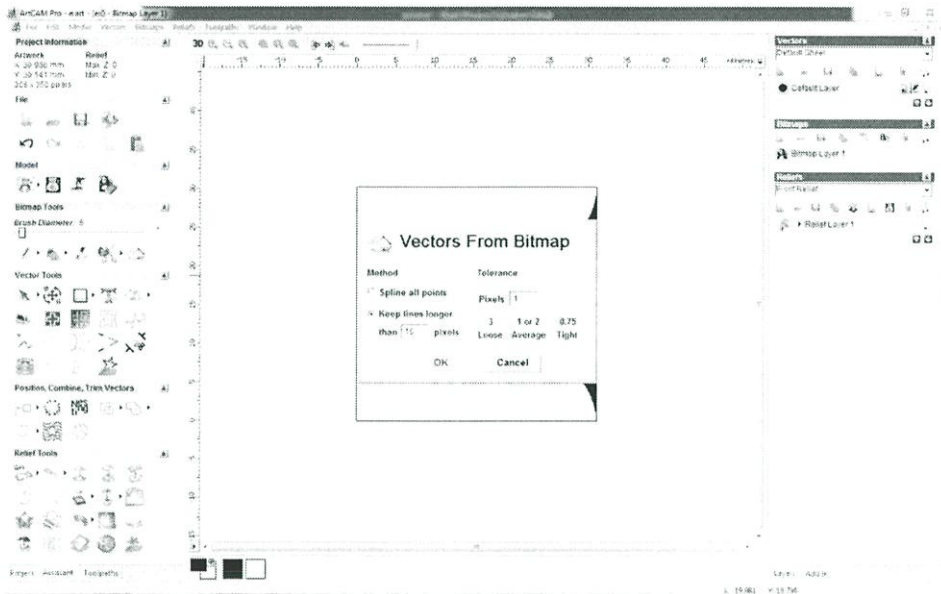
3.3.1 เปิดไฟล์ Antenna ที่ทำการแปลงสกุลเป็น .jpg เรียบร้อยแล้ว แล้วทำการตั้งค่าต่างๆ ให้ถูกต้อง

3.3.2 ทำการลดจำนวนสีส่วนเกินออก โดยกดที่ Reduce Colors แล้วปรับเหลือเพียงแค่ 2 สี คือสีดำและสีขาว



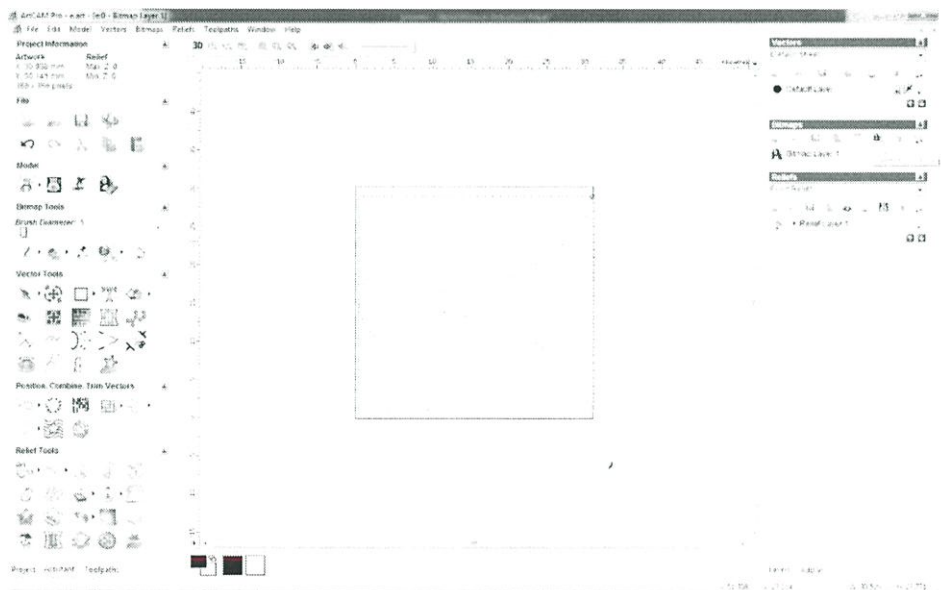
รูปที่ 3.3.1 แสดงการตั้งค่าจำนวนสี

3.3.3 ทำการสร้างเวกเตอร์ในรูป โดยเลือก Vectors from Bitmap แล้วใช้ค่า default



รูปที่ 3.3.2 แสดงการสร้างเวกเตอร์บนรูป

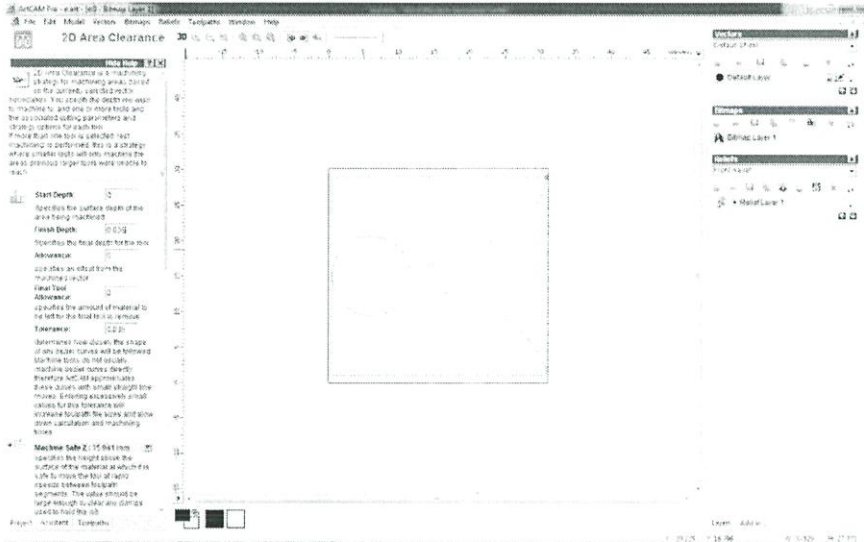
3.3.4 กดที่ Toggle All Visibility เพื่อให้มองเห็นไม่เห็นสี เห็นเพียงแต่เส้นขอบเวกเตอร์



รูปที่ 3.3.3 แสดงลักษณะเวกเตอร์

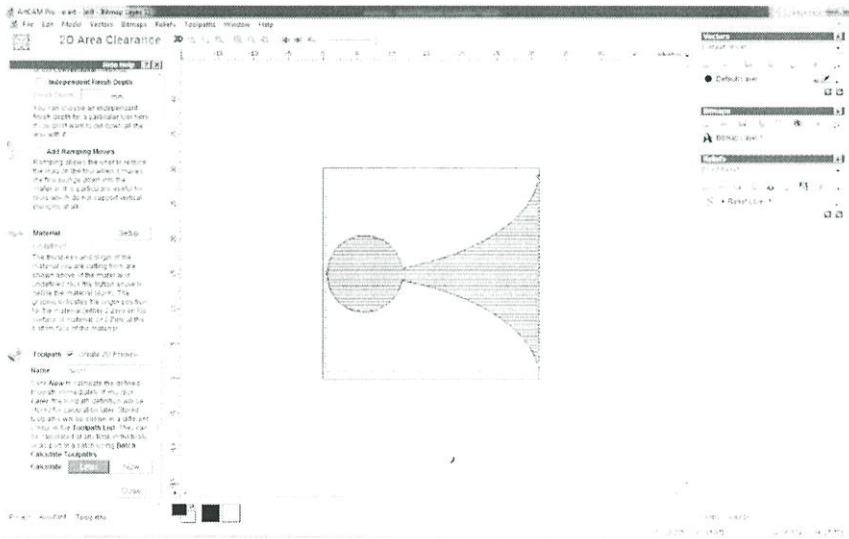
3.3.5 เลือก Area Clearance เพื่อทำการสร้าง path การกัดของเครื่องCNC

3.3.6 ทำการตั้งค่าต่างๆ ได้แก่ ความลึกในการเริ่มต้น ความลึกในการสิ้นสุด ชนิดหัวส่วน



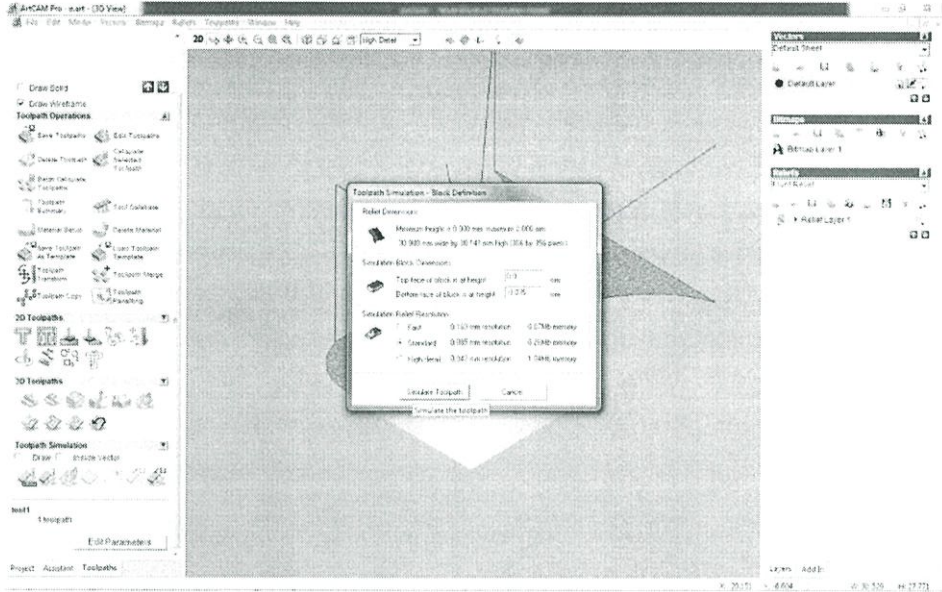
รูปที่ 3.3.4 แสดงการตั้งค่าต่างๆ

3.3.7 เมื่อดังค่าเรียบร้อยแล้ว ให้ตั้งชื่อขั้นตอนแล้วกด Now เพื่อทำการสร้าง path

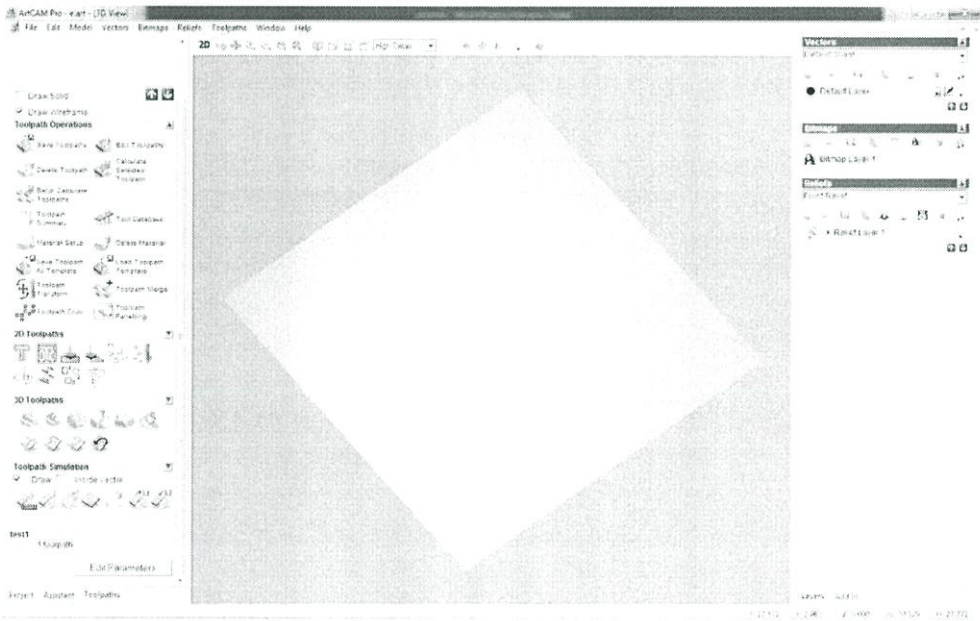


รูปที่ 3.3.5 ผลการสร้าง path

3.3.8 เริ่มการจำลองการกัดแผ่น PCB



รูปที่ 3.3.6 แสดงการตั้งค่าเพื่อทำการซิมูเลต

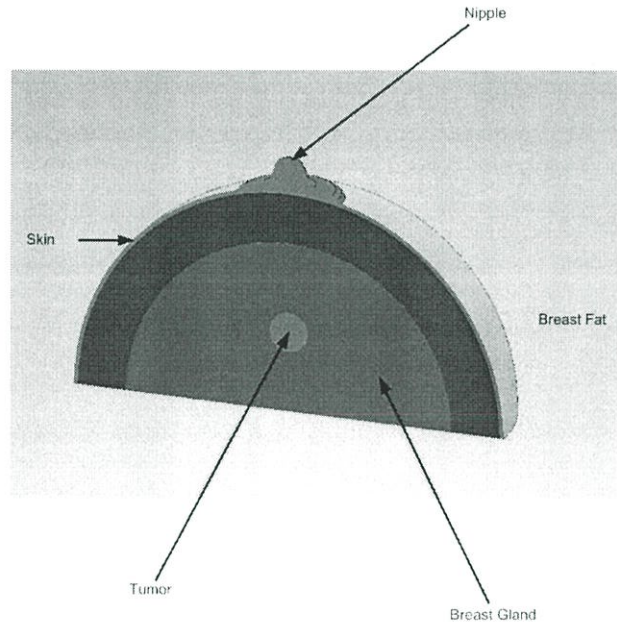


รูปที่ 3.3.7 ผลการจำลอง

3.3.9 เลือก Save Toolpath เพื่อทำการเซฟ path เป็นสกุล .mms

3.5 Phantoms

แพนท่อมมีรูปทรงเป็นทรงครึ่งทรงกลม โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 96 มิลลิเมตร และมีความสูง 48 มิลลิเมตร โดยมีชั้นทั้งหมด 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นผิวหนัง, ชั้นไขมัน, ชั้นต่อมน้ำนม และชั้นมะเร็ง



รูปที่ 3.5.1 แสดงโมเดลของเต้านม

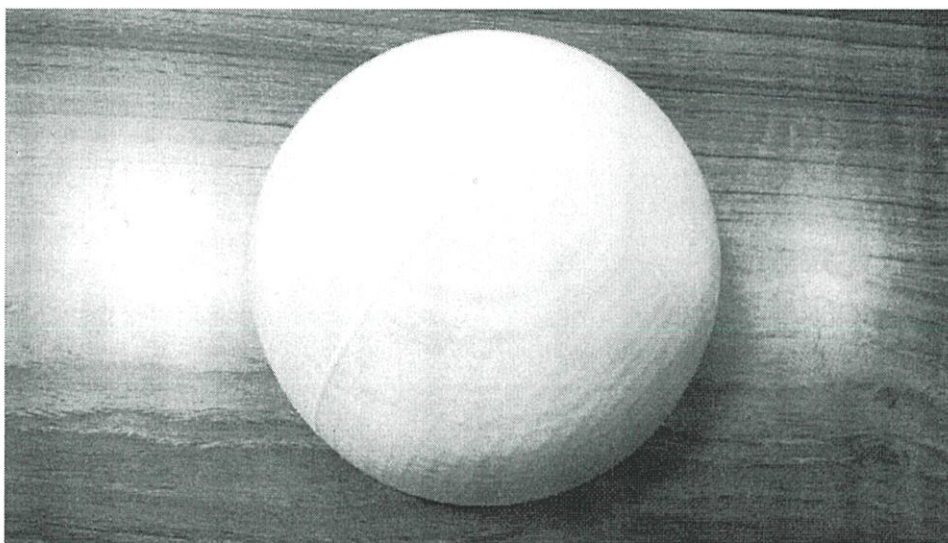
โดยแพนท่อมจะแบ่งออกเป็นสองชนิด ได้แก่ Homogeneous phantom ซึ่งจะมีวัสดุที่มีเนื้อเหมือนกันและมีค่าความสามารถทางไฟฟ้าค่าเดียว และ Heterogeneous phantom ซึ่งประกอบด้วยวัสดุหลากหลาย และมีค่าความสามารถทางไฟฟ้าที่แตกต่างกันออกไป

3.5.1 ผิวหนัง

วัสดุทดแทนผิวหนังคือ PLA

Materials	Dielectric Properties	
	Permittivity (F/m)	Conductivity (S/m)
Skin	37.5	1.74
PLA	35 – 50	0.09

ตารางที่ 3.5.1 แสดงการเทียบค่า Dielectric Properties ระหว่างผิวหนังและPLA

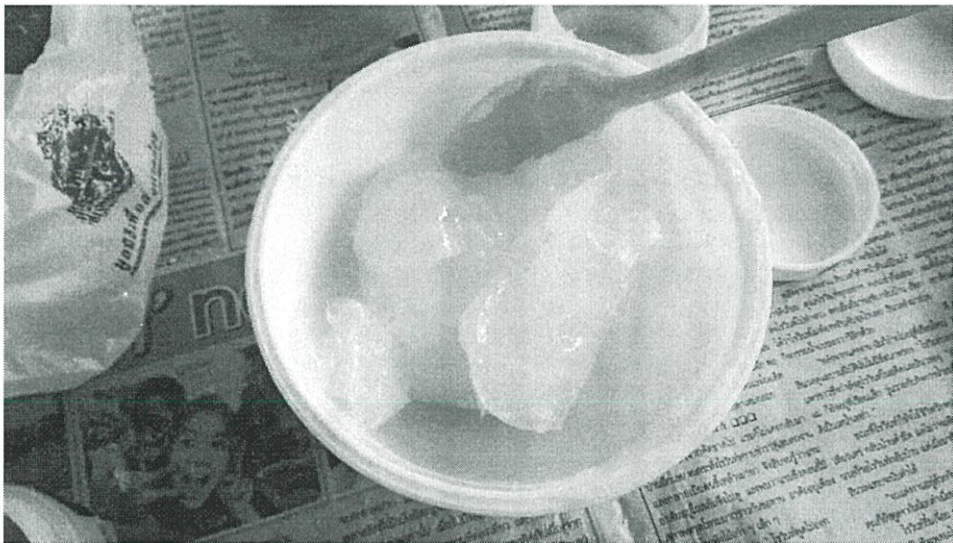


รูปที่ 3.5.1 แสดงรูปแทนท่อมชั้นผิวหนัง

3.5.2 Homogeneous Phantom

Materials	Dielectric Properties	
	Permittivity (F/m)	Conductivity (S/m)
Fatty Breast Tissue	5.04	Fatty Breast Tissue
Pure Petroleum Jelly	2.36	Pure Petroleum Jelly

ตารางที่ 3.5.2 แสดงการเทียบค่า Dielectric Properties ระหว่างไขมันและปิโตรเลียมเจลลี่บริสุทธิ์

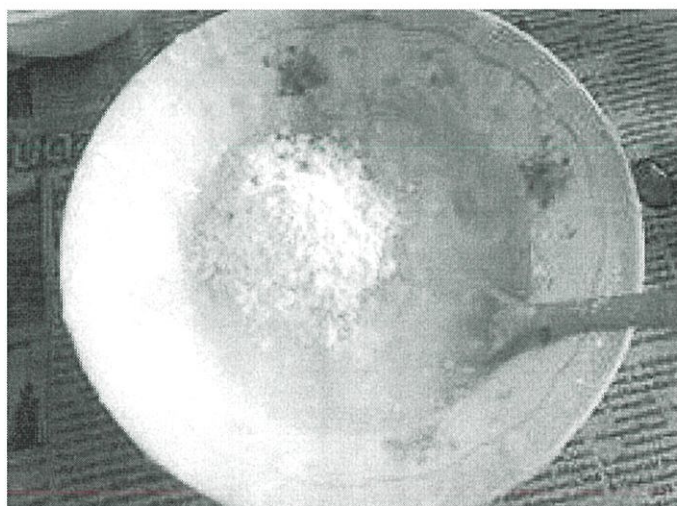


รูปที่ 3.5.2 แสดงรูปการทำแฟนทอมชั้นไขมัน

3.5.3 Heterogeneous Phantom

Materials	Dielectric Properties		
	Weight (g)	Permittivity (F/m)	Conductivity (S/m)
Glandular Tissue	-	56.4	2.44
Pure Petroleum Jelly	152	2.36	0.012
Soy Oil	76	2.7	0.061
Water/Flour Ratio (25.5%)	57	6.98	0.785

ตารางที่ 3.5.3 แสดงการเทียบค่า Dielectric Properties ระหว่างเนื้อเยื่อต่อมและส่วนผสมต่างๆ



รูปที่ 3.5.3 แสดงรูปการทำแฟนท่อมชั้นเนื้อเยื่อต่อม

3.5.4 Tumor

Materials	Dielectric Properties	
	Permittivity (F/m)	Conductivity (S/m)
Tumor	57-58	Tumor
Beef	58	Beef

ตารางที่ 3.5.4 แสดงการเทียบค่า Dielectric Properties ระหว่างเนื้อเยื่อมะเร็งและชิ้นเนื้อวัว

3.6 แผนการดำเนินงาน

3.6.1 แผนการดำเนินงานเทอมที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2558				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
คิดหัวข้อโครงการ					
ศึกษาการทำงาน Ultra-wideband					
ศึกษาการใช้งานโปรแกรม CST STUDIO SUITE					
ออกแบบ Antenna ตัวส่งสัญญาณในโปรแกรม CST เพื่อหาว่าขนาดและลักษณะที่เหมาะสมกับการนำไปใช้มากที่สุด					
เริ่มจำลองการส่งสัญญาณจาก Antenna ตัวส่งสัญญาณกับเนื้อเยื่อตัวกลางต่างๆในโปรแกรม					
ศึกษาการใช้โปรแกรม ARTCAM Antenna ตัวส่งสัญญาณ					
ทำการสร้างเวกเตอร์ใน Antenna ตัวส่ง					
ศึกษาการใช้เครื่องกัด CNC					
ฝึกซ้อมการใช้เครื่องกัด CNC					
ทำการสร้าง Antenna ตัวส่งสัญญาณ					
ทดสอบการยิงสัญญาณผ่าน Antenna ตัวส่งสัญญาณ โดยใช้เครื่องซิมูเลต					

ตารางที่ 3.6.1 การดำเนินงานในเทอมที่ 1

3.6.2. แผนการดำเนินงานเทอมที่2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2559			
	มค.	กพ.	มีค.	เมย.
ศึกษาวัสดุเพื่อใช้ทำแผ่นท่อมเต้านม				
ทำเนื้อแผ่นท่อมแทนเต้านม				
ปริ้น3Dแทนผิวหนัง				
ออกแบบ Antenna ตัวรับสัญญาณในโปรแกรม CST				
ทำการสร้างเวกเตอร์ในAntenna ตัวรับ				
ทำการสร้าง Antenna ตัวรับสัญญาณ				
ทดสอบการยิงสัญญาณผ่าน Antenna ตัวรับสัญญาณ โดยใช้เครื่องซิมูเลต				
ออกแบบแทนหมุนแผ่นท่อม				
สร้างแทนหมุนโดยการปริ้น3D				
เขียนโค้ดสำหรับสเต็ปมอเตอร์ใส่Arduino				
ต่อวงจรสำหรับสเต็ปมอเตอร์				
ทดลองส่ง-รับสัญญาณจากAntenna ผ่าน phantom				
ทดลองการสะท้อนของสัญญาณ				
เก็บข้อมูลสัญญาณ				
เขียนโค้ด Matlab				
เทียบสัญญาณ				

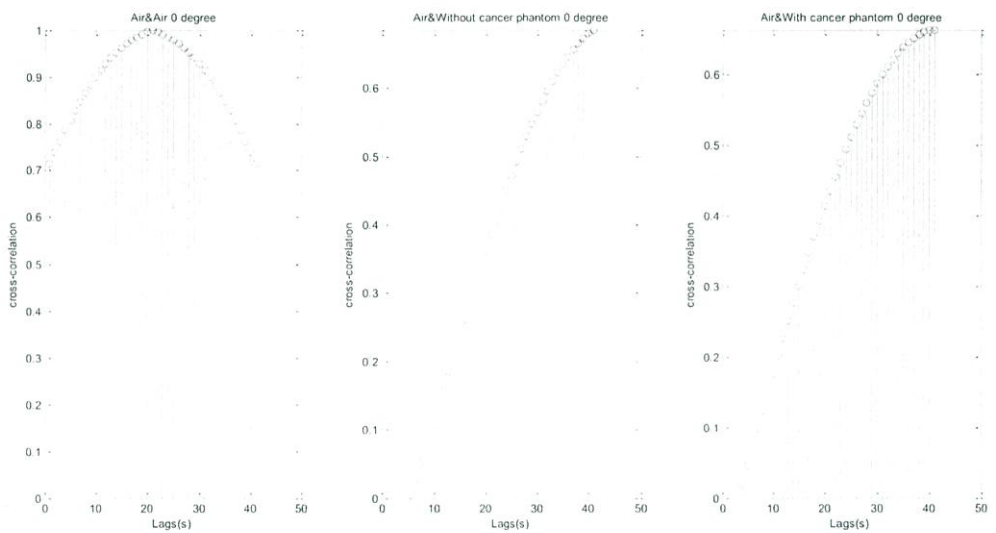
ตารางที่ 3.6.2 การดำเนินงานในเทอมที่ 2

บทที่ 4

ผลการทดลอง

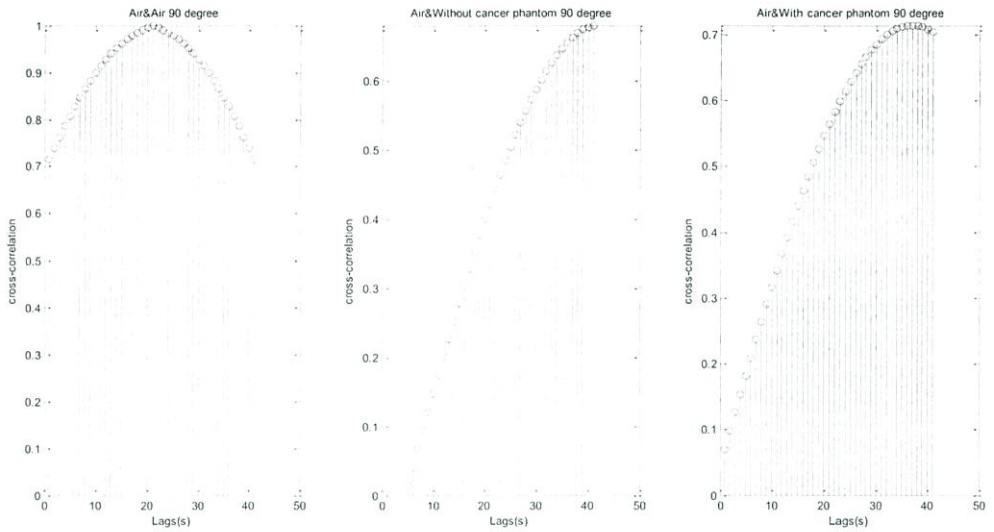
จากการทดลองที่ได้แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบที่ไม่มีแฟนท่อมใดๆ, ระบบที่มีแฟนท่อมเต้านม และระบบที่มีทั้งแฟนท่อมเต้านมและแฟนท่อมมะเร็ง โดยนำสัญญาณทั้งสามระบบมาทำการ cross correlation กับสัญญาณของอากาศซึ่งถูกตั้งเป็นสัญญาณอ้างอิง

4.1 Homogeneous Phantom



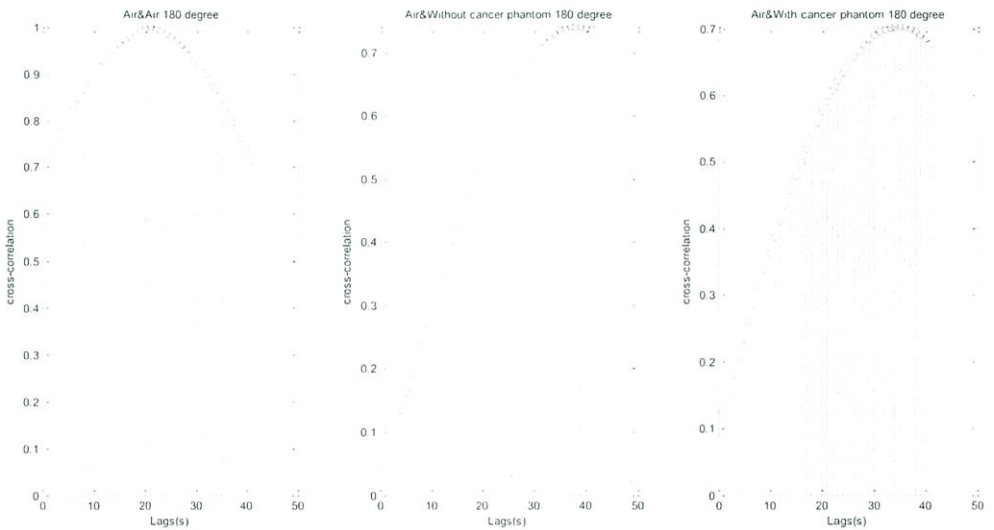
รูปที่ 4.1.1 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมเต้านมที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมเต้านมที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด 0.8x1.5x1.5 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 0 องศา



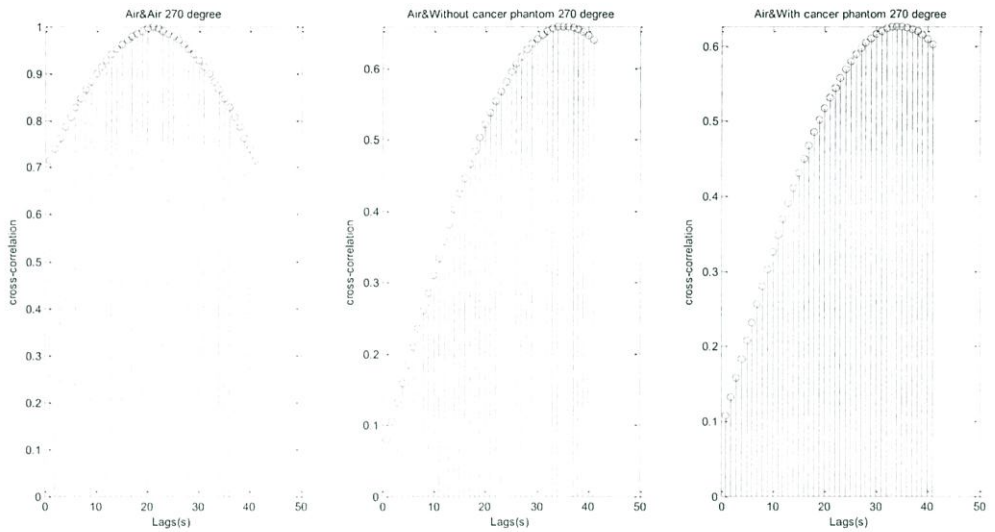
รูปที่ 4.1.2 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 90 องศา



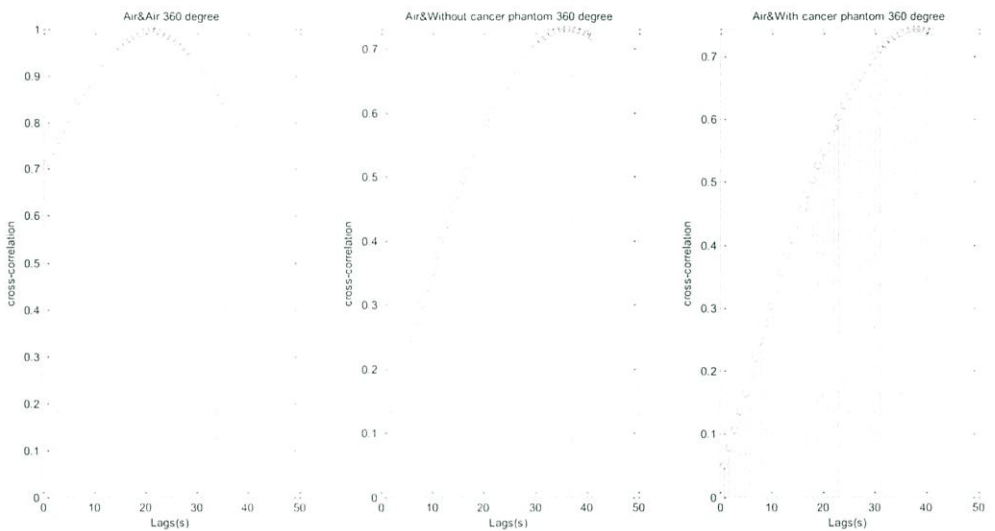
รูปที่ 4.1.3 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 180 องศา



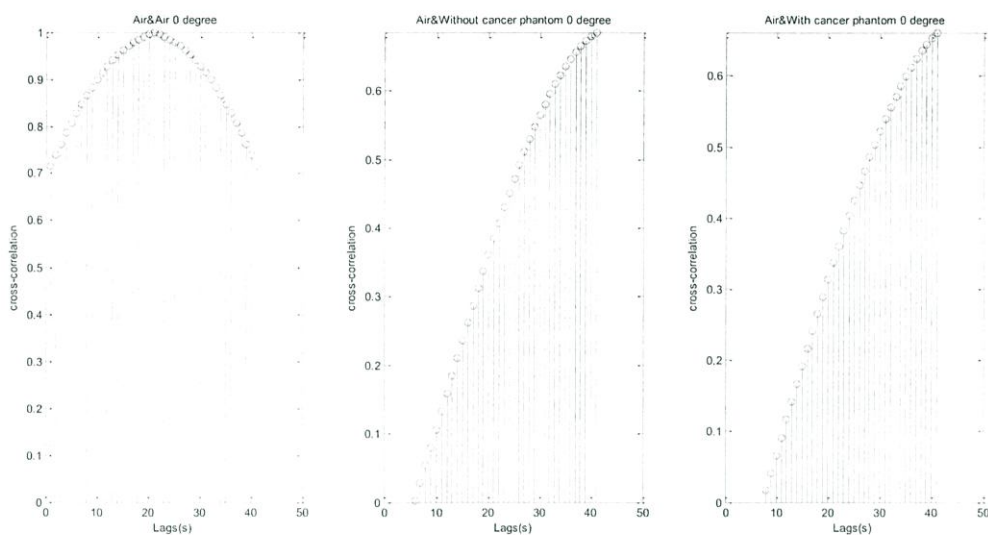
รูปที่ 4.1.4 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 270 องศา



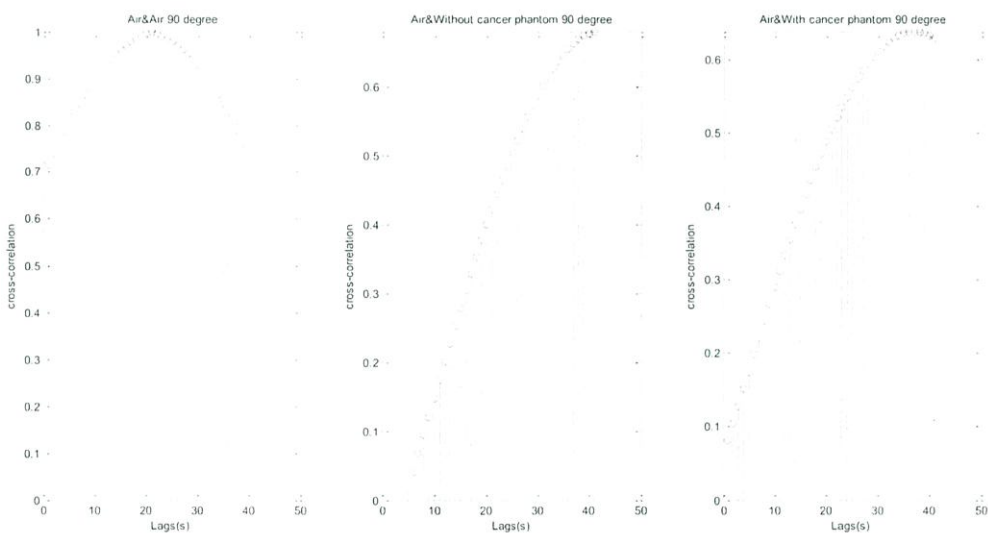
รูปที่ 4.1.5 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 360 องศา



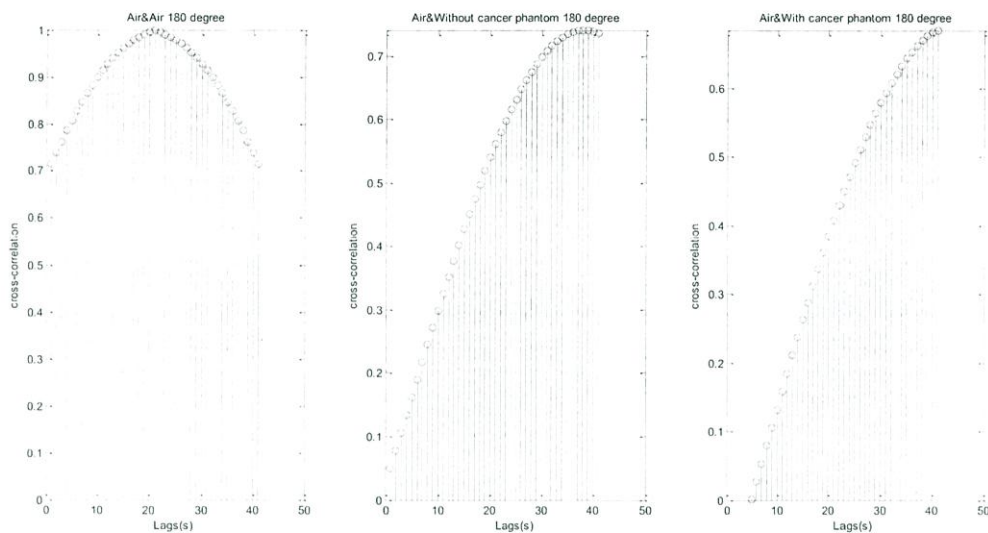
รูปที่ 4.1.6 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด 1.5x2x3 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 0 องศา



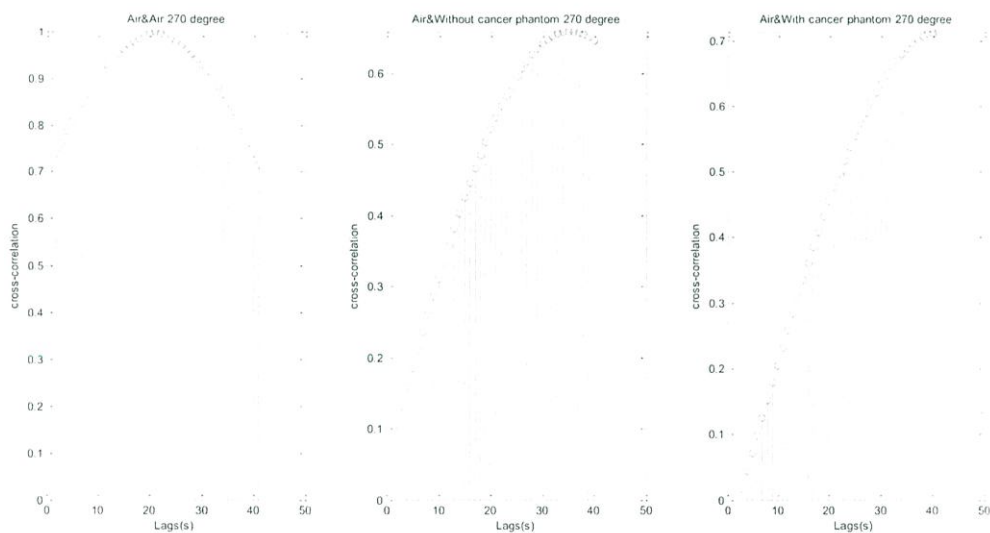
รูปที่ 4.1.7 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด 1.5x2x3 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 90 องศา



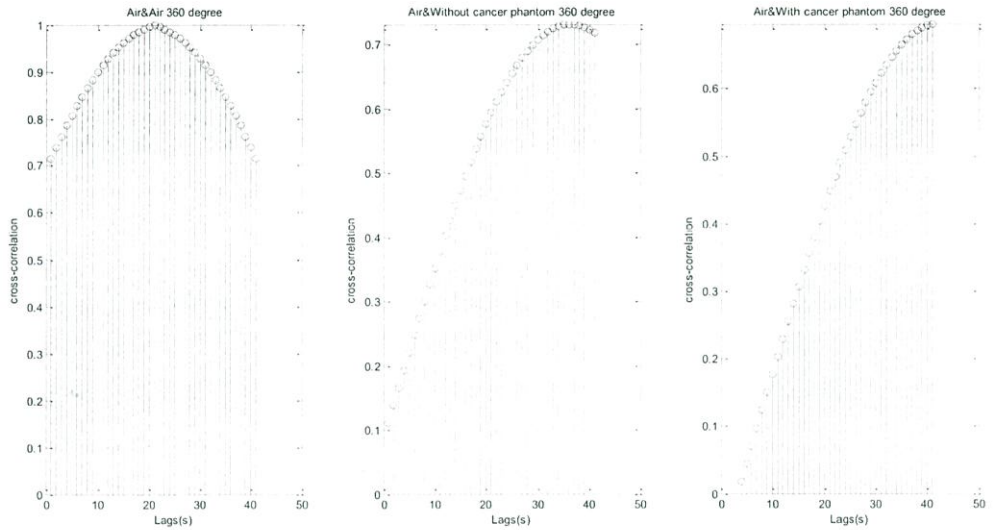
รูปที่ 4.1.8 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 2 \times 3$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 180 องศา



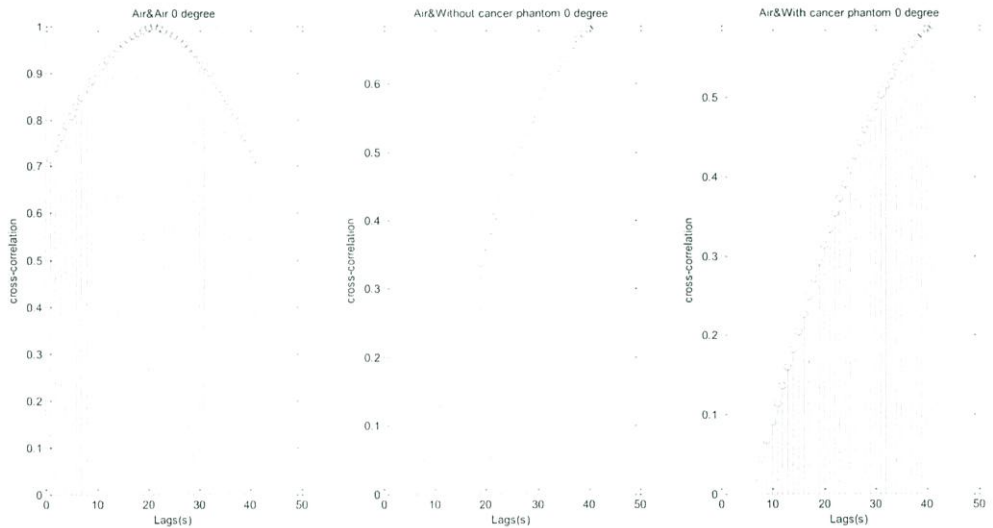
รูปที่ 4.1.9 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 2 \times 3$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 270 องศา



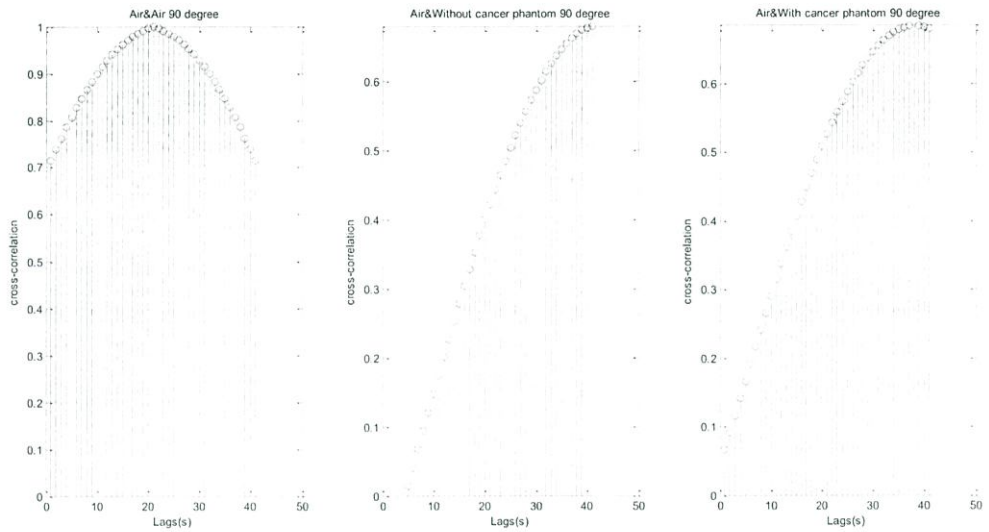
รูปที่ 4.1.10 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด 1.5x2x3 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 360 องศา



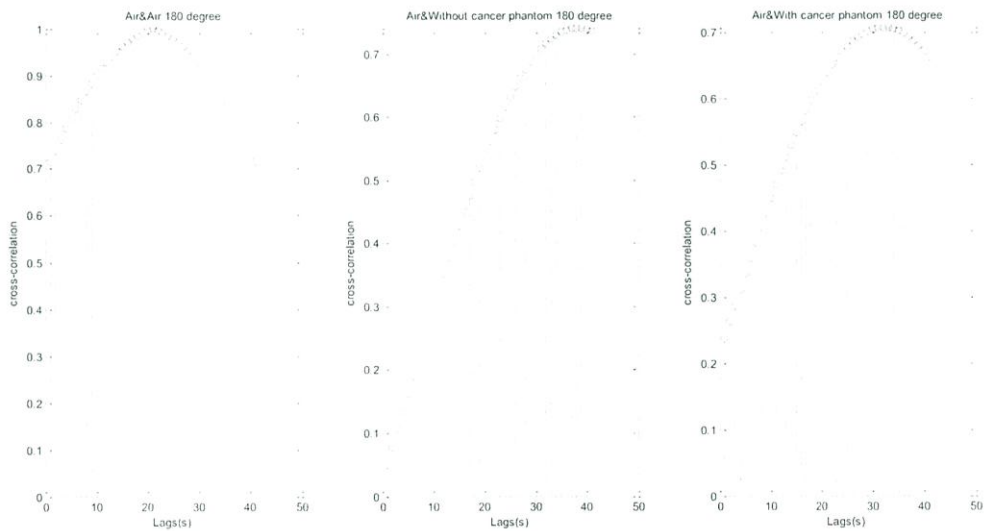
รูปที่ 4.1.11 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมด้านบนที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด 1 โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 0 องศา



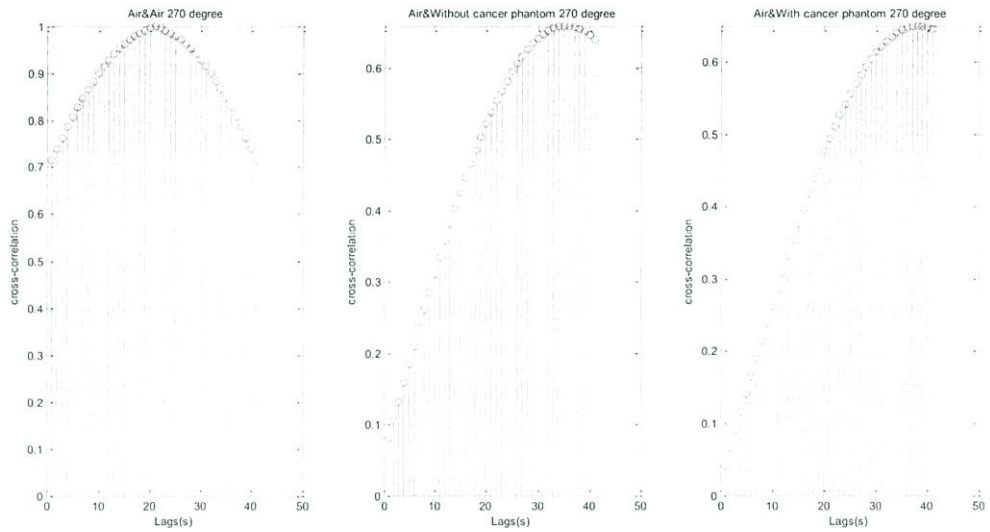
รูปที่ 4.1.12 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 3 \times 5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 90 องศา



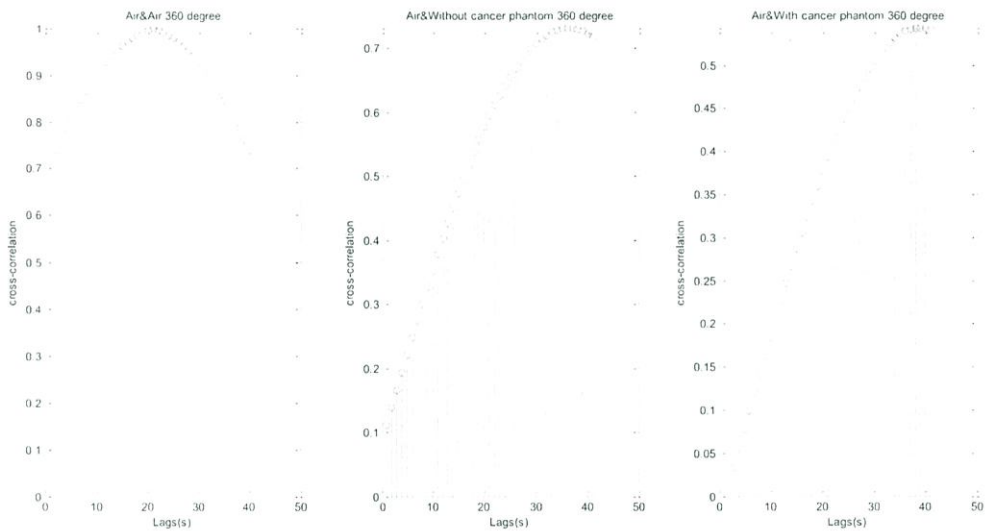
รูปที่ 4.1.13 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 3 \times 5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 180 องศา



รูปที่ 4.1.14 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด 1.5x3x5 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 270 องศา



รูปที่ 4.1.15 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด 1.5x3x5 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 360 องศา

Medium	Cross Correlation กับ อากาศ (อ้างอิง) (%)				
	0 degree	90 degree	180 degree	270 degree	360 degree
อากาศ	100	100	100	100	100
แพนท่อมเต้านมที่ไม่มี แพนท่อมมะเร็ง	68.5206	68.0413	74.0992	65.8479	73.1364
แพนท่อมเต้านมที่มี แพนท่อมมะเร็งขนาด 0.8x1.5x1.5 เซนติเมตร	66.2575	71.3851	70.2795	62.5996	74.4202
แพนท่อมเต้านมที่มี แพนท่อมมะเร็งขนาด 1.5x2x3 เซนติเมตร	66.0941	63.8465	68.4243	71.3513	69.5771
แพนท่อมเต้านมที่มี แพนท่อมมะเร็งขนาด 1.5x3x5 เซนติเมตร	59.1354	68.4604	70.6739	64.9838	54.3041

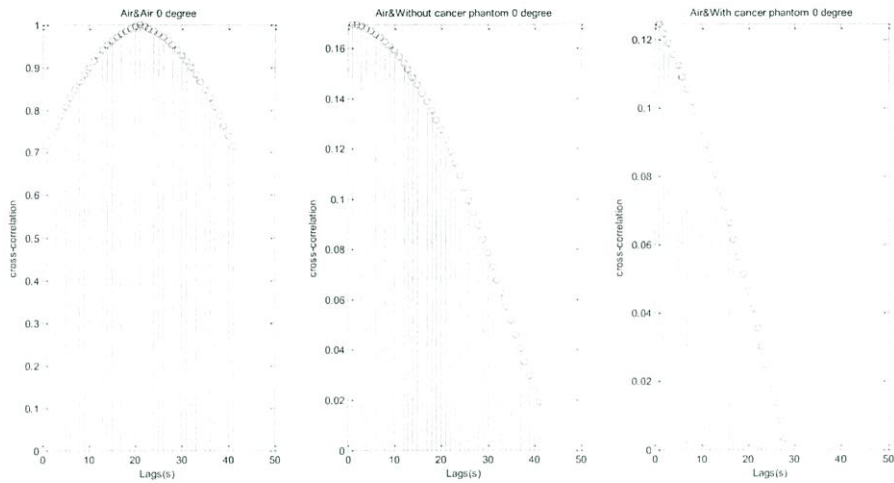
ตารางที่ 4.1.1 แสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบ cross correlation โดยใช้ breast phantom แบบ Homogeneous phantom

จากตารางที่ 4.1.1 จะเห็นได้ว่าค่าของ Cross correlation ที่มีตัวกลางที่เป็นตัวอ้างอิงคือ อากาศ โดยเทียบกับตัวกลางอื่นๆจะมีค่าเปลี่ยนไปโดยจะเห็นได้ว่าเมื่อเทียบกับอากาศนั้นค่าที่ได้คือ 100%

เมื่อเทียบกับแพนท่อมเต้านมที่ไม่มีแพนท่อมมะเร็งจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้นั้นมีค่าไม่ถึง 100% โดยจะมีค่าที่ 0,90,180,270,360 องศา คือ 68.5206, 68.0413, 74.0992, 65.8479, 73.1364 % ตามลำดับ

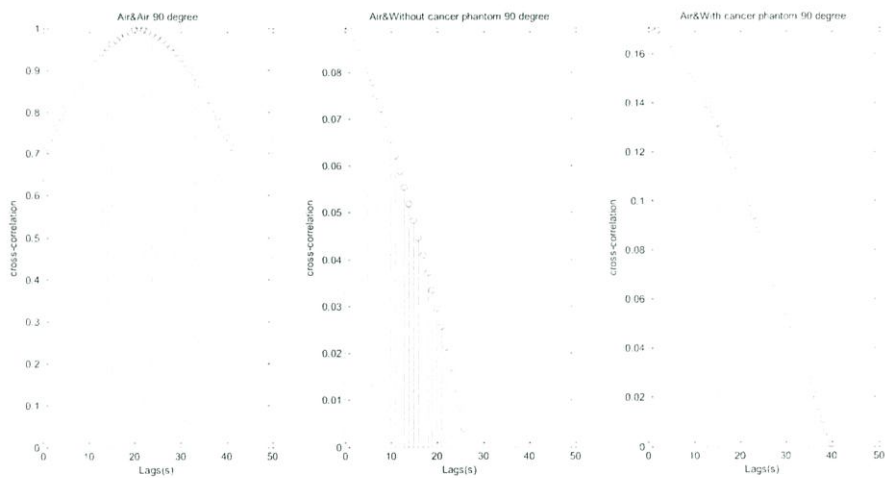
เมื่อเทียบกับ แพนท่อมเต้านมที่มีแพนท่อมมะเร็งที่มีขนาดต่างๆผลที่ได้ส่วนใหญ่จะน้อยกว่าแตกต่างจากแพนท่อมเต้านมที่ไม่มีแพนท่อมมะเร็ง เช่น ที่ 360 องศาของขนาด 0.8x1.5x1.5 เซนติเมตร, 1.5x2x3 เซนติเมตร , 1.5x3x5 เซนติเมตร จะได้ 74.4202, 69.5771, 54.3041 % ตามลำดับซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแพนท่อมเต้านมที่ไม่มีแพนท่อมมะเร็งที่ 360 องศา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 73.1364% จะเห็นได้ว่าค่า Cross correlation ที่ได้นั้นแตกต่างกันทำให้เราสามารถสรุปได้ว่าข้างในนั้นมีมะเร็งหรือไม่

4.2 Heterogeneous Phantom



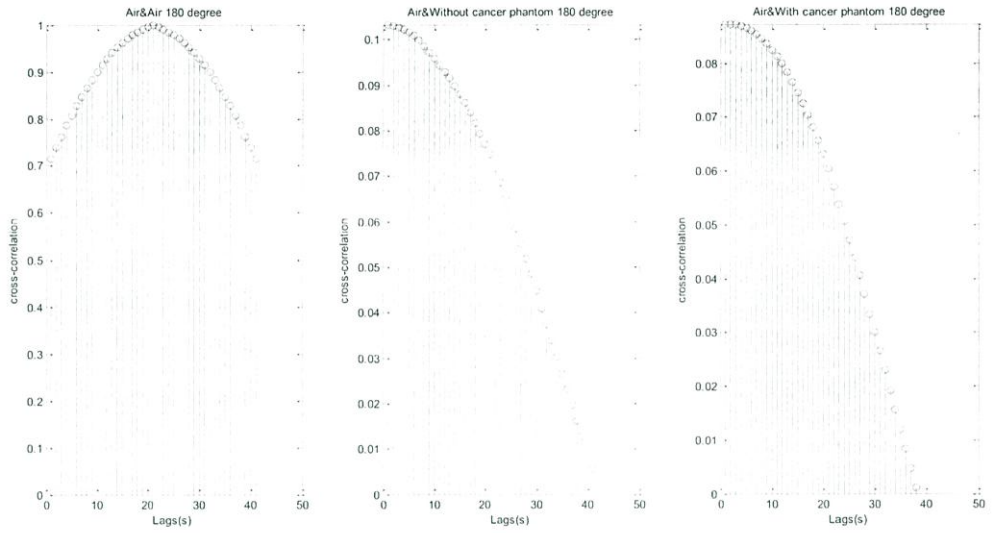
รูปที่ 4.2.1 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 0 องศา



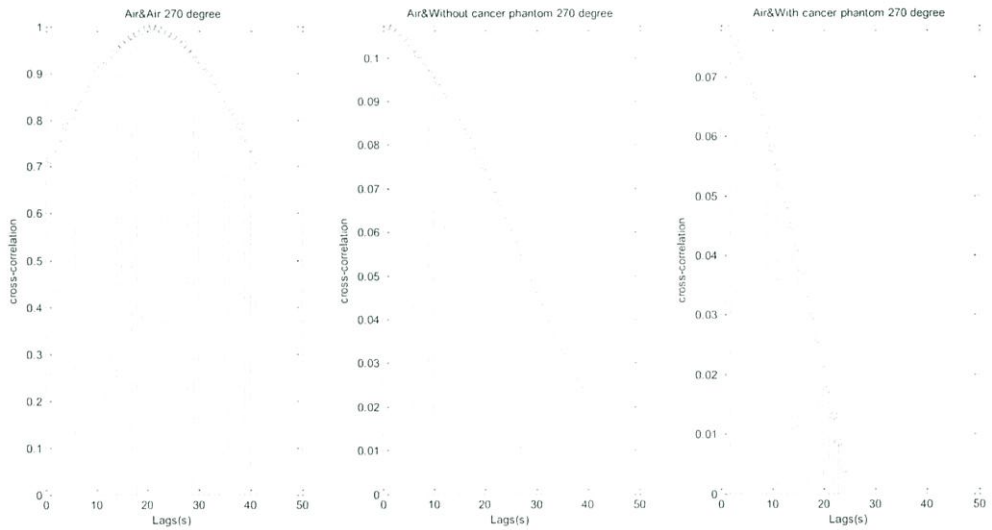
รูปที่ 4.2.2 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 90 องศา



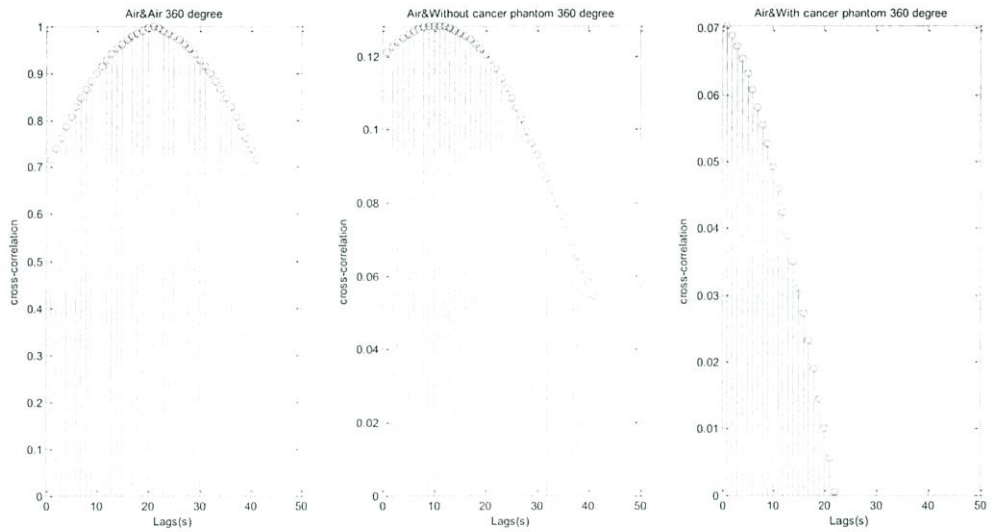
รูปที่ 4.2.3 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 180 องศา



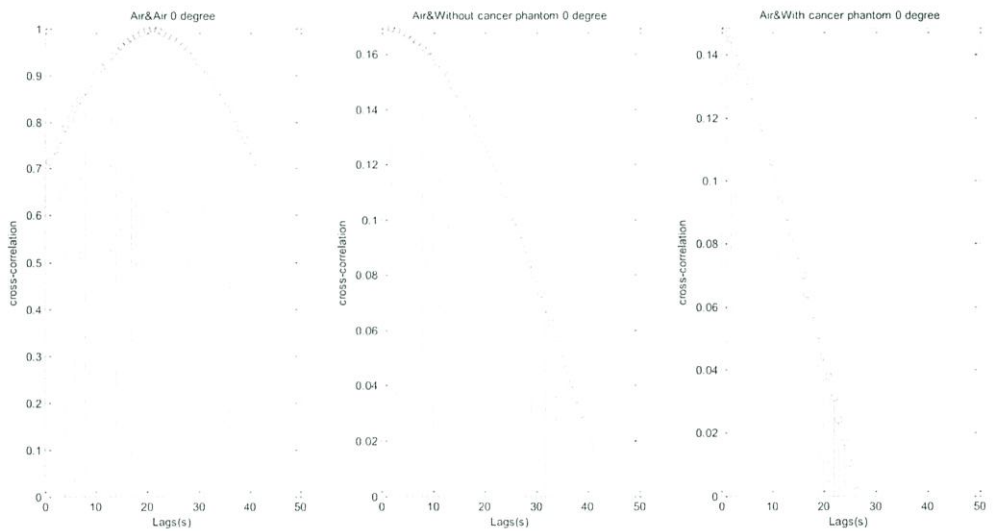
รูปที่ 4.2.4 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 270 องศา



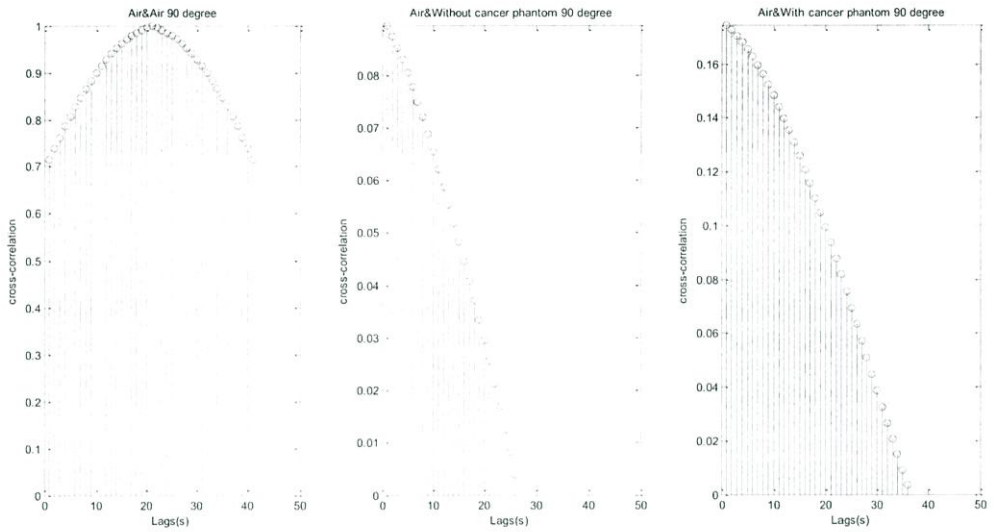
รูปที่ 4.2.5 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแพนท่อมด้านมที่ไม่มีแพนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแพนท่อมด้านมที่มีแพนท่อมมะเร็งขนาด $0.8 \times 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 360 องศา



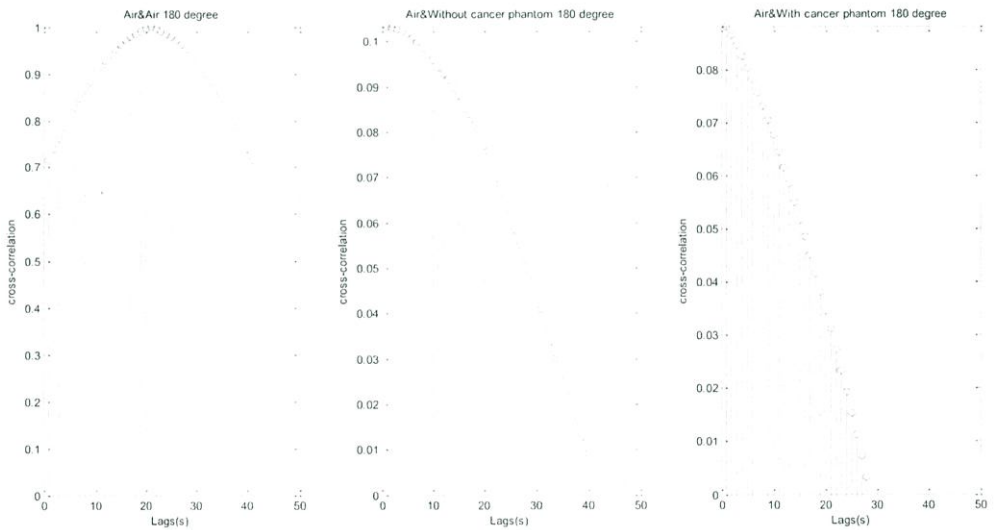
รูปที่ 4.2.6 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแพนท่อมด้านมที่ไม่มีแพนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแพนท่อมด้านมที่มีแพนท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 2 \times 3$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 0 องศา



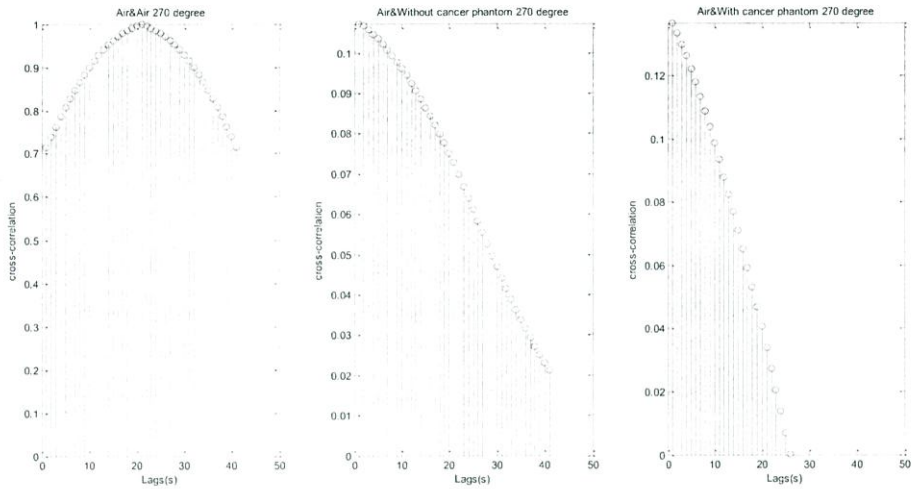
รูปที่ 4.2.7 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านบนที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านบนที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 2 \times 3$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 90 องศา



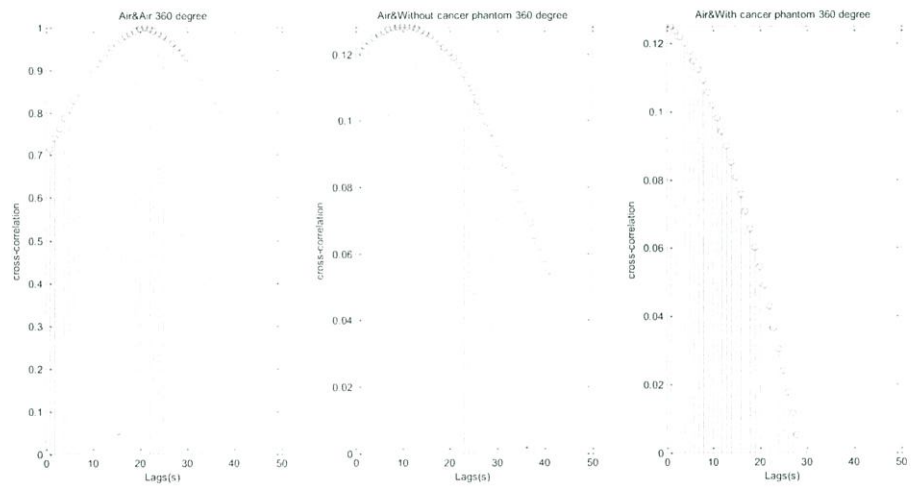
รูปที่ 4.2.8 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านบนที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านบนที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 2 \times 3$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 180 องศา



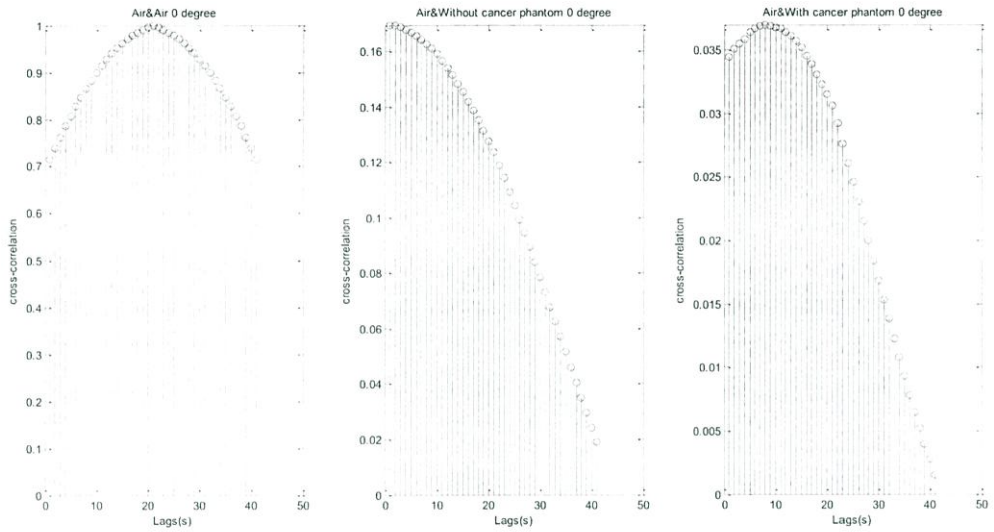
รูปที่ 4.2.9 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 2 \times 3$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 270 องศา



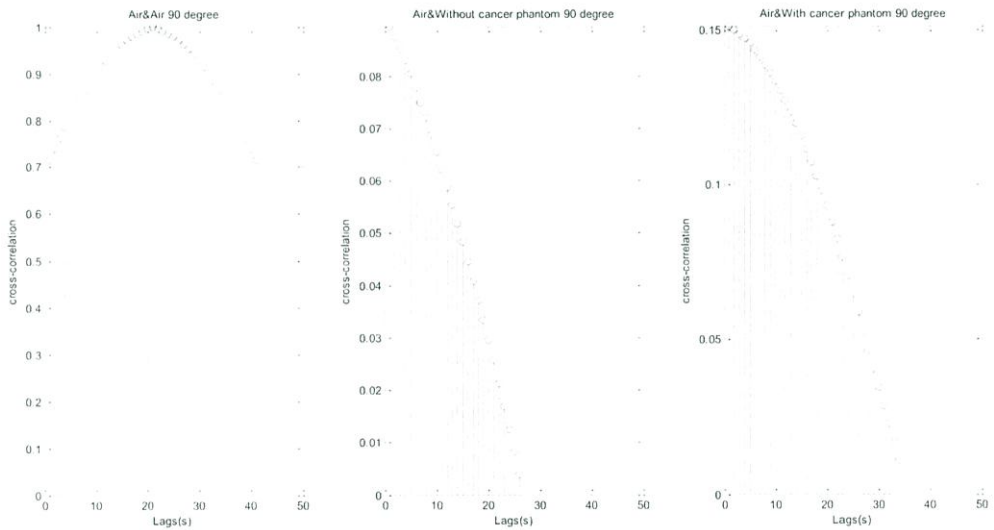
รูปที่ 4.2.10 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟ , เทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 2 \times 3$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 360 องศา



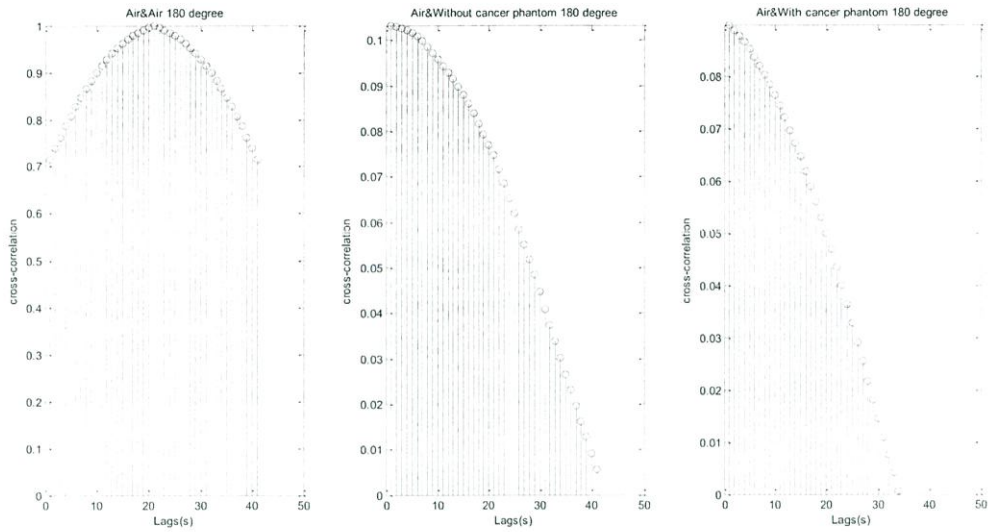
รูปที่ 4.2.11 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 3 \times 5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 0 องศา



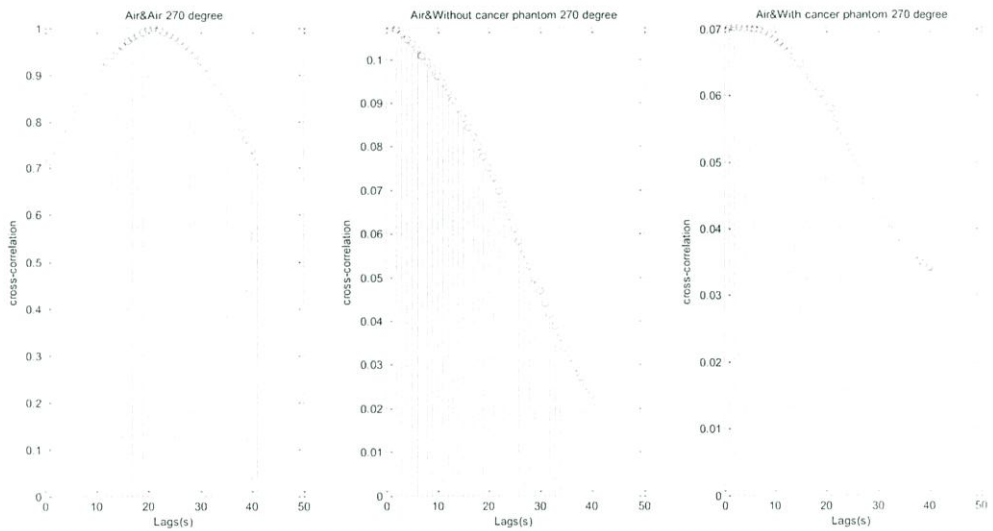
รูปที่ 4.2.12 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแผ่นท่อมด้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาด $1.5 \times 3 \times 5$ เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 90 องศา



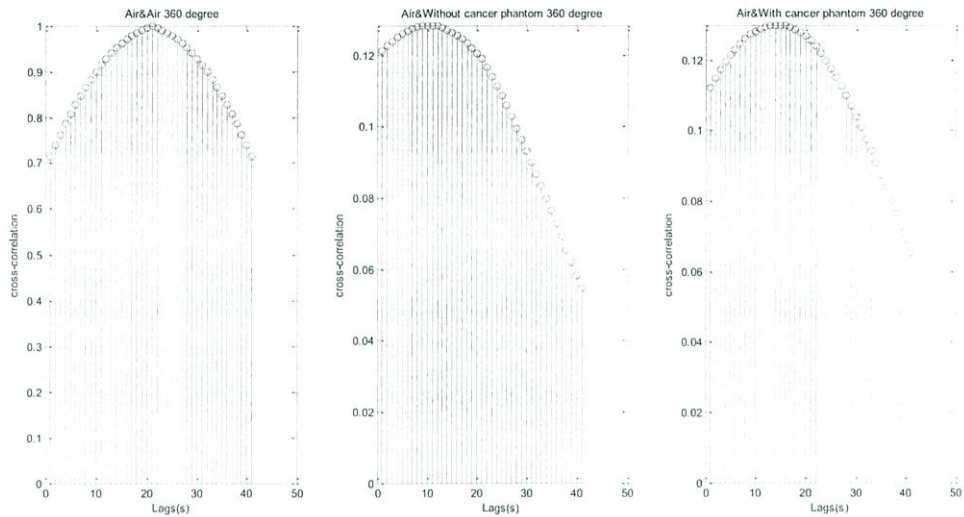
รูปที่ 4.2.13 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมเด้านมที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมเด้านมที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด 1.5x3x5 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 180 องศา



รูปที่ 4.2.14 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมเด้านมที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมเด้านมที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด 1.5x3x5 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 270 องศา



รูปที่ 4.2.15 แสดงกราฟ Cross correlation

โดยใช้อากาศเป็นพารามิเตอร์หลัก โดยกราฟทางซ้ายคือกราฟเทียบกับอากาศถัดมาคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมเต้านมที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งสุดท้ายคือกราฟเทียบกับแฟนท่อมเต้านมที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด 1.5x3x5 เซนติเมตร โดยทั้งหมดเทียบกับที่ 360 องศา

Medium	Cross Correlation กับ อากาศ (อ้างอิง) (%)				
	0 degree	90 degree	180 degree	270 degree	360 degree
อากาศ	100	100	100	100	100
แฟนท่อมเต้านมที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็ง	16.9541	8.9517	10.3304	10.7305	12.8301
แฟนท่อมเต้านมที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด ss	12.4556	17.0833	8.7274	7.8673	7.0356
แฟนท่อมเต้านมที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด 1.5x2x3 เซนติเมตร	14.8670	17.4539	8.8246	13.6705	12.5143
แฟนท่อมเต้านมที่มีแฟนท่อมมะเร็งขนาด 1.5x3x5 เซนติเมตร	3.6998	15.1286	8.9969	7.0348	12.9868

ตารางที่ 4.2.1 แสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบ cross correlation โดยใช้ breast phantom แบบ Heterogeneous phantom

จากตารางที่ 4.2.1 จะเห็นได้ว่าค่าของ Cross correlation ที่มีตัวกลางที่เป็นตัวอ้างอิงคือ อากาศ โดยเทียบกับตัวกลางอื่นๆจะมีค่าเปลี่ยนไปโดยจะเห็นได้ว่าเมื่อเทียบกับอากาศนั้นค่าที่ได้คือ 100%

เมื่อเทียบกับแฟนท่อมเต้านมที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้นั้นมีค่าไม่ถึง 100% โดยจะมีค่าที่ 0,90,180,270,360 องศา คือ 16.9541, 8.9517, 10.3304, 10.7305, 12.8301% ตามลำดับ

เมื่อเทียบกับ แฟนท่อมเต้านมที่มีแฟนท่อมมะเร็งที่มีขนาดต่างๆผลที่ได้ส่วนใหญ่จะมีความแตกต่างจากแฟนท่อมเต้านมที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็ง เช่น ที่ 360 องศาของขนาด ss,1.5x2x3 เซนติเมตร ,1.5x3x5 เซนติเมตร จะได้ 7.0356, 12.5143, 12.9868 % ตามลำดับซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแฟนท่อมเต้านมที่ไม่มีแฟนท่อมมะเร็งที่ 360 องศา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 73.1364% จะเห็นได้ว่าค่า Cross correlation ที่ได้นั้นแตกต่างกันทำให้เราสามารถสรุปได้ว่าข้างในนั้นมีมะเร็งหรือไม่

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การส่งสัญญาณเทคโนโลยีแบบแถบกว้าง(Ultra-Wideband) โดยการออกแบบ antenna เพื่อใช้ในส่งสัญญาณคลื่นที่ใช้ในการตรวจจับหาสิ่งแปลกปลอมในเต้านม ซึ่งรูปแบบของ antenna เป็นแบบ Vivaldi และสัญญาณจะมีความถี่อยู่ที่ 3GHz โดยความกว้างแบนด์วิธของ S11 มีค่าประมาณ 500MHz ในช่วง 3GHz และมีค่าต่ำกว่า -10dB ซึ่งจะให้สัญญาณที่ได้ออกมา โดยส่งผ่าน phantom ของเต้านม 2 แบบ ได้แก่ แบบhomogeneous และแบบheterogeneous ซึ่งจะมีค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหมือนกับเต้านมของคน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร และใช้ชิ้นเนื้อวัวแทนมะเร็ง โดยชิ้นเนื้อวัวมีขนาดตั้งแต่ 0.8x1.5x1.5 เซนติเมตร, 1.5x2x3 เซนติเมตร และ 1.5x3x5 เซนติเมตร โดยทำการควบคุมระบบทดลอง 3 ระบบ ได้แก่ 1.ระบบที่ไม่มีแผ่นท่อมและมะเร็ง 2.ระบบที่มีแผ่นท่อมแต่ไม่มีมะเร็ง 3.ระบบที่มีแผ่นท่อมและมีมะเร็ง โดยขนาดมะเร็ง 3 ขนาด ต่อระบบ และทดลองยิงสัญญาณไปในมุมที่ 0, 90, 180, 270 และ 360 องศา เป็นจำนวนสามครั้งต่อขนาด

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้ต้องการจำลองและนำเสนอการใช้เทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่งในการตรวจจับมะเร็งเต้านม โดยออกแบบ จำลองการส่งคลื่นเรดาร์ Ultra-Wideband และสร้าง Antenna ชนิด Vivaldi ให้เหมาะสมกับขนาดคลื่นของเทคโนโลยีแบบแถบกว้างยิ่ง (Ultra-Wideband) แล้วทำการทดลองใช้จริงกับ Ultra-Wideband โดยส่งไปทดลองกับแผ่นท่อมที่เตรียมไว้ ทำให้ Ultra-Wideband สามารถตรวจหาสิ่งแปลกปลอมในแผ่นท่อมได้ โดยดูจากการเปรียบเทียบของค่า cross correlation ระหว่างระบบควบคุมทั้งสามระบบ

ในส่วนของผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งนั้นเมื่อนำมาเทียบกับอากาศมาจะได้เปอร์เซ็นต์ค่า cross correlation ที่น้อยกว่าการนำอากาศมาเทียบกับอากาศกันเอง การเปรียบเทียบนี้ทำเพื่อการหาค่าความสัมพันธ์แบบ cross correlation ระหว่างอากาศซึ่งเป็นตัวอ้างอิงกับระบบควบคุมการทดลองทั้ง3ระบบ ในส่วนแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งขนาดต่างๆเมื่อนำมาเทียบกับอากาศส่วนมากจะได้เปอร์เซ็นต์ค่า cross correlation มากกว่าหรือน้อยกว่าขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างความหนาและความสูงในองศาต่างๆ ของตัวแผ่นท่อมมะเร็ง แต่ที่เห็นแน่ๆ คือความต่างเมื่อมีกับไม่มีแผ่นท่อมมะเร็ง ซึ่งค่านี้แสดงให้เห็นถึงความต่างของแผ่นท่อมเต้านมที่มีแผ่นท่อมมะเร็งกับแผ่นท่อมเต้านมที่ไม่มีแผ่นท่อมมะเร็งได้

สิ่งที่สามารถนำไปศึกษาต่อได้คือ การสร้างภาพของวัตถุแปลกปลอมในแผ่นท่อมเต้านม

บรรณานุกรม

- [1] S. Alshehri, S. Khatun, and Z. Awang , “Homogeneous and Heterogeneous Breast Phantoms for UWB Imaging,” ISABEL '11 Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies Article No. 1, New York, NY, USA, 2011,pp.2-3.
- [2] S. A. Alshehri, S. Khatun, A. B. Jantan, R. S. A. Raja Abdullah, R. Mahmood, and Z. Awang, “EXPERIMENTAL BREAST TUMOR DETECTION USING NN-BASED UWB IMAGING,” *Progress In Electromagnetics Research, Vol. 111, 2011*, pp. 447-465.
- [3] A. Peyman, and C. Gabriel, “Dielectric Properties of Tissues,” WHO Workshop on Dosimetry of RF Fields, Moscow, Russia, December 2005.
- [4] A. Sanpanich, S. Wiwatwithaya, P. Phasukkit, S. Tungjitkusolmun, and C. Pintavirooj, “Breast cancer detection using microwave radiation technique,” BIO-TALK, Faculty of Engineering, King Mongkut’s Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, THAILAND.
- [5] N. HAMZAH, and K. A. OTHMAN, “Designing Vivaldi Antenna with Various Sizes using CST Software,” Proceedings of the World Congress on Engineering 2011, Vol II, WCE 2011, London, U.K., July 6 - 8, 2011.
- [6] No Author, “No Title”, Notes_10, GEOS 585A, Spring 2015

ภาคผนวก ก.

โค้ดของ Matlab การสร้าง cross correlation แบบ Homogeneous

1. ที่ 0 องศา

```
clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 0
    if i==0
        for k=0.1:0.1:0.3
x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\l' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
        if k==0.1;
            f = m;
            g = n;
        end
        if k==0.2;
            ff = m;
            gg = n;
        end
            fff= m;
            ggg= n;

        end
    end
s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);
```

```
if d==1
title('Air&Air 0 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 0 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 0 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100
end
end
```

2. ที่ 90 องศา

```
clear
```

```
filename1 = 'n101.xlsx' ;
```

```
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
```

```
a = 4;
```

```
b = 3;
```

```
c = 2;
```

```
d = 1;
```

```
for j = 1
```

```
for i = 90
```

```
    if i==90
```

```
        for k=90.1:0.1:90.3
```

```
            x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
```

```
            m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
```

```
            n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\l' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
```

```
                if k==90.1;
```

```
                    f = m;
```

```
                    g = n ;
```

```
                end
```

```
                if k==(90.1+0.1);
```

```
                    ff = m;
```

```
                    gg = n;
```

```
                end
```

```
                    fff= m;
```

```
                    ggg= n;
```

```
                end
```

```
            end
```

```
s2=(f+ff+fff)/3;
```

```
s3=(g+gg+ggg)/3;
```

```
aa=crosscorr(x,x);
```

```
ab=crosscorr(x,s2);
```

```
ac=crosscorr(x,s3);
```

```
subplot(1,3,d);
```

```
stem(aa);
```

```
ylim([0 max(aa(:))]);
```

```
if d==1
```

```
    title('Air&Air 90 degree')
```

```
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 90 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 90 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100
end
end
```

3. ที่ 180 องศา

```

clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 180
    if i==180
        for k=180.1:0.1:180.3
x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\l' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
            if k==180.1;
f = m;
g = n;
            end
            if k==180.2;
ff = m;
gg = n;
            end
fff= m;
ggg= n;

            end
        end
s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);
if d==1
title('Air&Air 180 degree')

```

```
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 180 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 180 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100

end
end
```

4. ที่ 270 องศา

```

clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 270
    if i==270
        for k=270.1:0.1:270.3
x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\l' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
        if k==270.1;
f = m;
g = n;
        end
        if k==(270.1+0.1);
ff = m;
gg = n;
        end
fff= m;
ggg= n;

        end
        end
s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);
if d==1
title('Air&Air 270 degree')

```

```
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 270 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 270 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100

end
end
```

5. ที่ 360 องศา

```

clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 360
    if i==360
        for k=360.1:0.1:360.3
x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\l' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
        if k==360.1;
f = m;
g = n;
        end
        if k==(360.1+0.1);
ff = m;
gg = n;
        end
fff= m;
ggg= n;

        end
    end
s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);
if d==1
title('Air&Air 360 degree')

```

```
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 360 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 360 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100

end
end
```

โค้ดของแมทแลป การสร้าง cross correlation Heterogeneous

1. ที่ 0 องศา

```

clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 0
    if i==0
        for k=0.1:0.1:0.3
x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\ss' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
        if k==0.1;
f = m;
g = n;
        end
        if k==0.2;
ff = m;
gg = n;
        end
fff= m;
ggg= n;

        end
    end
s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);

```

```
if d==1
title('Air&Air 0 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 0 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 0 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100

end
end
```

2. ที่ 90 องศา

```

clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 90
    if i==90
        for k=90.1:0.1:90.3
x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\ss' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
    if k==90.1;
f = m;
g = n ;
    end
    if k==(90.1+0.1);
ff = m;
gg = n;
    end
fff= m;
ggg= n;

        end
    end

s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);

```

```
if d==1
title('Air&Air 90 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa:)*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab:)])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 90 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab:)*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac:)])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 90 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac:)*100
end
end
```

3. ที่ 180 องศา

```

clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 180
    if i==180
        for k=180.1:0.1:180.3
            x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
            m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
            n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\ss' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
            if k==180.1;
                f = m;
                g = n;
                end
            if k==180.2;
                ff = m;
                gg = n;
                end
            fff= m;
            ggg= n;

                end
            end
s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);
if d==1
title('Air&Air 180 degree')

```

```
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 180 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 180 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100

end
end
```

4. ที่ 270 องศา

```

clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 270
    if i==270
        for k=270.1:0.1:270.3
x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\ss' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
    if k==270.1;
f = m;
g = n;
    end
    if k==(270.1+0.1);
ff = m;
gg = n;
    end
fff= m;
ggg= n;

        end
    end
s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);
if d==1
title('Air&Air 270 degree')

```

```
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 270 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 270 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100

end
end
```

5. ที่ 360 องศา

```

clear
filename1 = 'n101.xlsx' ;
xx =xlsread(filename1,'A1:A2880');
a = 4;
b = 3;
c = 2;
d = 1;
for j = 1
for i = 360
    if i==360
        for k=360.1:0.1:360.3
x=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\A' num2str(j) '.xlsx'],'B1:B2880');
m=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\h' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
n=xlsread(['C:\Users\ASUS\Desktop\Result2\hetero\ss' num2str(k) '.xlsx'],'B1:B2880');
    if k==360.1;
f = m;
g = n;
    end
    if k==(360.1+0.1);
ff = m;
gg = n;
    end
fff = m;
ggg = n;

        end
    end
s2=(f+ff+fff)/3;
s3=(g+gg+ggg)/3;
aa=crosscorr(x,x);
ab=crosscorr(x,s2);
ac=crosscorr(x,s3);
subplot(1,3,d);
stem(aa);
ylim([0 max(aa(:))]);
if d==1
title('Air&Air 360 degree')

```

```
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr1=max(aa(:))*100
subplot(1,3,c);
stem(ab);
ylim([0 max(ab(:))])
if d==1
title('Air&Without cancer phantom 360 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr2=max(ab(:))*100
subplot(1,3,b);
stem(ac);
ylim([0 max(ac(:))])
if d==1
title('Air&With cancer phantom 360 degree')
end
xlabel('Lags(s)')
ylabel('cross-correlation')
Corr3=max(ac(:))*100

end
end
```