

การศึกษาระบบการถ่ายภาพไมโครเวฟ

STUDY OF MICROWAVE IMAGING SYSTEM



นัยนา พงษ์เพ็ญสวัสดิ์

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY OF MICROWAVE IMAGING SYSTEM



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การศึกษาระบบการถ่ายภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ
	Study of Microwave Imaging System
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนัยนา พงษ์เพ็ญสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 57050989
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. อนุพงศ์ สรงประภา

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(ฟิสิกส์ประยุกต์)
ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.ภาณุพล โขลินกระโทก	
ประธานกรรมการ อ.ภูมินทร์ จินดาจิธาวัฒน์ กรรมการ	
อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
รศ.อนุพงศ์ สรงประภา อาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรที่สอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การศึกษาระบบการถ่ายภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ STUDY OF MICROWAVE IMAGING SYSTEM
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนัยนา พงษ์เพ็ญสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 57050989
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. อนุพงศ์ สรงประภา

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ ที่ความถี่ 24 กิกะเฮิรตซ์ โดยใช้โมดูล เซนเซอร์ไมโครเวฟเรดาร์ ทรานซิเวอร์ เบอร์ K-LC2 ส่งคลื่นไปตกกระทบวัตถุและรับคลื่นที่สะท้อนกลับในรูป 2 องค์ประกอบของสัญญาณ คือ I และ Q ที่มีเฟสต่างกับคลื่นอ้างอิงเป็น 0 และ 90 องศา ตามลำดับ ที่ระยะห่างจากวัตถุ 30 เซนติเมตร ทำการขยาย คำนวณ และเก็บค่าสัญญาณ ความเข้มคลื่น ขณะสแกนเลื่อนวัตถุ ไปที่ละจุดพิกเซลที่ห่างกันทีละ 1 เซนติเมตร จนครบเต็มพื้นที่ 64x64 พิกเซล

คำสำคัญ : ไมโครเวฟ,เรดาร์,สร้างภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	STUDY OF MICROWAVE IMAGING SYSTEM	
Students	Miss Naiyana Phongphensawat	Student ID 57050989
Degree	Bachelor of Science	
Department	Physic	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2017	
Advisor	ASSOC. PROF. ANUPONG	SRONGPRAPA

Abstract

This special project aims to study the microwave imaging technique at a frequency of 24 Giga Hertz. Radar Transceiver module K-LC2 was used to send the incident wave to the target object and receive the reflected wave in the form of two signal, I and Q components with 0 and 90 degrees, phase different compared to the reference respectively. At a distance of 30 centimeter apart from the object, the microwave intensity is calculated and stored along with the scanning of the object at each pixel point until reaching 64x64 pixels. Distance between each pixel is 1 centimeter.

Keywords : microwave, imaging, radar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์จากคณาจารย์ภาคพิสิทิส์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำเนื้อหาที่เกี่ยวกับงานวิจัยเป็นอย่างดี ผู้ทำวิจัยรู้สึกซาบซึ้ง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ. อนุพงศ์ สรงประภา อาจารย์ที่ปรึกษา และ ดร. ภาณุพล โขลนกระโทก อ. ภูมินทร์ จินดาจิธาวัฒน์ อ. ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง ที่กรุณาช่วยตรวจทานเนื้อหาวิทยานิพนธ์และชี้แนะแนวทางแก้ไขจนเสร็จสิ้น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถ้ามีประโยชน์หรือคุณค่าต่อสังคมและประเทศชาติ ผู้วิจัยขอมอบความดีนี้แต่ บิดา มารดา ที่คอยดูแลเอาใจใส่ เป็นกำลังใจและตักเตือนด้วยความรักตลอดเวลาที่ศึกษาและขอมอบแก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ณ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 คลื่นไมโครเวฟ (Microwave)	3
2.1.1 แล็บสเปกตรัมความถี่	3
2.1.2 พื้นฐานทางแม่เหล็กไฟฟ้า	4
2.1.3 แหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ	5
2.1.4 ทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในย่านไมโครเวฟ	6
2.1.5 สายนำสัญญาณ (Transmission Lines)	6
2.1.6 ตัวอย่างวงจรที่ใช้ไดโอดและทรานซิสเตอร์ในย่านไมโครเวฟ	7
2.2 ทฤษฎีการเลี้ยวเบนของคลื่น	9
2.2.1 การแพร่กระจายคลื่น	10
2.2.2 ทฤษฎีของเฮล์มโฮลทซ์	10
2.2.3 ทฤษฎีการเลี้ยวเบนแบบสเกลาร์	11
2.2.4 การเลี้ยวเบนผ่านช่องรับคลื่น	13
2.2.6 ช่องรับคลื่นที่เป็นสี่เหลี่ยมพื้นผ้า	14
2.3 การสร้างภาพกลับมาโดยทางดิจิทัล	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การประมาณค่าของเฟรสเนล (Fresnel Approximation)	15
2.3.2 ทฤษฎีการแปลงฟูเรียร์	15
2.4 สมบัติพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของการแปลงในสองมิติ	16
2.4.1 ทฤษฎีเชิงเส้น (Linearity theorem)	16
2.4.2 ทฤษฎีความคล้าย (similarity theorem)	16
2.4.3 ทฤษฎีการเลื่อนไป (shift theorem)	16
2.4.4 ทฤษฎีพาร์เซวอล (Parseval's theorem)	16
2.4.5 ทฤษฎีการคอนโวล (convolution theorem)	16
2.4.6 ทฤษฎีความสัมพันธ์กันแบบอัตโนมัติ (autocorrelation theorem)	16
2.4.7 ทฤษฎีอินทิกรัลฟูเรียร์	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	18
3.1 เครื่องมือและระบบการวัดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	18
3.2 การออกแบบและการสร้างวงจร	21
3.3 การบันทึกข้อมูลของวัตถุ	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	27
4.1 ผลการทดลองการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ	27
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	
ภาคผนวก ข	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ก.1 การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	69
ก.2 การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชิ้น	70
ก.3(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	71
ก.3(b) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	73
ก.3(c) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	75
ก.3(d) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	77
ก.3(e) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	79
ก.3(f) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	81
ก.3(g) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	83
ก.3(h) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	85
ก.3(i) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	87
ก.3(j) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	89
ก.3(k) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	91
ก.3(l) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	93
ก.3(m) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	95
ก.3(n) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	97
ก.3(o) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	99
ก.3(p) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	101
ก.3(q) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	103
ก.3(r) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	105
ก.3(s) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	107

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.3(t) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	109
ก.3(u) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	111
ก.3(v) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	113
ก.3(w) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	115
ก.3(x) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	117
ก.3(y) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	119
ก.3(z) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	121
ก.3(aa) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	123
ก.3(ab) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	125
ก.3(ac) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	127
ก.3(ad) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	129
ก.3(ae) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	131
ก.3(af) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	133
ก.4(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	135
ก.4(b) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	137
ก.4(c) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	139
ก.4(d) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	141
ก.4(e) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	143
ก.4(f) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	145
ก.4(g) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากล่าวถึงผู้จัดทำเอกสารนี้แต่อย่างใด หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และจะรีบแก้ไขทันที

ก.4(h) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X 149

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.4(i) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	151
ก.4(j) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	153
ก.4(k) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	155
ก.4(l) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	157
ก.4(m) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	159
ก.4(n) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	161
ก.4(o) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	163
ก.4(p) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	165
ก.4(q) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	167
ก.4(r) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	169
ก.4(s) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	171
ก.4(t) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	173
ก.4(u) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	175
ก.4(v) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	177
ก.4(w) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	179
ก.4(x) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	181
ก.4(y) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	183
ก.4(z) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	185
ก.4(aa) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	187
ก.4(ab) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	189
ก.4(ac) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	191
ก.4(ad) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	193
ก.4(ae) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	195
ก.4(af) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แถบสเปกตรัมความถี่	3
2.2 Oscillator	6
2.3 โครงสร้างของไมโครสตริป	7
2.4 ไดรেকชันนอลคอปเปอร์	8
2.5 ด้านบน	9
2.6 ด้านข้าง	9
2.7 วงจร Mixer	10
2.8 แสดงการเลี้ยวเบนผ่านช่องเดี่ยวที่มีขนาดของช่องต่างกัน	11
2.9 แสดงการเกิดหน้าคลื่นตามหลักการของฮอยเกนส์	11
2.10 แสดงพิกัดเพื่ออธิบายการเลี้ยวเบนของคลื่นที่ระนาบใดๆ	12
2.11 แสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนผ่านช่องรับคลื่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบพรีอนโฮเฟอร์	15
2.12 แสดงระบบพิกัดสำหรับการบันทึกข้อมูล	16
3.1 ระบบการทำงาน	19
3.2 Blockdiagram	20
3.3 RADAR TRANSCIEVER เบอร์ K-LC2	20
3.4 แผนภาพนี้แสดงถึงความไวของโมดูลทั้งในทิศทางอะซิมติกและแนวราบ	21
3.5 LM324	21
3.6 แบบวงจรขยายสัญญาณ	22
3.7 Blockdiagram ของวงจรขยาย	22
3.8 arduino mega 2560	23
3.9 block diagram ของการทำงาน arduino	23
3.10 เครื่องเล่นระยะ	24
3.11 วัตถุ	24
3.12(a) การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	25
3.12(b) การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร	25
3.13(a) การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชิ้น	26
3.13(b) การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชิ้น	26
3.14(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	27
3.14(b) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม	27
3.15(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเล่น โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.12(5) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X	28
4.1(a) การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร (กราฟ I)	29
4.1(b) การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร (กราฟ Q)	29
4.1(c) การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร (กราฟ ผลบวก)	30
4.2(a) การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชั้น(กราฟ I)	30
4.2(b) การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชั้น(กราฟ Q)	31
4.2(c) การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชั้น(กราฟผลบวก)	31
4.3(a) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม (กราฟ I)	32
4.3(b) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม (กราฟ Q)	32
4.3(c) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม (กราฟผลบวก)	33
4.4(a) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X (กราฟ I)	33
4.4(b) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X (กราฟ Q)	34
4.4(c) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X (กราฟผลบวก)	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันนวัตกรรมทางด้านไมโครเวฟมีความก้าวหน้าอย่างมากซึ่งพบเห็นโดยทั่วไปที่นำคลื่นไมโครเวฟไปใช้ทางด้านต่างๆ ตัวอย่างเช่นการสื่อสาร การทำอาหาร การแพทย์ และการทหาร เป็นต้น โดยด้านที่เห็นเด่นชัดและกว้างขวาง คือทางด้านการสื่อสารผ่านโทรศัพท์มือถือจนรับส่งสัญญาณหรือข้อมูลผ่านทางดาวเทียม โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารข้างต้นล้วนใช้คลื่นพาห้ในการรับส่งสัญญาณหรือข้อมูล คลื่นพาห้ที่กล่าวมานี้มีความถี่อยู่ในย่านระหว่าง 1-30 จิกะเฮิร์ตซ์ (GHz) ซึ่งความถี่ย่านดังกล่าวเรียกความถี่ย่านไมโครเวฟ

สำหรับงานวิจัยนี้นำคุณสมบัติของคลื่นไมโครเวฟมาศึกษาเพื่อสร้างภาพวัตถุเพื่อนำมาใช้ในการตรวจจับวัตถุที่มีอันตรายในสถานที่สาธารณะ ซึ่งวิธีการตรวจจับใช้หลักการเมื่อคลื่นไมโครเวฟเดินทางตกกระทบวัตถุจะสะท้อนกลับ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ตัวรับส่งสัญญาณ RADAR TRANSCIVER เบอร์ K-LC2 จากวิธีรับส่งสัญญาณจึงนำเอาคลื่นที่ได้มาทำการประมวลผลเพื่อสร้างเป็นภาพออกมาโดยใช้คอมพิวเตอร์มาทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ตรวจวัดได้เป็นรูปภาพของวัตถุต่อไป

ปกติมนุษย์สามารถมองเห็นวัตถุเมื่อแสงตกกระทบวัตถุสะท้อนจากวัตถุเข้าไปสู่เรตินาของดวงตาแต่ดวงตาของมนุษย์ไม่สามารถบันทึกภาพเหล่านั้นได้ จากกรณีที่มนุษย์ไม่สามารถบันทึกภาพได้นั้นทำให้มนุษย์วิจัยการบันทึกภาพเช่นกล้องถ่ายภาพ แต่ค้นพบว่ากล้องถ่ายภาพนั้นไม่สามารถถ่ายภาพทะลุวัตถุที่มามีบังได้ จากตัวอย่างค้นพบว่า วัตถุที่ถูกบังจากการมองเห็นได้ด้วยตาคลื่นไมโครเวฟสามารถทะลุผ่านวัตถุเข้าไปได้ การประยุกต์ใช้ประเภทนี้จะสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนในกรณีที่ตัวกลางเป็นเนื้อผ้า การประยุกต์ที่น่าเชื่อถือที่เปิดเผยโครงสร้างนั้นไม่ได้ถูกจำกัดที่วัตถุที่เป็นโลหะอย่างเดียว แต่ยังสามารถเห็นสิ่งผิดปกติในร่างกายนมนุษย์ได้ด้วยการสะท้อนของคลื่นไมโครเวฟสิ่งที่วิศวกรรมการสนใจนำคลื่นไมโครเวฟไปประยุกต์ใช้คือการทำแผนที่สาธารณูปโภคที่อยู่ใต้ดิน เช่น อุโมงค์ ทางใต้ดิน ท่อ ยังสามารถนำไปใช้ทางด้านธุรกิจและสาธารณสุข

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นศึกษาการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ เพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ จึงทำให้เกิดความสนใจในการออกแบบและจัดสร้างระบบการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาและออกแบบระบบการถ่ายภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

โครงการมีระยะเวลาในการจัดทำรวมทั้งสิ้น 9 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2560 ถึง วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งมีแผนดำเนินงานแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังตารางที่ 1.1

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคลื่นไมโครเวฟ

ขั้นตอนที่ 2 สั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์สำหรับการวัดคลื่นไมโครเวฟและวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ขั้นตอนที่ 4 ติดตั้งอุปกรณ์

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบระบบควบคุมคอมพิวเตอร์และประมวลผล

ขั้นตอนที่ 6 จัดเตรียมเล่มโครงการพิเศษ

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลา								
	ก.ย. 2560 – มี.ค. 2561								
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค
ดำเนินการ	2560	2560	2560	2560	2561	2561	2561	2561	2561
ขั้นตอนที่ 1									
ขั้นตอนที่ 2									
ขั้นตอนที่ 3									
ขั้นตอนที่ 4									
ขั้นตอนที่ 5									
ขั้นตอนที่ 6									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

เพื่อพัฒนาและส่งเสริมเทคโนโลยีทางด้านไมโครเวฟสำหรับการใช้งานทางด้านการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ และการพัฒนาระบบในการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟสำหรับนำไปใช้ในด้านอุตสาหกรรม และนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

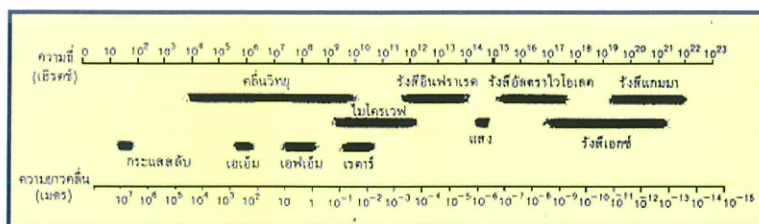
2.1 คลื่นไมโครเวฟ (Microwave)

คลื่นไมโครเวฟ (Microwave) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) เช่นเดียวกับกับคลื่นประเภทอื่นๆ เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ คลื่นแสงอินฟราเรด (Infrared) คลื่นแสงธรรมดา (Visible Light) แสงอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) คลื่นรังสีเอ็กซ์ (x-ray) คลื่นรังสีแกมมา (gamma ray) เป็นต้น โดยคลื่นไมโครเวฟไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่สามารถสัมผัสได้ สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือเฉพาะเท่านั้น

คลื่นไมโครเวฟมีความยาวคลื่นในช่วง 1 มิลลิเมตร ถึง 1 เมตร มีความถี่ของช่วงคลื่นในช่วง 300 MHz ถึง 300 GHz ซึ่งมีความถี่คลื่นสูงสุดประมาณ 2,450 ล้านรอบ/วินาที ในการใช้งานนั้น นิยมใช้ความถี่ระหว่าง 1GHz - 60GHz และใช้ทางด้านอุตสาหกรรมที่ความถี่ในช่วง 915 - 2,450 MHz ส่วนคลื่นความถี่ไมโครเวฟที่เหลือจะไว้ใช้ในการวิจัยและงานอื่นๆ

2.1.1 แถบสเปกตรัมความถี่

คลื่นไมโครเวฟมีความถี่ช่วง $10^8 - 10^{12}$ Hz มีประโยชน์ในการสื่อสาร แต่จะไม่สะท้อนที่ชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์ แต่จะทะลุผ่านชั้นบรรยากาศไปนอกโลก ในการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์จะต้องมีสถานีถ่ายทอดเป็นระยะๆ เพราะสัญญาณเดินทางเป็นเส้นตรง และผิวโลกมีความโค้ง ดังนั้นสัญญาณจึงไปได้ไกลสุดเพียงประมาณ 80 กิโลเมตรบนผิวโลก อาจใช้ไมโครเวฟนำสัญญาณจากสถานีส่งไปยังดาวเทียม แล้วให้ดาวเทียมนำสัญญาณส่งต่อไปยังสถานีรับที่อยู่ไกล ๆ เนื่องจากไมโครเวฟจะสะท้อนกับผิวโลหะได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจหาตำแหน่งของอากาศยาน เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า เรดาร์ โดยส่งสัญญาณไมโครเวฟออกไปกระทบอากาศยาน และรับคลื่นที่สะท้อนกลับจากอากาศยาน ทำให้ทราบระยะห่างระหว่างอากาศยานกับแหล่งส่งสัญญาณไมโครเวฟได้



รูปที่ 2.1 แถบสเปกตรัมความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปยังวงกว้างโดยไม่ได้รับอนุญาต
ที่มา : <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet3/saowalak/spectrum/spectrum.gif>

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 พื้นฐานทางแม่เหล็กไฟฟ้า

ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสนามไฟฟ้า ซึ่งเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก หรือในทางกลับกันถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กทำให้เหนี่ยวนำเกิดสนามไฟฟ้า โดยจะมีการเหนี่ยวนำตลอดเวลา มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ทั้งสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กจะแพร่คลื่นรวมออกไปเรียกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.2.1 สมการพื้นฐานทางแม่เหล็กไฟฟ้า

จากการศึกษาเรื่องแม่เหล็กไฟฟ้าทราบมาแล้วว่าสมการแมกซ์เวลล์เป็นสมการที่อธิบายพฤติกรรม และปรากฏการณ์ต่างๆ ทางไฟฟ้า และแม่เหล็กได้ด้วย 4 สมการ คือ

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad (2.1)$$

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t} \quad (2.2)$$

$$\nabla \cdot D = \rho \quad (2.3)$$

$$\nabla \cdot B = 0 \quad (2.4)$$

เมื่อ

E คือสนามไฟฟ้า

H คือสนามแม่เหล็ก

D คือความหนาแน่นฟลักซ์ไฟฟ้า

B คือความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก

J คือความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า

ρ คือความหนาแน่นประจุไฟฟ้า

เมื่อกำหนดให้ตัวกลางเป็นไอโซโทรปิกและตัวกลางเป็นไปตามกฎของโอห์มค่าสภาพยอมและสภาพนำค่าให้สัมพันธ์กันดังนี้

จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$D = \epsilon E \quad (2.5)$$

$$J = \sigma E \quad (2.6)$$

$$B = \mu H \quad (2.7)$$

ถ้าเรากำหนดฟังก์ชันรูปร่างที่ขึ้นกับเวลาในรูปของ $e^{j\omega t}$ และให้ $\frac{\partial}{\partial t}$ แทนโดย

$j\omega$ ดังสมการของแมกซ์เวลล์ เขียนดังนี้

$$\nabla \times E = -j\omega \mu H \quad (2.8)$$

$$\nabla \times H = (\sigma + j\omega \epsilon) E \quad (2.9)$$

$$\nabla \cdot D = \rho_v \quad (2.10)$$

$$\nabla \cdot B = 0 \quad (2.11)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเคิร์ลลงในสมการ (2.8) ทั้ง 2 ข้าง

$$\nabla \times \nabla \times E = -J\omega\mu \nabla \times H \quad (2.12)$$

นำสมการ (2.9) แทนลงในสมการ (2.12) ด้านขวามือจะได้ว่า

$$\nabla \times \nabla \times E = -J\omega\mu(\sigma + J\omega\varepsilon)E \quad (2.13)$$

ใช้คุณสมบัติเอกลักษณ์ของเวกเตอร์เคิร์ลของเคิร์ล E

$$\nabla \times \nabla \times E = -\nabla^2 E + \nabla(\nabla \cdot E) \quad (2.14)$$

ในที่ว่าง (free space)

$$\nabla \cdot D = \rho_v = 0 \quad (2.15)$$

$$\nabla \cdot B = 0 \quad (2.16)$$

แทนในสมการ (2.14) ลงในสมการซ้ายมือของสมการ (2.13) และแก้ไข

สมการ (2.16) ได้เป็น

$$\nabla^2 E = -J\omega\mu(\sigma + J\omega\varepsilon)E \quad (2.17)$$

$$\nabla^2 \times E = \gamma^2 E \quad (2.18)$$

โดยที่ $\gamma = \sqrt{J\omega\mu(\sigma + J\omega\varepsilon)} = \alpha + j\beta$

เมื่อ γ คือค่าคงที่การส่งผ่านในตัวกลาง

α คือค่าลดทอนคงที่

β คือเฟสคงที่

ในทำนองเดียวกัน

$$\nabla^2 \times H = \gamma^2 H \quad (2.19)$$

ดังนั้นผลของสมการ (2.1) และ (2.2) สามารถหาคำตอบของสนามไฟฟ้า และสนามแม่เหล็กในฟังก์ชันของเวลาจากสมการการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กไฟฟ้า ดังสมการ

$$\nabla^2 E = \mu\sigma \frac{\partial E}{\partial t} + \mu\varepsilon \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} \quad (2.20)$$

$$\nabla^2 H = \mu\sigma \frac{\partial H}{\partial t} + \mu\varepsilon \frac{\partial^2 H}{\partial t^2} \quad (2.21)$$

2.1.3 ไมโครเวฟ ออสซิลเลเตอร์ (Microwave Oscillator)

ไมโครเวฟทรานซิสเตอร์สามารถใช้ได้กับการขยายสัญญาณ จากพารามิเตอร์ s ที่มีสัญญาณขนาดเล็กของทรานซิสเตอร์แทนด้วย s พารามิเตอร์ สามารถคำนวณหาความเสถียร k ได้จาก

$$k = \frac{1 + |D|^2 - |s_{11}| - |s_{22}|^2}{2|s_{21}||s_{12}|} \quad (2.22)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
หรือ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ $k = s_{11}s_{22} - s_{21}s_{12}$ (2.22)

จากสมการข้างต้น ทำให้เห็นว่าค่า k แปรผันตามความถี่

ทรานซิสเตอร์จะมีเสถียรภาพโดยที่ค่า k มากกว่า 1 และ D น้อยกว่า 1 ถ้าต้องการขยายสัญญาณที่ต้องการ ควรใช้ค่า $k = 1$ เงื่อนไข ค่า s_{11}' และ s_{22}' ต้องเท่ากัน หากค่า s_{11}' และ s_{22}' ได้จากสมการ

$$s_{11}' = s_{11} + \frac{s_{12}s_{21}\Gamma_L}{1 - s_{22}\Gamma_L} \quad (2.23)$$

และ

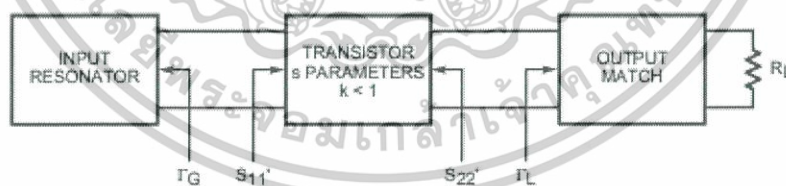
$$s_{22}' = s_{22} + \frac{s_{12}s_{21}\Gamma_G}{1 - s_{11}\Gamma_G} \quad (2.24)$$

จากสมการ

Γ_G คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนจากแหล่งกำเนิด

Γ_L คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนจากโหลด

วงจรขยาย parameter s โดยปกตวงจรขยายจะถูกออกแบบให้ต่อวงจรร่วมที่ขา emitter หรือต่อร่วมขา source เมื่อค่า k มากกว่า 1 การออกแบบวงจรขยายจะต้องต่อลงกราวด์ ถ้าค่า k น้อยกว่า 1 ก็สามารถที่จะระบอบัตรากการขยายในการออกแบบวงจรขยายได้จะต้องมั่นใจว่า ค่าของ Γ_G และ Γ_L อยู่ในสถานะที่เสถียร ที่ค่า k น้อยกว่า 1 ไม่มีทางที่ค่า $\Gamma_G = s_{11}'^* = 0$ และ $\Gamma_L = s_{22}'^* = 0$ ในสถานะไม่เสถียร ในการออกแบบวงจรขยายสำหรับค่า k น้อยกว่า 1 และ Γ_G หรือ Γ_L มีค่าไม่เสถียรสะท้อนจากโหลดสามารถออกแบบได้รูป ที่ 2.5



รูปที่ 2.2 Oscillator

ที่มา : <https://web.fe.up.pt/~hmiranda/etele/anA008.pdf>

เงื่อนไขที่จำเป็นของการออสซิลเลชัน คือ ค่า $k < 1$ ซึ่งแสดงในสมการที่ 2.25

$$s_{11}'\Gamma_G = 1 \text{ และ } s_{22}'\Gamma_L = 1 \quad (2.25)$$

f_{max} คือคลื่นความถี่สูงสุดที่รับได้ซึ่งจะเป็นความถี่ที่เท่ากันหมด การปรับอัตราขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า สัญญาฉบับนี้จะได้โดยลดขนาดทาง s พารามิเตอร์จะแสดงดังนี้

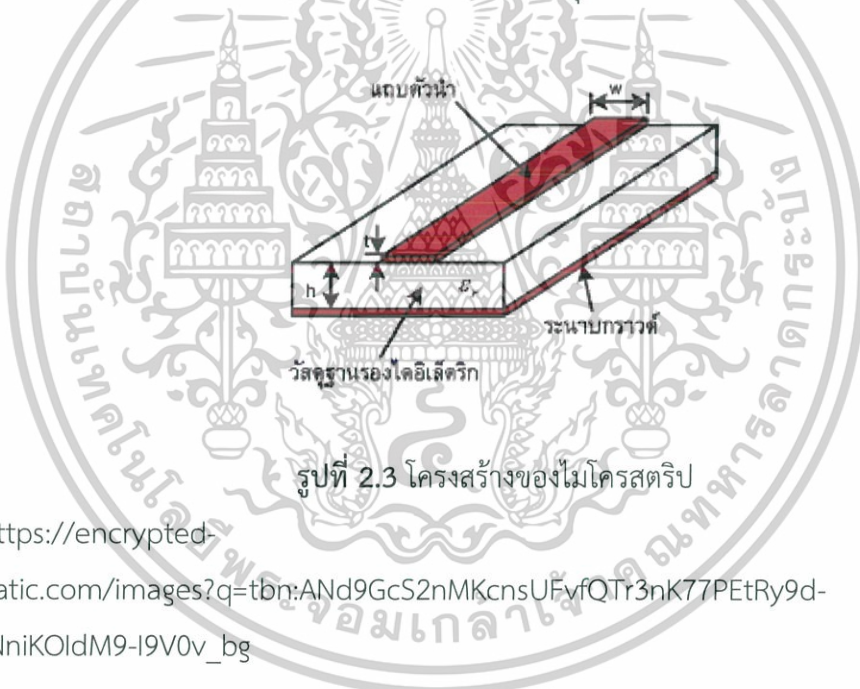
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 s_{11}' &= 0 \\
 s_{22}' &= 0 \\
 s_{12}' &= 0 \\
 U = |s_{21}'|^2 &= \frac{1/2 |s_{21}'/s_{12}' - 1|}{k |s_{21}'/s_{12}' - \text{Re}\{s_{21}'/s_{12}'\}}
 \end{aligned}$$

โดย U เป็นอัตราขยายสูงสุดของทรานซิสเตอร์

2.1.4 สายนำสัญญาณไมโครสตริป (microstrip)

ไมโครสตริปเป็นสายนำสัญญาณที่สร้างบนแผ่นวงจรพิมพ์ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ Patch Ground และ Substrate ซึ่ง Patch เป็น ตัวส่งรับสัญญาณ คลื่น ณ ที่ความถี่ต่างๆ โดยทำมาจากแผ่นโลหะซึ่งจะอยู่ ส่วนบนสุดของแผ่นไมโครสตริปส่วนกราวด์เป็นตัวสะท้อนคลื่น โดยทำมาจากแผ่นโลหะ ซึ่งจะอยู่ด้านล่างสุดของแผ่นไมโครสตริปโดยที่จะมีชั้นสเตรทคั้นอยู่ตรงกลาง ระหว่างแผ่นไมโครสตริปกับกราวด์โดยชั้นสเตรทคั้นทำมาจากวัสดุที่เป็นฉนวน



ที่มา : https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS2nMKcnsUFyfQTr3nK77PEtRy9d-KIGWScNniKOldM9-I9V0v_bg

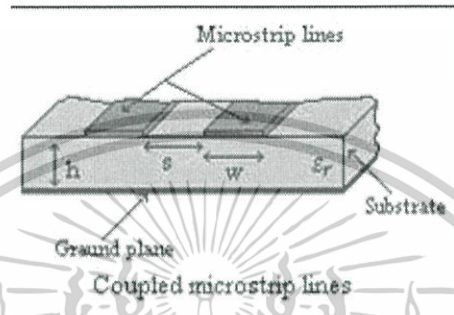
การวิเคราะห์หาค่าคุณลักษณะของสายสัญญาณแบบไมโครสตริป โดยกำหนดสมการในการหาค่าพารามิเตอร์ ต่างๆ ดังสมการ

$$a = \frac{F}{\left[1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) \right] 1.7726} \right]^{\frac{1}{2}}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ไดรอกซ์นอลคอปเปอร์ (Directional Coupler)

ไดรอกซ์นอลคอปเปอร์แบบไมโครสตริป ต่อข้อแบบ single-section โดยที่คอปเปอร์มีความยาว เท่ากับ $L/4$ มีความสูง h ตรง microstrip line เป็นทองแดงที่นำไฟฟ้า และมีชั้นสเตรท กั้นระหว่าง กราวด์ และ ไมโครสตริป



รูปที่ 2.4 ไดรอกซ์นอลคอปเปอร์

ที่มา :

<http://kilyos.ee.bilkent.edu.tr/~microwave/programs/magnetic/dcoupler/theory.html>

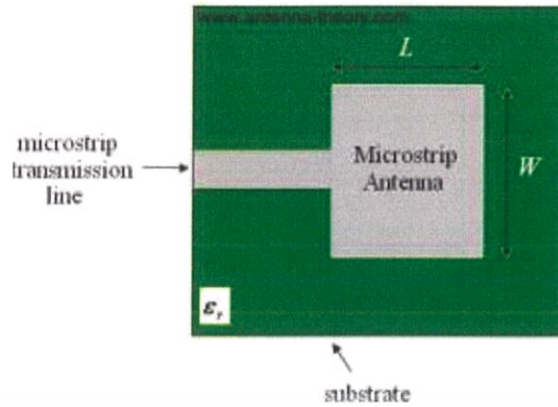
กำลังของสัญญาณคอปเปอร์สามารถหาได้จากสมการ

$$\text{coupling factor } C(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_1}{P_3}$$

2.1.6 ไมโครสตริป (microstrip Antenna)

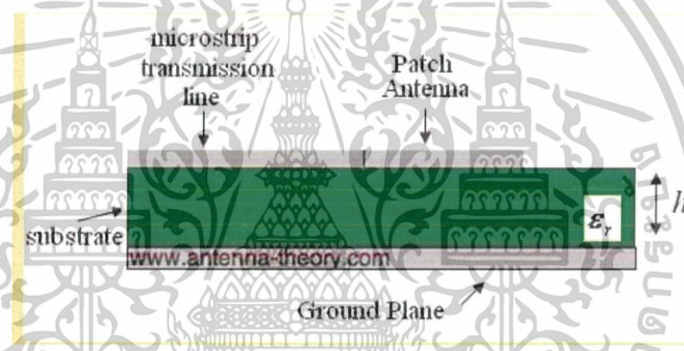
สายส่งสัญญาณ ไมโครสตริป และสายดิน ทำจากโลหะที่มีการนำไฟฟ้าสูง มีความยาว L , ความกว้าง W และอยู่บน แผงวงจรมิพที่ไม่นำไฟฟ้า ซึ่งมีความหนา h ความหนาของสายดิน หรือสายส่งสัญญาณไมโครสตริป ไม่มีผลต่อแรงต้านไฟฟ้า ϵ_r โดยปกติความสูง h มีขนาดเล็กกว่าความยาวคลื่นในการทำงาน แต่ไม่ควรเล็กกว่า 0.025 ของความยาวคลื่น ($1/40$ ของความยาวคลื่น) ถ้าเล็กกว่า 0.025 ของความยาวคลื่นจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ด้านบน

ที่มา : <http://www.antenna-theory.com/antennas/patches/antenna.php>



รูปที่ 2.6 ด้านข้าง

ที่มา : <http://www.antenna-theory.com/antennas/patches/antenna.php>

ความถี่การทำงานของเสาอากาศ ของรูปที่ 1 ขึ้นอยู่กับความยาว L สามารถคำนวณโดยประมาณศูนย์กลางความถี่ได้จาก

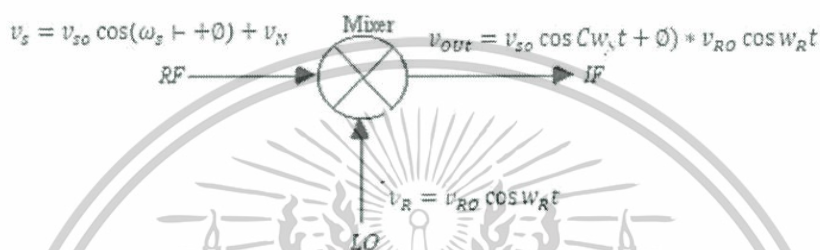
$$f_c \approx \frac{c}{2L\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{1}{2L\sqrt{\epsilon_0\epsilon_r\mu_0}}$$

จากสมการข้างต้นกล่าวได้ว่าเสาอากาศไมโครสตริปควรมีความยาวเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นภายในแผ่นวงจรพิมพ์ที่ไม่นำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 วงจรแปลงความถี่ (frequency converter or mixer)

วงจรแปลงความถี่หรือมิกเซอร์ (frequency converter or mixer) เป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงความถี่ของสัญญาณขาเข้าให้เป็นความถี่ใหม่ที่อาจสูงขึ้นหรือต่ำลง คือแปลงความถี่คลื่นพาห์ให้เป็นความถี่ IF รูป 2.11 แสดงตัวอย่างของวงจรที่ใช้แวลริสเตอร์ไดโอดในการแปลงความถี่ โดยแสดงสัญลักษณ์การยึดตัวไดโอดสำหรับการบ้อนสัญญาณไมโครเวฟและคลื่นอ้างอิงเข้าสู่ วงจรมิกเซอร์นั้นจะทำได้โดยใช้เซอร์คิวเลเตอร์ดังรูป 2.6



รูปที่ 2.7 วงจร Mixer

ที่มา : <https://sites.google.com/site/minecraftkirito1209/The-antenna-and-cable-signals/Radio-receiver-AM>

จากรูปจะเห็นว่า มีสัญญาณเข้ามา 2 ทางคือสัญญาณที่เป็นสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณภายนอก เมื่อเข้ามาในตัววงจรแปลงความถี่หรือมิกเซอร์ แล้ว สัญญาณทั้งสองทางสามารถจะคูณกัน สามารถดูได้จากสมการดังนี้

$$\text{สัญญาณอ้างอิง} \quad v_s = v_{so} \cos(\omega + \phi) + v_n$$

$$\text{สัญญาณที่ได้จากภายนอก} \quad v_R = v_{RO} \cos \omega_R t$$

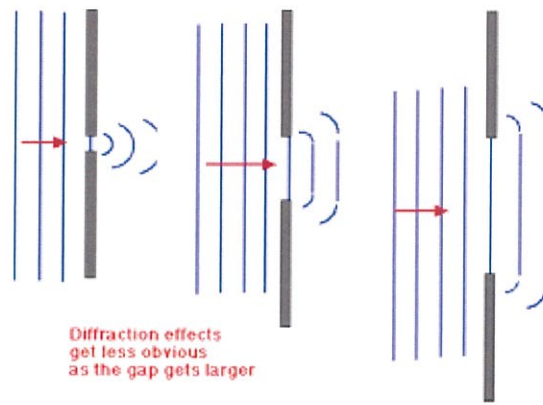
สัญญาณที่ออกมาจากตัววงจรแปลงความถี่หรือมิกเซอร์

$$v_{OUT} = v_{SO} \cos(\omega_s t + \phi) * v_{RO} \cos \omega_R t$$

2.2 ทฤษฎีการเลี้ยวเบนของคลื่น

การเลี้ยวเบนของคลื่นเกิดขึ้นได้ เมื่อคลื่นจากแหล่งกำเนิดอาพันเดินทางไปพบสิ่งกีดขวางที่มีลักษณะเป็นขอบหรือช่องที่มีขนาดใกล้เคียงกับความยาวคลื่น ทำให้คลื่นเคลื่อนที่เลี้ยวผ่านสิ่งกีดขวางไปได้ ซึ่งอธิบายได้โดยใช้หลักของฮอยเกนส์ ซึ่งกล่าวไว้ว่า "ทุก ๆ จุดบนหน้าคลื่นอาจถือได้ว่าเป็นจุดกำเนิดคลื่นใหม่ที่ให้คลื่นความยาวคลื่นเดิมและเฟสเดียวกัน" ดังแสดงในสถานการณ์จำลอง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



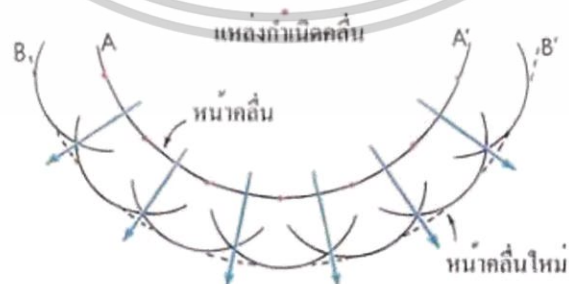
รูปที่ 2.8 แสดงการเลี้ยวเบนผ่านช่องเดี่ยวที่มีขนาดของช่องต่างกัน

ที่มา :

<http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/7/5/huygen/diffgaps.gif>

2.2.1 การแพร่กระจายคลื่น

การแพร่กระจายคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังตำแหน่งใดๆ สามารถอธิบายได้ด้วยรูปแบบของหน้าคลื่น อธิบายตามปรากฏการณ์ธรรมชาติได้แก่ การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน การแทรกสอด เป็นต้น หน้าคลื่นจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วการแพร่กระจายของคลื่นนั้น และเพื่อที่จะทำให้ทราบว่ารูปร่างของหน้าคลื่นนักวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนวคิดต่าง ๆ มากมายและแนวคิดที่สำคัญคือหลักการของฮอยเกนส์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้กล่าวไว้ว่าทุกๆ จุดบนหน้าคลื่นพิจารณาได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดหน้าคลื่นที่มีลักษณะเป็นวงกลมซึ่งกระจายคลื่นออกทุกทิศทางด้วยความเร็วเท่ากับความเร็วของการแพร่กระจายคลื่นดังรูปที่ 2.15 และเฮล์มโฮลทซ์ได้อธิบายปรากฏการณ์คลื่นโดยใช้สมการของแมกซ์เวลล์ โดยคิดเฉพาะที่เป็นสเกลาร์ต่อมาแนวคิดนี้ได้ถูกขยายมากขึ้นโดยเฟร์เนล โดยคำนวณการกระจายของคลื่นในรูปแบบการเลี้ยวเบน ซึ่งค่าที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น และการใช้คณิตศาสตร์ความคิด เรียกว่า ฮอยเกนส์-เฟร์เนล



รูปที่ 2.9 แสดงการเกิดหน้าคลื่นตามหลักการของฮอยเกนส์

ที่มา : [http://2.bp.blogspot.com/_Tzm6JaQCqZ8/SyJJBewArpI/AAAAAAAAABCc/-](http://2.bp.blogspot.com/_Tzm6JaQCqZ8/SyJJBewArpI/AAAAAAAAABCc/-sHFkT1is0Y/s400/image193.jpg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 sHFkT1is0Y/s400/image193.jpg

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ทฤษฎีของเฮล์มโฮลทซ์

ฟังก์ชันคลื่นที่ตำแหน่ง P ที่เวลา t เป็นสเกลาร์ฟังก์ชัน $\Psi(P,t)$ สำหรับกรณีเป็นคลื่นโพลาไรซ์เชิงเส้นของคลื่นความถี่เดียว จะได้ว่า

$$\Psi(P,t) = E_0(P) \cos[2\pi ft] + \phi(P) \quad (2.26)$$

ซึ่ง E_0 คือแอมพลิจูด และ $\phi(P)$ คือเฟส และสามารถเขียนอยู่ในรูปฟังก์ชันได้เป็น

$$\Psi(P,t) = RE[E(P) \exp(-j2\pi ft)] \quad (2.27)$$

โดยที่ $E(P)$ คือฟังก์ชันเชิงซ้อนของตำแหน่ง จะได้

$$E(P) = E_0(P) \exp(-j\phi(P)) \quad (2.28)$$

กำหนดให้คลื่นแสงแทนด้วย $\varphi(P,t)$ ดังนั้นสมการคลื่นสเกลาร์ เขียนได้

$$\nabla^2 \Psi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = 0 \quad (2.29)$$

โดยที่ ∇^2 คือตัวดำเนินการลาปลาซเชิล มีค่าเป็น

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

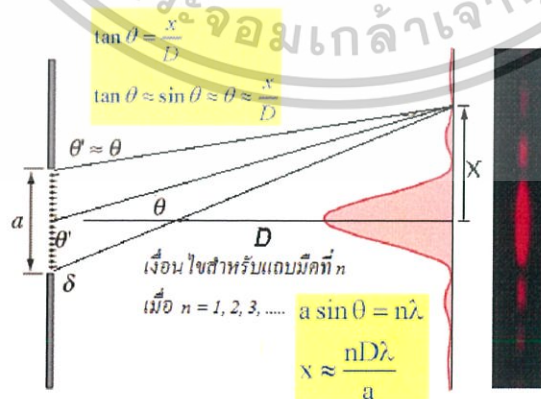
ถ้าคลื่นเชิงซ้อน $E(P)$ ตามเงื่อนไขโดยไม่ขึ้นกับเวลา ดังนั้น

$$(\nabla^2 + k^2)E = 0 \quad (2.30)$$

โดยที่ $k = 2\pi \frac{f}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$ โดยที่ k เรียกว่าเลขคลื่น

จากสมการที่ 2.26 เรียกว่าเฮล์มโฮลทซ์ แอมพลิจูดเชิงซ้อนของคลื่นความถี่เดียวที่เคลื่อนที่ผ่านช่องว่าง

2.2.3 ทฤษฎีการเลี้ยวเบนแบบสเกลาร์



รูปที่ 2.10 แสดงพิกัดเพื่ออธิบายการเลี้ยวเบนของคลื่นที่ระนาบใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : <http://taikanokwan-subbon.blogspot.com/2012/>
 ไม่ควรนำเนื้อหาไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 2.16 ที่จุด P บนระนาบวัตถุ (ξ, η) ซึ่งเป็นสลิตรูปร่างใดๆ และ Q เป็นจุดใดๆ บนอีกระนาบคือระนาบ (x, y) เมื่อผ่านสลิตรบนระนาบ (ξ, η) ไปตกกระทบบนระนาบ (x, y) ที่จุด Q ซึ่งอาจมีฉากรับ แอมปริจูดเชิงซ้อนของคลื่นที่ตำแหน่ง Q เป็นผลรวมของคลื่นจากทุกจุดบนระนาบ (ξ, η) และหลักฮอลเกนส์และเฟรส์เนล จะได้ฟังก์ชันคลื่นที่ระนาบ (x, y) คือ

$$\Psi(x, y) = \iint_0^\infty h(x, y, \xi, \eta) \Psi(\xi, \eta) d\xi d\eta \quad (2.31)$$

โดยที่ $h(x, y, \xi, \eta) = \frac{1}{j\lambda z} \exp(jkr) \cos \theta$ คือแอมพลิจูดที่แพร่กระจายจากจุด P ไปยัง

จุด Q ที่ระนาบ (x, y) ที่มุม θ และที่ระยะ r

$\Psi(x, y)$ คือฟังก์ชันคลื่นในระนาบ

θ คือมุมระหว่างเส้นปกติกับทิศทางการแพร่คลื่นที่จุด P

เมื่อให้ θ มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ตามเงื่อนไข Kirchhoff คือทิศทางการแพร่ของคลื่นไปที่ระนาบ (x, y) เมื่อ $\cos \theta \cong 1$ ความผิดพลาดของการแพร่กระจายคลื่นจะไม่เกิน 5% ถ้ามุม θ ไม่เกิน 18 องศา ดังนั้น r ประมาณได้ว่าเข้าใกล้ z จึงเขียนฟังก์ชันได้ใหม่คือ

$$h(x, y, \xi, \eta) = \frac{1}{j\lambda z} \exp(jkr) \quad (2.32)$$

การประมาณค่าของเฟรส์เนลทำให้ได้สำหรับการเลี้ยวเบนตามเงื่อนไขของเฟรส์เนลจะสามารถหาระยะ r ได้โดยประมาณเป็น

$$r = \sqrt{z^2 + (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2} = z \sqrt{1 + \left(\frac{x-\xi}{z}\right)^2 + \left(\frac{y-\eta}{z}\right)^2} \quad (2.33)$$

จากการกระจายโพลีโนเมียลของรากที่สองจะได้ว่า

$$\sqrt{1+b} = 1 + \frac{1}{2}b - \frac{1}{8}b^2 + \dots \quad |b| < 1 \quad (2.34)$$

นำสมการที่ 2.29 มาเทียบกับสมการที่ 2.30 จะได้

$$r \cong z \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{x-\xi}{z} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{y-\eta}{z} \right)^2 \right] \quad (2.35)$$

จากการประมาณของเฟรส์เนล จึงทำให้สามารถเขียนสมการของ $h(x, y, \xi, \eta)$ ได้เป็น

$$h(x, y, \xi, \eta) = \frac{\exp(jkz)}{j\lambda z} \exp \left\{ j \frac{k}{2z} [(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2] \right\} \quad (2.36)$$

เมื่อระยะ z เป็นไปตามเงื่อนไข

$$z^2 \gg \frac{\pi}{4\lambda} [(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2]_{\max} \quad (2.37)$$

การประมาณของเฟรส์เนลเป็นการประมาณที่ยอมรับตั้งนั้นการรวมกันของจุดทุกจุดของ

ฟังก์ชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\Psi(x, y) = \frac{\exp(jkz)}{j\lambda z} \iint_{-\infty}^{\infty} \Psi(\xi, \eta) \exp\left\{j \frac{k}{2z} [(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2]\right\} d\xi d\eta \quad (2.38)$$

ดังนั้นการรวมกันของจุดทุกๆจุดของฟังก์ชัน $\Psi(\xi, \eta)$ ที่อยู่บนระนาบ (ξ, η) แปลงไปเป็นฟังก์ชัน $\Psi(x, y)$ บนระนาบ (x, y) ได้ โดยการคอนโวลูชัน ฟังก์ชัน $\Psi(\xi, \eta)$ ด้วย h

$$\Psi(x, y) = \exp\left(\frac{jkz}{j\lambda z}\right) \exp\left[j \frac{k}{2z} (x^2 - y^2)\right] + \iint_{-\infty}^{\infty} \left\{ \Psi(\xi, \eta) \exp\left[j \frac{k}{2z} (\xi^2 + \eta^2)\right] \right\} \exp\left\{-j \frac{2\pi}{\lambda z} (x\xi + y\eta)\right\} d\xi d\eta \quad (2.39)$$

จากสมการที่ 2.35 แสดงถึงฟังก์ชัน (x, y) ในระนาบ (x, y) สำหรับการแปลงฟูเรียร์สองมิติจากฟังก์ชัน $\Psi(\xi, \eta)$

2.2.4 การเลี้ยวเบนผ่านช่องรับคลื่น

สำหรับช่องรับคลื่นที่มีลักษณะช่องสี่เหลี่ยม ความกว้าง $2a$ ยาว $2b$ กระจายคลื่นสม่ำเสมอตลอดทั้งแท่ง จะมีฟังก์ชันคลื่นที่ระนาบ (x, y) เป็น

$$\Psi(x, y) = K \int_{-a}^a \int_{-b}^b \exp\left[\frac{jk(x-\xi)^2}{2z}\right] \exp\left[\frac{jk(y-\eta)^2}{2z}\right] d\xi d\eta \quad (2.40)$$

$$\text{โดยที่ } K = \left(\frac{-j}{2\lambda}\right) \exp\left(\frac{jkz}{z}\right)$$

การกระจายความเข้ม $I(x, y)$ ในแบบเฟรส์เนล หาได้จาก

$$I(x, y) = \Psi(x, y) \Psi^*(x, y) \quad (2.41)$$

เมื่อ $I(x, y)$ คือความเข้มของคลื่นที่กระจายอยู่บนฉากรับคลื่น

$\Psi(x, y)$ คือฟังก์ชันคลื่นที่กระจายอยู่บนฉาก

$\Psi^*(x, y)$ คือฟังก์ชันคลื่นส่วนกลับที่กระจายอยู่บนฉาก

สำหรับตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือรูปแบบการเลี้ยวเบนแบบฟรอนโฮเฟอร์ของแสงผ่านช่องรับคลื่นตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1) ถ้าระนาบที่ประกอบด้วยจุดกำเนิดแสงระนาบสังเกตเป็นระนาบที่ขนานกัน ทั้งทางแสงและจุดกำเนิดแสงและจุดสังเกตต่างก็อยู่ใกล้แสง ดังนั้นการเลี้ยวเบนผ่านช่องสลิตที่มีขอบเขตจะถูกสังเกตได้

$$\Psi(x, y) = \frac{ke^{-jkz}}{z} \iint \Psi(\xi, \eta) \exp\left[\frac{-2\pi j(\xi x - \eta y)}{\lambda z}\right] d\xi d\eta \quad (2.42)$$

2) ระยะทางจากจุดกำเนิดแสงไปยังช่องรับคลื่น z และจากช่องรับคลื่นไปยังระนาบสังเกต z เป็น

$$|z| \gg \frac{(\xi^2 + \eta^2)_{\max}}{\lambda} \quad (2.43)$$

โดยที่ ξ และ η เป็นพิกัดของจุดใดๆไปในช่องรับคลื่นและ λ เป็นความยาวคลื่นแสงที่ตกกระทบ

$$\Psi'(x, y) = \frac{ke^{-jkf}}{f} \iint \Psi'(\xi, \eta) \exp\left[\frac{-2\pi j(\xi x + \eta y)}{\lambda f}\right] d\xi d\eta \quad (2.44)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดนี้ แอมพลิจูดและเฟสของสนามในระนาบโฟกัสอธิบายได้โดยการแปลงฟูรีเยร์ของการกระจายผ่านช่องรับคลื่นดังสมการ

$$\Psi(x, y) = \exp \frac{jk|x|^2}{2f} \iint A(\xi, \eta) \exp \left[\frac{-jk}{f} (\xi x + \eta y) \right] d\xi d\eta \quad (2.45)$$

ในที่นี้ $A(\xi, \eta)$ สอดคล้องกับ $\Psi'(x, y)$ และอธิบายถึงการกระจายของแอมพลิจูดและเฟสผ่านช่องรับคลื่น และ $\Psi(x, y)$ อธิบายถึงสนามในระนาบโฟกัส ซึ่ง $\Psi(x, y)$ เป็นฟูรีเยร์อินทิกรัลของ $A(\xi, \eta)$ เอง

2.2.5 ช่องรับคลื่นที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

พิจารณาจากรูปแบบการเลี้ยวเบนของคลื่นที่ผ่านช่องรับคลื่นที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีคลื่นสมำเสมอ มีความกว้าง $2a$ ยาว $2b$ แอมพลิจูด A จุดศูนย์กลางอยู่บนแนวแกนในระนาบ ξ และ η จะได้ว่า

$$\Psi(x, y) = A \int_{-a}^{+a} \int_{-b}^{+b} \exp \left[\frac{-jk}{f} (\xi x + \eta y) \right] d\xi d\eta \quad (2.46)$$



รูปที่ 2.11 แสดงรูปแบบการเลี้ยวเบนผ่านช่องรับคลื่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบบฟรอนโฮเฟอร์

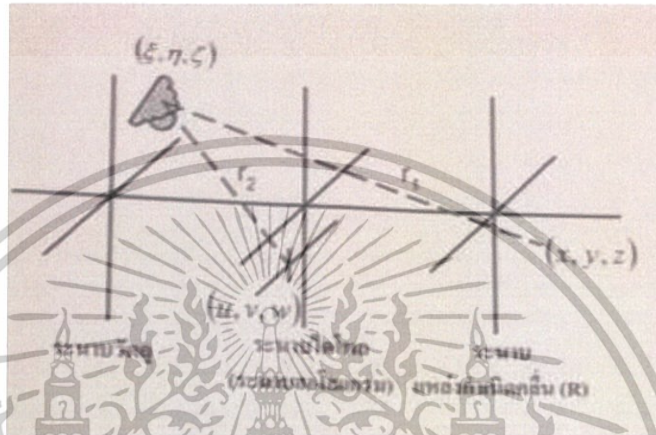
ที่มา : http://www.johnloomis.org/eop513/notes/diffract/fscrip_t_03.png

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การสร้างภาพกลับมาโดยทางดิจิทัล

ในการสร้างภาพกลับมาทางดิจิทัล นำข้อมูลที่เก็บบันทึกจาก IF I output และ IF Q output ที่ระยะทางที่ต่างกัน แสดงถึงการกระจายของคลื่นในรูปของความเข้มของริ้วรอยแทรกสอดของคลื่นวัตถุและคลื่นอ้างอิง สำหรับการคำนวณต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการช่วย

2.3.1 การประมาณค่าของเฟรสเนล (Fresnel Approximation)



รูปที่ 2.12 แสดงระบบพิกัดสำหรับการบันทึกข้อมูล

ที่มา : หนังสือ ระบบการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ

$$\begin{aligned} r_i &= \sqrt{z^2 + (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2} + \sqrt{w^2 + (u - \xi)^2 + (v - \eta)^2} \\ &= z \sqrt{1 + \left(\frac{x - \xi}{z}\right)^2 + \left(\frac{y - \eta}{z}\right)^2} + w \sqrt{1 + \left(\frac{u - \xi}{w}\right)^2 + \left(\frac{v - \eta}{w}\right)^2} \end{aligned} \quad (2.47)$$

จากการกระจายโพลีโนเมียลของรากที่สองจะได้ว่า

$$\sqrt{1+b} = 1 + \frac{1}{2}b - \frac{1}{8}b^2 \dots |b| < 1 \quad (2.48)$$

ดังนั้นสมการที่ (2.27) จึงกลายเป็น

$$\cong z \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{x - \xi}{z} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{y - \eta}{z} \right)^2 \right] + w \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{u - \xi}{w} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{v - \eta}{w} \right)^2 \right] \quad (2.49)$$

สมการที่ (2.29) คือการประมาณค่าตามเงื่อนไขของเฟรสเนล

2.3.2 ทฤษฎีการแปลงฟูเรียร์

เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่เป็นเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น ในที่นี้

จะกล่าวเพียงจุดประสงค์ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลงฟูเรียร์ของฟังก์ชันเชิงซ้อน g ของตัวแปรอิสระสองตัวแปรคือ x และ y สมการแปลงจะได้ดังนี้

$$J\{G\} = \iint g(x, y) \exp[-j2\pi(f_x x + f_y y)] dx dy$$

และสมการการแปลงกลับฟูเรียร์ $J\{G\}$ คือ

$$J\{G\} = \iint_{-\infty}^{\infty} G(f_x, f_y) \exp[j2\pi(f_x x + f_y y)] df_x df_y$$

2.4 สมบัติพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของการแปลงในสองมิติ

2.4.1 ทฤษฎีเชิงเส้น (Linearity theorem)

หมายถึง การแปลงของผลบวกของฟังก์ชันเท่ากับการแปลงของแต่ละฟังก์ชันมารวมกัน ดังสมการ

$$\mathfrak{T}\{\alpha g + \beta h\} = \alpha \mathfrak{T}\{g\} + \beta \mathfrak{T}\{h\} \quad (2.50)$$

2.4.2 ทฤษฎีความคล้าย (similarity theorem)

หมายถึง พิกัดในระนาบ (x, y) ให้ผลเป็นพิกัดในค่า (f_x, f_y) ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของแอมพลิจูดทั้งหมดของสเปกตรัม โดยถ้า $\mathfrak{T}\{g(x, y)\} = G(f_x, f_y)$ ดังนั้น

$$\mathfrak{T}\{g(ax, by)\} = \frac{1}{|ab|} G\left(\frac{f_x}{a}, \frac{f_y}{b}\right) \quad (2.51)$$

2.4.3 ทฤษฎีการเลื่อนไป (shift theorem)

หมายถึง การแปลงของฟังก์ชันในขอบเขตของระยะทางทำให้เกิดการเลื่อนเฟสในขอบเขตของค่า โดยถ้า $\mathfrak{T}\{g(x, y)\} = G(f_x, f_y)$ ดังนั้น

$$\mathfrak{T}\{g(x-a, y-b)\} = G(f_x, f_y) \exp[-j2\pi(f_x a + f_y b)] \quad (2.52)$$

2.4.4 ทฤษฎีพาร์เซวอล (Parseval's theorem)

เป็นทฤษฎีในการอนุรักษ์พลังงาน โดยถ้า $\mathfrak{T}\{g(x, y)\} = G(f_x, f_y)$ ดังนั้น

$$\iint_{-\infty}^{\infty} |g(x, y)|^2 dx dy = \iint_{-\infty}^{\infty} |G(f_x, f_y)|^2 df_x df_y \quad (2.53)$$

2.4.5 ทฤษฎีการคอนโวล (convolution theorem)

หมายถึง การคอนโวลของฟังก์ชันสองฟังก์ชันในขอบเขตระยะทางจะมีค่าเท่ากับการ

แปลงของแต่ละฟังก์ชันมาคูณกัน โดยถ้า $\mathfrak{T}\{g(x, y)\} = G(f_x, f_y)$ และ

$\mathfrak{T}\{h(x, y)\} = H(f_x, f_y)$ ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\mathfrak{F}\left\{\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}g(\xi,\eta)h(x-\xi,y-\eta)d\xi d\eta\right\}=G(f_x,f_y)H(f_x,f_y) \quad (2.54)$$

2.4.6 ทฤษฎีความสัมพันธ์กันแบบอัตโนมัติ (autocorrelation theorem)

เป็นการใช้ในกรณีเฉพาะของทฤษฎีการคอนโวล โดย $\mathfrak{F}\{g(x,y)\}=G(f_x,f_y)$

ดังนั้น

$$\mathfrak{F}\left\{\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}g(\xi,\eta)h(x-\xi,y-\eta)d\xi d\eta\right\}=G(f_x,f_y)H(f_x,f_y) \quad (2.55)$$

$$\text{หรือ } \mathfrak{F}\{|g(\xi,\eta)|^2\}=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}G(\xi,\eta)G^*(\xi-f_x,\eta-f_y)d\xi d\eta \quad (2.56)$$

2.4.7 ทฤษฎีอินทิกรัลฟูเรียร์

หมายถึงแต่ละจุดของความต่อเนื่องของฟังก์ชัน g การแปลงและการแปลงกลับของฟังก์ชันให้ผลเป็นฟังก์ชันนั่นเอง ยกเว้นแต่ละจุดไม่ต่อเนื่อง

$$\mathfrak{F}\mathfrak{F}^{-1}\{g(x,y)\}=\mathfrak{F}^{-1}\mathfrak{F}\{g(x,y)\}=g(x,y) \quad (2.57)$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบและการสร้างวงจรไมโครเวฟ รวมถึงกระบวนการทดลองคลื่นไมโครเวฟและสร้างทำให้เกิดภาพของวัตถุ

3.1 การออกแบบและระบบการทำงาน

3.2 เครื่องมือและการสร้างวงจร

3.3 การบันทึกข้อมูลของวัตถุ

3.1 การออกแบบและระบบการทำงาน



จากรูปสามารถอธิบายได้ว่าเซเนเซอร์ไมโครเวฟปล่อยสัญญาณออกมาที่ความถี่ 24 GHz คลื่นที่ปล่อยออกมาตกกระทบวัตถุที่หุ้มด้วยแผ่นซิลิกอนฟอสไฟต์ จะได้คลื่นวัตถุที่สะท้อนกลับมา มี 2 องค์ประกอบ คือ I และ Q เมื่อทดลองพบว่าคลื่นของตัวโมดูลมีขนาดเล็กมากจึงทำวงจรขยายขึ้นมา เพื่อที่จะทำให้เห็นคลื่นได้ชัดเจนขึ้น เมื่อได้วงจรขยายที่สามารถใช้กับตัวโมดูลมาแล้วจึงทำการทดลองเบื้องต้น ตามหัวข้อที่ 3.3 การทดลองที่ 1 และ 2 เมื่อทดลองเสร็จแล้วพบว่าวงจรขยายสามารถใช้งานได้จึงนำไปทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยนำเอาหัวพุทของวงจรขยาย ที่ได้ทำการต่อกับตัวโมดูลไว้ก่อนแล้วมาต่อเข้ากับ arduino mega 2560 เพื่อที่จะได้ใช้คอมพิวเตอร์ในการสั่งให้เครื่องเลื่อนไป

จากซ้ายไปขวา ล่างขึ้นบน แล้วยังใช้ arduino mega 2560 ในการเก็บผลการทดลอง โดย arduino mega 2560 จะสั่งให้ เครื่องเลื่อนจากซ้ายไปขวา ทุก 1 เซนติเมตร จนครบ 64 ค่า แล้วยังสั่งให้เลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

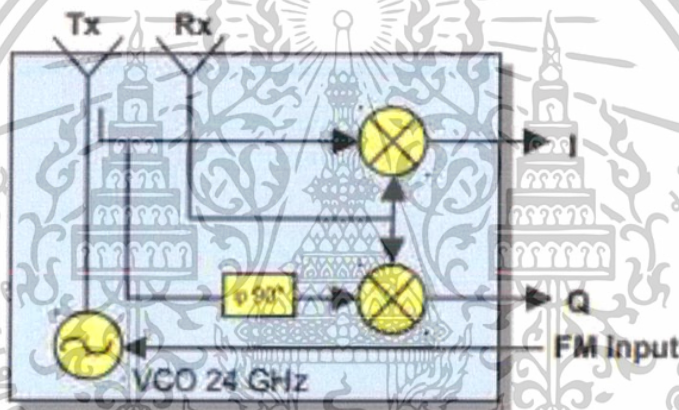
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากล่างขึ้นบนจนครบ 64 ครั้ง จึงได้ผลการทดลองทั้งหมด 64×64 แล้วนำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความเข้มโดยใช้สูตร $\sqrt{i^2 + q^2}$

3.2 เครื่องมือและการสร้างวงจร

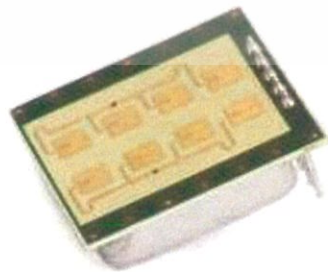
3.2.1 เรดาร์ ทรานซิสเวอ์ เบอร์ K-LC2

ในการทดลองใช้ RADAR TRANSCEIVER เบอร์ K-LC2 เป็นตัวส่งสัญญาณไมโครเวฟ ที่ความถี่ 24 GHz และรับสัญญาณไมโครเวฟที่สะท้อนกลับมา ซึ่งมีสายสัญญาณ 2x4 จุด มีเอาต์พุตออก 2 ทาง คือสัญญาณ I และสัญญาณ Q ที่มีเฟสต่างจากคลื่นอ้างอิง เป็น 0 และ 90 องศา เอาต์พุต 2 ทางนี้จะผ่านตัวมิกเซอร์ก่อนที่สัญญาณจะออกมา สามารถดูได้จากรูปที่ 3.3 โมดูลมีพื้นที่ผิว 25x25 ตารางมิลลิเมตร และมีความหนาน้อยกว่า 6.5 มิลลิเมตร



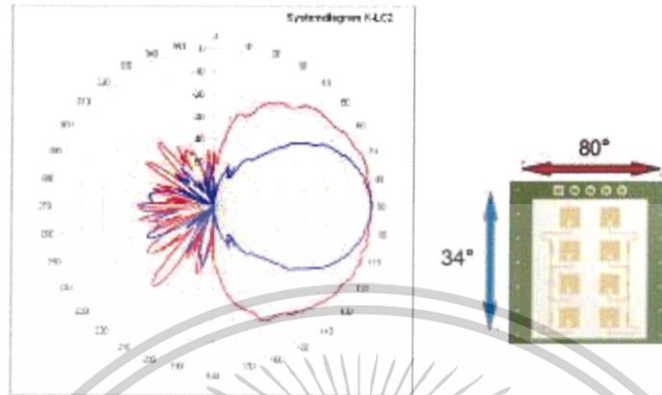
รูปที่ 3.2 Blockdiagram

ที่มา : <https://www.rfbeam.ch/files/products/5/image.jpg>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.3 RADAR TRANSCEIVER เบอร์ K-LC2 ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : <https://www.rfbeam.ch/files/products/5/image.jpg> เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปทำให้เห็นว่า โมดูลมีมิกเซอร์ 2 ตัว ตัวแรก จะเห็นว่าคลื่นวัตถุที่สะท้อนกลับมา มาคูณกับค่าสัญญาณอ้างอิง จะได้ค่าสัญญาณ I ส่วนตัวที่สอง จะเห็นว่าค่าวัตถุที่สะท้อนกลับมาจะถูกกลับเฟส 90 องศาแล้วจึงถูกนำมาคูณ จะได้สัญญาณ Q



รูป 3.4 แผนภาพนี้แสดงถึงความไวของโมดูลทั้งในทิศทางอะซิมติกและแนวราบ รวมเอาไว้ ดังนั้นลักษณะเฉพาะของเครื่องส่งและรับสัญญาณ
ที่มา : <https://www.rfbeam.ch/files/products/5/image.jpg>

จากรูปทำให้เห็นว่าทิศทางในแนวสีแดงจะมีความไวในมุมกว้าง ส่วนทิศทางในแนวน้ำเงินจะมีความไวในมุมแคบ

3.2.2 วงจรขยายสัญญาณ ออปแอมป์ เบอร์ LM324

วงจรขยายสัญญาณ LM324 ใช้เพื่อขยายสัญญาณจาก RADAR TRANSCIVER เบอร์ K-LC2



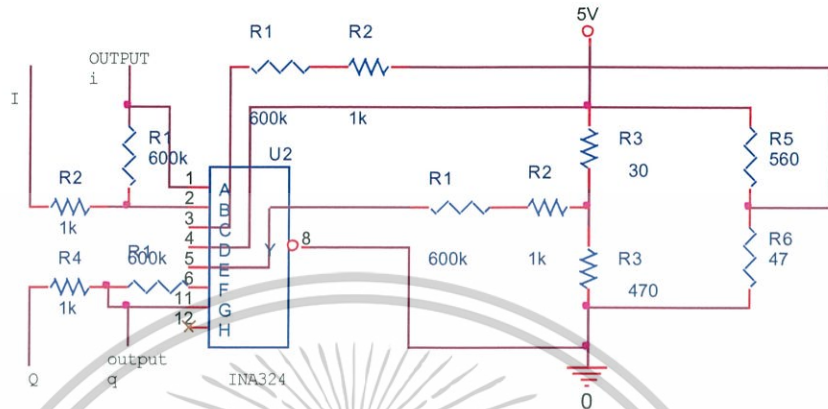
รูปที่ 3.5 LM324

ที่มา : [https://encrypted-](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:And9GcQ2P30dAbtHB0NA0caLzejrPGXfPPBNOh2oLY8dtG0RqbtzbFuz)

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:And9GcQ2P30dAbtHB0NA0caLzejrPGXfPPBNOh2oLY8d](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:And9GcQ2P30dAbtHB0NA0caLzejrPGXfPPBNOh2oLY8dtG0RqbtzbFuz)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต ถือว่าผิดกฎหมาย อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสัญญาณไมโครเวฟมีขนาดเล็กจึงต้องสร้างวงจรขยายขึ้นมาเพื่อให้เห็นสัญญาณได้ชัดเจนขึ้น วงจรขยายสัญญาณ 700 เท่า ที่ต้องใช้สัญญาณคงที่เข้าไปเพราะว่าเซนเซอร์มี offset จึงต้องใช้สัญญาณที่คงที่เข้าไปตัด ทำให้วงจรขยายได้มากขึ้น



รูปที่ 3.6 แบบวงจรขยายสัญญาณ



รูปที่ 3.7 Blockdiagram ของวงจรขยาย

จากรูปสามารถอธิบายได้ว่า วงจรขยายที่ใช้ ไอซี INA 324 ต้องวงจรแบบ ดิฟเฟอเรนเชียล แอมป์พลีไฟเออร์ ตอนที่ยังไม่ได้ใส่สัญญาณที่คงที่ไปกำลังขยายได้น้อย จึงใส่สัญญาณที่คงที่เข้าไปเพื่อที่จะได้ไปขยายผลต่างจึงทำให้วงจรขยายได้สูงสุด 600 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

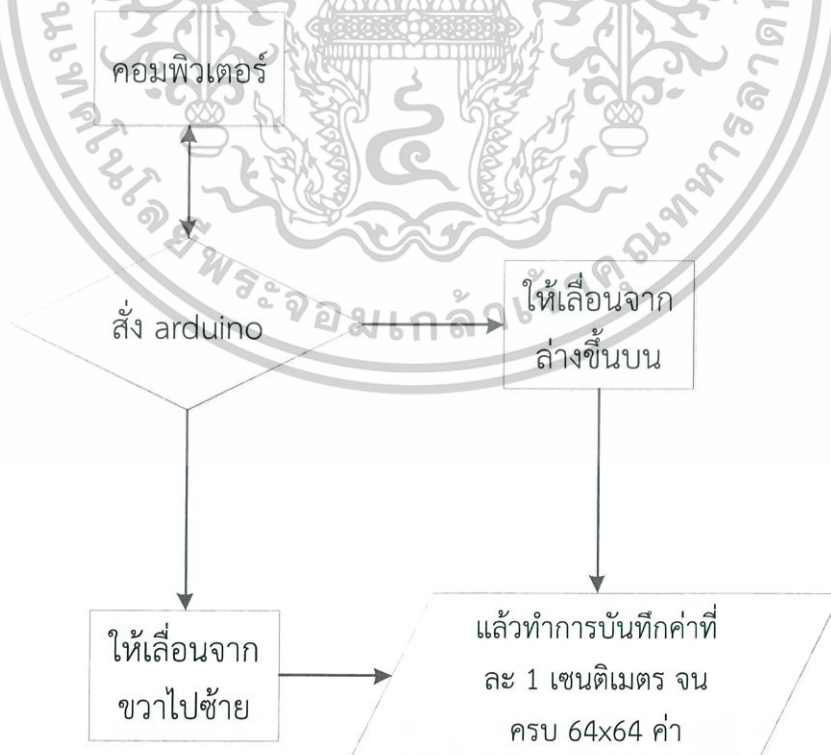
3.2.3 arduino mega 2560

ใช้ในการเคลื่อนที่ของเซนเซอร์และเก็บข้อมูล มีหน่วยความจำแฟลช 256 KB แรม 8 KB ใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V มี Digital Input / Output มากถึง 54 ขา (เป็น PWM ได้ 14 ขา) มี Analog Input 16 ขา Serial UART 4 ชุด I2C 1 ชุด SPI 1 ชุด



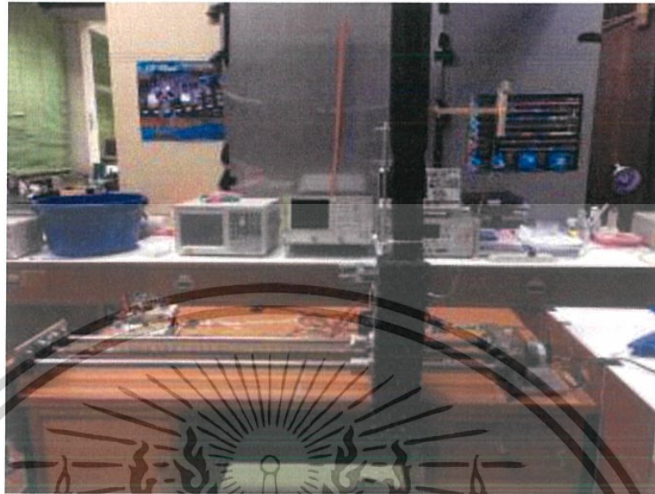
รูปที่ 3.8 arduino mega 2560

ที่มา : <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:And9GcROxEduJP8lzuxqn4SbDMXMeYgLnVjukiidRw9fs4lymMBGU7MXg>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 3.9 block diagram ของการทำงาน arduino

จากรูปสามารถอธิบายได้ว่า คอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งให้ arduino เลื่อนมอเตอร์จากขวาไปซ้าย ทุกๆ 1 เซนติเมตรและทำการบันทึกค่า จนครบ 64 ค่า เมื่อได้ค่าจนครบ 64 ค่า arduino จะสั่งให้มอเตอร์เลื่อนจากล่างขึ้นบน ทุกๆ 1 เซนติเมตร จนครบ 64 x 64 พิกเซล



รูปที่ 3.10 เครื่องเล่นระยะ

3.2.4 วัสดุ

ในการทดลองจะใช้กระดาษฟรอยในการทำเป็นรูปต่างๆ ในการทดลองนี้ใช้รูปสี่เหลี่ยม กับรูปกากบาทในการสแกนเพื่อทำให้เกิดภาพด้วย RADAR TRANSCEIVER เบอร์ K-LC2



รูปที่ 3.11 วัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

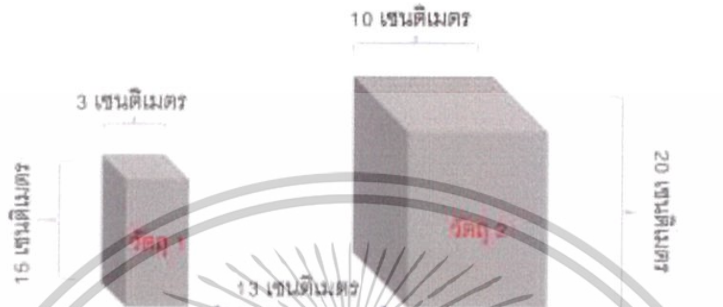
3.3 การบันทึกข้อมูลของวัตถุ

-การทดลองที่ 1 ทดลองโดยการใช้วัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร แสกนในแนว แกน X โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร บันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร บันทึกทั้งหมด 30 ค่า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับควาใช้ภายในเพื่อการจัดเก็บเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การทดลองที่ 2 ทดลองโดยการใช้อัตถุ 2 ชั้น โดยชั้นที่ 1 มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตรและชั้นที่ 2 มีขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร โดยวัตถุ 2 ชั้นมีระยะห่างกัน 13 เซนติเมตร แสกนในแนวแกน X โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร บันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร บันทึกทั้งหมด 34 ค่า



รูปที่ 3.13(a) การทดลองเบื้องต้นโดยใช้อัตถุ 2 ชั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งรูปที่ 3.13(b) การทดลองเบื้องต้นโดยใช้อัตถุ 2 ชั้น ครั้งที่มีการนำไปใช้

-การทดลองที่ 3 ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง

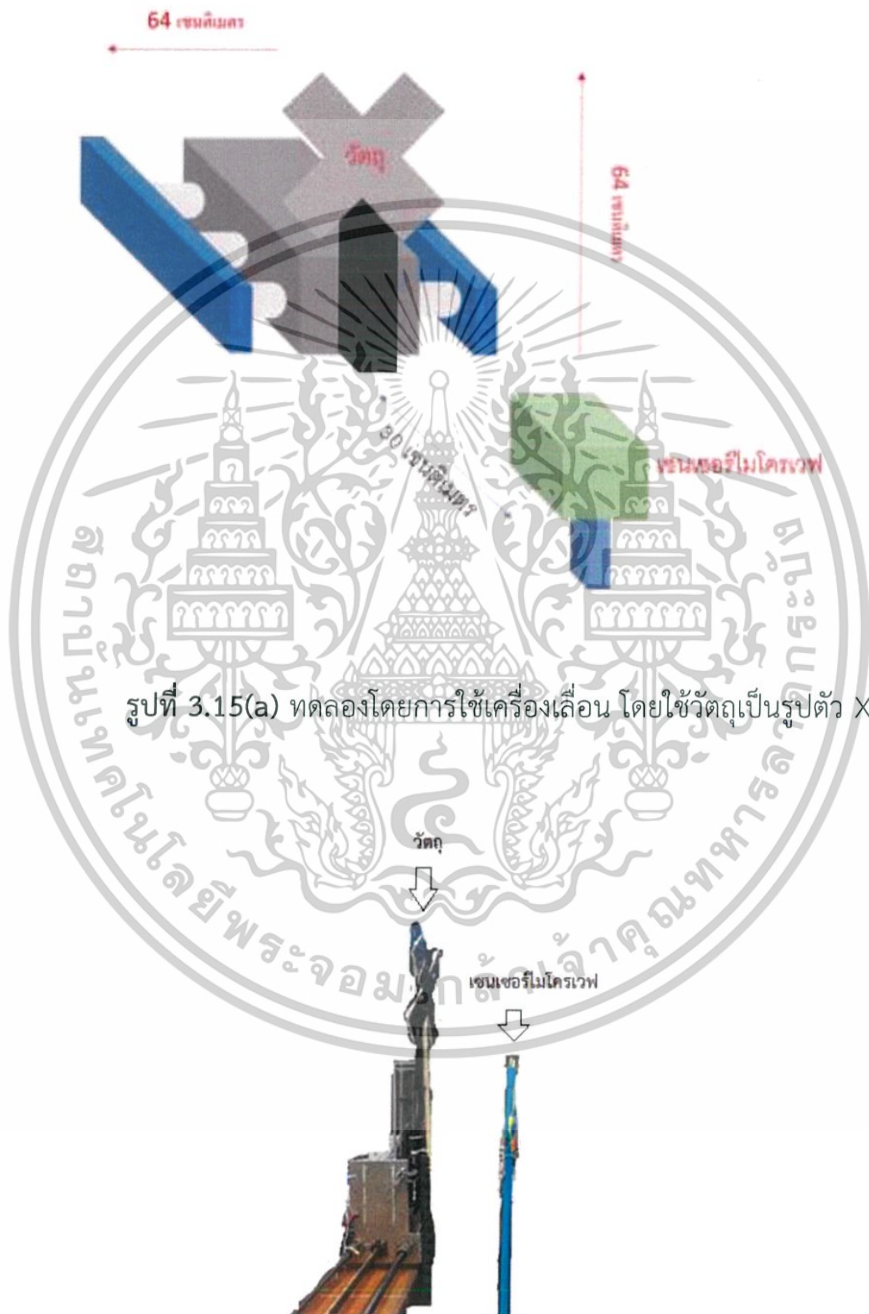


รูปที่ 3.14(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม

รูปที่ 3.14(b) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การทดลองที่ 4 ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อน จากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง



รูปที่ 3.15(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X

รูปที่ 3.15(b) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

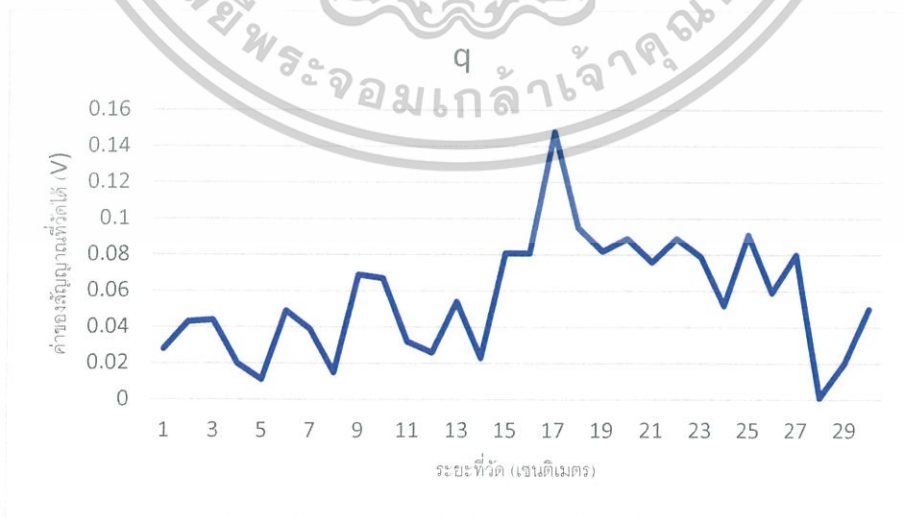
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการทดลองการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ

4.1.1 การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร แสกนในแนวแกน X โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร บันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร บันทึกทั้งหมด 30 ค่า



รูปที่ 4.1(a) การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร(กราฟ I)



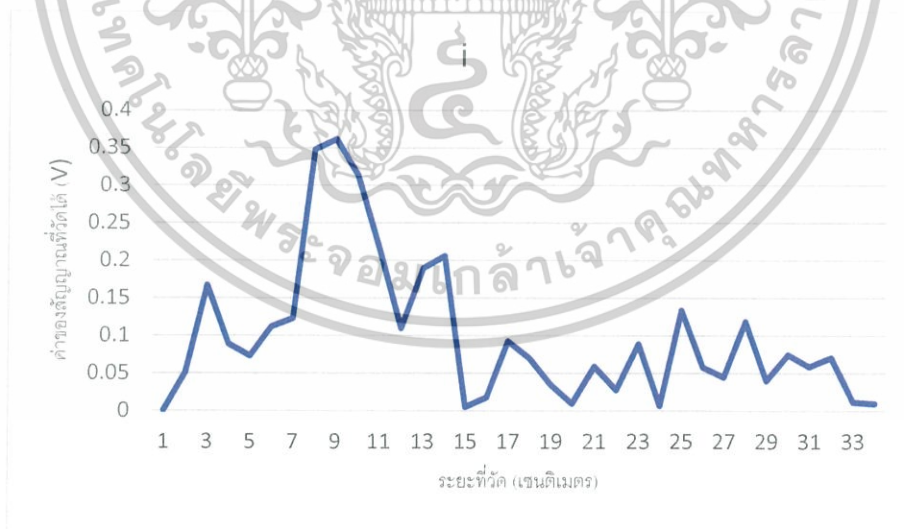
รูปที่ 4.1(b) การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร(กราฟ Q)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



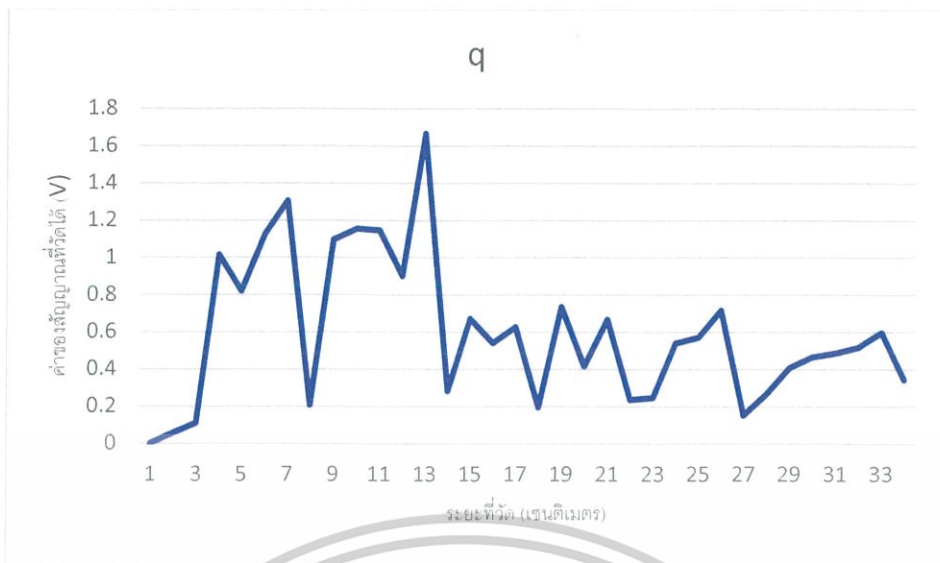
รูปที่ 4.1(c) การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร (กราฟผลบวก)

4.1.2 การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชิ้น โดยชิ้นที่ 1 มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และชิ้นที่ 2 มีขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร โดยวัตถุ 2 ชิ้นมีระยะห่างกัน 13 เซนติเมตร แสงในแนวแกน X โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร บันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร บันทึกทั้งหมด 34 ค่า



รูปที่ 4.2(a) การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชิ้น(กราฟ I)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



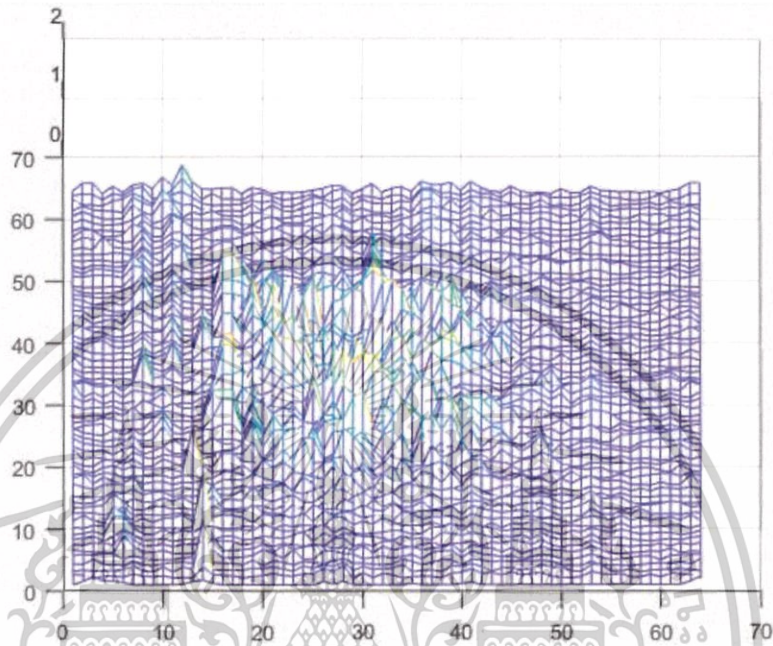
รูปที่ 4.2(b) การทดลองเบื้องต้นโดยโดยการใช้วัตถุ 2 ชั้น(กราฟ Q)



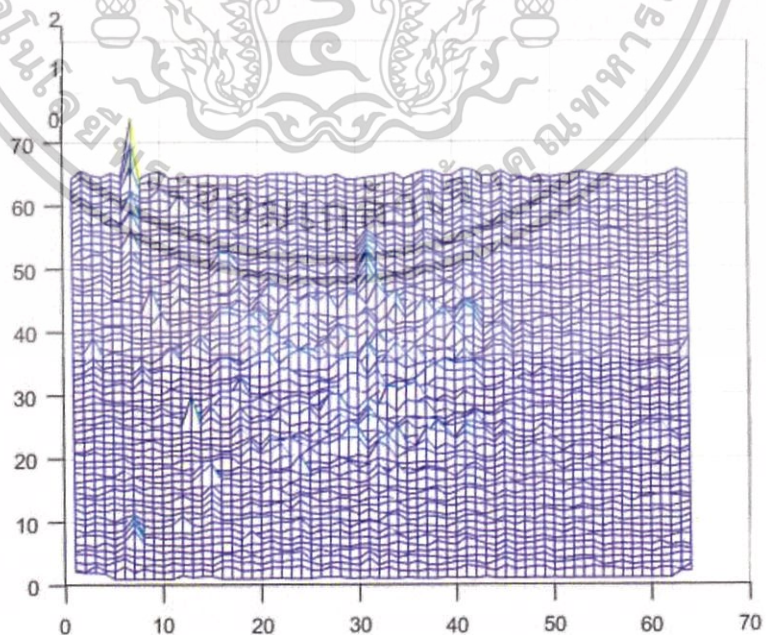
รูปที่ 4.2(c) การทดลองเบื้องต้นโดยโดยการใช้วัตถุ 2 ชั้น(กราฟผลบวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

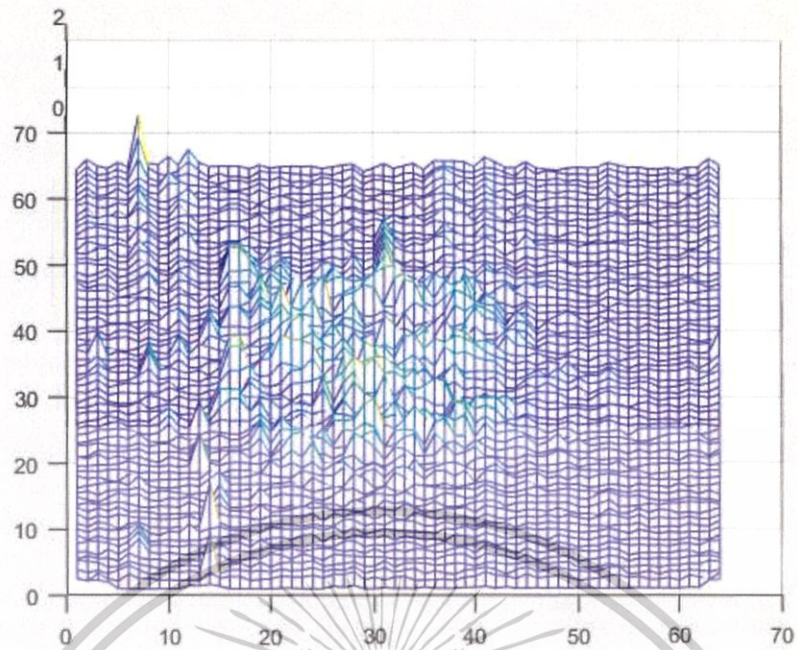
4.1.3 ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และแนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 ซม. จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 ซม. จำนวน 64 ครั้ง



รูปที่ 4.3(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม (กราฟ I)

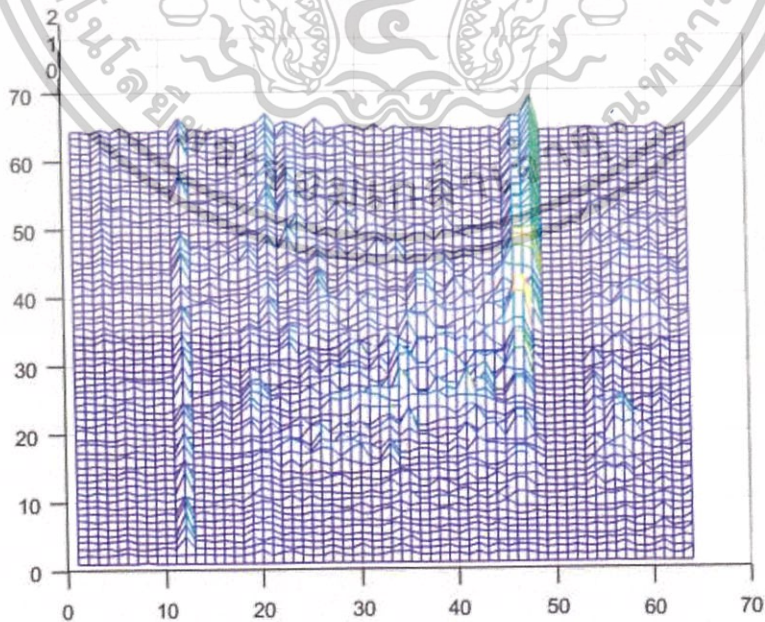


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.3(b) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม (กราฟ Q)
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



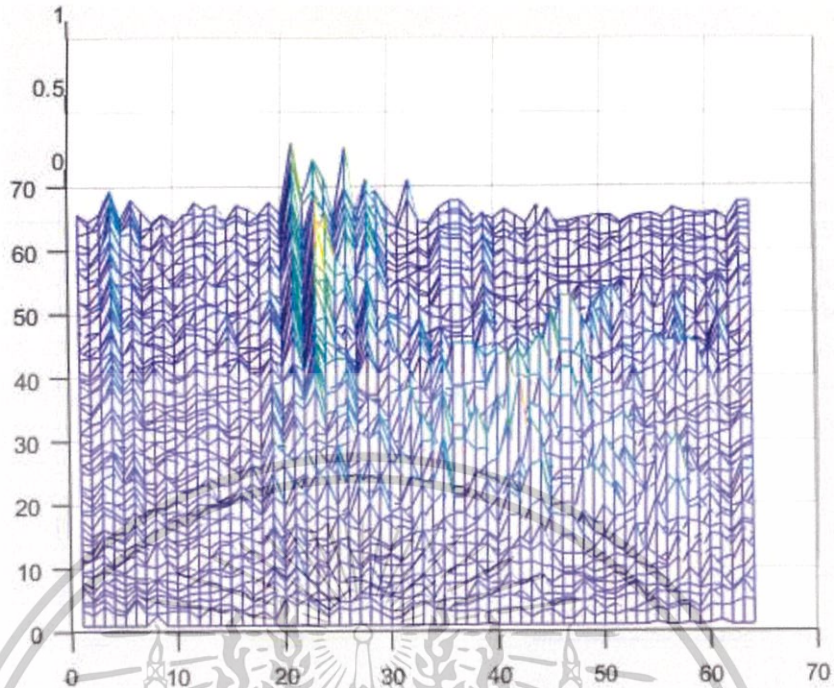
รูปที่ 4.3(c) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม (กราฟผลบวก)

4.1.4 ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และแนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง

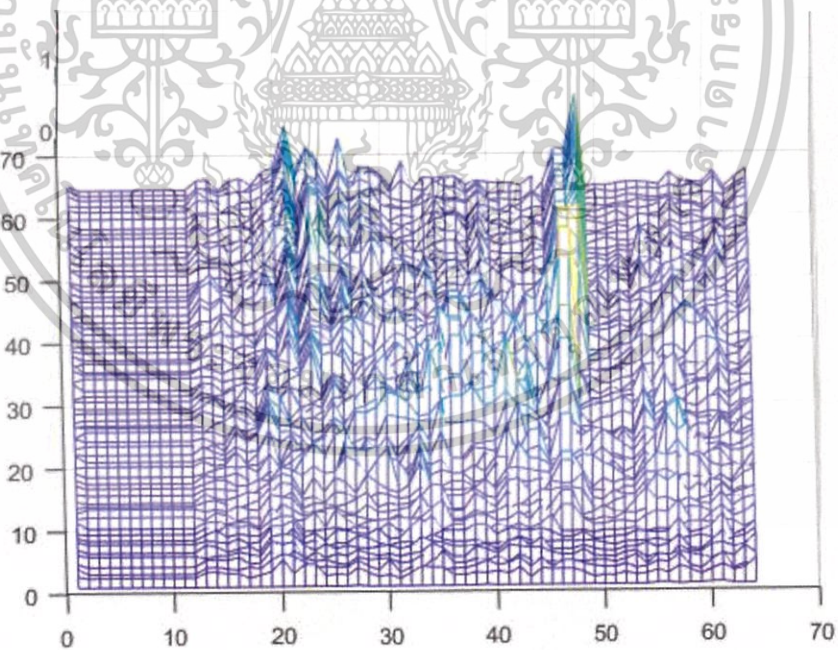


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.4(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X (กราฟ I)

ไม่มีการแก้ไข ฟังสโน้ ออกพิมพ์ใหม่เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด และปรับปรุงเนื้อหาให้ถูกต้องของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4(b) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X (กราฟ Q)



รูปที่ 4.4(c) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X (กราฟผลบวก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการถ่ายภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟเพื่อทำการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ โดยการศึกษาเซนเซอร์ไมโครเวฟ และจัดทำแผงวงจรขยายโดยใช้ IC เบอร์ LM324 ในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 จากการทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร แสกนในแนวแกน X โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร บันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตรบันทึกทั้งหมด 30 ค่าทำให้เห็นว่าจุดที่อยู่บริเวณวัตถุจะมีสัญญาณมากกว่าตรงที่ไม่มีวัตถุ

5.1.2 การทดลองเบื้องต้นโดยการใช้วัตถุ 2 ชั้น โดยชั้นที่ 1 มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และชั้นที่ 2 มีขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร โดยวัตถุ 2 ชั้นมี ระยะห่างกัน 13 เซนติเมตร แสกนในแนวแกน X โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตรบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร บันทึกทั้งหมด 34 ค่า ทำให้เห็นว่า จุดที่อยู่บริเวณวัตถุจะมีสัญญาณมากกว่าตรงที่ไม่มีวัตถุ

5.1.3 ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวา ไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง

จากผลการทดลองจะเห็นว่า จะมีริ้วๆ ตรงบริเวณวัตถุ เห็นเป็นรูปไม่ชัดเจน

5.1.4 ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวา ไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง จากผลการทดลองจะเห็นว่า จะมีริ้วๆ ตรงบริเวณวัตถุ เห็นเป็นรูปไม่ชัดเจน

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยการศึกษาการถ่ายภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟผู้ทำงานวิจัยได้พบปัญหาในด้านต่างๆ อันเนื่องจาก ตัวเซนเซอร์มีความไวต่อไฟฟ้าสถิต ทำให้เมื่อใช้เซนเซอร์เสร็จต้องต่อกราวด์เข้ากับไฟเลี้ยงเพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- 1) Edminister, J.A. 1993. "Theory and Problems of Electromagnetics". New York. Mc Graw-Hill
- 2) Hund, E. 1989. "Microwave Communication". New York. Mc Graw-Hill
- 3) Cheung W.S. and Levien, F.H. 1985. "Microwaves Made Simple; Principles and Application", Artech House Inc
- 4) Lohmann, A.W. and Paris, D.P. 1967. "Binary Fraunhofer Holograms Generate by Computer". Applied Optic. 18(21):1739-1748.
- 5) Brown, B.R. and Lohmann, A.W. 1969. "Computer-Generate Binary Holograms". IBM Journal of Research and Development. 13:160-168.
- 6) Lee, W.H. 1979. "Binary Computer-Generate Holograms". Applied Optic. 18(21):3361-3669.
- 7) Lee, W.H. 1970. "Simple Fourier Transform Hologram Generate by Computer". Applied Optic. 9(3):639-643.
- 8) Frank L. et al. 1987. "Introduction to Optic", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- 9) Cullen, A.L. and Parr, J.C. 1955. "A New Perturbation Method for Measuring Microwave Fields in Free Space". Proc. IEE. 102B. 836-844.
- 10) Anderson, A.P. 1977. "Microwave Holography". Vol. 124. Proc. IEE. 946-953.
- 11) Sisodia, M.L. and Raghuvanshi, G.S. 1987. "Basic Microwave Techniques and Laboratory Manual". Wiley Eastern Limited
- 12) Nyfors, E. and Vainikainen, P. 1989. "Industrial Microwave Sensor". Artech House Inc. 685 Canton Street Norwood.
- 13) Aoki, Y. and Ishizuka, S. 1975. "Numerical Image Reconstruction from an Off-Axis Sound-Wave Hologram". Proceedings of The IEEE. 735-736.
- 14) Aoki, Y. and Suzuki, Y. 1974. "Hologram Conversion Computer". Proceedings of The IEEE. 643-644.
- 15) Wolf, E. 1978. "Computer-Generate Holograms: Technique and Application". Progress in Optics XVI North-holland.
- 16) Reynolds, G.O. et al. 1989. "The New Physical Optics Notebook Tutorials in

Fourier Optics". Copublished by SPIE-The International Society for Optical Engineering. Washington.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 17) Orme,R.D. and Anderson,A.P.1973. "High-Resolution Microwave Hologram Technique". Vol 120.No.4.IEEE Electronics.401-405.
- 18) Goodman,J.W.1968. "Introduction to Fourier Optic".Mc Graw-Hill Classic Textbook.
- 19) ชำนาญ สำเภาพ้อคำ.2542. "ระบบการสร้างภาพด้วยคลื่นไมโครเวฟ" .วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา ฟิสิกส์ประยุกต์ บัณฑิตวิทยาลัย,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- 20) ร.ศ.ดร.ประยุทธ อัครเอกผาลิน.2550. "การออกแบบวงจรไมโครเวฟ".กรุงเทพฯ.บริษัท มิสเตอร์ก๊อปปี จำกัด.
- 21) บัณฑิต วิจารณ์อารยานัน.2559. "วิศวกรรมไมโครเวฟ".กรุงเทพฯ.สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- 22) มหาลัยเกษตรศาสตร์.2561."สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า". [Online]. Available : <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet3/saowalak/spectrum/spectrum.htm>.
- 23) Phakpoom Laotrakul.2558. "เรดาร์ (RADAR)". [Online]. Available : <http://www.gistda.or.th/main/th/node/1046>.
- 24) วิฑิต วรรณเลิศลักษณ์.2560. "ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์". [Online]. Available : <http://www.scimath.org/lesson-physics/item/7279-2017-06-13-14-47-52>.
- 25) Mindphp.com.2561."ตัวกลางการสื่อสาร สายโคแอกเซียล".[Online]. Available : <http://mindphp.com/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1/31-%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%97%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B9%84%E0%B8%9B/4619-coaxialcable.html>
- 26) ศักดินันท์ จันทรโชติและกองบรรณาธิการ.2561. "พื้นฐานสายส่งสัญญาณสำหรับการสื่อสาร".[Online]. Available : http://thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Principle_of_Transmission_Lines_for_Communications/index.php.
- 27) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.2561. "การเลี้ยวเบนของคลื่น". [Online]. Available : http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/7/5/huygen/wa_diffraction

เอกสารนี้ (28) ฟิสิกส์ครูโชติ.2541."สมบัติเชิงคลื่นของแสง".[Online]. Available : http://kruchote.blogspot.com/2009/07/blog-post_1412.html นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด http://kruchote.blogspot.com/2009/07/blog-post_1412.html รทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 29) transmitter_fet .2561. “ทรานซิสเตอร์” .[Online]. Available :
<https://sites.google.com/site/transmitterfet/home/thransistexr>
- 30) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.2561. “มอดูเลต” .[Online]. Available :
<http://pws.npru.ac.th/sartthong/data/files/Optical%20Communication%20%20lab%204.pdf>
- 31) Minecraft_kirito1209.2561. “เครื่องรับวิทยุ AM” .[Online]. Available :
<https://sites.google.com/site/minecraftkirito1209/The-antenna-and-cable-signals/Radio-receiver-AM>
- 32) กนกวรรณ ริดน้อย.2555. “พลังงานความร้อน” .[Online]. Available :
<http://taikanokwan-subbon.blogspot.com/2012/>
- 33) สุนตดา ขุนสมุทรและคณะ. “แสงเชิงฟิสิกส์” .[Online]. Available :
<https://sites.google.com/site/physics123454/home/saeng-cheing-fisiks>
- มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.2561. “Directional Coupler” .[Online]. Available :
<http://pws.npru.ac.th/sartthong/data/files/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%208.pdf>
- 34) Chetvorno.2555. “Negative resistance oscillator” .[Online]. Available :
https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%A5%E0%B9%8C:Negative_resistance_oscillator.svg
- 35) TECHNICAL FEATURE.2561. “MICROWAVE TRANSISTOR OSCILLATORS” .[Online]. Available :
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.169.1847&rep=rep1&type=pdf>
- 36) นพรัตน์ การะเกดและคณะ.2556. “สายอากาศไมโครสตริปแบบสล็อตเรียวป้อนโดยสายนำสัญญาณระนาบร่วม ย่านความถี่ 2.45 GHz” .[Online]. Available :
<http://hrd.rmutl.ac.th/qa/docUpload/pj//3659900726820/150808124935fullpp.pdf>
- 37) Antenna Engineering.2561. “Microstrip Patch Antennas” .[Online]. Available :
http://emlab.utep.edu/ee4382_AntennaEngineering/Topic%205%20--%20Microstrip%20Patch%20Antenna.pdf
- 38) HP.2561. “Microwave Oscillator Design” .[Online]. Available :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นโดยอาจารย์ ดร. นพรัตน์ การะเกด และคณะ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 39) Tutorialspoint.2561. “Microwave Engineering - Directional Couplers” .[Online]. Available :
https://www.tutorialspoint.com/microwave_engineering/microwave_engineering_directional_couplers.htm
- 40) Electromagnetic problems.2561. “Directional Coupler” .[Online]. Available :
<http://kilyos.ee.bilkent.edu.tr/~microwave/programs/magnetic/dcoupler/theory.html>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เซนเซอร์ไมโครเวฟที่ใช้ในการทดลอง

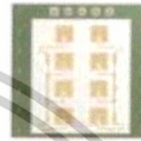
RFbeam Microwave GmbH

K-LC2 RADAR TRANSCEIVER

Datasheet

Features

- 24 GHz K-band miniature I/Q transceiver
- 140MHz sweep FM input
- 2 x 4 patch antenna
- 2 balanced mixer with 50MHz bandwidth
- Excellent noise cancelling ability through I/Q technology
- Beam aperture 80°/34°
- 15dBm EIRP output power
- 25x25mm² surface, <6.5mm thickness
- Lowcost design



K-LC2 Actual Size

Applications

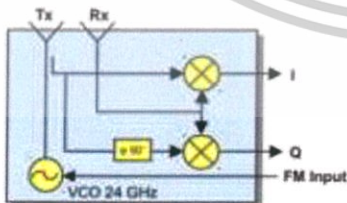
- Direction sensitive movement detectors
- Security systems
- Object speed measurement systems
- Simple ranging detection using FSK
- Industrial sensors

Description

K-LC2 is a 2 x 4 patch Doppler module with an asymmetrical beam for lowcost short distance applications. Its typical applications are movement sensors in the security and presence detection domain. In building automation this module may be an alternative for infrared-PIR or AIR systems thanks to its outstanding performance/cost ratio.

The module is extremely small and lightweight. With its IF bandwidth from DC to 50MHz it opens many new applications. FSK is possible thanks to the unique RFbeam oscillator design. This allows to use this lowcost module even in ranging applications. Powerful starterkits (ST100 and ST200) with signal conditioning and visualization on the PC's are available.

Blockdiagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K-LC2 RADAR TRANSCEIVER

Datasheet

Characteristics

Parameter	Conditions / Notes	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Operating conditions						
Supply voltage		V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V
Supply current	VCO Pin open	I_{CC}		35	45	mA
VCO input voltage		U_{in}	-0.5		2.0	V
VCO pin resistance	Driving voltage source ^{min 1}	R_{in}		570		Ω
Operating temperature		T_{op}	-20		+60	$^{\circ}\text{C}$
Storage temperature		T_{st}	-20		+80	$^{\circ}\text{C}$
Transmitter						
Transmitter frequency	VCO pin left open, $T_{op} = -20^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$	f_{TX}	24 090	24 125	24 250	GHz
Frequency drift vs temperature	$V_{DD} = 5.0\text{V}$, $-20^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$	Δf_{TX}		-0.9		MHz/ $^{\circ}\text{C}$
Frequency tuning range		Δf_{TX}		140		MHz
VCO sensitivity		S_{VCO}		-55		MHz/V
VCO Modulation Bandwidth	$\Delta f = 20\text{MHz}$	B_{VCO}		3		MHz
Output power	EIRP	P_{EIRP}	+12	+15	+17	dBm
Output power deviation	Full VCO tuning range	ΔP_{TX}			+0.7	dBm
Spurious emission	According to ETSI 300 440	P_{sp}			-30	dBm
Turn-on time	1kVdI or 6kVdI, $\Delta f_{TX} < 500\text{Hz}$	t_{on}		1		μs
Receiver						
Mixer Conversion loss	$f_c = 1\text{MHz}$, IF load = 1k Ω	D_{conv}		-6		dB
	$f_c = 20\text{MHz}$, IF load = 50 Ω	D_{conv}		-11		dB
Antenna Gain	$F_{TX} = 24\ 125\text{GHz}$	G_{ant}		0.8		dBd
Receiver sensitivity	$f_c = 500\text{Hz}$, $B = 1\text{kHz}$, $R_{n} = 1\text{k}\Omega$, SNR=10dB	P_{RX}		-96		dBm
	$f_c = 1\text{MHz}$, $B = 20\text{MHz}$, $R_{n} = 50\Omega$, SNR=10dB	P_{RX}		-96		dBm
Overall sensitivity	$f_c = 500\text{Hz}$, $B = 1\text{kHz}$, $R_{n} = 1\text{k}\Omega$, SNR=10dB	S_{RX}		-111		dBc
IF output						
IF output resistance		R_{IF}		50		Ω
IF frequency range	-3dB Bandwidth, IF load = 50 Ω	f_{IF}	0		50	MHz
IF noise power	$f_c = 500\text{Hz}$, IF load = 50 Ω	P_{noise}		-134		dBm/Hz
	$f_c = 1\text{MHz}$, IF load = 50 Ω	P_{noise}		-154		dBm/Hz
IF noise voltage	$f_c = 500\text{Hz}$, IF load = 1k Ω	U_{noise}		-147		dBV/Hz
	$f_c = 500\text{Hz}$, IF load = 1k Ω	U_{noise}		45		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
IF output offset voltage	Full VCO range, no object in range	U_{off}	-200		200	mV
IQ amplitude balance	$f_c = 500\text{Hz}$, $U_{in} = 1\text{mVpp}$	ΔA_{IQ}		3		dB
IQ phase shift	$f_c = 1\text{Hz} \dots 20\text{kHz}$	θ	80	90	100	$^{\circ}$
Supply rejection	Rejection supply pins to IF output	D_{SRR}		25		dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K-LC2 RADAR TRANSCEIVER

Datasheet

Parameter	Conditions / Notes	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Antenna						
Horizontal -3dB beamwidth	E-Plane	W_e		80		°
Vertical -3dB beamwidth	H-Plane	W_h		34		°
Horiz. sidelobe suppression		D_e	-12	-20		dB
Vertical sidelobe suppression		D_h	-12	-20		dB
Body						
Outline Dimensions				25*25*6		mm ³
Weight				4.5		g
Connector	5pin single row jumper					

- Note 1 The VCO input has an internal voltage source with approx. 0.9VDC. For driving this pin it is necessary to source and sink current
- Note 2 Transmit frequency stays within 24.050 to 24.250GHz over the specified temperature range when the VCO pin is left open
- Note 3 Theoretical value, given by Design

Antenna System Diagram

This diagram shows module sensitivity in both azimuth and elevation directions. It incorporates therefore the transmitter and receiver antenna characteristics.

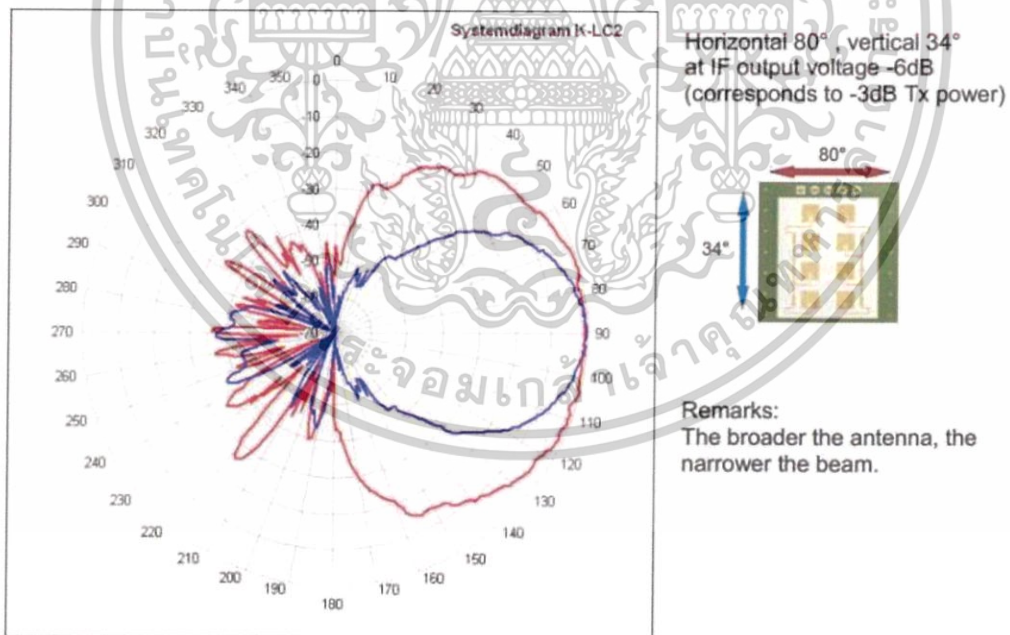


Fig. 2: System diagram

K-LC2 RADAR TRANSCEIVER

Datasheet

FM Characteristics

VCO Voltage generates an output signal even without an object in range because of the finite isolation between transmitter and receiver path. This effect is called self-mixing and leads to a DC signal that depends on the carrier frequency.

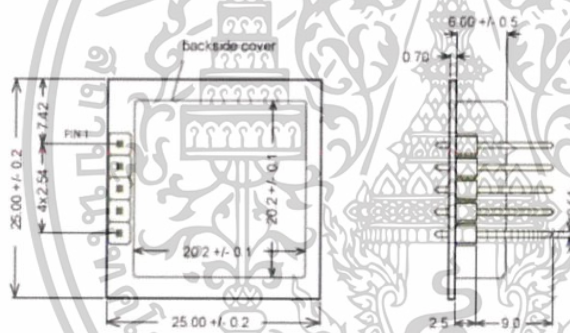
Mixer offset voltages are also dependent on production tolerances.

Pin Configuration

Pin	Description	Typical Value
1	IF Q output	load 1kOhm
2	VCC	5VDC supply
3	IF I output	load 1kOhm
4	GND	ground
5	VCO in	Open = f_c



Outline Dimensions



All Dimensions in mm, values are typical unless otherwise specified

Fig. 3: Mechanical data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K-LC2 RADAR TRANSCEIVER

Datasheet

Application Notes

Sensitivity and Maximum Range

The values indicated here are intended to give you a 'feeling' of the attainable detection range with this module. It is not possible to define an exact RCS (radar cross section) value of real objects because reflectivity depends on many parameters. The RCS variations however influence the maximum range only by $\sqrt[4]{\sigma}$.

Maximum range for Doppler movement depends mainly on:

- Module sensitivity S: -111dBc (@0.5kHz IF Bandwidth)
- Carrier frequency f_c : 24.125GHz
- Radar cross section RCS ("reflectivity") of the object σ^1 : 1m² approx. for a moving person
>50m² for a moving car

note ¹⁾ RCS indications are very inaccurate and may vary by factors of 10 and more.

The famous "Radar Equation" may be reduced for our K-band module to the following relation:

$$r = 0.0167 \cdot 10^{-\frac{S}{10}} \cdot \sqrt[4]{\sigma}$$

Using this formula, you get an indicative detection range of

- >10 meters for a moving person.
- >26m meters for a moving car

Please note, that range values also highly depend on the performance of signal processing, environment conditions (i.e. rain, fog), housing of the module and other factors.

For simple detection purposes (security applications e.g.) without the need of speed measurements, range may be enhanced by further reducing the IF bandwidth. With 250Hz bandwidth and a simple comparator, we get already a 20m detection range.

Datasheet Revision History

Version	Date	Changes
1.0	Aug-2008	Preliminary release
1.1	Oct-2008	Replaced diagram FM characteristics
1.2	Apr-2009	Replaced Fig. 4. Changes dual 4 patch to single 4 patch antenna
1.3	May-2009	Fig. 1 changed blockdiagram
1.4	June-2009	Updated System diagram
1.5	May-2011	Cosmetic text correction
1.6	April-2014	Fig. 2 System diagram comments added
2.0	July-2014	New antenna design starting from production lot 1421. Better sensitivity.



RFbeam does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and RFbeam reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรขยายสัญญาณ ออปแอมป์ เบอร์ LM324

Philips Semiconductors

Product specification

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

DESCRIPTION

The LM124/SA534/LM2902 series consists of four independent, high-gain, internally frequency-compensated operational amplifiers designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages.

UNIQUE FEATURES

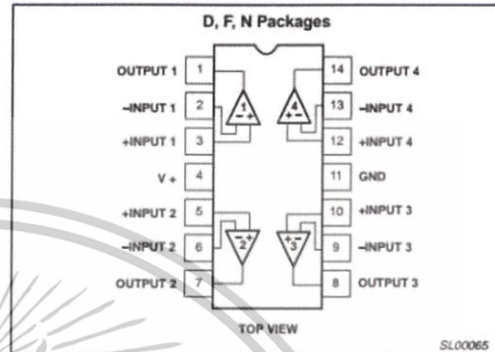
In the linear mode, the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.

The unity gain crossover frequency and the input bias current are temperature-compensated.

FEATURES

- Internally frequency-compensated for unity gain
- Large DC voltage gain: 100dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1MHz (temperature-compensated)
- Wide power supply range Single supply: $3V_{DC}$ to $30V_{DC}$ or dual supplies: $\pm 1.5V_{DC}$ to $\pm 15V_{DC}$
- Very low supply current drain; essentially independent of supply voltage (1mW/op amp at $+5V_{DC}$)
- Low input biasing current: $45nA_{DC}$ (temperature-compensated)
- Low input offset voltage: $2mV_{DC}$ and offset current: $5nA_{DC}$
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage: $0V_{DC}$ to $V_{CC}-1.5V_{DC}$ swing

PIN CONFIGURATION



ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55°C to +125°C	LM124N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	LM124F	0581B
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-25°C to +85°C	LM224N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-25°C to +85°C	LM224F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-25°C to +85°C	LM224D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0°C to +70°C	LM324N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	0°C to +70°C	LM324F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0°C to +70°C	LM324D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0°C to +70°C	LM324AN	SOT27-1
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0°C to +70°C	LM324AD	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +85°C	SA534N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-40°C to +85°C	SA534F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40°C to +85°C	SA534D	SOT108-1
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40°C to +125°C	LM2902D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +125°C	LM2902N	SOT27-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	32 or ± 16	V_{DC}
V_{IN}	Differential input voltage	32	V_{DC}
V_{IN}	Input voltage	-0.3 to +32	V_{DC}
P_D	Maximum power dissipation, $T_A=25^\circ\text{C}$ (still-air) ¹		
	N package	1420	mW
	F package	1190	mW
	D package	1040	mW
	Output short-circuit to GND one amplifier ² $V_{CC}<15V_{DC}$ and $T_A=25^\circ\text{C}$	Continuous	
I_{IN}	Input current ($V_{IN}<0.3V$) ³	50	mA
T_A	Operating ambient temperature range		
	LM324/A	0 to +70	$^\circ\text{C}$
	LM224	-25 to +85	$^\circ\text{C}$
	SA534	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
	LM2902	-40 to +125	$^\circ\text{C}$
LM124	-55 to +125	$^\circ\text{C}$	
T_{STG}	Storage temperature range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
T_{SOL}	Lead soldering temperature (10sec max)	300	$^\circ\text{C}$

NOTES:

- Derate above 25°C at the following rates:
F package at $9.5\text{mW}/^\circ\text{C}$
N package at $11.4\text{mW}/^\circ\text{C}$
D package at $8.3\text{mW}/^\circ\text{C}$
- Short-circuits from the output to V_{CC} or GND cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 40mA, independent of the magnitude of V_{CC} . At values of supply voltage in excess of $+15V_{DC}$ continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction.
- This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input bias diodes. In addition, there is also lateral PNP parasitic transistor action on the IC chip. This action can cause the output voltages of the op amps to go to the V_{+} rail (or to ground for a large overdrive) during the time that the input is driven negative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 $V_{CC}=5V$, $T_A=25^\circ C$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM124/LM224			LM324/SA534/LM2902			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{OS}	Offset voltage ¹	$R_S=0\Omega$		± 2	± 5		± 2	± 7	mV
		$R_S=0\Omega$, over temp.			± 7			± 9	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	$R_S=0\Omega$, over temp.		7			7		$\mu V/^\circ C$
I_{BIAS}	Input current ²	$I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}$		45	150		45	250	nA
		$I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}$, over temp.		40	300		40	500	
$\Delta I_{BIAS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		50			50		$\mu A/^\circ C$
I_{OS}	Offset current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$		± 3	± 30		± 5	± 50	nA
		$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, over temp.			± 100			± 150	
$\Delta I_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		10			10		$\mu A/^\circ C$
V_{CM}	Common-mode voltage range ³	$V_{CC}=30V$	0		$V_{CC}-1.5$	0		$V_{CC}-1.5$	V
		$V_{CC}=30V$, over temp.	0		$V_{CC}-2$	0		$V_{CC}-2$	
CMRR	Common-mode rejection ratio	$V_{CC}=30V$	70	85		65	70		dB
V_{OUT}	Output voltage swing	$R_L=2k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	26			26			V
V_{OH}	Output voltage high	$R_L \leq 10k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	27	28		27	28		V
V_{OL}	Output voltage low	$R_L \leq 10k\Omega$, over temp.		5	20		5	20	mV
I_{CC}	Supply current	$R_L=\infty$, $V_{CC}=30V$, over temp.		1.5	3		1.5	3	mA
		$R_L=\infty$, over temp.		0.7	1.2		0.7	1.2	
A_{VOL}	Large-signal voltage gain	$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L \geq 2k\Omega$	50	100		25	100		V/mV
		$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L \geq 2k\Omega$, over temp.	25			15			
	Amplifier-to-amplifier coupling ⁵	$f=1kHz$ to $20kHz$, input referred		-120			-120		dB
PSRR	Power supply rejection ratio	$R_S=0\Omega$	65	100		65	100		dB
I_{OUT}	Output current source	$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_{CC}=15V$	20	40		20	40		mA
		$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	10	20		10	20		
	Output current sink	$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=+0V$, $V_{CC}=15V$	10	20		10	20		
		$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=+0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	5	8		5	8		
		$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=+0V$, $V_O=200mV$	12	50		12	50		μA
I_{SC}	Short-circuit current ⁴		10	40	60	10	40	60	mA
GBW	Unity gain bandwidth			1			1		MHz
SR	Slew rate			0.3			0.3		V/ μs
V_{NOISE}	Input noise voltage	$f=1kHz$		40			40		nV/ \sqrt{Hz}
V_{DIFF}	Differential input voltage ³				V_{CC}			V_{CC}	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902**DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Continued) $V_{CC}=5V$, $T_A=25^\circ C$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM324A			UNIT
			Min	Typ	Max	
V_{OS}	Offset voltage ¹	$R_S=0\Omega$		± 2	± 3	mV
		$R_S=0\Omega$, over temp.			± 5	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	$R_S=0\Omega$, over temp.		7	30	$\mu V/^\circ C$
I_{BIAS}	Input current ²	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$		45	100	nA
		$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$, over temp.		40	200	
$\Delta I_{BIAS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		50		$\mu A/^\circ C$
I_{OS}	Offset current	$I_{IN(+)}-I_{IN(-)}$		± 5	± 30	nA
		$I_{IN(+)}+I_{IN(-)}$, over temp.			± 75	
$\Delta I_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		10	300	$\mu A/^\circ C$
V_{CM}	Common-mode voltage range ³	$V_{CC}=30V$	0		$V_{CC}-1.5$	V
		$V_{CC}=30V$, over temp.	0		$V_{CC}-2$	V
CMRR	Common-mode rejection ratio	$V_{CC}=30V$	65	85		dB
V_{OUT}	Output voltage swing	$R_L=2k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	26			V
V_{OH}	Output voltage high	$R_L \leq 10k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	27	28		V
V_{OL}	Output voltage low	$R_L \leq 10k\Omega$, over temp.		5	20	mV
I_{CC}	Supply current	$R_L=\infty$, $V_{CC}=30V$, over temp.		1.5	3	mA
		$R_L=\infty$, over temp.		0.7	1.2	mA
A_{VOL}	Large-signal voltage gain	$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L \geq 2k\Omega$	25	100		V/mV
		$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L \geq 2k\Omega$, over temp.	15			V/mV
	Amplifier-to-amplifier coupling ⁵	$f=1kHz$ to $20kHz$, input referred		-120		dB
PSRR	Power supply rejection ratio	$R_S=0\Omega$	65	100		dB
I_{OUT}	Output current source	$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_{CC}=15V$	20	40		mA
		$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	10	20		mA
	Output current sink	$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_{CC}=15V$	10	20		mA
		$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	5	8		mA
		$V_{IN+}=+1V$, $V_{IN-}=0V$, $V_O=200mV$	12	50		μA
I_{SC}	Short-circuit current ⁴		10	40	60	mA
V_{DIFF}	Differential input voltage ³				V_{CC}	V
GBW	Unity gain bandwidth			1		MHz
SR	Slew rate			0.3		V/ μs
V_{NOISE}	Input noise voltage	$f=1kHz$		40		nV/ \sqrt{Hz}

NOTES:

- $V_O = 1.4V_{DC}$, $R_S=0\Omega$ with V_{CC} from 5V to 30V and over full input common-mode range ($0V_{DC}$ to $V_{CC}-1.5V$).
- The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
- The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V_{CC}-1.5$, but either or both inputs can go to $+32V$ without damage.
- Short-circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC} . At values of supply voltage in excess of $+15V_{DC}$, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.
- Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of coupling increases at higher frequencies.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

EQUIVALENT CIRCUIT

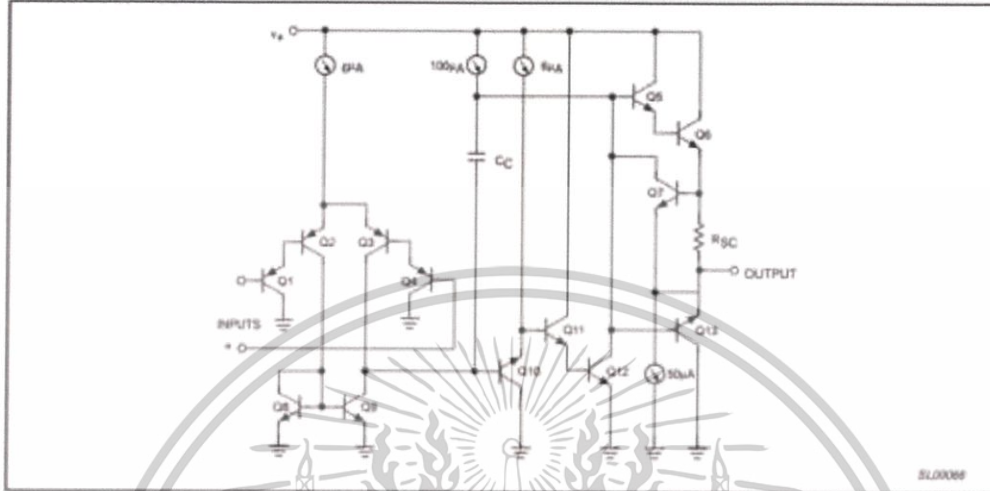


Figure 2. Equivalent Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

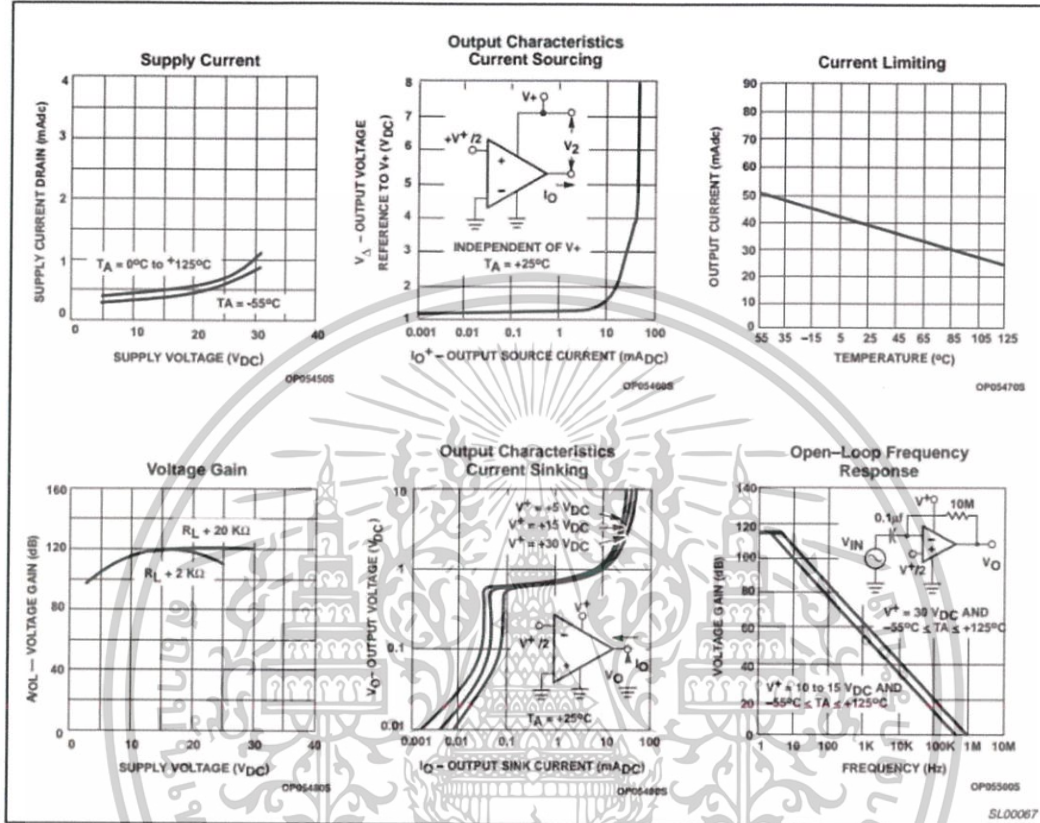


Figure 3. Typical Performance Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (Continued)

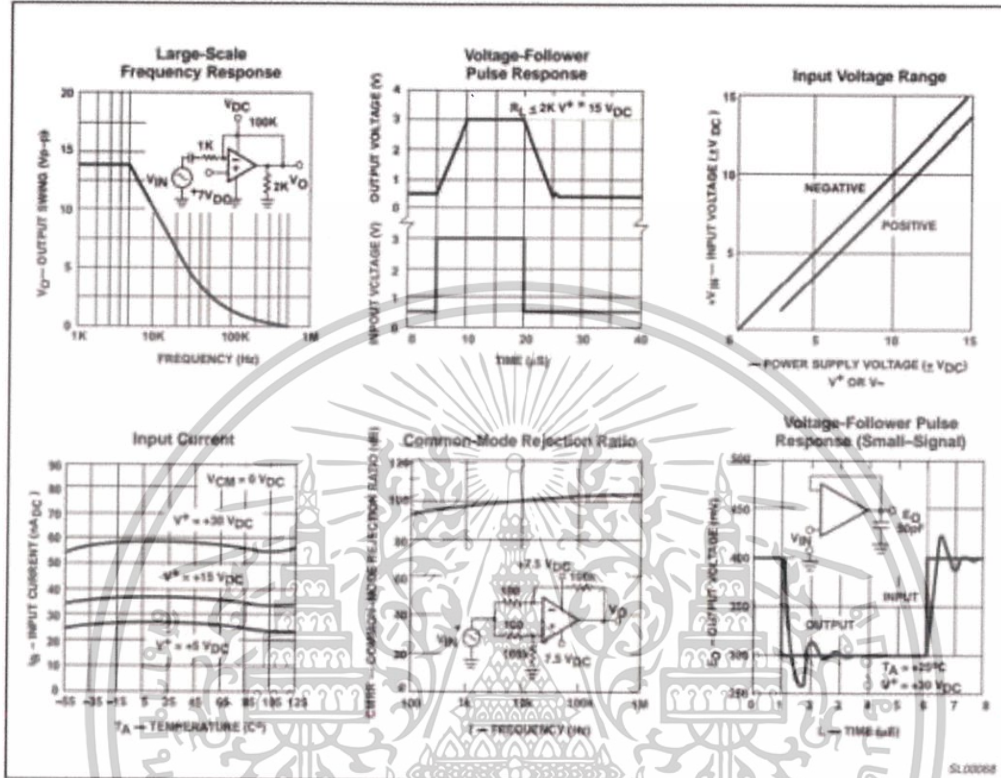


Figure 4. Typical Performance Characteristics (cont.)

TYPICAL APPLICATIONS

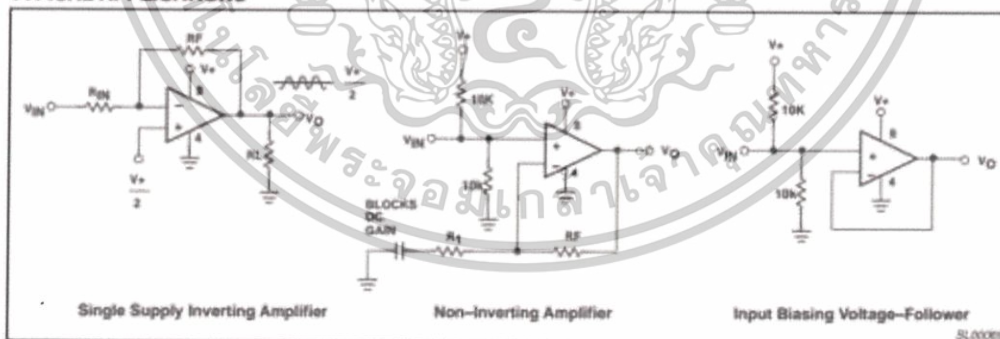
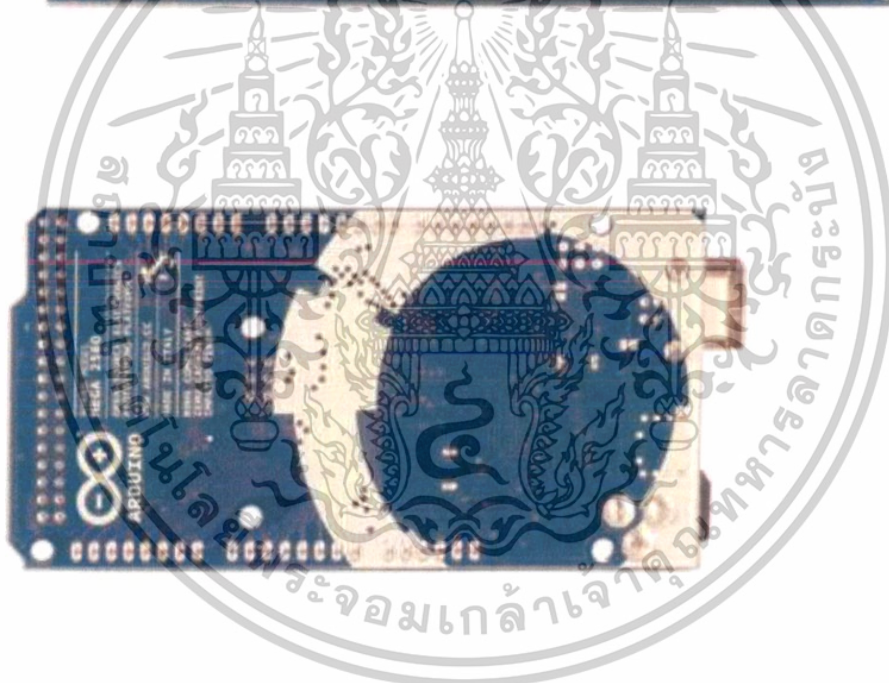
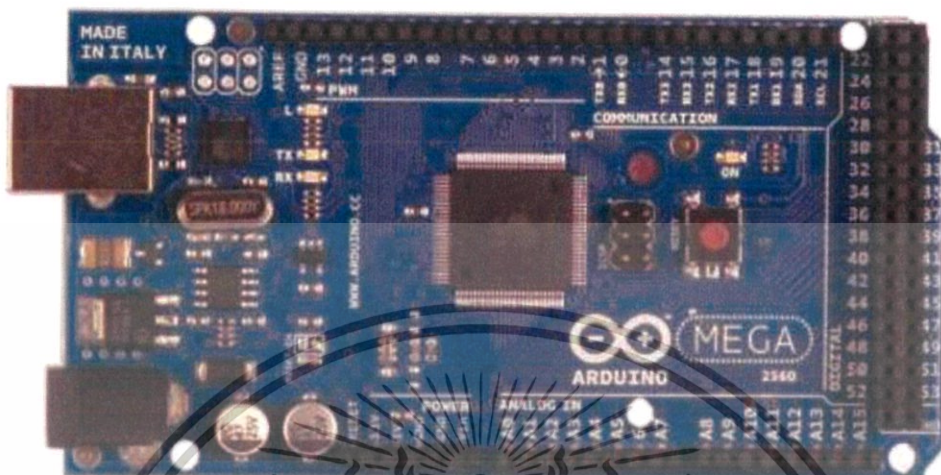


Figure 5. Typical Applications

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino mega 2560

Arduino Mega 2560



Overview

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Schematic & Reference Design

EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#)

Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

Power

The Arduino Mega can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ✦ **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- ✦ **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- ✦ **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- ✦ **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using `pinMode()`, `digitalWrite()`, and `digitalRead()` functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- ✦ **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- ✦ **External Interrupts: 2 (Interrupt 0), 3 (Interrupt 1), 18 (Interrupt 5), 19 (Interrupt 4), 20 (Interrupt 3), and 21 (Interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the `attachInterrupt()` function for details.
- ✦ **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the `analogWrite()` function.
- ✦ **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication using the [SPI library](#). The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Uno, Duemilanove and Diecimila.
- ✦ **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- ✦ **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (I²C) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove or Diecimila.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and `analogReference()` function.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

There are a couple of other pins on the board:

- ✦ **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with `analogReference()`.
- ✦ **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A `SoftwareSerial` library allows for serial communication on any of the Mega2560's digital pins.

The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a `Wire` library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. For SPI communication, use the `SPI` library.

Programming

The Arduino Mega can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a **bootloader** that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (in-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available in the [Arduino repository](#). The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ICSP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader). See [this user-contributed tutorial](#) for more information.

Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega2560 contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

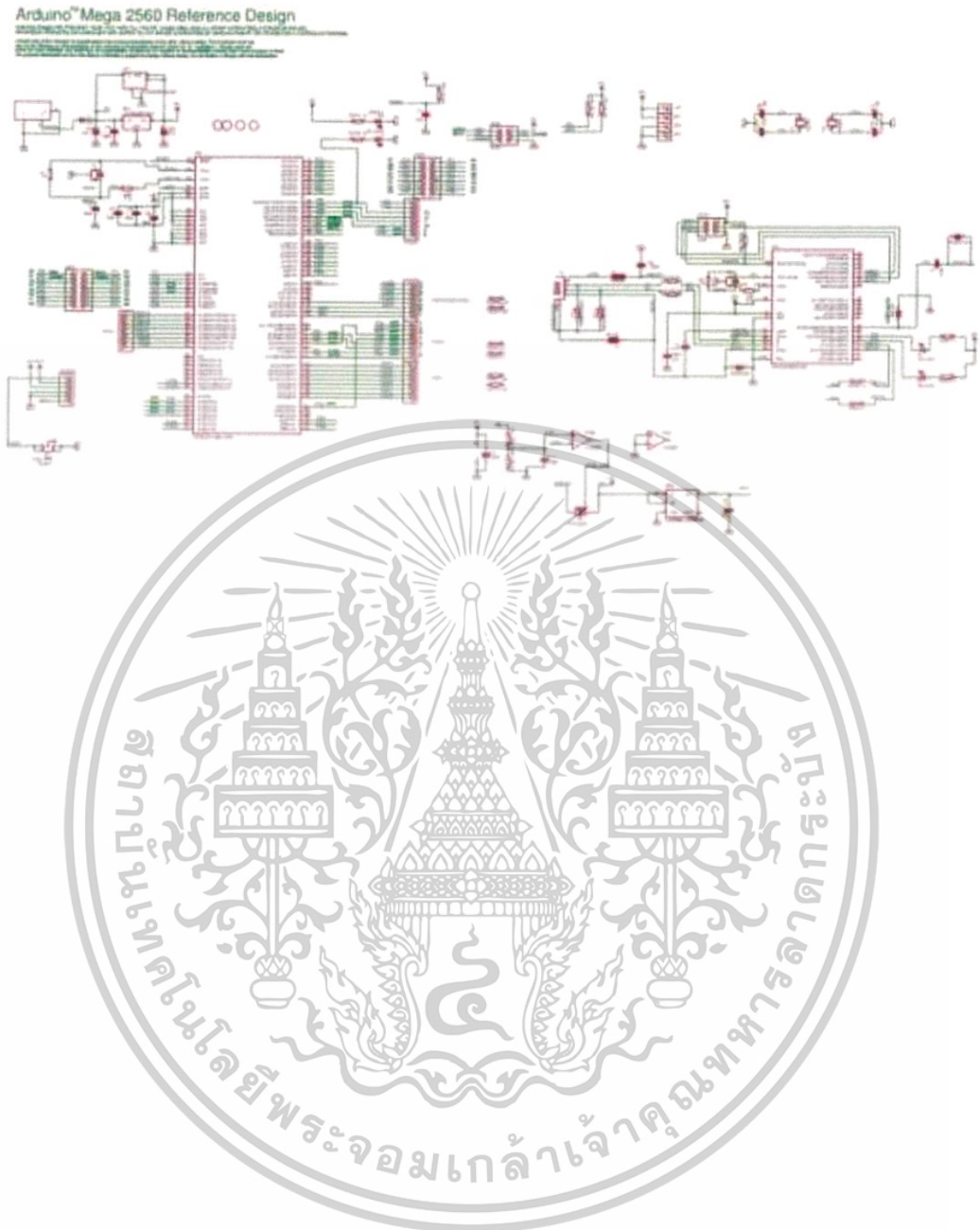
The Arduino Mega2560 has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

The maximum length and width of the Mega2560 PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega2560 is designed to be compatible with most shields designed for the Uno, Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further, the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1, as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega2560 and Duemilanove / Diecimila. *Please note that I²C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข.1 การเขียนโปรแกรม Arduino สั่งให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานและบันทึกข้อมูล

```

int x=0;
int z=0;
int o=0;
int DIR=1;
int AT=0; //Auto Mode
int j=0;
int LED=0;
int PinX_Puls=40, PinX_Dir=41; //Set PinX_Puls = Pin Generate, PinX_Dir = Pin set
Directions in X Axis
int PinZ_Puls=42, PinZ_Dir=43; //Set PinZ_Puls = Pin Generate, PinZ_Dir = Pin set
Directions in Z Axis
unsigned long i=0,k=0,Time=0;
unsigned long L=0;
int wait=3000;//Delay time for wait value of sensor
int Zmax=15;//Set max revolution at Z axis for 64x64
int Xmax=64;//Set max revolution at X axis for 64x64
//int Zmax=6;//Set max revolution at Z axis for 32x36
//int Xmax=32;//Set max revolution at X axis for 32x36
int wdt=20;
unsigned long STEP_RevX=10262;//Set resolution : Number Step per Revolution X axis
(1 cm)
unsigned long STEP_RevZ=500047;//Set resolution : Number Step per Revolution Z
axis (1 cm)
//unsigned long STEP_RevX=20524;//Set resolution : Number Step per Revolution X
axis (2 cm)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้ชื่อของสถาบันฯ ไม่อนุญาตให้มีการเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต หากต้องการนำเอกสารนี้ไปใช้ กรุณาติดต่อขอรับเอกสารฉบับใหม่

```

//unsigned long STEP_RevZ=1000094;//Set resolution : Number Step per Revolution Z
axis (2 cm)
void setup(){
  pinMode(PinX_Puls,OUTPUT);//Step Generate
  digitalWrite(PinX_Puls,LOW);
  pinMode(PinX_Dir,OUTPUT);//Pin Direction
  digitalWrite(PinX_Dir,LOW);
  pinMode(PinZ_Puls,OUTPUT);//Step Generate UP&DOWN
  digitalWrite(PinZ_Puls,LOW);
  pinMode(PinZ_Dir,OUTPUT);//Pin Direction UP&DOWN
  digitalWrite(PinZ_Dir,LOW);
  pinMode(38,INPUT);//Auto(ON) Switch
  pinMode(39,INPUT);//Photomicro sensor(Home Sensor)
  //digitalWrite(39,LOW);
  pinMode(22,OUTPUT); //Signal close circuit at 1st sensor
  digitalWrite(22,LOW);
  pinMode(23,OUTPUT); //2
  digitalWrite(23,LOW);
  pinMode(24,OUTPUT); //3
  digitalWrite(24,LOW);
  pinMode(25,OUTPUT); //4
  digitalWrite(25,LOW);
  pinMode(26,OUTPUT); //5
  digitalWrite(26,LOW);
  pinMode(27,OUTPUT); //6
  digitalWrite(27,LOW);
  pinMode(28,OUTPUT); //7
  digitalWrite(28,LOW);
  pinMode(29,OUTPUT); //8
  digitalWrite(29,LOW);
  Serial.begin(9600);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ void cw(){ทั้งสิ้น อี//Pulse Active Motor X Axis ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

i=0;
for(i;i<STEP_RevX;i++){
  digitalWrite(PinX_Puls,LOW);
  delayMicroseconds(wdt);
  digitalWrite(PinX_Puls,HIGH);
  delayMicroseconds(wdt);
}
}

```

```

void Zaxis(){

```

```

  k=0;

```

```

  for(k;k<STEP_RevZ;k++){
    digitalWrite(PinZ_Puls,LOW);
    delayMicroseconds(wdt);
    digitalWrite(PinZ_Puls,HIGH);
    delayMicroseconds(wdt);
  }
}

```

```

void loop()

```

```

{

```

```

  if(digitalRead(38)==1){

```

```

    for(digitalRead(38);digitalRead(38)==1;Time++){

```

```

      delay(1);

```

```

    }

```

```

  if(Time>=500) {

```

```

    AT=2; //AT=2=Run

```

```

    //DIR=1;

```

```

    Time=0;

```

```

  }

```

```

  else if(Time<500){

```

```

    if(Time>0){

```

```

      AT=1; //AT=1=Stop

```

```

      Time=0;

```

เอกสารนี้เป็น Time=0; ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
}

LED=0;
if(AT==2){

if(DIR==1){
x=0;
o=0;
for(x;x<Xmax;x++){
    for(o;o<2;o++){ //Number of sensor : can edit here
        int v1,v2,v3,v4,v5,Vavg;
        delay(200);
        digitalWrite(o+22,HIGH); //DigitalWrite : begin close circuit sensor at
DigitalPin 22-29
        delay(wait);
        v1=analogRead(o)*4.9;
        delay(5);
        v2=analogRead(o)*4.9;
        delay(5);
        v3=analogRead(o)*4.9;
        delay(5);
        v4=analogRead(o)*4.9;
        delay(5);
        v5=analogRead(o)*4.9;
        Vavg=(v1+v2+v3+v4+v5)/5;
        //Serial.print(Vavg,2); //Show valua in millivolts unit
        Serial.print(Vavg); //Show valua in millivolts unit
        Serial.print("\t");
        digitalWrite(o+22,LOW);
    }
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสาร Serial.println("\t");การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด digitalWrite(PinX_Dir,HIGH);งานนี้ //Pin-Direction Control at X Axis ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    cw();
    o=0;
}
Serial.println();
delay(200);

if(z>=Zmax){          //Limit Z axis Functions
    for(z;z>0;z--){
        digitalWrite(PinZ_Dir,HIGH);
        Zaxis();
    }
    digitalWrite(PinZ_Dir,LOW);
    for(x;x>0;x--){
        L=0;
        digitalWrite(PinX_Dir,LOW);
        cw();
    }
    while(1);
}
Zaxis();
z++;
delay(200);
DIR=0;
}

if(DIR==0){          //Function Reverse when X max
    digitalWrite(PinX_Dir,LOW);
    for(digitalRead(39);digitalRead(39)<1;L++){
        digitalWrite(PinX_Puls,LOW);
        delayMicroseconds(wdt);
        digitalWrite(PinX_Puls,HIGH);
        delayMicroseconds(wdt);

```

เอกสารนี้เป็น **DIR=1** ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DIR=1;
L=0;
}
}
i=0;
k=0;

digitalWrite(PinX_Dir,LOW);
digitalWrite(PinZ_Dir,LOW);
}

```

ข.2 การเขียนโปรแกรม Matelap สั่งให้นำค่าจาก โปรแกรม excel มาพล็อตกราฟ 3 มิติ

```
num=xlsread(ที่อยู่ของไฟล์ที่ต้องการเขียนกราฟ);mesh(num);view([0 0 1]);
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 การทดลองเบื้องต้นโดยมีวัตถุที่มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร แสกนในแนวแกน X โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร บันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร บันทึกทั้งหมด 30 ค่า ในกราฟรูปที่ 4.1

ระยะที่ใช้ในการบันทึก	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.057	0.028	0.063506
2	0.01	0.043	0.044147
3	0.055	0.044	0.070434
4	0.052	0.02	0.055714
5	0.039	0.011	0.040522
6	0.009	0.049	0.04982
7	0.053	0.039	0.065803
8	0.042	0.015	0.044598
9	0.052	0.069	0.0864
10	0.039	0.067	0.077524
11	0.022	0.032	0.038833
12	0.049	0.026	0.055471
13	0.068	0.054	0.086833
14	0.065	0.023	0.068949
15	0.098	0.081	0.127142
16	0.108	0.081	0.135
17	0.131	0.148	0.197649
18	0.148	0.095	0.175866
19	0.103	0.082	0.131655
20	0.062	0.089	0.108467
21	0.073	0.076	0.10538
22	0.038	0.089	0.096773
23	0.048	0.079	0.092439
24	0.047	0.052	0.070093
25	0.005	0.091	0.091137
26	0.039	0.059	0.070725
27	0.027	0.08	0.084433
28	0.008	0.001	0.008062
29	0.03	0.02	0.036056
30	0.01	0.05	0.05099

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 การทดลองเบื้องต้นโดยโดยการใช้วัตถุ 2 ชั้น โดยชั้นที่ 1 มีขนาด กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และชั้นที่ 2 มีขนาด กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร โดยวัตถุ 2 ชั้นมีระยะห่างกัน 13 เซนติเมตร แสกนในแนวแกน X โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร บันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร บันทึกทั้งหมด 34 ค่า ในกราฟรูปที่ 4.2

ระยะที่ใหม่ในการบันทึก	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.001	0	0.001
2	0.051	0.057	0.076485
3	0.167	0.109	0.199424
4	0.089	1.015	1.018894
5	0.073	0.819	0.822247
6	0.112	1.125	1.130561
7	0.123	1.305	1.310784
8	0.348	0.206	0.404401
9	0.362	1.095	1.153286
10	0.314	1.155	1.196921
11	0.215	1.145	1.165011
12	0.11	0.9	0.906697
13	0.19	1.665	1.675806
14	0.206	0.282	0.349228
15	0.005	0.671	0.671019
16	0.018	0.54	0.5403
17	0.093	0.626	0.63287
18	0.07	0.1943	0.206525
19	0.035	0.734	0.734834
20	0.01	0.416	0.41612
21	0.059	0.668	0.6706
22	0.028	0.235	0.236662
23	0.089	0.246	0.261605
24	0.007	0.539	0.539045
25	0.134	0.571	0.586513
26	0.058	0.716	0.718345
27	0.045	0.152	0.158521
28	0.119	0.266	0.291405
29	0.04	0.407	0.408961
30	0.075	0.466	0.471997
31	0.059	0.487	0.490561
32	0.071	0.518	0.522843
33	0.012	0.596	0.596121
34	0.01	0.345	0.345145

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(a) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง ในกราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 1-2 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.078	0.006	0.07823	2	0.04	0.08	0.089443
3	0.099	0.058	0.114739	3	0.03	0.01	0.031623
4	0.08	0.059	0.099403	4	0.02	0.06	0.063246
5	0.078	0.067	0.102825	5	0.02	0.06	0.063246
6	0.133	0.348	0.372549	6	0.02	0.08	0.082462
7	0.132	0.375	0.397554	7	0.03	0.07	0.076158
8	0.116	0.36	0.378227	8	0.02	0.01	0.022361
9	0.132	0.199	0.238799	9	0.02	0.06	0.063246
10	0.057	0.142	0.153013	10	0.03	0.04	0.05
11	0.006	0.106	0.10617	11	0.07	0.07	0.098995
12	0.014	0.106	0.106921	12	0.04	0.08	0.089443
13	0.016	0.061	0.063063	13	0.01	0.04	0.041231
14	0.097	0.161	0.187963	14	0.04	0.05	0.064031
15	0.155	0.115	0.193003	15	0.05	0.02	0.053852
16	0.268	0.146	0.305188	16	0.02	0.07	0.072801
17	0.104	0.016	0.105224	17	0.03	0.04	0.05
18	0.047	0.056	0.07311	18	0.06	0.08	0.1
19	0.119	0.014	0.119821	19	0.08	0.03	0.08544
20	0.145	0.017	0.145993	20	0.02	0.06	0.063246
21	0.153	0.056	0.162926	21	0.07	0.03	0.076158
22	0.143	0.038	0.147963	22	0.01	0.08	0.080623
23	0.215	0.025	0.216449	23	0.04	0	0.04
24	0.042	0.066	0.07823	24	0.02	0.04	0.044721
25	0.114	0.016	0.115117	25	0.01	0.09	0.090554
26	0.025	0.066	0.070576	26	0	0.04	0.04
27	0.064	0.116	0.132484	27	0.08	0.08	0.113137
28	0.18	0.055	0.188215	28	0.02	0.03	0.036056
29	0.036	0.02	0.041183	29	0.19	0.03	0.192354
30	0.072	0.041	0.082855	30	0.04	0.09	0.098489
31	0.146	0.004	0.146055	31	0.12	0.19	0.224722
32	0.179	0.028	0.181177	32	0.19	0.27	0.330151
33	0.068	0.044	0.080994	33	0.57	0.21	0.607454
34	0.001	0.041	0.041012	34	0.59	0	0.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.048	0.053	0.071505	35	0.2	0.08	0.215407
36	0.017	0.024	0.029411	36	0.16	0.01	0.160312
37	0.035	0.054	0.064351	37	0.17	0.05	0.1772
38	0.025	0.051	0.056798	38	0.14	0.02	0.141421
39	0.078	0.021	0.080777	39	0.21	0	0.21
40	0.044	0.007	0.044553	40	0.19	0.06	0.199249
41	0.063	0.02	0.066098	41	0.08	0.04	0.089443
42	0.17	0.043	0.175354	42	0.14	0.06	0.152315
43	0.277	0.064	0.284297	43	0.26	0.01	0.260192
44	0.118	0.084	0.144845	44	0.14	0.07	0.156525
45	0.016	0.105	0.106212	45	0.2	0.1	0.223607
46	0.15	0.126	0.195898	46	0.42	0.04	0.4219
47	0.042	0.147	0.152882	47	0.28	0.03	0.281603
48	0.114	0.168	0.203027	48	0.32	0.05	0.323883
49	0.186	0.189	0.265174	49	0.15	0.06	0.161555
50	0.258	0.21	0.332662	50	0.24	0.1	0.26
51	0.33	0.231	0.402816	51	0.19	0.03	0.192354
52	0.103	0.084	0.13291	52	0.23	0.06	0.237697
53	0.027	0.397	0.397917	53	0.25	0.03	0.251794
54	0.012	0.195	0.195369	54	0.18	0.07	0.193132
55	0.005	0.075	0.075166	55	0.23	0.06	0.237697
56	0.045	0.388	0.390601	56	0.25	0.01	0.2502
57	0.228	0.305	0.3808	57	0.18	0.09	0.201246
58	0.012	0.528	0.528136	58	0.19	0.03	0.192354
59	0.097	0.288	0.303896	59	0.2	0.05	0.206155
60	0.241	0.2	0.313179	60	0.12	0.07	0.138924
61	0.268	0.165	0.314721	61	0.18	0.03	0.182483
62	0.23	0.528	0.57592	62	0.16	0.06	0.17088
63	0.192	0.891	0.911452	63	0.24	0.06	0.247386
64	0.154	1.254	1.263421	64	0.19	0.04	0.194165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(b) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 3-4 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.048	0.006	0.048374	2	0.048	0.006	0.048374
3	0.095	0.003	0.095047	3	0.095	0.003	0.095047
4	0.041	0.009	0.041976	4	0.041	0.009	0.041976
5	0.006	0.01	0.011662	5	0.006	0.01	0.011662
6	0.057	0.037	0.067956	6	0.057	0.037	0.067956
7	0.059	0.038	0.070178	7	0.059	0.038	0.070178
8	0.047	0.029	0.055227	8	0.047	0.029	0.055227
9	0.098	0.029	0.102201	9	0.098	0.029	0.102201
10	0.016	0.024	0.028844	10	0.016	0.024	0.028844
11	0.079	0.006	0.079228	11	0.079	0.006	0.079228
12	0.022	0.038	0.043909	12	0.022	0.038	0.043909
13	0.067	0.001	0.067007	13	0.067	0.001	0.067007
14	0.106	0.022	0.108259	14	0.106	0.022	0.108259
15	0.107	0.037	0.113217	15	0.107	0.037	0.113217
16	0.027	0.025	0.036797	16	0.027	0.025	0.036797
17	0.071	0.029	0.076694	17	0.071	0.029	0.076694
18	0.068	0.073	0.099765	18	0.068	0.073	0.099765
19	0.097	0.025	0.10017	19	0.097	0.025	0.10017
20	0.137	0.038	0.142172	20	0.137	0.038	0.142172
21	0.107	0.004	0.107075	21	0.107	0.004	0.107075
22	0.136	0.03	0.13927	22	0.136	0.03	0.13927
23	0.025	0.022	0.033302	23	0.025	0.022	0.033302
24	0.27	0.062	0.277027	24	0.27	0.062	0.277027
25	0.331	0.027	0.332099	25	0.331	0.027	0.332099
26	0.318	0.126	0.342053	26	0.318	0.126	0.342053
27	0.118	0.138	0.181571	27	0.118	0.138	0.181571
28	0.113	0.071	0.133454	28	0.113	0.071	0.133454
29	0.046	0.015	0.048384	29	0.046	0.015	0.048384
30	0.207	0.018	0.207781	30	0.207	0.018	0.207781
31	0.194	0.062	0.203666	31	0.194	0.062	0.203666
32	0.117	0.062	0.132412	32	0.117	0.062	0.132412
33	0.181	0.126	0.220538	33	0.181	0.126	0.220538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
34	0.058	0.062	0.0849	34	0.113	0.111	0.158398
35	0.042	0.126	0.132816	35	0.097	0.027	0.100688
36	0.046	0.062	0.077201	36	0.096	0.03	0.100578
37	0.113	0.111	0.158398	37	0.001	0.02	0.020025
38	0.097	0.027	0.100688	38	0.097	0.259	0.276568
39	0.096	0.03	0.100578	39	0.009	0.013	0.015811
40	0.001	0.02	0.020025	40	0.095	0.023	0.097745
41	0.097	0.259	0.276568	41	0.006	0.037	0.037483
42	0.009	0.013	0.015811	42	0.111	0.026	0.114004
43	0.095	0.023	0.097745	43	0.019	0.007	0.020248
44	0.006	0.037	0.037483	44	0.083	0.051	0.097417
45	0.111	0.026	0.114004	45	0.048	0.024	0.053666
46	0.019	0.007	0.020248	46	0.006	0.006	0.008485
47	0.083	0.051	0.097417	47	0.031	0.007	0.03178
48	0.048	0.024	0.053666	48	0.052	0.057	0.077156
49	0.006	0.006	0.008485	49	0.081	0.013	0.082037
50	0.031	0.007	0.03178	50	0.003	0.022	0.022204
51	0.052	0.057	0.077156	51	0.076	0.035	0.083672
52	0.081	0.013	0.082037	52	0.057	0.073	0.092617
53	0.003	0.022	0.022204	53	0.061	0.053	0.080808
54	0.076	0.035	0.083672	54	0.018	0.019	0.026173
55	0.057	0.073	0.092617	55	0.043	0.03	0.052431
56	0.061	0.053	0.080808	56	0.082	0.009	0.082492
57	0.018	0.019	0.026173	57	0.319	0.119	0.340473
58	0.043	0.03	0.052431	58	0.391	0.224	0.450618
59	0.082	0.009	0.082492	59	0.164	0.091	0.187555
60	0.319	0.119	0.340473	60	0.063	0.042	0.075717
61	0.391	0.224	0.450618	61	0.29	0.175	0.338711
62	0.164	0.091	0.187555	62	0.113	0.111	0.158398
63	0.063	0.042	0.075717	63	0.097	0.027	0.100688
64	0.29	0.175	0.338711	64	0.096	0.03	0.100578

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(c) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 5-6 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0.005	0.671	0.671019
2	0.012	0.035	0.037	2	0.018	0.54	0.5403
3	0.006	0.07	0.070257	3	0.093	0.626	0.63287
4	0.059	0.034	0.068096	4	0.07	0.1943	0.206525
5	0.007	0.049	0.049497	5	0.035	0.734	0.734834
6	0.005	0.034	0.034366	6	0.01	0.416	0.41612
7	0.013	0.049	0.050695	7	0.059	0.668	0.6706
8	0.005	0.034	0.034366	8	0.028	0.235	0.236662
9	0.018	0.07	0.072277	9	0.089	0.246	0.261605
10	0.01	0.054	0.054918	10	0.007	0.539	0.539045
11	0.088	0.005	0.088142	11	0.134	0.571	0.586513
12	0.046	0.006	0.04639	12	0.058	0.716	0.718345
13	0.026	0.039	0.046872	13	0.045	0.152	0.158521
14	0.052	0.064	0.082462	14	0.119	0.266	0.291405
15	0.027	0.064	0.069462	15	0.04	0.407	0.408961
16	0.024	0.05	0.055462	16	0.075	0.466	0.471997
17	0.018	0.073	0.075186	17	0.059	0.487	0.490561
18	0.017	0.07	0.072035	18	0.071	0.518	0.522843
19	0.063	0.009	0.06364	19	0.012	0.596	0.596121
20	0.071	0.061	0.093606	20	0.01	0.345	0.345145
21	0.088	0.034	0.09434	21	0.057	0.028	0.063506
22	0.027	0.002	0.027074	22	0.01	0.043	0.044147
23	0.16	0.007	0.160153	23	0.055	0.044	0.070434
24	0.058	0.001	0.058009	24	0.052	0.02	0.055714
25	0.047	0.073	0.086822	25	0.039	0.011	0.040522
26	0.107	0.089	0.139176	26	0.009	0.049	0.04982
27	0.045	0.012	0.046573	27	0.053	0.039	0.065803
28	0.088	0.059	0.105948	28	0.042	0.015	0.044598
29	0.145	0.08	0.165605	29	0.052	0.069	0.0864
30	0.001	0.128	0.128004	30	0.039	0.067	0.077524
31	0.023	0	0.023	31	0.073	0.076	0.10538
32	0.124	0.005	0.124101	32	0.038	0.089	0.096773
33	0.086	0.101	0.132654	33	0.048	0.079	0.092439
34	0.225	0.095	0.244233	34	0.047	0.052	0.070093

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.149	0.306	0.340348	35	0.005	0.091	0.091137
36	0.451	0.217	0.50049	36	0.039	0.059	0.070725
37	0.248	0.064	0.256125	37	0.027	0.08	0.084433
38	0.209	0.038	0.212426	38	0.008	0.001	0.008062
39	0.155	0.038	0.15959	39	0.03	0.02	0.036056
40	0.258	0.005	0.258048	40	0	0.218	0.218
41	0.352	0.005	0.352036	41	0.03	0.248	0.249808
42	0.204	0.001	0.204002	42	0.025	0.209	0.21049
43	0.179	0.005	0.17907	43	0.102	0.214	0.237065
44	0.235	0	0.235	44	0.036	0.175	0.178664
45	0.219	0.071	0.230222	45	0.072	0.229	0.240052
46	0.248	0.011	0.248244	46	0.079	0.186	0.202082
47	0.313	0.105	0.330142	47	0.129	0.07	0.146769
48	0.202	0.001	0.202002	48	0.198	0.166	0.25838
49	0.236	0.037	0.238883	49	0.111	0.191	0.220912
50	0.196	0.02	0.197018	50	0.024	0.091	0.094112
51	0.192	0.099	0.216021	51	0.134	0.086	0.159223
52	0.312	0.034	0.313847	52	0.424	0.196	0.46711
53	0.202	0.01	0.202247	53	0.109	0.279	0.299536
54	0.236	0.07	0.246163	54	0.085	0.238	0.252723
55	0.196	0.06	0.204978	55	0.125	0.198	0.234156
56	0.192	0.036	0.195346	56	0.202	0.282	0.346883
57	0.312	0.009	0.31213	57	0.016	0.366	0.36635
58	0.282	0.041	0.284965	58	0.197	0.332	0.386048
59	0.212	0.047	0.217147	59	0.102	0.35	0.36456
60	0.317	0.079	0.326696	60	0.018	0.308	0.308526
61	0.227	0.074	0.238757	61	0.138	0.266	0.299666
62	0.202	0.036	0.205183	62	0.258	0.224	0.341672
63	0.177	0.002	0.177011	63	0.378	0.303	0.484451
64	0.152	0.04	0.157175	64	0.498	0.253	0.558581

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(d) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 7-8 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.057	0.028	0.063506	1	1.08	0.45	1.17
2	0.01	0.043	0.044147	2	1.2	0.56	1.324236
3	0.055	0.044	0.070434	3	0.95	0.45	1.05119
4	0.052	0.02	0.055714	4	1.02	0.43	1.106933
5	0.039	0.011	0.040522	5	1.02	0.47	1.123076
6	0.009	0.049	0.04982	6	1.06	0.44	1.147693
7	0.053	0.039	0.065803	7	1.08	0.56	1.216553
8	0.042	0.015	0.044598	8	1.09	0.47	1.187013
9	0.052	0.069	0.0864	9	1.15	0.53	1.266254
10	0.039	0.067	0.077524	10	1.01	0.49	1.122586
11	0.026	0.065	0.070007	11	0.93	0.626	0.63287
12	0.013	0.063	0.064327	12	0.07	0.1943	0.206525
13	0.013	0.061	0.06237	13	0.035	0.734	0.734834
14	0.013	0.059	0.060415	14	0.01	0.416	0.41612
15	0.026	0.057	0.06265	15	0.059	0.668	0.6706
16	0.039	0.055	0.067424	16	0.028	0.235	0.236662
17	0.052	0.053	0.07425	17	0.089	0.246	0.261605
18	0.065	0.051	0.08262	18	0.007	0.539	0.539045
19	0.809	0.885	1.199044	19	0.134	0.571	0.586513
20	0.608	0.496	0.784653	20	0.058	0.716	0.718345
21	0.407	0.107	0.42083	21	0.045	0.152	0.158521
22	0.206	0.282	0.349228	22	0.022	0.038	0.043909
23	0.005	0.671	0.671019	23	0.067	0.001	0.067007
24	0.018	0.54	0.5403	24	0.106	0.022	0.108259
25	0.093	0.626	0.63287	25	0.107	0.037	0.113217
26	0.07	0.1943	0.206525	26	0.027	0.025	0.036797
27	0.035	0.734	0.734834	27	0.071	0.029	0.076694
28	0.01	0.416	0.41612	28	0.068	0.073	0.099765
29	0.059	0.668	0.6706	29	0.097	0.025	0.10017
30	0.028	0.235	0.236662	30	0.137	0.038	0.142172
31	0.089	0.246	0.261605	31	0.107	0.004	0.107075
32	0.007	0.539	0.539045	32	0.136	0.03	0.13927
33	0.134	0.571	0.586513	33	0.02	0.03	0.036056
34	0.058	0.716	0.718345	34	0.19	0.03	0.192354

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.045	0.152	0.158521	35	0.04	0.09	0.098489
36	0.119	0.266	0.291405	36	0.12	0.19	0.224722
37	0.04	0.407	0.408961	37	0.19	0.27	0.330151
38	0.075	0.466	0.471997	38	0.57	0.21	0.607454
39	0.059	0.487	0.490561	39	0.59	0	0.59
40	0.071	0.518	0.522843	40	0.2	0.08	0.215407
41	0.012	0.596	0.596121	41	0.16	0.01	0.160312
42	0.01	0.345	0.345145	42	0.17	0.05	0.1772
43	0.057	0.028	0.063506	43	0.14	0.02	0.141421
44	0.01	0.043	0.044147	44	0.21	0	0.21
45	0.055	0.044	0.070434	45	0.03	0.004	0.030265
46	0.052	0.02	0.055714	46	0.028	0.03	0.041037
47	0.039	0.011	0.040522	47	0.05	0.01	0.05099
48	0.073	0.076	0.10538	48	0.084	0.011	0.084717
49	0.038	0.089	0.096773	49	0.034	0.006	0.034525
50	0.048	0.079	0.092439	50	0.024	0.031	0.039205
51	0.047	0.052	0.070093	51	0.034	0.013	0.036401
52	0.005	0.091	0.091137	52	0.021	0.053	0.057009
53	0.039	0.059	0.070725	53	0.072	0.025	0.076217
54	0.027	0.08	0.084433	54	0.03	0.068	0.074324
55	0.008	0.001	0.008062	55	0.063	0.079	0.101045
56	0.03	0.02	0.036056	56	0.113	0.03	0.116914
57	0.052	0.039	0.065	57	0.044	0.066	0.079322
58	0.074	0.058	0.094021	58	0.025	0.102	0.105019
59	0.096	0.077	0.123065	59	0.094	0.138	0.166973
60	0.118	0.096	0.152118	60	0.076	0.035	0.083672
61	0.14	0.115	0.181177	61	0.057	0.073	0.092617
62	0.162	0.134	0.210238	62	0.061	0.053	0.080808
63	0.184	0.153	0.239301	63	0.018	0.019	0.026173
64	0.206	0.172	0.268365	64	0.096	0.077	0.123065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(e) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 9-10 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.025	0.051	0.056798	1	0	0	0
2	0.078	0.021	0.080777	2	0.05	0.11	0.12083
3	0.044	0.007	0.044553	3	0.04	0.11	0.117047
4	0.063	0.02	0.066098	4	0.05	0.11	0.12083
5	0.17	0.043	0.175354	5	0.04	0.02	0.044721
6	0.277	0.064	0.284297	6	0.06	0.09	0.108167
7	0.118	0.084	0.144845	7	0.11	0.09	0.142127
8	0.016	0.105	0.106212	8	0.09	0.11	0.142127
9	0.15	0.126	0.195898	9	0.08	0.1	0.128062
10	0.042	0.147	0.152882	10	0.01	0.04	0.041231
11	0.114	0.168	0.203027	11	0.13	0.03	0.133417
12	0.186	0.189	0.265174	12	0.1	0.06	0.116619
13	0.258	0.21	0.332662	13	1.046	0.556	1.184589
14	0.33	0.231	0.402816	14	1.053	0.538	1.182477
15	0.103	0.084	0.13291	15	1.106	0.561	1.240144
16	0.027	0.397	0.397917	16	1.092	0.484	1.194454
17	0.012	0.195	0.195369	17	1.057	0.456	1.151167
18	0.02	0.04	0.044721	18	1.094	0.556	1.227181
19	0.01	0.09	0.090554	19	1.076	0.492	1.183148
20	0	0.04	0.04	20	0.996	0.562	1.143617
21	0.08	0.08	0.113137	21	0.922	0.543	1.070015
22	0.02	0.03	0.036056	22	0.991	0.54	1.128575
23	0.19	0.03	0.192354	23	1.031	0.556	1.171365
24	0.04	0.09	0.098489	24	1	0.515	1.124822
25	0.12	0.19	0.224722	25	1.031	0.56	1.173269
26	0.19	0.27	0.330151	26	1.047	0.48	1.151785
27	0.57	0.21	0.607454	27	1.026	0.53	1.154806
28	0.59	0	0.59	28	0.982	0.496	1.100155
29	0.2	0.08	0.215407	29	1	0.555	1.143689
30	0.16	0.01	0.160312	30	1.022	0.562	1.166331
31	0.17	0.05	0.1772	31	1.036	0.504	1.15209
32	0.14	0.02	0.141421	32	1.055	0.502	1.168345
33	0.21	0	0.21	33	1.1	0.504	1.209965
34	0.19	0.06	0.199249	34	1.067	0.556	1.203173

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.08	0.04	0.089443	35	1.065	0.551	1.199094
36	0.14	0.06	0.152315	36	1.042	0.548	1.177314
37	0.26	0.01	0.260192	37	1.093	0.539	1.218676
38	0.14	0.07	0.156525	38	1.056	455.927	455.9282
39	0.2	0.1	0.223607	39	1.087	0.517	1.203685
40	0.018	0.07	0.072277	40	1.1175	0.57	1.254474
41	0.01	0.054	0.054918	41	0.901	0.499	1.029952
42	0.088	0.005	0.088142	42	0.872	0.559	1.035792
43	0.046	0.006	0.04639	43	0.807	0.465	0.931383
44	0.026	0.039	0.046872	44	0.918	0.569	1.080039
45	0.052	0.064	0.082462	45	0.884	0.533	1.032252
46	0.027	0.064	0.069462	46	0.924	0.55	1.075303
47	0.024	0.05	0.055462	47	0.928	0.471	1.040685
48	0.018	0.073	0.075186	48	0.808	0.536	0.969618
49	0.017	0.07	0.072035	49	0.918	0.56	1.075325
50	0.063	0.009	0.06364	50	0.884	0.5	1.015606
51	0.071	0.061	0.093606	51	0.924	0.51	1.055403
52	0.088	0.034	0.09434	52	0.928	0.534	1.070673
53	0.027	0.002	0.027074	53	0.808	0.561	0.983659
54	0.16	0.007	0.160153	54	0.838	0.529	0.991002
55	0.058	0.001	0.058009	55	0.908	0.523	1.047852
56	0.047	0.073	0.086822	56	0.803	0.491	0.941217
57	0.107	0.089	0.139176	57	1.072	0.491	1.179095
58	0.045	0.012	0.046573	58	1.073	0.518	1.191492
59	0.088	0.059	0.105948	59	1.115	0.479	1.213535
60	0.145	0.08	0.165605	60	1.081	0.511	1.195693
61	0.001	0.128	0.128004	61	1.093	0.49	1.19781
62	0.023	0	0.023	62	1.112	0.569	1.249122
63	0.124	0.005	0.124101	63	1.09	0.55	1.220901
64	0.086	0.101	0.132654	64	1.068	0.531	1.192722

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(f) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 11-12 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.05	0.11	0.12083	2	0.01	0.03	0.031623
3	0.04	0.11	0.117047	3	0.04	0.07	0.080623
4	0.05	0.11	0.12083	4	0.02	0.03	0.036056
5	0.04	0.02	0.044721	5	0.05	0.07	0.086023
6	0.06	0.09	0.108167	6	0.07	0.01	0.070711
7	0.11	0.09	0.142127	7	0.04	0.02	0.044721
8	0.09	0.11	0.142127	8	0.03	0.03	0.042426
9	0.08	0.1	0.128062	9	0.09	0.05	0.102956
10	0.01	0.04	0.041231	10	0.04	0.06	0.072111
11	0.13	0.03	0.133417	11	0.09	0.01	0.090554
12	0.1	0.06	0.116619	12	0.08	0.02	0.082462
13	0.03	0.03	0.042426	13	0.04	0.07	0.080623
14	0.08	0.05	0.09434	14	0.07	0.02	0.072801
15	0.05	0.1	0.111803	15	0.14	0.07	0.156525
16	0.06	0.1	0.116619	16	0.1	0.05	0.111803
17	0.1	0.06	0.116619	17	0.1	0.1	0.141421
18	0.13	0.01	0.130384	18	0.08	0.1	0.128062
19	0.05	0.15	0.158114	19	0.14	0.01	0.140357
20	0.24	0.09	0.25632	20	0.1	0.05	0.111803
21	0.13	0.02	0.131529	21	0.12	0.12	0.169706
22	0.07	0	0.07	22	0.18	0.09	0.201246
23	0.08	0.02	0.082462	23	0	0.22	0.22
24	0.05	0.03	0.05831	24	0.02	0.17	0.171172
25	0.2	0.05	0.206155	25	0.01	0.2	0.20025
26	0.54	0.04	0.541479	26	0.02	0.26	0.260768
27	0.58	0.18	0.607289	27	0.04	0.1	0.107703
28	0.25	0.21	0.326497	28	0.26	0.13	0.290689
29	0.03	0.21	0.212132	29	0.4	0.25	0.471699
30	0.01	0.02	0.022361	30	0.28	0.34	0.440454
31	0.42	0.11	0.434166	31	0.49	0.23	0.541295
32	0.82	0.07	0.822982	32	0.26	0.15	0.300167
33	0.89	0.19	0.910055	33	0.02	0.12	0.121655
34	0.32	0.24	0.4	34	0.02	0.09	0.092195

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.11	0.12	0.162788	35	0.19	0.05	0.196469
36	0.12	0.06	0.134164	36	0.25	0.06	0.257099
37	0.05	0.15	0.158114	37	0.06	0.09	0.108167
38	0.16	0.13	0.206155	38	0.12	0.18	0.216333
39	0.22	0.1	0.241661	39	0.03	0.2	0.202237
40	0.51	0.13	0.526308	40	0.15	0.19	0.242074
41	0.29	0.26	0.389487	41	0.12	0.19	0.224722
42	0.04	0.24	0.243311	42	0.31	0.16	0.348855
43	0.53	0.08	0.536004	43	0.04	0.26	0.263059
44	0.02	0.06	0.063246	44	0.22	0.14	0.260768
45	0.32	0.1	0.335261	45	0.27	0.22	0.348281
46	0.44	0.01	0.440114	46	0.4	0.25	0.471699
47	0.81	0.12	0.818841	47	0.52	0.19	0.553624
48	0.67	0.27	0.722357	48	0.39	0.01	0.390128
49	0.47	0.27	0.542033	49	0.37	0.08	0.37855
50	0.05	0.32	0.323883	50	0.18	0.08	0.196977
51	0.2	0.17	0.262488	51	0.26	0.07	0.269258
52	0.16	0.1	0.18868	52	0.04	0.06	0.072111
53	0.06	0.06	0.084853	53	0.1	0.15	0.180278
54	0.25	0.12	0.277308	54	0.02	0.11	0.111803
55	0.04	0.12	0.126491	55	0.07	0.02	0.072801
56	0.08	0.01	0.080623	56	0.12	0.04	0.126491
57	0.17	0.12	0.208087	57	0.07	0.02	0.072801
58	0.1	0.14	0.172047	58	0.02	0.03	0.036056
59	0.1	0.1	0.141421	59	0.01	0.07	0.070711
60	0.06	0.13	0.143178	60	0.04	0.05	0.064031
61	0.04	0.01	0.041231	61	0.03	0.07	0.076158
62	0.03	0.1	0.104403	62	0.05	0.04	0.064031
63	0.03	0.04	0.05	63	0.01	0.01	0.014142
64	0.11	0.08	0.136015	64	0.01	0.07	0.070711

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(g) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 13-14 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.04	0.04	0.056569	2	0.05	0.05	0.070711
3	0.07	0.08	0.106301	3	0.07	0.03	0.076158
4	0.11	0.09	0.142127	4	0.01	0.04	0.041231
5	0.08	0.01	0.080623	5	0.18	0.06	0.189737
6	0.09	0.07	0.114018	6	0.17	0.06	0.180278
7	0.08	0.2	0.215407	7	0.06	0.05	0.078102
8	0.04	0.01	0.041231	8	0.09	0.03	0.094868
9	0.08	0.04	0.089443	9	0.19	0.06	0.199249
10	0.05	0.1	0.111803	10	0	0.1	0.1
11	0	0.06	0.06	11	0.15	0.03	0.152971
12	0.21	0.14	0.252389	12	0.07	0.05	0.086023
13	0.07	0.09	0.114018	13	0.08	0.02	0.082462
14	0.3	0.11	0.319531	14	0.09	0.07	0.114018
15	0	0.08	0.08	15	0.18	0.06	0.189737
16	0.07	0.1	0.122066	16	0.12	0	0.12
17	0.2	0.09	0.219317	17	0.14	0.05	0.148661
18	0.05	0.03	0.05831	18	0.33	0.09	0.342053
19	0.01	0.12	0.120416	19	0.21	0.08	0.224722
20	0.08	0.22	0.234094	20	0.08	0.1	0.128062
21	0.33	0.24	0.408044	21	0.01	0.02	0.022361
22	0.56	0.17	0.585235	22	0.13	0.02	0.131529
23	0.52	0.03	0.520865	23	0.21	0.11	0.237065
24	0.35	0.08	0.359026	24	0.08	0.09	0.120416
25	0.35	0.07	0.356931	25	0.07	0.12	0.138924
26	0.48	0.03	0.480937	26	0.03	0.1	0.104403
27	0.39	0.16	0.421545	27	0.36	0.08	0.368782
28	0.27	0.12	0.295466	28	0.11	0.21	0.237065
29	0.26	0.1	0.278568	29	0.15	0.08	0.17
30	0.32	0.04	0.32249	30	0.02	0.01	0.022361
31	0.13	0.07	0.147648	31	0.07	0.03	0.076158
32	0.12	0.11	0.162788	32	0.15	0.12	0.192094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในวงวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปนอกวงวิชาการ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
33	0.33	0.19	0.380789	33	0.29	0.29	0.410122
34	0.02	0.24	0.240832	34	0.39	0.33	0.510882
35	0.21	0.09	0.228473	35	0.38	0.14	0.404969
36	0.07	0.22	0.230868	36	0.31	0.02	0.310644
37	0.02	0.27	0.27074	37	0.24	0.17	0.294109
38	0.16	0.36	0.393954	38	0.46	0.24	0.518845
39	0.22	0.24	0.325576	39	0.37	0.24	0.441022
40	0.47	0.37	0.598164	40	0.38	0.23	0.444185
41	0.58	0.18	0.607289	41	0.26	0.33	0.420119
42	0.69	0.16	0.708308	42	0.06	0.25	0.257099
43	0.81	0.01	0.810062	43	0.24	0.24	0.339411
44	0.54	0.01	0.540093	44	0.31	0.2	0.368917
45	0	0.02	0.02	45	0.53	0.07	0.534603
46	0.27	0.04	0.272947	46	0.48	0.06	0.483735
47	0.15	0.14	0.205183	47	0.26	0.02	0.260768
48	0.18	0.15	0.234307	48	0.17	0.09	0.192354
49	0.1	0.11	0.148661	49	0.32	0.03	0.321403
50	0.03	0.09	0.094868	50	0.35	0.11	0.366879
51	0.08	0.03	0.08544	51	0.09	0.09	0.127279
52	0.1	0.03	0.104403	52	0.06	0.03	0.067082
53	0.03	0.08	0.08544	53	0.03	0.03	0.042426
54	0.03	0.12	0.123693	54	0.17	0.05	0.1772
55	0.13	0.08	0.152643	55	0.07	0.05	0.086023
56	0.19	0.14	0.236008	56	0	0.04	0.04
57	0.09	0.09	0.127279	57	0.09	0.07	0.114018
58	0.11	0.12	0.162788	58	0.05	0.03	0.05831
59	0.01	0.03	0.031623	59	0.11	0.1	0.148661
60	0.12	0.15	0.192094	60	0.1	0.03	0.104403
61	0.15	0.13	0.198494	61	0.03	0.04	0.05
62	0.11	0.11	0.155563	62	0.07	0.08	0.106301
63	0.1	0.13	0.164012	63	0.13	0.06	0.143178
64	0.12	0.1	0.156205	64	0.08	0.04	0.089443

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(h) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 15-16 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	1.08	0.45	1.17	1	0	0.01	0.01
2	1.2	0.56	1.324236	2	0.05	0.1	0.111803
3	0.95	0.45	1.05119	3	0.06	0.08	0.1
4	1.02	0.43	1.106933	4	0.07	0.13	0.147648
5	1.02	0.47	1.123076	5	0.03	0.06	0.067082
6	1.06	0.44	1.147693	6	0.15	0.05	0.158114
7	1.08	0.56	1.216553	7	0.07	0.06	0.092195
8	1.09	0.47	1.187013	8	0.05	0.03	0.05831
9	1.15	0.53	1.266254	9	0.07	0.12	0.138924
10	1.01	0.49	1.122586	10	0.07	0.07	0.098995
11	0.093	0.626	0.63287	11	0.13	0.07	0.147648
12	0.07	0.1943	0.206525	12	0.05	0.14	0.148661
13	0.035	0.734	0.734834	13	0.08	0.03	0.08544
14	0.01	0.416	0.41612	14	0.11	0.13	0.170294
15	0.059	0.668	0.6706	15	0.23	0.03	0.231948
16	0.028	0.235	0.236662	16	0.15	0.09	0.174929
17	0.089	0.246	0.261605	17	0.05	0.1	0.111803
18	0.007	0.539	0.539045	18	0.3	0.03	0.301496
19	0.134	0.571	0.586513	19	0.4	0.15	0.4272
20	0.058	0.716	0.718345	20	0.55	0.3	0.626498
21	0.045	0.152	0.158521	21	0.34	0.22	0.404969
22	0.022	0.038	0.043909	22	0.43	0.1	0.441475
23	0.067	0.001	0.067007	23	0.17	0.02	0.171172
24	0.106	0.022	0.108259	24	0.23	0	0.23
25	0.107	0.037	0.113217	25	0.15	0.16	0.219317
26	0.027	0.025	0.036797	26	0.07	0.24	0.25
27	0.071	0.029	0.076694	27	0.28	0.14	0.31305
28	0.068	0.073	0.099765	28	0.05	0.02	0.053852
29	0.097	0.025	0.10017	29	0.05	0.02	0.053852
30	0.137	0.038	0.142172	30	0.28	0.09	0.294109
31	0.107	0.004	0.107075	31	0.42	0.14	0.442719
32	0.136	0.03	0.13927	32	0.31	0.27	0.411096
33	0.02	0.03	0.036056	33	0.84	0	0.84
34	0.19	0.03	0.192354	34	0.34	0.12	0.360555

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.04	0.09	0.098489	35	0.28	0.27	0.388973
36	0.12	0.19	0.224722	36	0.74	0.28	0.791202
37	0.19	0.27	0.330151	37	0.75	0.07	0.75326
38	0.57	0.21	0.607454	38	0.12	0.14	0.184391
39	0.59	0	0.59	39	0.44	0.11	0.453542
40	0.2	0.08	0.215407	40	0.33	0.41	0.526308
41	0.16	0.01	0.160312	41	0.3	0.25	0.390512
42	0.17	0.05	0.1772	42	0.84	0.12	0.848528
43	0.14	0.02	0.141421	43	0.11	0.04	0.117047
44	0.21	0	0.21	44	0.37	0.06	0.374833
45	0.03	0.004	0.030265	45	0.12	0.26	0.286356
46	0.028	0.03	0.041037	46	0.09	0.19	0.210238
47	0.05	0.01	0.05099	47	0.13	0.06	0.143178
48	0.084	0.011	0.084717	48	0.13	0.12	0.176918
49	0.034	0.006	0.034525	49	0.12	0.08	0.144222
50	0.024	0.031	0.039205	50	0.1	0.13	0.164012
51	0.034	0.013	0.036401	51	0.1	0.09	0.134536
52	0.021	0.053	0.057009	52	0.04	0.19	0.194165
53	0.072	0.025	0.076217	53	0.12	0.14	0.184391
54	0.03	0.068	0.074324	54	0.06	0.09	0.108167
55	0.063	0.079	0.101045	55	0.1	0.14	0.172047
56	0.113	0.03	0.116914	56	0.11	0.01	0.110454
57	0.044	0.066	0.079322	57	0.11	0.12	0.162788
58	0.025	0.102	0.105019	58	0.12	0.07	0.138924
59	0.094	0.138	0.166973	59	0.05	0.14	0.148661
60	0.076	0.035	0.083672	60	0.01	0.11	0.110454
61	0.057	0.073	0.092617	61	0.04	0.14	0.145602
62	0.061	0.053	0.080808	62	0.01	0.07	0.070711
63	0.018	0.019	0.026173	63	0.01	0.12	0.120416
64	0.096	0.077	0.123065	64	0.04	0.13	0.136015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(i) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 17-18 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.04	0.1	0.107703	2	0.08	0.13	0.152643
3	0.02	0.12	0.121655	3	0.11	0.13	0.170294
4	0.02	0.13	0.131529	4	0.08	0.17	0.187883
5	0.18	0.05	0.186815	5	0.01	0.12	0.120416
6	0.08	0.05	0.09434	6	0.11	0.09	0.142127
7	0.05	0.02	0.053852	7	0.02	0.1	0.10198
8	0.11	0.11	0.155563	8	0.16	0.09	0.183576
9	0.08	0.12	0.144222	9	0.05	0.19	0.196469
10	0.04	0.05	0.064031	10	0.07	0.09	0.114018
11	0.08	0.1	0.128062	11	0.17	0.1	0.197231
12	0.22	0.01	0.220227	12	0.02	0.17	0.171172
13	0.01	0.04	0.041231	13	0.05	0.16	0.167631
14	0.16	0.01	0.160312	14	0.04	0.09	0.098489
15	0.11	0.14	0.178045	15	0.07	0.07	0.098995
16	0.02	0.01	0.022361	16	0.26	0.09	0.275136
17	0.23	0.14	0.269258	17	0.2	0.06	0.208806
18	0.17	0.07	0.183848	18	0	0.32	0.32
19	0.22	0.17	0.278029	19	0.62	0.01	0.620081
20	0.7	0.05	0.701783	20	0.11	0.04	0.117047
21	0.23	0.3	0.378021	21	0.4	0.18	0.438634
22	0.44	0.17	0.471699	22	0.11	0.18	0.21095
23	0.29	0.03	0.291548	23	0.4	0.15	0.4272
24	0.12	0.01	0.120416	24	0.26	0	0.26
25	0.38	0.01	0.380132	25	0.07	0.06	0.092195
26	0.27	0.14	0.304138	26	0.14	0.15	0.205183
27	0.19	0.22	0.290689	27	0.02	0.25	0.250799
28	0.21	0.05	0.21587	28	0.01	0.1	0.100499
29	0.18	0.1	0.205913	29	0.16	0.12	0.2
30	0.31	0.05	0.314006	30	0.35	0.07	0.356931
31	0.42	0.18	0.456946	31	0.71	0.06	0.712531
32	0.16	0.28	0.32249	32	0.1	0.14	0.172047
33	0.8	0.08	0.80399	33	0.72	0.12	0.729932
34	0.35	0.3	0.460977	34	0.05	0.4	0.403113

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.44	0.34	0.556058	35	0.64	0.26	0.690797
36	0.9	0.24	0.93145	36	0.28	0.09	0.294109
37	0.1	0.23	0.250799	37	0.45	0.01	0.450111
38	0.37	0.15	0.399249	38	0.34	0.23	0.410488
39	0.44	0.27	0.516236	39	0.36	0.31	0.475079
40	0.21	0.39	0.442945	40	0.76	0.1	0.766551
41	0.93	0.05	0.931343	41	0.25	0.23	0.339706
42	0.1	0.34	0.354401	42	0.57	0.31	0.648845
43	0.56	0.06	0.563205	43	0.29	0.23	0.370135
44	0.11	0.27	0.291548	44	0.48	0.02	0.480416
45	0.17	0.11	0.202485	45	0.11	0.02	0.111803
46	0.19	0.07	0.202485	46	0.3	0.1	0.316228
47	0.01	0.01	0.014142	47	0.16	0.16	0.226274
48	0.09	0.03	0.094868	48	0.13	0.11	0.170294
49	0.05	0.07	0.086023	49	0.04	0.16	0.164924
50	0.08	0	0.08	50	0.03	0.14	0.143178
51	0.07	0.08	0.106301	51	0	0.11	0.11
52	0.01	0.05	0.05099	52	0	0.13	0.13
53	0.02	0.09	0.092195	53	0.1	0.11	0.148661
54	0.18	0.01	0.180278	54	0.02	0.15	0.151327
55	0.04	0.06	0.072111	55	0.02	0.13	0.131529
56	0.02	0.13	0.131529	56	0.15	0.15	0.212132
57	0.03	0.04	0.05	57	0.03	0.13	0.133417
58	0.1	0.03	0.104403	58	0.11	0.13	0.170294
59	0.04	0.04	0.056569	59	0.04	0.11	0.117047
60	0.04	0.1	0.107703	60	0.06	0.07	0.092195
61	0.02	0.07	0.072801	61	0.08	0.16	0.178885
62	0.01	0.09	0.090554	62	0.07	0.03	0.076158
63	0.03	0.09	0.094868	63	0.06	0.04	0.072111
64	0.03	0.12	0.123693	64	0.04	0.13	0.136015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(j) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 19-20 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0.05	0.03	0.05831
2	0.08	0.04	0.089443	2	0.17	0.03	0.172627
3	0.07	0.07	0.098995	3	0.13	0.01	0.130384
4	0.06	0	0.06	4	0.04	0.08	0.089443
5	0.01	0.04	0.041231	5	0.16	0.07	0.174642
6	0.15	0.06	0.161555	6	0.14	0.02	0.141421
7	0.06	0.02	0.063246	7	0.02	0.05	0.053852
8	0.01	0	0.01	8	0.14	0.08	0.161245
9	0.12	0	0.12	9	0.19	0.06	0.199249
10	0.05	0.04	0.064031	10	0.04	0.05	0.064031
11	0.02	0.04	0.044721	11	0.2	0.02	0.200998
12	0.2	0.04	0.203961	12	0.12	0.05	0.13
13	0.03	0.11	0.114018	13	0.12	0.02	0.121655
14	0.03	0.04	0.05	14	0.15	0.08	0.17
15	0.14	0.02	0.141421	15	0.2	0.01	0.20025
16	0.13	0.05	0.139284	16	0.04	0.03	0.05
17	0.15	0.04	0.155242	17	0.12	0.12	0.169706
18	0.12	0	0.12	18	0.27	0.06	0.276586
19	0.16	0.05	0.167631	19	0.11	0.05	0.12083
20	0.07	0.21	0.221359	20	0.08	0.06	0.1
21	0.38	0.08	0.38833	21	0.02	0.19	0.19105
22	0.49	0.08	0.496488	22	0.06	0.09	0.108167
23	0.14	0.04	0.145602	23	0.45	0.21	0.496588
24	0.09	0.07	0.114018	24	0.47	0.02	0.470425
25	0.15	0.09	0.174929	25	0.36	0.04	0.362215
26	0.11	0.26	0.282312	26	0.19	0.02	0.19105
27	0.6	0.2	0.632456	27	0.08	0.06	0.1
28	0.77	0.05	0.771622	28	0.15	0.06	0.161555
29	0.4	0.05	0.403113	29	0.49	0.18	0.522015
30	0.47	0.02	0.470425	30	0.26	0.09	0.275136
31	0.34	0.06	0.345254	31	0.01	0.16	0.160312
32	0.13	0.11	0.170294	32	0.4	0.1	0.412311
33	0.34	0.08	0.349285	33	0.38	0.12	0.398497
34	0.43	0.31	0.530094	34	0.07	0.19	0.202485

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.35	0.31	0.467547	35	0.26	0.21	0.334215
36	0.45	0.04	0.451774	36	0.46	0.27	0.533385
37	0.27	0.15	0.308869	37	0.6	0.06	0.602993
38	0.35	0.14	0.376962	38	0.4	0.03	0.401123
39	0.02	0.16	0.161245	39	0.12	0	0.12
40	0.08	0.17	0.187883	40	0.22	0.06	0.228035
41	0.28	0.24	0.368782	41	0.11	0.12	0.162788
42	0.94	0.06	0.941913	42	0.07	0.09	0.114018
43	0.03	0.35	0.351283	43	0.15	0.24	0.283019
44	0.44	0.06	0.444072	44	0.51	0.26	0.572451
45	0.25	0.13	0.28178	45	0.65	0.15	0.667083
46	0.17	0.19	0.254951	46	0.54	0.03	0.540833
47	0.44	0.21	0.487545	47	0.37	0.07	0.376563
48	0.22	0.04	0.223607	48	0.18	0.05	0.186815
49	0.22	0.1	0.241661	49	0.15	0.04	0.155242
50	0.11	0.03	0.114018	50	0.16	0.08	0.178885
51	0.15	0.12	0.192094	51	0.19	0.05	0.196469
52	0.06	0.14	0.152315	52	0.23	0.07	0.240416
53	0.01	0.07	0.070711	53	0	0.03	0.03
54	0.15	0.05	0.158114	54	0.03	0.03	0.042426
55	0.14	0.11	0.178045	55	0.12	0.04	0.126491
56	0.07	0.04	0.080623	56	0.11	0.08	0.136015
57	0.17	0.11	0.202485	57	0.06	0.02	0.063246
58	0.07	0.08	0.106301	58	0.13	0.11	0.170294
59	0.12	0.09	0.15	59	0.14	0.07	0.156525
60	0.11	0.05	0.12083	60	0.08	0.11	0.136015
61	0.13	0.08	0.152643	61	0.18	0.07	0.193132
62	0.17	0.07	0.183848	62	0.13	0.02	0.131529
63	0.11	0.06	0.1253	63	0.04	0.07	0.080623
64	0.07	0.05	0.086023	64	0.1	0.07	0.122066

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(k) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 21-22 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.01	0.03	0.031623	1	0.06	0.03	0.067082
2	0.12	0.11	0.162788	2	0.22	0.06	0.228035
3	0.1	0.06	0.116619	3	0.18	0.07	0.193132
4	0.09	0.08	0.120416	4	0.13	0.08	0.152643
5	0.15	0.02	0.151327	5	0.11	0.08	0.136015
6	0.09	0.03	0.094868	6	0.12	0.02	0.121655
7	0.15	0.08	0.17	7	0.17	0.06	0.180278
8	0.06	0.05	0.078102	8	0.13	0.08	0.152643
9	0.04	0.05	0.064031	9	0.13	0.12	0.176918
10	0.21	0.07	0.221359	10	0.2	0.05	0.206155
11	0.13	0.05	0.139284	11	0.19	0.1	0.214709
12	0.13	0.04	0.136015	12	0.1	0.04	0.107703
13	0	0.04	0.04	13	0.2	0.1	0.223607
14	0.31	0.11	0.328938	14	0.01	0.03	0.031623
15	0.12	0.05	0.13	15	0.15	0.07	0.165529
16	0.03	0.06	0.067082	16	0.33	0.09	0.342053
17	0.32	0.11	0.338378	17	0	0.02	0.02
18	0.32	0.06	0.325576	18	0.05	0.11	0.12083
19	0.25	0.01	0.2502	19	0.29	0.13	0.317805
20	0.18	0.08	0.196977	20	0.66	0.02	0.660303
21	0.12	0.17	0.208087	21	0.15	0.27	0.308869
22	0.4	0.2	0.447214	22	0.4	0.12	0.417612
23	0.5	0.09	0.508035	23	0.51	0.1	0.519711
24	0.16	0.04	0.164924	24	0.3	0.17	0.344819
25	0.35	0.05	0.353553	25	0.16	0.23	0.280179
26	0.49	0.17	0.518652	26	0.1	0.23	0.250799
27	0.16	0.39	0.421545	27	0.65	0.4	0.763217
28	0.55	0.27	0.612699	28	0.83	0.18	0.849294
29	0.68	0.21	0.711688	29	1.02	0.1	1.02489
30	0.91	0.15	0.92228	30	0.61	0.17	0.633246
31	0.63	0.12	0.641327	31	0.25	0.14	0.286531
32	0.39	0.03	0.391152	32	0.16	0.15	0.219317
33	0.37	0.13	0.392173	33	0.28	0.31	0.417732
34	0.41	0.3	0.508035	34	0.18	0.24	0.3

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.57	0.09	0.577062	35	0.21	0.18	0.276586
36	0.16	0.01	0.160312	36	0.56	0	0.56
37	0.1	0.21	0.232594	37	0.25	0.02	0.250799
38	0.41	0.14	0.433244	38	0.3	0.14	0.331059
39	0.44	0.03	0.441022	39	0.28	0.28	0.39598
40	0.39	0.03	0.391152	40	0.61	0.16	0.630635
41	0.24	0	0.24	41	0.38	0.13	0.401622
42	0.49	0.06	0.49366	42	0.55	0.03	0.550818
43	0.06	0.39	0.394588	43	0.52	0.07	0.52469
44	0.57	0.22	0.610983	44	0.09	0.17	0.192354
45	0.44	0.02	0.440454	45	0.36	0.02	0.360555
46	0.29	0.01	0.290172	46	0.12	0.11	0.162788
47	0.07	0	0.07	47	0.18	0.14	0.228035
48	0.05	0.07	0.086023	48	0.27	0.07	0.278927
49	0.08	0	0.08	49	0.32	0.2	0.377359
50	0.09	0.06	0.108167	50	0.13	0.17	0.214009
51	0.21	0.07	0.221359	51	0.08	0.07	0.106301
52	0.25	0.1	0.269258	52	0.06	0.05	0.078102
53	0.07	0.07	0.098995	53	0.1	0.05	0.111803
54	0.06	0.01	0.060828	54	0.22	0.09	0.237697
55	0.23	0.05	0.235372	55	0.09	0.09	0.127279
56	0.01	0	0.01	56	0.15	0.07	0.165529
57	0.22	0.07	0.230868	57	0.17	0.09	0.192354
58	0.04	0.08	0.089443	58	0.11	0.02	0.111803
59	0.2	0.09	0.219317	59	0.09	0.1	0.134536
60	0.04	0.01	0.041231	60	0.19	0.11	0.219545
61	0.06	0.07	0.092195	61	0.14	0.09	0.166433
62	0.08	0.04	0.089443	62	0.16	0.12	0.2
63	0.16	0.03	0.162788	63	0.2	0.11	0.228254
64	0.15	0.05	0.158114	64	0.14	0.11	0.178045

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(ล) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 23-24 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0.05	0.05	2	0.1	0.03	0.104403
3	0.03	0.04	0.05	3	0.1	0.01	0.100499
4	0.05	0.01	0.05099	4	0.05	0.03	0.05831
5	0.1	0.07	0.122066	5	0.02	0.11	0.111803
6	0.05	0	0.05	6	0.14	0.05	0.148661
7	0.02	0.05	0.053852	7	0.07	0.06	0.092195
8	0.12	0.01	0.120416	8	0.08	0.05	0.09434
9	0.04	0.01	0.041231	9	0.01	0.09	0.090554
10	0.07	0.01	0.070711	10	0.13	0.01	0.130384
11	0.16	0.1	0.18868	11	0.08	0.01	0.080623
12	0.1	0.02	0.10198	12	0.2	0.07	0.211896
13	0.12	0.07	0.138924	13	0.01	0.01	0.014142
14	0.12	0.01	0.120416	14	0.2	0.03	0.202237
15	0.02	0.02	0.028284	15	0.09	0.06	0.108167
16	0.23	0.09	0.246982	16	0.03	0.01	0.031623
17	0.22	0.1	0.241661	17	0.28	0.13	0.308707
18	0.03	0.2	0.202237	18	0.29	0.06	0.296142
19	0.04	0.1	0.107703	19	0.15	0.04	0.155242
20	0.53	0	0.53	20	0.34	0.07	0.347131
21	0.4	0.28	0.488262	21	0.49	0.28	0.564358
22	0.46	0.37	0.590339	22	0.34	0.36	0.495177
23	0.86	0.04	0.86093	23	0.97	0.15	0.981529
24	0.27	0.26	0.374833	24	0.54	0.17	0.566127
25	0.09	0.13	0.158114	25	0.28	0.12	0.304631
26	0.02	0.17	0.171172	26	0.19	0.07	0.202485
27	0.51	0.13	0.526308	27	0.4	0.11	0.414849
28	0.01	0.38	0.380132	28	0.02	0.37	0.37054
29	0.82	0.19	0.841724	29	0.95	0.21	0.972934
30	0.78	0.02	0.780256	30	0.88	0.04	0.880909
31	0.49	0.31	0.579828	31	0.59	0.3	0.661891
32	0.92	0	0.92	32	0.8	0.02	0.80025
33	0.08	0.38	0.38833	33	0.03	0.37	0.371214
34	0.45	0.07	0.455412	34	0.54	0.07	0.544518

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.22	0.06	0.228035	35	0.21	0.11	0.237065
36	0.31	0.08	0.320156	36	0.21	0.07	0.221359
37	0.07	0.28	0.288617	37	0.26	0.29	0.389487
38	0.23	0.03	0.231948	38	0.31	0.03	0.311448
39	0.2	0.04	0.203961	39	0.31	0.01	0.310161
40	0.12	0.09	0.15	40	0.15	0.04	0.155242
41	0	0.18	0.18	41	0	0.18	0.18
42	0.71	0.05	0.711758	42	0.66	0.03	0.660681
43	0.39	0.37	0.537587	43	0.1	0.37	0.383275
44	0.41	0.3	0.508035	44	0.64	0.26	0.690797
45	0.41	0.04	0.411947	45	0.55	0.09	0.557315
46	0.05	0.1	0.111803	46	0.14	0.08	0.161245
47	0.08	0.08	0.113137	47	0.17	0.15	0.226716
48	0	0.07	0.07	48	0.05	0.04	0.064031
49	0.02	0.01	0.022361	49	0.13	0.02	0.131529
50	0.07	0.01	0.070711	50	0.15	0	0.15
51	0.1	0.04	0.107703	51	0.1	0.05	0.111803
52	0.04	0.06	0.072111	52	0.05	0.05	0.070711
53	0.01	0.06	0.060828	53	0.09	0.01	0.090554
54	0.08	0.02	0.082462	54	0.04	0	0.04
55	0.03	0.07	0.076158	55	0.15	0.01	0.150333
56	0	0.06	0.06	56	0.13	0.03	0.133417
57	0.07	0.07	0.098995	57	0.14	0.03	0.143178
58	0.01	0.03	0.031623	58	0	0.03	0.03
59	0.04	0.06	0.072111	59	0.14	0.01	0.140357
60	0.06	0.04	0.072111	60	0.04	0.02	0.044721
61	0.02	0.03	0.036056	61	0.08	0.01	0.080623
62	0.01	0.02	0.022361	62	0.13	0.01	0.130384
63	0.02	0.04	0.044721	63	0.08	0.01	0.080623
64	0.01	0.01	0.014142	64	0.09	0.01	0.090554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(m) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 25-26 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0.02	0.02	1	0	0	0
2	0.01	0.04	0.041231	2	0.09	0.05	0.102956
3	0.05	0.15	0.158114	3	0.06	0.01	0.060828
4	0.03	0.17	0.172627	4	0.02	0.03	0.036056
5	0.04	0.1	0.107703	5	0.06	0.03	0.067082
6	0.01	0.06	0.060828	6	0.13	0.02	0.131529
7	0.02	0.07	0.072801	7	0.11	0.03	0.114018
8	0.08	0.12	0.144222	8	0.05	0.02	0.053852
9	0.03	0.14	0.143178	9	0.05	0.1	0.111803
10	0.08	0.03	0.08544	10	0.19	0	0.19
11	0.12	0.12	0.169706	11	0.06	0.05	0.078102
12	0.11	0.08	0.136015	12	0.09	0.07	0.114018
13	0.18	0.08	0.196977	13	0.06	0.1	0.116619
14	0.09	0.16	0.183576	14	0.14	0.04	0.145602
15	0.2	0.09	0.219317	15	0.06	0.09	0.108167
16	0.04	0.06	0.072111	16	0.3	0.22	0.372022
17	0.1	0.05	0.111803	17	0.2	0.26	0.328024
18	0.07	0.13	0.147648	18	0.09	0.1	0.134536
19	0.04	0.03	0.05	19	0.15	0.13	0.198494
20	0.07	0.01	0.070711	20	0.06	0.34	0.345254
21	0.21	0.04	0.213776	21	0.01	0.24	0.240208
22	0.01	0.05	0.05099	22	0.34	0.24	0.416173
23	0.39	0.16	0.421545	23	0.26	0.17	0.310644
24	0.19	0.37	0.415933	24	0.37	0.3	0.47634
25	0.11	0.36	0.376431	25	0.6	0.19	0.629365
26	0.3	0.3	0.424264	26	0.47	0.01	0.470106
27	0.85	0.31	0.904765	27	0.15	0.2	0.25
28	0.62	0.08	0.62514	28	0.29	0.01	0.290172
29	0.67	0.02	0.670298	29	0.67	0.17	0.691231
30	0.87	0.06	0.872067	30	0.64	0.26	0.690797
31	0.18	0.19	0.261725	31	0.2	0.38	0.429418
32	0.23	0.08	0.243516	32	0.36	0.09	0.37108
33	0.29	0.03	0.291548	33	0.09	0.29	0.303645
34	0.42	0.3	0.51614	34	0.27	0.04	0.272947

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0	0.42	0.42	35	0.29	0.1	0.306757
36	0.87	0.31	0.92358	36	0.71	0.1	0.717008
37	0.37	0.03	0.371214	37	0.49	0.35	0.602163
38	0.09	0.05	0.102956	38	0.21	0.32	0.382753
39	0.35	0.13	0.373363	39	0.13	0.08	0.152643
40	0.12	0.24	0.268328	40	0.01	0	0.01
41	0.12	0.27	0.295466	41	0.17	0.03	0.172627
42	0	0.24	0.24	42	0.24	0.01	0.240208
43	0.17	0.02	0.171172	43	0.71	0.08	0.714493
44	0.81	0.04	0.810987	44	0.71	0.46	0.845991
45	0.87	0.32	0.926984	45	0.43	0.53	0.682495
46	0.18	0.37	0.411461	46	0.05	0.32	0.323883
47	0.35	0.35	0.494975	47	0.12	0.06	0.134164
48	0.68	0.38	0.778974	48	0.2	0.01	0.20025
49	0.65	0.46	0.796304	49	0.25	0.09	0.265707
50	0.43	0.39	0.580517	50	0.01	0.13	0.130384
51	0.44	0.36	0.568507	51	0.15	0.2	0.25
52	0.45	0.33	0.558032	52	0.16	0.24	0.288444
53	0.49	0.3	0.574543	53	0.01	0.18	0.180278
54	0.57	0.27	0.630714	54	0.1	0.13	0.164012
55	0.47	0.35	0.586003	55	0.23	0.22	0.318277
56	0.46	0.28	0.538516	56	0.09	0.29	0.303645
57	0.54	0.3	0.617738	57	0.07	0.21	0.221359
58	0.46	0.32	0.560357	58	0.02	0.22	0.220907
59	0.54	0.33	0.632851	59	0.04	0.15	0.155242
60	0.47	0.29	0.552268	60	0.06	0.16	0.17088
61	0.51	0.31	0.596825	61	0	0.17	0.17
62	0.56	0.29	0.630635	62	0.05	0.24	0.245153
63	0.46	0.31	0.554707	63	0.02	0.19	0.19105
64	0.18	0.34	0.384708	64	0.03	0.17	0.172627

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(ก) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 27-28 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.06	0.1	0.116619	2	0.01	0.03	0.031623
3	0.07	0.09	0.114018	3	0.13	0.06	0.143178
4	0.04	0.12	0.126491	4	0.12	0.03	0.123693
5	0.03	0.06	0.067082	5	0.06	0.01	0.060828
6	0.06	0.04	0.072111	6	0.1	0.1	0.141421
7	0.11	0.11	0.155563	7	0.03	0.12	0.123693
8	0.01	0.13	0.130384	8	0.09	0.01	0.090554
9	0.08	0.05	0.09434	9	0.07	0.03	0.076158
10	0.12	0.14	0.184391	10	0.06	0.15	0.161555
11	0.03	0.04	0.05	11	0.19	0.1	0.214709
12	0.22	0.14	0.260768	12	0.11	0.14	0.178045
13	0.12	0.11	0.162788	13	0.05	0.01	0.05099
14	0.21	0.13	0.246982	14	0.05	0.11	0.12083
15	0.07	0.05	0.086023	15	0.24	0.07	0.25
16	0.21	0.15	0.25807	16	0.03	0.06	0.067082
17	0.35	0.08	0.359026	17	0.03	0.25	0.251794
18	0.05	0.02	0.053852	18	0.37	0.06	0.374833
19	0.33	0.08	0.339559	19	0.1	0.02	0.10198
20	0.21	0.22	0.304138	20	0.15	0.01	0.150333
21	0.25	0.35	0.430116	21	0.45	0.13	0.468402
22	0.41	0.18	0.447772	22	0.01	0.41	0.410122
23	0.53	0.08	0.536004	23	0.79	0.17	0.808084
24	0.25	0.08	0.262488	24	0.49	0.07	0.494975
25	0.11	0.13	0.170294	25	0.24	0.03	0.241868
26	0.29	0.01	0.290172	26	0.14	0.06	0.152315
27	0.66	0.21	0.692604	27	0.41	0.04	0.411947
28	0.32	0.43	0.536004	28	0.17	0.41	0.443847
29	0.49	0.25	0.550091	29	0.71	0.2	0.737631
30	0.53	0.15	0.550818	30	0.62	0.04	0.621289
31	0.4	0.05	0.403113	31	0.29	0.14	0.322025
32	0.47	0.15	0.493356	32	0.62	0.09	0.626498
33	0.1	0.27	0.287924	33	0.02	0.28	0.280713
34	0.67	0.28	0.726154	34	0.78	0.18	0.8005

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ ใช้ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.63	0.18	0.65521	35	0.32	0.42	0.528015
36	0.16	0.12	0.2	36	0.51	0.04	0.511566
37	0.02	0.15	0.151327	37	0.16	0.27	0.313847
38	0.03	0.02	0.036056	38	0.13	0.04	0.136015
39	0.12	0.16	0.2	39	0.04	0.07	0.080623
40	0.39	0.03	0.391152	40	0.09	0.04	0.098489
41	0.13	0.19	0.230217	41	0.47	0.01	0.470106
42	0.83	0.01	0.83006	42	0.7	0.31	0.765572
43	0.78	0.29	0.832166	43	0.29	0.44	0.526972
44	0.03	0.23	0.231948	44	0.49	0.13	0.506952
45	0.38	0.08	0.38833	45	0.25	0.01	0.2502
46	0.33	0.02	0.330606	46	0.02	0.06	0.063246
47	0.22	0.05	0.22561	47	0.01	0.12	0.120416
48	0.13	0.07	0.147648	48	0.09	0.12	0.15
49	0.06	0.08	0.1	49	0.09	0.03	0.094868
50	0.01	0	0.01	50	0.01	0.11	0.110454
51	0.11	0.12	0.162788	51	0.02	0.1	0.10198
52	0.05	0.05	0.070711	52	0.16	0.08	0.178885
53	0.04	0.05	0.064031	53	0.12	0.1	0.156205
54	0.05	0.06	0.078102	54	0.04	0.12	0.126491
55	0.11	0.11	0.155563	55	0.11	0.1	0.148661
56	0.03	0.1	0.104403	56	0.18	0.12	0.216333
57	0	0.02	0.02	57	0.03	0.04	0.05
58	0.01	0.1	0.100499	58	0.14	0.15	0.205183
59	0.06	0.12	0.134164	59	0.1	0.06	0.116619
60	0.02	0.02	0.028284	60	0.07	0.03	0.076158
61	0	0.07	0.07	61	0.1	0.12	0.156205
62	0.05	0.01	0.05099	62	0.1	0.09	0.134536
63	0.09	0.07	0.114018	63	0.09	0.08	0.120416
64	0.1	0.09	0.134536	64	0.13	0.13	0.183848

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(อ) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 29-30 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.02	0.02	0.028284	1	0	0	0
2	0.03	0.02	0.036056	2	0.04	0.01	0.041231
3	0.01	0.03	0.031623	3	0.03	0.09	0.094868
4	0.08	0.09	0.120416	4	0.02	0.07	0.072801
5	0.09	0.01	0.090554	5	0.01	0.05	0.05099
6	0.12	0.05	0.13	6	0.06	0.03	0.067082
7	0	0.03	0.03	7	0.05	0.06	0.078102
8	0.04	0.03	0.05	8	0.05	0.06	0.078102
9	0.01	0.07	0.070711	9	0.03	0.03	0.042426
10	0.06	0.02	0.063246	10	0.06	0.04	0.072111
11	0.15	0.03	0.152971	11	0.06	0.03	0.067082
12	0.07	0.01	0.070711	12	0.1	0.02	0.10198
13	0.06	0.05	0.078102	13	0.15	0.08	0.17
14	0.03	0.03	0.042426	14	0.1	0.05	0.111803
15	0.22	0.02	0.220907	15	0.19	0.01	0.190263
16	0.09	0.03	0.094868	16	0.04	0.06	0.072111
17	0.05	0.06	0.078102	17	0.24	0.1	0.26
18	0.11	0.04	0.117047	18	0.2	0.01	0.20025
19	0.11	0.01	0.110454	19	0.13	0.04	0.136015
20	0.08	0.13	0.152643	20	0	0.17	0.17
21	0.01	0.05	0.05099	21	0.48	0.12	0.494773
22	0.08	0.06	0.1	22	0.6	0	0.6
23	0.57	0.03	0.570789	23	0.25	0.07	0.259615
24	0.56	0.24	0.609262	24	0.39	0.07	0.396232
25	0.08	0.2	0.215407	25	0.36	0.15	0.39
26	0.21	0.06	0.218403	26	0.12	0.07	0.138924
27	0.29	0.27	0.396232	27	0.1	0.23	0.250799
28	0.53	0.03	0.530848	28	0.69	0.09	0.695845
29	0.25	0.31	0.398246	29	0.19	0.38	0.424853
30	0.21	0.04	0.213776	30	0.07	0.13	0.147648
31	0.45	0.13	0.468402	31	0.19	0.05	0.196469
32	0.35	0.03	0.351283	32	0.05	0.07	0.086023
33	0.42	0.15	0.445982	33	0.09	0.21	0.228473
34	0.35	0.3	0.460977	34	0.69	0.11	0.698713

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.72	0.18	0.742159	35	0.03	0.36	0.361248
36	0.68	0.25	0.7245	36	0.17	0.07	0.183848
37	0.07	0.08	0.106301	37	0.01	0.07	0.070711
38	0.14	0.06	0.152315	38	0.14	0.02	0.141421
39	0.11	0.12	0.162788	39	0.31	0.14	0.340147
40	0.14	0.09	0.166433	40	0.19	0.06	0.199249
41	0.36	0.06	0.364966	41	0	0.04	0.04
42	0.31	0.02	0.310644	42	0.17	0.16	0.233452
43	0.54	0.05	0.54231	43	0.17	0.21	0.270185
44	0.2	0.13	0.238537	44	0.66	0.06	0.662722
45	0.31	0.17	0.353553	45	0.52	0.09	0.527731
46	0.33	0.11	0.347851	46	0.19	0.13	0.230217
47	0.14	0.06	0.152315	47	0.07	0.04	0.080623
48	0.18	0.01	0.180278	48	0.05	0.05	0.070711
49	0.07	0.01	0.070711	49	0.16	0.09	0.183576
50	0.02	0.03	0.036056	50	0.01	0	0.01
51	0.14	0.01	0.140357	51	0.17	0.05	0.1772
52	0.13	0.04	0.136015	52	0.3	0.09	0.313209
53	0.08	0.06	0.1	53	0.16	0.06	0.17088
54	0.07	0.02	0.072801	54	0.06	0.02	0.063246
55	0.12	0.01	0.120416	55	0.23	0.04	0.233452
56	0.05	0.06	0.078102	56	0.19	0.07	0.202485
57	0.06	0	0.06	57	0.16	0	0.16
58	0.01	0.01	0.014142	58	0.17	0.07	0.183848
59	0.15	0.02	0.151327	59	0.22	0.07	0.230868
60	0.02	0.03	0.036056	60	0.15	0.08	0.17
61	0	0.05	0.05	61	0.22	0.1	0.241661
62	0.07	0	0.07	62	0.28	0.09	0.294109
63	0.01	0.02	0.022361	63	0.2	0.03	0.202237
64	0.04	0.01	0.041231	64	0.22	0.1	0.241661

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(p) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 31-32 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.03	0.05	0.05831	2	0.01	0.03	0.031623
3	0.04	0.02	0.044721	3	0.01	0.01	0.014142
4	0.06	0.06	0.084853	4	0.11	0.05	0.12083
5	0.13	0.03	0.133417	5	0.15	0.07	0.165529
6	0.09	0.01	0.090554	6	0.11	0.12	0.162788
7	0.08	0.11	0.136015	7	0.03	0.06	0.067082
8	0.02	0.03	0.036056	8	0.15	0.06	0.161555
9	0.14	0.05	0.148661	9	0.13	0.03	0.133417
10	0.11	0.11	0.155563	10	0.05	0.09	0.102956
11	0.1	0.06	0.116619	11	0.1	0.04	0.107703
12	0.09	0.12	0.15	12	0.1	0.11	0.148661
13	0.01	0.06	0.060828	13	0.03	0.03	0.042426
14	0.17	0.12	0.208087	14	0.09	0.15	0.174929
15	0.16	0.01	0.160312	15	0.13	0.07	0.147648
16	0.06	0.11	0.1253	16	0.02	0.04	0.044721
17	0.19	0.18	0.261725	17	0.05	0.13	0.139284
18	0.26	0.1	0.278568	18	0.3	0.06	0.305941
19	0.09	0.05	0.102956	19	0.1	0.04	0.107703
20	0.37	0.17	0.407185	20	0.16	0.07	0.174642
21	0.13	0.25	0.28178	21	0.32	0.04	0.32249
22	0.6	0.35	0.694622	22	0.09	0.29	0.303645
23	0.6	0.05	0.60208	23	0.32	0.37	0.489183
24	0.03	0.13	0.133417	24	0.75	0.15	0.764853
25	0.18	0.17	0.247588	25	0.59	0.15	0.608769
26	0.2	0.02	0.200998	26	0.6	0.06	0.602993
27	0.07	0.24	0.25	27	0.04	0.03	0.05
28	0.6	0.2	0.632456	28	0.03	0.12	0.123693
29	0.54	0.1	0.549181	29	0.02	0.01	0.022361
30	0.01	0.21	0.210238	30	0.29	0.14	0.322025
31	0.33	0.04	0.332415	31	0.56	0.2	0.594643
32	0.03	0.26	0.261725	32	0.02	0.38	0.380526
33	0.6	0.27	0.657951	33	0.44	0.25	0.506063
34	0.6	0.12	0.611882	34	0.73	0.21	0.759605

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.17	0.12	0.208087	35	0.75	0	0.75
36	0.14	0.1	0.172047	36	0.32	0.11	0.338378
37	0.08	0.1	0.128062	37	0.18	0.02	0.181108
38	0.49	0.18	0.522015	38	0.23	0.13	0.264197
39	0.23	0.04	0.233452	39	0.09	0.21	0.228473
40	0.09	0.12	0.15	40	0.45	0.33	0.558032
41	0.23	0.11	0.254951	41	0.71	0.19	0.734983
42	0.02	0.43	0.430465	42	0.58	0.17	0.604401
43	0.6	0.23	0.642573	43	0.56	0	0.56
44	0.55	0.06	0.553263	44	0.12	0.12	0.169706
45	0.03	0.07	0.076158	45	0.32	0.01	0.320156
46	0.07	0.06	0.092195	46	0.54	0.09	0.547449
47	0.02	0.11	0.111803	47	0.3	0.14	0.331059
48	0.15	0.2	0.25	48	0.13	0.15	0.198494
49	0.1	0.18	0.205913	49	0.07	0.14	0.156525
50	0.16	0.15	0.219317	50	0.13	0.15	0.198494
51	0.17	0.19	0.254951	51	0.14	0.18	0.228035
52	0.26	0.19	0.322025	52	0.06	0.1	0.116619
53	0.19	0.23	0.298329	53	0.2	0.2	0.282843
54	0.19	0.23	0.298329	54	0.06	0.14	0.152315
55	0.14	0.14	0.19799	55	0.07	0.13	0.147648
56	0.3	0.25	0.390512	56	0.21	0.15	0.25807
57	0.13	0.17	0.214009	57	0.12	0.17	0.208087
58	0.21	0.19	0.283196	58	0.21	0.15	0.25807
59	0.19	0.18	0.261725	59	0.11	0.15	0.186011
60	0.21	0.23	0.311448	60	0.19	0.22	0.290689
61	0.24	0.21	0.318904	61	0.07	0.12	0.138924
62	0.28	0.25	0.375366	62	0.15	0.18	0.234307
63	0.21	0.19	0.283196	63	0.12	0.18	0.216333
64	0.16	0.17	0.233452	64	0.16	0.17	0.233452

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(ด) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 33-34 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0.02	0.02	1	0.02	0.01	0.022361
2	0.09	0.04	0.098489	2	0.1	0.06	0.116619
3	0.11	0.04	0.117047	3	0.1	0.08	0.128062
4	0.1	0.01	0.100499	4	0.01	0.05	0.05099
5	0.16	0.04	0.164924	5	0.04	0.03	0.05
6	0.17	0.06	0.180278	6	0.02	0.04	0.044721
7	0.07	0.04	0.080623	7	0.07	0.07	0.098995
8	0.13	0.03	0.133417	8	0.1	0.01	0.100499
9	0.21	0.01	0.210238	9	0.06	0.1	0.116619
10	0.09	0.05	0.102956	10	0.04	0.04	0.056569
11	0.12	0	0.12	11	0.05	0.04	0.064031
12	0.18	0.06	0.189737	12	0.03	0.06	0.067082
13	0.08	0.01	0.080623	13	0.13	0.09	0.158114
14	0.09	0.02	0.092195	14	0.07	0.08	0.106301
15	0.17	0.03	0.172627	15	0.11	0.07	0.130384
16	0.04	0.07	0.080623	16	0.11	0.07	0.130384
17	0.24	0.11	0.264008	17	0.01	0.01	0.014142
18	0.2	0.02	0.200998	18	0.04	0.11	0.117047
19	0.02	0.06	0.063246	19	0.16	0.16	0.226274
20	0.22	0.08	0.234094	20	0.33	0.12	0.351141
21	0	0.16	0.16	21	0.35	0.06	0.355106
22	0.15	0.26	0.300167	22	0.03	0.13	0.133417
23	0.58	0.22	0.620322	23	0.13	0.03	0.133417
24	0.69	0.14	0.70406	24	0.24	0.16	0.288444
25	0.64	0.04	0.641249	25	0.42	0.15	0.445982
26	0.21	0.02	0.21095	26	0.57	0.13	0.584637
27	0.13	0.09	0.158114	27	0.34	0.02	0.340588
28	0.16	0.14	0.212603	28	0.05	0.05	0.070711
29	0.09	0.11	0.142127	29	0.08	0.02	0.082462
30	0.1	0.1	0.141421	30	0.21	0.03	0.212132
31	0.17	0.19	0.254951	31	0.2	0.15	0.25
32	0.06	0.23	0.237697	32	0.15	0.22	0.266271
33	0.43	0.34	0.548179	33	0.36	0.25	0.438292
34	0.68	0.18	0.70342	34	0.56	0.16	0.582409

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.69	0.1	0.697209	35	0.47	0.06	0.473814
36	0.69	0.16	0.708308	36	0.14	0.11	0.178045
37	0.39	0.02	0.390512	37	0.05	0.07	0.086023
38	0.07	0.04	0.080623	38	0.09	0.37	0.380789
39	0.22	0.21	0.304138	39	0.57	0.32	0.653682
40	0.21	0.37	0.425441	40	0.57	0.06	0.573149
41	0.55	0.37	0.662873	41	0.49	0.1	0.5001
42	0.49	0.17	0.518652	42	0.06	0.13	0.143178
43	0.69	0.13	0.70214	43	0.07	0.06	0.092195
44	0.69	0.01	0.690072	44	0.23	0.15	0.274591
45	0.44	0.07	0.445533	45	0.33	0.26	0.420119
46	0	0.2	0.2	46	0.16	0.2	0.256125
47	0.08	0.11	0.136015	47	0.06	0.1	0.116619
48	0.23	0.02	0.230868	48	0.01	0.09	0.090554
49	0.23	0.05	0.235372	49	0.16	0.07	0.174642
50	0.05	0.01	0.05099	50	0.18	0.05	0.186815
51	0.13	0.07	0.147648	51	0.08	0.11	0.136015
52	0.16	0.03	0.162788	52	0.06	0.12	0.134164
53	0.17	0.08	0.187883	53	0.12	0.13	0.176918
54	0.04	0	0.04	54	0.05	0.01	0.05099
55	0.12	0.02	0.121655	55	0.08	0.12	0.144222
56	0.25	0.1	0.269258	56	0.02	0.08	0.082462
57	0.03	0.01	0.031623	57	0.13	0.11	0.170294
58	0.16	0.03	0.162788	58	0.05	0.07	0.086023
59	0.09	0.01	0.090554	59	0.09	0.09	0.127279
60	0.13	0.07	0.147648	60	0.09	0.1	0.134536
61	0.22	0.09	0.237697	61	0.07	0.1	0.122066
62	0.15	0.04	0.155242	62	0.1	0.11	0.148661
63	0.13	0.05	0.139284	63	0.08	0.11	0.136015
64	0.2	0.08	0.215407	64	0.06	0.09	0.108167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(r) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 35-36 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.04	0.01	0.041231	1	0	0	0
2	0.17	0.13	0.214009	2	0.08	0.11	0.136015
3	0.15	0.09	0.174929	3	0.09	0.08	0.120416
4	0.12	0.05	0.13	4	0.1	0.08	0.128062
5	0.15	0.11	0.186011	5	0.1	0.1	0.141421
6	0.15	0.18	0.234307	6	0.11	0.12	0.162788
7	0.11	0.13	0.170294	7	0.03	0.06	0.067082
8	0.15	0.13	0.198494	8	0.12	0.08	0.144222
9	0.21	0.12	0.241868	9	0.14	0.11	0.178045
10	0.09	0.12	0.15	10	0.02	0.13	0.131529
11	0.15	0.1	0.180278	11	0.1	0.05	0.111803
12	0.18	0.13	0.222036	12	0.14	0.1	0.172047
13	0.16	0.09	0.183576	13	0.16	0.09	0.183576
14	0.21	0.17	0.270185	14	0.1	0.16	0.18868
15	0.23	0.11	0.254951	15	0.12	0.09	0.15
16	0.09	0.16	0.183576	16	0	0.12	0.12
17	0.2	0.17	0.262488	17	0.17	0.18	0.247588
18	0.14	0.08	0.161245	18	0.21	0.16	0.264008
19	0.23	0.13	0.264197	19	0.22	0.12	0.250599
20	0.01	0.14	0.140357	20	0.09	0.09	0.127279
21	0.06	0.22	0.228035	21	0.1	0.07	0.122066
22	0.09	0.27	0.284605	22	0.06	0.17	0.180278
23	0.32	0.3	0.438634	23	0.02	0.21	0.21095
24	0.38	0.22	0.43909	24	0.18	0.22	0.284253
25	0.51	0.18	0.540833	25	0.34	0.28	0.440454
26	0.54	0.05	0.54231	26	0.54	0.21	0.579396
27	0.14	0	0.14	27	0.37	0.1	0.383275
28	0.04	0.05	0.064031	28	0.05	0.03	0.05831
29	0.02	0.2	0.200998	29	0.01	0.08	0.080623
30	0.05	0.14	0.148661	30	0.01	0.13	0.130384
31	0.11	0.18	0.21095	31	0.15	0.24	0.283019
32	0.12	0.24	0.268328	32	0.11	0.24	0.264008
33	0.23	0.28	0.362353	33	0.17	0.29	0.336155
34	0.33	0.24	0.408044	34	0.24	0.18	0.3

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.42	0.29	0.510392	35	0.38	0.1	0.392938
36	0.2	0.13	0.238537	36	0.1	0.03	0.104403
37	0.04	0.24	0.243311	37	0.19	0.1	0.214709
38	0.15	0.12	0.192094	38	0.17	0.15	0.226716
39	0.35	0.22	0.413401	39	0.31	0.22	0.380132
40	0.36	0.32	0.481664	40	0.16	0.31	0.348855
41	0.07	0.42	0.425793	41	0.23	0.32	0.394081
42	0.35	0.36	0.502096	42	0.27	0.28	0.388973
43	0.32	0.28	0.425206	43	0.04	0.2	0.203961
44	0.03	0.14	0.143178	44	0.29	0.08	0.300832
45	0.07	0.02	0.072801	45	0.1	0.03	0.104403
46	0.13	0.06	0.143178	46	0.01	0.2	0.20025
47	0.24	0.23	0.332415	47	0.01	0.24	0.240208
48	0.2	0.24	0.31241	48	0	0.14	0.14
49	0.02	0.21	0.21095	49	0.03	0.15	0.152971
50	0.15	0.16	0.219317	50	0.12	0.15	0.192094
51	0.17	0.18	0.247588	51	0.09	0.2	0.219317
52	0.21	0.24	0.318904	52	0.09	0.15	0.174929
53	0.1	0.16	0.18868	53	0.15	0.12	0.192094
54	0.18	0.25	0.308058	54	0.07	0.18	0.193132
55	0.2	0.19	0.275862	55	0.16	0.18	0.240832
56	0.21	0.23	0.311448	56	0.11	0.16	0.194165
57	0.16	0.14	0.212603	57	0.12	0.17	0.208087
58	0.17	0.21	0.270185	58	0.12	0.16	0.2
59	0.18	0.2	0.269072	59	0.13	0.15	0.198494
60	0.2	0.23	0.304795	60	0	0.12	0.12
61	0.22	0.2	0.297321	61	0.09	0.17	0.192354
62	0.17	0.19	0.254951	62	0.16	0.16	0.226274
63	0.18	0.16	0.240832	63	0.11	0.18	0.21095
64	0.22	0.22	0.311127	64	0.11	0.19	0.219545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(s) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 37-38 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0.03	0.03	1	0	0	0
2	0.1	0.07	0.122066	2	0.06	0.02	0.063246
3	0.01	0.01	0.014142	3	0.08	0.09	0.120416
4	0.07	0.06	0.092195	4	0.09	0.04	0.098489
5	0.08	0.09	0.120416	5	0.05	0.02	0.053852
6	0.09	0.05	0.102956	6	0.03	0.02	0.036056
7	0.09	0.08	0.120416	7	0.07	0.04	0.080623
8	0.06	0.04	0.072111	8	0.09	0.05	0.102956
9	0.13	0.06	0.143178	9	0.07	0.09	0.114018
10	0.1	0.08	0.128062	10	0.02	0	0.02
11	0.06	0.01	0.060828	11	0.08	0.07	0.106301
12	0.1	0.09	0.134536	12	0.07	0.03	0.076158
13	0.05	0.03	0.05831	13	0.12	0.05	0.13
14	0.06	0.1	0.116619	14	0.12	0	0.12
15	0.05	0.04	0.064031	15	0.01	0.09	0.090554
16	0.02	0.04	0.044721	16	0.09	0.04	0.098489
17	0.16	0.1	0.18868	17	0.1	0.02	0.10198
18	0.07	0.02	0.072801	18	0.02	0.05	0.053852
19	0.01	0.05	0.05099	19	0	0.06	0.06
20	0.09	0	0.09	20	0.08	0.02	0.082462
21	0	0.15	0.15	21	0.19	0.09	0.210238
22	0.09	0.14	0.166433	22	0.25	0.06	0.257099
23	0.16	0.2	0.256125	23	0.27	0.03	0.271662
24	0.27	0.15	0.308869	24	0.22	0.03	0.222036
25	0.21	0.06	0.218403	25	0.23	0.03	0.231948
26	0.34	0.12	0.360555	26	0.04	0.09	0.098489
27	0.46	0.02	0.460435	27	0.26	0.02	0.260768
28	0.12	0.02	0.121655	28	0.09	0.03	0.094868
29	0.05	0.08	0.09434	29	0.1	0.04	0.107703
30	0.05	0.09	0.102956	30	0.11	0.08	0.136015
31	0.04	0.02	0.044721	31	0.02	0.04	0.044721
32	0.11	0.09	0.142127	32	0.01	0.08	0.080623
33	0.07	0.1	0.122066	33	0.03	0.12	0.123693
34	0.13	0.18	0.222036	34	0.05	0.12	0.13

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ ใช้ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.18	0.12	0.216333	35	0.04	0.16	0.164924
36	0.47	0.09	0.478539	36	0.14	0.22	0.260768
37	0.42	0.01	0.420119	37	0.42	0.21	0.469574
38	0.25	0.03	0.251794	38	0.27	0.14	0.304138
39	0.13	0.02	0.131529	39	0.3	0.19	0.355106
40	0.08	0.05	0.09434	40	0.4	0.15	0.4272
41	0.03	0.03	0.042426	41	0.21	0.04	0.213776
42	0.05	0.05	0.070711	42	0.09	0.02	0.092195
43	0.12	0.06	0.134164	43	0	0.07	0.07
44	0.42	0.16	0.449444	44	0.22	0.13	0.255539
45	0.2	0.18	0.269072	45	0.18	0.02	0.181108
46	0.18	0.12	0.216333	46	0.05	0.06	0.078102
47	0.23	0.11	0.254951	47	0.1	0.07	0.122066
48	0.2	0.13	0.238537	48	0.06	0.03	0.067082
49	0.1	0.14	0.172047	49	0.02	0.02	0.028284
50	0.04	0.1	0.107703	50	0.02	0.03	0.036056
51	0.04	0.02	0.044721	51	0.03	0.16	0.162788
52	0.17	0.18	0.247588	52	0.09	0.04	0.098489
53	0.04	0.07	0.080623	53	0.07	0.09	0.114018
54	0.08	0.04	0.089443	54	0.05	0.13	0.139284
55	0.14	0.14	0.19799	55	0.15	0.13	0.198494
56	0.05	0.05	0.070711	56	0.12	0.08	0.144222
57	0.18	0.11	0.21095	57	0.04	0	0.04
58	0.05	0.03	0.05831	58	0.01	0.1	0.100499
59	0.07	0.1	0.122066	59	0.09	0.07	0.114018
60	0.17	0.09	0.192354	60	0.05	0.02	0.053852
61	0.11	0.1	0.148661	61	0.11	0.13	0.170294
62	0.14	0.09	0.166433	62	0.09	0.09	0.127279
63	0.12	0.05	0.13	63	0.04	0.02	0.044721
64	0.05	0.08	0.09434	64	0.03	0.08	0.08544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(t) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 39-40 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0.01	0	0.01
2	0.11	0.13	0.170294	2	0.06	0.05	0.078102
3	0.07	0.16	0.174642	3	0.04	0.07	0.080623
4	0.08	0.12	0.144222	4	0.09	0.09	0.127279
5	0.07	0.14	0.156525	5	0	0.03	0.03
6	0.1	0.12	0.156205	6	0	0.05	0.05
7	0.12	0.12	0.169706	7	0.1	0.07	0.122066
8	0.07	0.1	0.122066	8	0.11	0.06	0.1253
9	0.09	0.13	0.158114	9	0.11	0.05	0.12083
10	0.09	0.09	0.127279	10	0.08	0.07	0.106301
11	0.07	0.11	0.130384	11	0.09	0.06	0.108167
12	0.09	0.1	0.134536	12	0.11	0.06	0.1253
13	0.06	0.13	0.143178	13	0.11	0.08	0.136015
14	0.14	0.11	0.178045	14	0.12	0.04	0.126491
15	0.07	0.13	0.147648	15	0.15	0.13	0.198494
16	0.1	0.15	0.180278	16	0.04	0.03	0.05
17	0.1	0.12	0.156205	17	0.19	0.09	0.210238
18	0.08	0.12	0.144222	18	0.11	0.1	0.148661
19	0.12	0.13	0.176918	19	0.03	0.08	0.08544
20	0.04	0.17	0.174642	20	0.12	0.05	0.13
21	0.07	0.17	0.183848	21	0.03	0.05	0.05831
22	0.19	0.24	0.306105	22	0.05	0.07	0.086023
23	0.1	0.16	0.18868	23	0.04	0.07	0.080623
24	0.01	0.22	0.220227	24	0.18	0.06	0.189737
25	0.27	0.13	0.299666	25	0.01	0.14	0.140357
26	0.02	0.2	0.200998	26	0.05	0.11	0.12083
27	0.27	0.17	0.319061	27	0.05	0.19	0.196469
28	0.2	0.09	0.219317	28	0.17	0.16	0.233452
29	0.14	0.11	0.178045	29	0.22	0.13	0.255539
30	0.2	0.16	0.256125	30	0.16	0.1	0.18868
31	0.21	0.12	0.241868	31	0.23	0.2	0.304795
32	0.1	0.13	0.164012	32	0.28	0.03	0.281603
33	0.08	0.14	0.161245	33	0.13	0.08	0.152643
34	0.03	0.21	0.212132	34	0.08	0.05	0.09434

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ ใช้ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.01	0.16	0.160312	35	0.19	0.13	0.230217
36	0.01	0.22	0.220227	36	0.15	0.06	0.161555
37	0.08	0.18	0.196977	37	0.02	0.05	0.053852
38	0.13	0.23	0.264197	38	0	0.04	0.04
39	0.17	0.26	0.310644	39	0.03	0.06	0.067082
40	0.18	0.19	0.261725	40	0	0.01	0.01
41	0.11	0.21	0.237065	41	0.05	0.05	0.070711
42	0.17	0.21	0.270185	42	0.02	0.09	0.092195
43	0.09	0.18	0.201246	43	0.05	0.09	0.102956
44	0.12	0.07	0.138924	44	0.13	0.1	0.164012
45	0.29	0.17	0.336155	45	0.18	0.13	0.222036
46	0.01	0.15	0.150333	46	0.13	0.09	0.158114
47	0.04	0.15	0.155242	47	0.12	0.11	0.162788
48	0.13	0.14	0.19105	48	0.01	0.08	0.080623
49	0.05	0.17	0.1772	49	0.05	0.07	0.086023
50	0.08	0.15	0.17	50	0.07	0.07	0.098995
51	0.14	0.18	0.228035	51	0.14	0.13	0.19105
52	0.25	0.25	0.353553	52	0.1	0.1	0.141421
53	0.01	0.11	0.110454	53	0.07	0.04	0.080623
54	0.05	0.18	0.186815	54	0.01	0.07	0.070711
55	0.1	0.21	0.232594	55	0.08	0.1	0.128062
56	0.11	0.16	0.194165	56	0.06	0.06	0.084853
57	0.16	0.21	0.264008	57	0.08	0.09	0.120416
58	0.06	0.15	0.161555	58	0.04	0.08	0.089443
59	0.1	0.19	0.214709	59	0.05	0.05	0.070711
60	0.07	0.15	0.165529	60	0.11	0.07	0.130384
61	0.12	0.17	0.208087	61	0.06	0.07	0.092195
62	0.04	0.16	0.164924	62	0.05	0.1	0.111803
63	0.15	0.2	0.25	63	0.06	0.07	0.092195
64	0.13	0.17	0.214009	64	0.05	0.06	0.078102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(u) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 41-42 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0.01	0.01
2	0.08	0.07	0.106301	2	0.1	0.1	0.141421
3	0.06	0.1	0.116619	3	0.13	0.11	0.170294
4	0.09	0.06	0.108167	4	0.1	0.08	0.128062
5	0.05	0.08	0.09434	5	0.09	0.08	0.120416
6	0.06	0.06	0.084853	6	0.12	0.08	0.144222
7	0.05	0.03	0.05831	7	0.13	0.06	0.143178
8	0.04	0.02	0.044721	8	0.14	0.08	0.161245
9	0.08	0.12	0.144222	9	0.11	0.08	0.136015
10	0.13	0.07	0.147648	10	0.12	0.04	0.126491
11	0.12	0.1	0.156205	11	0.07	0.08	0.106301
12	0.06	0.07	0.092195	12	0.16	0.07	0.174642
13	0.13	0.07	0.147648	13	0.12	0.06	0.134164
14	0.13	0.09	0.158114	14	0.14	0.09	0.166433
15	0.05	0.08	0.09434	15	0.11	0.07	0.130384
16	0.04	0.05	0.064031	16	0.07	0.11	0.130384
17	0.09	0.02	0.092195	17	0.13	0.07	0.147648
18	0.01	0.07	0.070711	18	0.06	0.08	0.1
19	0.06	0.07	0.092195	19	0.08	0.08	0.113137
20	0.14	0.08	0.161245	20	0.25	0.11	0.27313
21	0.07	0.07	0.098995	21	0.06	0.16	0.17088
22	0.16	0.05	0.167631	22	0.34	0.07	0.347131
23	0.13	0.02	0.131529	23	0.02	0.03	0.036056
24	0.06	0.02	0.063246	24	0.16	0.01	0.160312
25	0.06	0.1	0.116619	25	0.09	0.07	0.114018
26	0.03	0.1	0.104403	26	0.04	0.05	0.064031
27	0.13	0.07	0.147648	27	0.09	0.14	0.166433
28	0.06	0.14	0.152315	28	0.15	0.08	0.17
29	0.15	0.18	0.234307	29	0.19	0.13	0.230217
30	0.27	0.15	0.308869	30	0.17	0.06	0.180278
31	0.23	0.17	0.286007	31	0.24	0.11	0.264008
32	0.06	0.15	0.161555	32	0.32	0.09	0.332415
33	0.12	0.13	0.176918	33	0.12	0	0.12
34	0.14	0.15	0.205183	34	0.12	0.07	0.138924

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.06	0.13	0.143178	35	0.02	0.09	0.092195
36	0.04	0.11	0.117047	36	0.06	0.04	0.072111
37	0.08	0.16	0.178885	37	0.02	0.12	0.121655
38	0.1	0.15	0.180278	38	0.13	0.12	0.176918
39	0.03	0.16	0.162788	39	0.05	0.05	0.070711
40	0.09	0.17	0.192354	40	0.11	0.06	0.1253
41	0.01	0.07	0.070711	41	0.17	0.07	0.183848
42	0.09	0.06	0.108167	42	0.06	0.1	0.116619
43	0.09	0.08	0.120416	43	0.06	0.11	0.1253
44	0.14	0.07	0.156525	44	0.08	0.11	0.136015
45	0.22	0.13	0.255539	45	0.15	0.05	0.158114
46	0.16	0.15	0.219317	46	0.1	0.13	0.164012
47	0.15	0.12	0.192094	47	0.16	0.07	0.174642
48	0.06	0.12	0.134164	48	0.13	0.08	0.152643
49	0.08	0.13	0.152643	49	0.17	0.13	0.214009
50	0.13	0.12	0.176918	50	0.12	0.13	0.176918
51	0.03	0.16	0.162788	51	0.02	0.12	0.121655
52	0.08	0.13	0.152643	52	0.17	0.08	0.187883
53	0.1	0.04	0.107703	53	0.08	0.04	0.089443
54	0.01	0.07	0.070711	54	0	0.01	0.01
55	0.09	0.13	0.158114	55	0.13	0.07	0.147648
56	0.15	0.1	0.180278	56	0.07	0.05	0.086023
57	0.05	0.09	0.102956	57	0.09	0.12	0.15
58	0.03	0.07	0.076158	58	0.05	0.09	0.102956
59	0.03	0.12	0.123693	59	0.12	0.11	0.162788
60	0.09	0.12	0.15	60	0.11	0.02	0.111803
61	0.07	0.14	0.156525	61	0.11	0.11	0.155563
62	0.03	0.1	0.104403	62	0.12	0.08	0.144222
63	0.07	0.16	0.174642	63	0.11	0.07	0.130384
64	0.01	0.05	0.05099	64	0.03	0	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(v) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 43-44 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0.01	0.01
2	0.03	0.1	0.104403	2	0.02	0.02	0.028284
3	0.08	0.08	0.113137	3	0.08	0.05	0.09434
4	0.08	0.12	0.144222	4	0.01	0.02	0.022361
5	0.07	0.11	0.130384	5	0.01	0.01	0.014142
6	0.06	0.13	0.143178	6	0.05	0.09	0.102956
7	0.04	0.09	0.098489	7	0	0.03	0.03
8	0.06	0.09	0.108167	8	0.03	0.07	0.076158
9	0.04	0.09	0.098489	9	0.01	0.07	0.070711
10	0.05	0.12	0.13	10	0.04	0.1	0.107703
11	0.09	0.13	0.158114	11	0.02	0.1	0.10198
12	0.07	0.06	0.092195	12	0.01	0.04	0.041231
13	0.07	0.13	0.147648	13	0.02	0.04	0.044721
14	0.1	0.12	0.156205	14	0.01	0.09	0.090554
15	0.04	0.16	0.164924	15	0.06	0.09	0.108167
16	0.01	0.1	0.100499	16	0.06	0.09	0.108167
17	0.02	0.06	0.063246	17	0.12	0.11	0.162788
18	0.14	0.13	0.19105	18	0.01	0.13	0.130384
19	0.04	0.16	0.164924	19	0.02	0.04	0.044721
20	0.18	0.09	0.201246	20	0.05	0.06	0.078102
21	0.06	0.08	0.1	21	0.04	0.1	0.107703
22	0.02	0.12	0.121655	22	0.19	0.15	0.242074
23	0.08	0.11	0.136015	23	0	0.02	0.02
24	0.04	0.17	0.174642	24	0.02	0.04	0.044721
25	0.12	0.14	0.184391	25	0.02	0.11	0.111803
26	0.09	0.11	0.142127	26	0.17	0.07	0.183848
27	0.15	0.11	0.186011	27	0.09	0.16	0.183576
28	0.07	0.08	0.106301	28	0.07	0.09	0.114018
29	0.06	0.08	0.1	29	0.08	0.07	0.106301
30	0.09	0.09	0.127279	30	0.19	0.12	0.224722
31	0.09	0.1	0.134536	31	0.21	0.16	0.264008
32	0.11	0.14	0.178045	32	0.1	0.1	0.141421
33	0.29	0.16	0.33121	33	0.03	0.11	0.114018
34	0.09	0.09	0.127279	34	0.01	0.11	0.110454

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.14	0.09	0.166433	35	0.04	0.11	0.117047
36	0.04	0.06	0.072111	36	0.07	0.16	0.174642
37	0.01	0.11	0.110454	37	0.13	0.13	0.183848
38	0.09	0.11	0.142127	38	0.06	0.1	0.116619
39	0.01	0.12	0.120416	39	0.04	0.1	0.107703
40	0.14	0.08	0.161245	40	0.06	0.11	0.1253
41	0.23	0.16	0.280179	41	0	0.15	0.15
42	0.1	0.1	0.141421	42	0.06	0.06	0.084853
43	0.07	0.09	0.114018	43	0.03	0.06	0.067082
44	0.02	0.1	0.10198	44	0.01	0.06	0.060828
45	0.07	0.15	0.165529	45	0.09	0.06	0.108167
46	0.05	0.13	0.139284	46	0	0.09	0.09
47	0.04	0.07	0.080623	47	0.03	0.09	0.094868
48	0.05	0.1	0.111803	48	0.02	0.06	0.063246
49	0.1	0.14	0.172047	49	0.03	0.08	0.08544
50	0.02	0.05	0.053852	50	0.03	0.01	0.031623
51	0.03	0.12	0.123693	51	0.02	0.11	0.111803
52	0.13	0.13	0.183848	52	0.08	0.05	0.09434
53	0.06	0.08	0.1	53	0.02	0.06	0.063246
54	0.02	0.09	0.092195	54	0.13	0.05	0.139284
55	0.06	0.11	0.1253	55	0.01	0.12	0.120416
56	0.02	0.06	0.063246	56	0.03	0.12	0.123693
57	0.03	0.11	0.114018	57	0.03	0.11	0.114018
58	0.04	0.11	0.117047	58	0.01	0.11	0.110454
59	0.06	0.14	0.152315	59	0.03	0.1	0.104403
60	0.1	0.12	0.156205	60	0.03	0.14	0.143178
61	0.08	0.13	0.152643	61	0.08	0.12	0.144222
62	0.01	0.08	0.080623	62	0.03	0.11	0.114018
63	0.04	0.08	0.089443	63	0.05	0.08	0.09434
64	0	0.08	0.08	64	0.09	0.04	0.098489

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(w) ทดลองโดยการใช้อุปกรณ์ โดยใช้อัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 45-46 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.01	0	0.01	1	0	0	0
2	0.01	0.05	0.05099	2	0.03	0.07	0.076158
3	0.02	0.07	0.072801	3	0.01	0.09	0.090554
4	0.01	0.01	0.014142	4	0.01	0.04	0.041231
5	0.01	0.05	0.05099	5	0.04	0.07	0.080623
6	0.03	0.08	0.08544	6	0.05	0.08	0.09434
7	0.04	0.05	0.064031	7	0.03	0.06	0.067082
8	0.04	0.01	0.041231	8	0.03	0.1	0.104403
9	0.07	0.02	0.072801	9	0.05	0.09	0.102956
10	0.06	0.03	0.067082	10	0.04	0.06	0.072111
11	0	0.06	0.06	11	0.07	0.1	0.122066
12	0.02	0.04	0.044721	12	0	0	0
13	0.04	0.03	0.05	13	0.09	0.07	0.114018
14	0.05	0.05	0.070711	14	0.14	0.14	0.19799
15	0.03	0.1	0.104403	15	0.02	0.07	0.072801
16	0.02	0.03	0.036056	16	0.02	0.06	0.063246
17	0.03	0.09	0.094868	17	0.12	0.11	0.162788
18	0.13	0.01	0.130384	18	0.03	0.11	0.114018
19	0.1	0.02	0.10198	19	0.06	0.1	0.116619
20	0.01	0.11	0.110454	20	0	0.06	0.06
21	0.07	0.01	0.070711	21	0.09	0.11	0.142127
22	0.07	0.04	0.080623	22	0.1	0.05	0.111803
23	0.04	0.06	0.072111	23	0.11	0.05	0.12083
24	0.05	0.08	0.09434	24	0.04	0.08	0.089443
25	0.11	0.06	0.1253	25	0.12	0.09	0.15
26	0.04	0.08	0.089443	26	0.03	0.07	0.076158
27	0.12	0.05	0.13	27	0.16	0.08	0.178885
28	0.03	0.07	0.076158	28	0.07	0.07	0.098995
29	0.05	0.02	0.053852	29	0.15	0.14	0.205183
30	0.01	0.05	0.05099	30	0.14	0.07	0.156525
31	0.08	0.11	0.136015	31	0.14	0.08	0.161245
32	0.15	0.09	0.174929	32	0.16	0.07	0.174642
33	0.06	0.06	0.084853	33	0.02	0.1	0.10198
34	0.06	0.04	0.072111	34	0.03	0.07	0.076158

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.02	0.05	0.053852	35	0.02	0.16	0.161245
36	0.06	0.11	0.1253	36	0.06	0.12	0.134164
37	0.02	0.08	0.082462	37	0.07	0.14	0.156525
38	0.06	0.12	0.134164	38	0.08	0.18	0.196977
39	0.05	0.08	0.09434	39	0.02	0.12	0.121655
40	0.03	0.03	0.042426	40	0.04	0.11	0.117047
41	0	0.02	0.02	41	0.09	0.12	0.15
42	0.02	0.07	0.072801	42	0.04	0.08	0.089443
43	0.04	0.06	0.072111	43	0.09	0.11	0.142127
44	0.01	0.06	0.060828	44	0.04	0.04	0.056569
45	0.02	0.03	0.036056	45	0	0.02	0.02
46	0.05	0.07	0.086023	46	0.04	0.11	0.117047
47	0.01	0.04	0.041231	47	0.12	0.1	0.156205
48	0.1	0.03	0.104403	48	0.03	0.08	0.08544
49	0.08	0.07	0.106301	49	0.1	0.08	0.128062
50	0.03	0.06	0.067082	50	0.01	0.04	0.041231
51	0	0.08	0.08	51	0.02	0.09	0.092195
52	0.13	0.07	0.147648	52	0.14	0.07	0.156525
53	0.02	0.01	0.022361	53	0.06	0.07	0.092195
54	0.04	0.04	0.056569	54	0.05	0.05	0.070711
55	0.02	0.05	0.053852	55	0	0.12	0.12
56	0.06	0.07	0.092195	56	0.06	0.09	0.108167
57	0.02	0.06	0.063246	57	0.07	0.08	0.106301
58	0.03	0.08	0.08544	58	0.03	0.02	0.036056
59	0.03	0.09	0.094868	59	0.09	0.09	0.127279
60	0.08	0.05	0.09434	60	0.02	0.05	0.053852
61	0.04	0.07	0.080623	61	0.05	0.07	0.086023
62	0.01	0.05	0.05099	62	0.05	0.05	0.070711
63	0.04	0.07	0.080623	63	0.07	0.04	0.080623
64	0.02	0.08	0.082462	64	0.02	0.1	0.10198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(x) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 47-48เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.11	0.07	0.130384	2	0.08	0.11	0.136015
3	0.13	0.12	0.176918	3	0.13	0.12	0.176918
4	0.07	0.06	0.092195	4	0.02	0.04	0.044721
5	0.1	0.09	0.134536	5	0.04	0.1	0.107703
6	0.13	0.09	0.158114	6	0.06	0.1	0.116619
7	0.12	0.08	0.144222	7	0.05	0.11	0.12083
8	0.12	0.06	0.134164	8	0.03	0.02	0.036056
9	0.12	0.09	0.15	9	0.07	0.07	0.098995
10	0.04	0.04	0.056569	10	0.04	0.08	0.089443
11	0.11	0.14	0.178045	11	0.08	0.09	0.120416
12	0.13	0.08	0.152643	12	0.04	0.03	0.05
13	0.17	0.1	0.197231	13	0.02	0.05	0.053852
14	0.22	0.12	0.250599	14	0.09	0.11	0.142127
15	0.06	0.14	0.152315	15	0.07	0.06	0.092195
16	0.09	0.05	0.102956	16	0.06	0.07	0.092195
17	0.16	0.12	0.2	17	0.07	0.13	0.147648
18	0.05	0.12	0.13	18	0.01	0.07	0.070711
19	0.07	0.07	0.098995	19	0.09	0.15	0.174929
20	0.07	0.04	0.080623	20	0.06	0.07	0.092195
21	0.11	0.11	0.155563	21	0.04	0.11	0.117047
22	0.13	0.08	0.152643	22	0.08	0.07	0.106301
23	0.11	0.06	0.1253	23	0.07	0.1	0.122066
24	0.06	0.08	0.1	24	0	0.14	0.14
25	0.19	0.11	0.219545	25	0.08	0.1	0.128062
26	0.03	0.15	0.152971	26	0.05	0.12	0.13
27	0.23	0.14	0.269258	27	0.21	0.11	0.237065
28	0.07	0.1	0.122066	28	0.06	0.09	0.108167
29	0.22	0.16	0.272029	29	0.15	0.09	0.174929
30	0.16	0.13	0.206155	30	0.13	0.14	0.19105
31	0.2	0.16	0.256125	31	0.13	0.1	0.164012
32	0.28	0.15	0.317648	32	0.12	0.04	0.126491
33	0.19	0.11	0.219545	33	0.08	0.1	0.128062
34	0.08	0.12	0.144222	34	0.08	0.11	0.136015

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.11	0.15	0.186011	35	0.02	0.05	0.053852
36	0.11	0.08	0.136015	36	0.08	0.12	0.144222
37	0.14	0.13	0.19105	37	0.08	0.1	0.128062
38	0.12	0.14	0.184391	38	0.06	0.07	0.092195
39	0.14	0.12	0.184391	39	0.03	0.09	0.094868
40	0.15	0.16	0.219317	40	0.03	0.11	0.114018
41	0.03	0.1	0.104403	41	0.02	0.1	0.10198
42	0.11	0.12	0.162788	42	0.05	0.07	0.086023
43	0.06	0.02	0.063246	43	0.07	0.14	0.156525
44	0.11	0.11	0.155563	44	0.03	0.09	0.094868
45	0.16	0.09	0.183576	45	0.08	0.14	0.161245
46	0.14	0.11	0.178045	46	0.1	0.13	0.164012
47	0.08	0.1	0.128062	47	0.03	0.07	0.076158
48	0.1	0.14	0.172047	48	0.03	0.09	0.094868
49	0.07	0.07	0.098995	49	0.01	0.05	0.05099
50	0.05	0.11	0.12083	50	0.02	0.03	0.036056
51	0.08	0.13	0.152643	51	0.07	0.11	0.130384
52	0.14	0.1	0.172047	52	0.16	0.08	0.178885
53	0.01	0.04	0.041231	53	0.06	0.06	0.084853
54	0.02	0.14	0.141421	54	0.02	0.11	0.111803
55	0.14	0.14	0.19799	55	0.08	0.13	0.152643
56	0.13	0.1	0.164012	56	0.19	0.14	0.236008
57	0.08	0.07	0.106301	57	0.11	0.08	0.136015
58	0.14	0.16	0.212603	58	0.04	0.1	0.107703
59	0.09	0.11	0.142127	59	0.02	0.06	0.063246
60	0.2	0.16	0.256125	60	0.02	0.01	0.022361
61	0.14	0.16	0.212603	61	0.07	0.12	0.138924
62	0.17	0.15	0.226716	62	0.09	0.1	0.134536
63	0.14	0.16	0.212603	63	0.08	0.12	0.144222
64	0.13	0.15	0.198494	64	0.06	0.12	0.134164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(y) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 49-50 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0.01	0	0.01
2	0.06	0.07	0.092195	2	0.08	0.08	0.113137
3	0.02	0	0.02	3	0.02	0.03	0.036056
4	0.02	0.03	0.036056	4	0.01	0.05	0.05099
5	0	0.02	0.02	5	0.01	0.07	0.070711
6	0	0	0	6	0	0.04	0.04
7	0.04	0.05	0.064031	7	0.03	0.08	0.08544
8	0.05	0.04	0.064031	8	0.06	0.05	0.078102
9	0.04	0.01	0.041231	9	0.09	0.08	0.120416
10	0.02	0.08	0.082462	10	0.1	0.07	0.122066
11	0.04	0.07	0.080623	11	0.12	0.1	0.156205
12	0.03	0.05	0.05831	12	0.08	0.13	0.152643
13	0.04	0.04	0.056569	13	0.01	0.07	0.070711
14	0.1	0.07	0.122066	14	0.11	0.1	0.148661
15	0.02	0.07	0.072801	15	0.08	0.07	0.106301
16	0.03	0.03	0.042426	16	0.07	0.09	0.114018
17	0.08	0.08	0.113137	17	0.08	0.06	0.1
18	0.03	0.1	0.104403	18	0.09	0.08	0.120416
19	0.02	0.01	0.022361	19	0.01	0.06	0.060828
20	0.05	0.03	0.05831	20	0.07	0.07	0.098995
21	0.03	0.03	0.042426	21	0.08	0.11	0.136015
22	0.09	0.08	0.120416	22	0.06	0.12	0.134164
23	0.04	0.07	0.080623	23	0.02	0.02	0.028284
24	0	0.01	0.01	24	0.12	0.11	0.162788
25	0.05	0.07	0.086023	25	0.11	0.05	0.12083
26	0	0.11	0.11	26	0.11	0.11	0.155563
27	0.17	0.08	0.187883	27	0.05	0.13	0.139284
28	0.03	0.04	0.05	28	0.06	0.12	0.134164
29	0.13	0.12	0.176918	29	0.09	0.11	0.142127
30	0.13	0.09	0.158114	30	0.15	0.13	0.198494
31	0.08	0.08	0.113137	31	0.11	0.14	0.178045
32	0.09	0.05	0.102956	32	0.07	0.1	0.122066
33	0.07	0.07	0.098995	33	0.06	0.09	0.108167
34	0.01	0.03	0.031623	34	0.06	0.1	0.116619

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0	0.1	0.1	35	0.06	0.12	0.134164
36	0.07	0.02	0.072801	36	0.06	0.11	0.1253
37	0.02	0.04	0.044721	37	0.04	0.12	0.126491
38	0.04	0.07	0.080623	38	0.03	0.07	0.076158
39	0.08	0.05	0.09434	39	0.09	0.01	0.090554
40	0.06	0.12	0.134164	40	0.04	0.02	0.044721
41	0.06	0.1	0.116619	41	0.04	0.09	0.098489
42	0.03	0.11	0.114018	42	0.06	0.09	0.108167
43	0.01	0.1	0.100499	43	0.03	0.08	0.08544
44	0.03	0.07	0.076158	44	0.01	0.08	0.080623
45	0.03	0.05	0.05831	45	0.13	0.14	0.19105
46	0.06	0.07	0.092195	46	0.06	0.1	0.116619
47	0.05	0.11	0.12083	47	0.05	0.11	0.12083
48	0.04	0.05	0.064031	48	0.01	0.07	0.070711
49	0.03	0.08	0.08544	49	0.07	0.11	0.130384
50	0.02	0.06	0.063246	50	0.03	0.05	0.05831
51	0.01	0.07	0.070711	51	0	0.06	0.06
52	0.08	0.09	0.120416	52	0.11	0.09	0.142127
53	0.03	0.06	0.067082	53	0.02	0.12	0.121655
54	0.01	0.07	0.070711	54	0.02	0.12	0.121655
55	0.08	0.11	0.136015	55	0.06	0.15	0.161555
56	0.06	0.05	0.078102	56	0.06	0.06	0.084853
57	0.01	0.03	0.031623	57	0.03	0.09	0.094868
58	0.03	0.03	0.042426	58	0.05	0.13	0.139284
59	0.05	0.07	0.086023	59	0.03	0.05	0.05831
60	0.05	0.1	0.111803	60	0.01	0.06	0.060828
61	0.03	0.1	0.104403	61	0.06	0.09	0.108167
62	0	0.06	0.06	62	0.02	0.11	0.111803
63	0.04	0.09	0.098489	63	0.03	0.11	0.114018
64	0.05	0.08	0.09434	64	0.03	0.09	0.094868

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(z) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 51-52 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.02	0.04	0.044721	2	0.02	0.04	0.044721
3	0.05	0.07	0.086023	3	0	0.01	0.01
4	0	0.06	0.06	4	0.02	0.01	0.022361
5	0.03	0.05	0.05831	5	0.06	0.05	0.078102
6	0.01	0.05	0.05099	6	0.02	0.04	0.044721
7	0.01	0.06	0.060828	7	0.03	0.07	0.076158
8	0.03	0.06	0.067082	8	0.01	0.04	0.041231
9	0.05	0.06	0.078102	9	0.01	0.04	0.041231
10	0.02	0.01	0.022361	10	0.03	0.02	0.036056
11	0.04	0.04	0.056569	11	0.08	0.07	0.106301
12	0.04	0.05	0.064031	12	0.13	0.02	0.131529
13	0.03	0.11	0.114018	13	0.08	0.01	0.080623
14	0.02	0.07	0.072801	14	0	0.04	0.04
15	0.02	0.08	0.082462	15	0.01	0.06	0.060828
16	0.01	0.07	0.070711	16	0.05	0.05	0.070711
17	0.01	0.09	0.090554	17	0.01	0.05	0.05099
18	0.02	0.02	0.028284	18	0.05	0.03	0.05831
19	0.05	0.09	0.102956	19	0.09	0.07	0.114018
20	0.05	0.07	0.086023	20	0.07	0.06	0.092195
21	0.02	0.06	0.063246	21	0.03	0.1	0.104403
22	0.04	0.09	0.098489	22	0.13	0.05	0.139284
23	0	0.04	0.04	23	0.1	0.06	0.116619
24	0.13	0.11	0.170294	24	0.15	0.06	0.161555
25	0.07	0.08	0.106301	25	0.13	0.03	0.133417
26	0.04	0.06	0.072111	26	0.03	0.07	0.076158
27	0.01	0.08	0.080623	27	0.04	0.05	0.064031
28	0.09	0.14	0.166433	28	0.05	0.06	0.078102
29	0.12	0.1	0.156205	29	0.04	0.02	0.044721
30	0.07	0.07	0.098995	30	0.06	0.02	0.063246
31	0.11	0.12	0.162788	31	0.01	0.05	0.05099
32	0.05	0.11	0.12083	32	0.03	0.03	0.042426
33	0.1	0.13	0.164012	33	0.11	0.05	0.12083
34	0.04	0.1	0.107703	34	0.06	0.07	0.092195

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.07	0.09	0.114018	35	0	0.04	0.04
36	0.04	0.08	0.089443	36	0.07	0.01	0.070711
37	0.01	0.08	0.080623	37	0.01	0.03	0.031623
38	0.01	0.09	0.090554	38	0.04	0.03	0.05
39	0.1	0.08	0.128062	39	0.01	0.04	0.041231
40	0.1	0.09	0.134536	40	0.04	0.01	0.041231
41	0.03	0.11	0.114018	41	0.04	0.02	0.044721
42	0.07	0.04	0.080623	42	0.04	0.02	0.044721
43	0.05	0.1	0.111803	43	0	0.03	0.03
44	0	0.08	0.08	44	0.03	0.03	0.042426
45	0.08	0.07	0.106301	45	0.01	0.07	0.070711
46	0	0.08	0.08	46	0.03	0.06	0.067082
47	0.01	0.08	0.080623	47	0.04	0.01	0.041231
48	0.06	0.1	0.116619	48	0.01	0.03	0.031623
49	0.06	0.11	0.1253	49	0.02	0.02	0.028284
50	0.05	0.11	0.12083	50	0.03	0.06	0.067082
51	0.01	0.12	0.120416	51	0.05	0.03	0.05831
52	0.04	0.06	0.072111	52	0.02	0.05	0.053852
53	0.01	0.05	0.05099	53	0	0.06	0.06
54	0	0.08	0.08	54	0.01	0.05	0.05099
55	0.07	0.13	0.147648	55	0.01	0.05	0.05099
56	0.02	0.02	0.028284	56	0.04	0.06	0.072111
57	0.05	0.05	0.070711	57	0.01	0.05	0.05099
58	0.04	0.12	0.126491	58	0.03	0.01	0.031623
59	0.04	0.1	0.107703	59	0.07	0.04	0.080623
60	0.01	0.06	0.060828	60	0.08	0.05	0.09434
61	0.07	0.12	0.138924	61	0.06	0.06	0.084853
62	0.03	0.04	0.05	62	0.04	0.07	0.080623
63	0	0.06	0.06	63	0	0.06	0.06
64	0.04	0.04	0.056569	64	0.02	0.04	0.044721

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(aa) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 53-54 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.07	0.04	0.080623	2	0.02	0.01	0.022361
3	0.03	0.08	0.08544	3	0.04	0.07	0.080623
4	0.04	0.05	0.064031	4	0.05	0.04	0.064031
5	0.06	0.01	0.060828	5	0	0.07	0.07
6	0.04	0.02	0.044721	6	0.03	0.08	0.08544
7	0.03	0.04	0.05	7	0.06	0.08	0.1
8	0	0.04	0.04	8	0.02	0.04	0.044721
9	0.03	0.07	0.076158	9	0.04	0.04	0.056569
10	0.05	0.01	0.05099	10	0.03	0.03	0.042426
11	0.05	0.06	0.078102	11	0.06	0.05	0.078102
12	0.04	0.1	0.107703	12	0.04	0.03	0.05
13	0.09	0.09	0.127279	13	0.11	0.06	0.1253
14	0.01	0.04	0.041231	14	0.03	0.06	0.067082
15	0.01	0.05	0.05099	15	0.03	0.1	0.104403
16	0.01	0.03	0.031623	16	0.07	0.1	0.122066
17	0	0.08	0.08	17	0.05	0.01	0.05099
18	0.07	0.03	0.076158	18	0.09	0.05	0.102956
19	0.09	0.1	0.134536	19	0.04	0.1	0.107703
20	0.05	0.08	0.09434	20	0.04	0.02	0.044721
21	0.03	0.13	0.133417	21	0	0.07	0.07
22	0.12	0.05	0.13	22	0.11	0.11	0.155563
23	0.13	0.13	0.183848	23	0.17	0.11	0.202485
24	0.17	0.07	0.183848	24	0.15	0.09	0.174929
25	0.09	0.08	0.120416	25	0.12	0.06	0.134164
26	0.05	0.08	0.09434	26	0.04	0.03	0.05
27	0.08	0.09	0.120416	27	0.04	0.08	0.089443
28	0.04	0.1	0.107703	28	0.01	0.04	0.041231
29	0.05	0.09	0.102956	29	0.06	0.09	0.108167
30	0.08	0.03	0.08544	30	0.06	0.01	0.060828
31	0	0.05	0.05	31	0.01	0.08	0.080623
32	0.06	0.03	0.067082	32	0.02	0.04	0.044721
33	0.09	0.07	0.114018	33	0.12	0.07	0.138924
34	0.04	0.09	0.098489	34	0.09	0.08	0.120416

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0	0.07	0.07	35	0.03	0.1	0.104403
36	0.01	0.06	0.060828	36	0.02	0.09	0.092195
37	0.05	0.03	0.05831	37	0.01	0.1	0.100499
38	0.05	0.06	0.078102	38	0.13	0.08	0.152643
39	0.04	0.07	0.080623	39	0.06	0.07	0.092195
40	0.03	0.03	0.042426	40	0.03	0.04	0.05
41	0.01	0.07	0.070711	41	0.02	0.09	0.092195
42	0	0.08	0.08	42	0.01	0.08	0.080623
43	0.03	0.06	0.067082	43	0.04	0.11	0.117047
44	0.08	0.06	0.1	44	0.07	0.08	0.106301
45	0.01	0.07	0.070711	45	0.12	0.05	0.13
46	0.01	0.09	0.090554	46	0.07	0.09	0.114018
47	0.01	0	0.01	47	0.08	0.06	0.1
48	0	0.07	0.07	48	0.02	0.06	0.063246
49	0.04	0.09	0.098489	49	0.05	0.07	0.086023
50	0.07	0.08	0.106301	50	0.05	0.07	0.086023
51	0.05	0	0.05	51	0.03	0.02	0.036056
52	0.02	0.08	0.082462	52	0.02	0.07	0.072801
53	0.02	0.08	0.082462	53	0.02	0.1	0.10198
54	0.02	0.07	0.072801	54	0.02	0.05	0.053852
55	0.02	0.1	0.10198	55	0.04	0.12	0.126491
56	0.02	0.09	0.092195	56	0	0.04	0.04
57	0.02	0.03	0.036056	57	0.09	0.01	0.090554
58	0.03	0.09	0.094868	58	0.02	0.07	0.072801
59	0.01	0.03	0.031623	59	0.01	0.02	0.022361
60	0.06	0.07	0.092195	60	0.09	0.09	0.127279
61	0.09	0.12	0.15	61	0.05	0.13	0.139284
62	0.06	0.1	0.116619	62	0.02	0.04	0.044721
63	0.03	0.1	0.104403	63	0.1	0.04	0.107703
64	0.04	0.07	0.080623	64	0.01	0.02	0.022361

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(ab) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 55-56 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0.02	0.02	1	0	0.01	0.01
2	0.08	0.11	0.136015	2	0.07	0.06	0.092195
3	0.05	0.1	0.111803	3	0.05	0.08	0.09434
4	0.04	0.1	0.107703	4	0.07	0.06	0.092195
5	0.07	0.09	0.114018	5	0.08	0.09	0.120416
6	0.09	0.06	0.108167	6	0.01	0.02	0.022361
7	0.02	0.11	0.111803	7	0.07	0.01	0.070711
8	0.04	0.09	0.098489	8	0.02	0.04	0.044721
9	0.04	0.06	0.072111	9	0	0.08	0.08
10	0.06	0.09	0.108167	10	0.05	0.03	0.05831
11	0.09	0.07	0.114018	11	0.04	0.06	0.072111
12	0.04	0.06	0.072111	12	0.03	0.03	0.042426
13	0.15	0.07	0.165529	13	0.13	0.04	0.136015
14	0	0.11	0.11	14	0.02	0.07	0.072801
15	0.03	0.1	0.104403	15	0.02	0.04	0.044721
16	0.05	0.02	0.053852	16	0.04	0.08	0.089443
17	0.01	0.13	0.130384	17	0.01	0.09	0.090554
18	0.1	0.07	0.122066	18	0.05	0.06	0.078102
19	0.01	0.13	0.130384	19	0.14	0.03	0.143178
20	0.1	0.12	0.156205	20	0.08	0.09	0.120416
21	0.02	0.12	0.121655	21	0.09	0.05	0.102956
22	0.13	0.12	0.176918	22	0.17	0.12	0.208087
23	0.12	0.13	0.176918	23	0.15	0.13	0.198494
24	0.19	0.12	0.224722	24	0.01	0.03	0.031623
25	0.1	0.03	0.104403	25	0.1	0.08	0.128062
26	0.08	0.12	0.144222	26	0.03	0.07	0.076158
27	0.1	0.1	0.141421	27	0.03	0.08	0.08544
28	0.07	0.12	0.138924	28	0.01	0.05	0.05099
29	0.09	0.13	0.158114	29	0.11	0.1	0.148661
30	0.11	0.11	0.155563	30	0.06	0.08	0.1
31	0.09	0.11	0.142127	31	0.03	0.09	0.094868
32	0.05	0.07	0.086023	32	0.03	0.07	0.076158
33	0.16	0.14	0.212603	33	0.08	0.07	0.106301
34	0.14	0.13	0.19105	34	0.02	0.03	0.036056

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.07	0.12	0.138924	35	0.05	0.1	0.111803
36	0	0.13	0.13	36	0	0.07	0.07
37	0.06	0.12	0.134164	37	0.06	0.11	0.1253
38	0.03	0.09	0.094868	38	0.01	0.04	0.041231
39	0.1	0.12	0.156205	39	0.08	0.1	0.128062
40	0.09	0.12	0.15	40	0.06	0.08	0.1
41	0.04	0.06	0.072111	41	0.08	0.01	0.080623
42	0.09	0.11	0.142127	42	0.06	0.09	0.108167
43	0.12	0.13	0.176918	43	0.08	0.09	0.120416
44	0	0.03	0.03	44	0.08	0.05	0.09434
45	0.01	0.09	0.090554	45	0.1	0	0.1
46	0.11	0.15	0.186011	46	0.06	0.14	0.152315
47	0.1	0.09	0.134536	47	0.03	0.04	0.05
48	0.02	0.02	0.028284	48	0.05	0.08	0.09434
49	0.02	0.13	0.131529	49	0.01	0.08	0.080623
50	0.12	0.11	0.162788	50	0.04	0.09	0.098489
51	0.1	0.1	0.141421	51	0.07	0.11	0.130384
52	0.01	0.01	0.014142	52	0.07	0	0.07
53	0.03	0.02	0.036056	53	0.03	0.06	0.067082
54	0.07	0.13	0.147648	54	0.03	0.09	0.094868
55	0.03	0.09	0.094868	55	0.01	0.08	0.080623
56	0.01	0.09	0.090554	56	0.05	0.08	0.09434
57	0.06	0.08	0.1	57	0.05	0.08	0.09434
58	0.05	0.12	0.13	58	0.07	0.07	0.098995
59	0.1	0.14	0.172047	59	0.07	0.08	0.106301
60	0.04	0.04	0.056569	60	0.07	0.11	0.130384
61	0.09	0.13	0.158114	61	0.07	0.08	0.106301
62	0.09	0.13	0.158114	62	0.04	0.08	0.089443
63	0.01	0.05	0.05099	63	0.03	0.07	0.076158
64	0.05	0.08	0.09434	64	0.09	0.02	0.092195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(ac) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 57-58 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.005	0.071	0.071176	1	0.057	0.028	0.063506
2	0.018	0.04	0.043863	2	0.01	0.043	0.044147
3	0.093	0.026	0.096566	3	0.055	0.044	0.070434
4	0.07	0.043	0.082152	4	0.052	0.02	0.055714
5	0.035	0.034	0.048795	5	0.039	0.011	0.040522
6	0.01	0.016	0.018868	6	0.009	0.049	0.04982
7	0.059	0.068	0.090028	7	0.053	0.039	0.065803
8	0.028	0.035	0.044822	8	0.042	0.015	0.044598
9	0.089	0.246	0.261605	9	0.052	0.069	0.0864
10	0.007	0.039	0.039623	10	0.039	0.067	0.077524
11	0.134	0.071	0.151648	11	0.026	0.065	0.070007
12	0.058	0.016	0.060166	12	0.013	0.063	0.064327
13	0.045	0.152	0.158521	13	0.013	0.061	0.06237
14	0.119	0.066	0.136077	14	0.013	0.059	0.060415
15	0.04	0.007	0.040608	15	0.026	0.057	0.06265
16	0.075	0.066	0.099905	16	0.039	0.055	0.067424
17	0.059	0.087	0.105119	17	0.052	0.053	0.07425
18	0.071	0.018	0.073246	18	0.065	0.051	0.08262
19	0.012	0.096	0.096747	19	0.809	0.085	0.813453
20	0.01	0.045	0.046098	20	0.608	0.096	0.615532
21	0.057	0.028	0.063506	21	0.407	0.107	0.42083
22	0.01	0.043	0.044147	22	0.206	0.082	0.221721
23	0.055	0.044	0.070434	23	0.005	0.071	0.071176
24	0.052	0.02	0.055714	24	0.018	0.04	0.043863
25	0.039	0.011	0.040522	25	0.093	0.626	0.63287
26	0.009	0.049	0.04982	26	0.07	0.043	0.082152
27	0.053	0.039	0.065803	27	0.035	0.034	0.048795
28	0.042	0.015	0.044598	28	0.01	0.016	0.018868
29	0.052	0.069	0.0864	29	0.059	0.068	0.090028
30	0.039	0.067	0.077524	30	0.028	0.035	0.044822
31	0.073	0.076	0.10538	31	0.089	0.046	0.100185
32	0.038	0.089	0.096773	32	0.007	0.039	0.039623
33	0.048	0.079	0.092439	33	0.134	0.071	0.151648
34	0.047	0.052	0.070093	34	0.058	0.016	0.060166

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.005	0.091	0.091137	35	0.045	0.152	0.158521
36	0.039	0.059	0.070725	36	0.119	0.266	0.291405
37	0.027	0.08	0.084433	37	0.04	0.007	0.040608
38	0.008	0.001	0.008062	38	0.075	0.066	0.099905
39	0.03	0.02	0.036056	39	0.059	0.087	0.105119
40	0	0.018	0.018	40	0.071	0.018	0.073246
41	0.03	0.048	0.056604	41	0.012	0.096	0.096747
42	0.025	0.009	0.026571	42	0.01	0.045	0.046098
43	0.102	0.014	0.102956	43	0.057	0.028	0.063506
44	0.036	0.175	0.178664	44	0.01	0.043	0.044147
45	0.072	0.029	0.077621	45	0.055	0.044	0.070434
46	0.079	0.186	0.202082	46	0.052	0.02	0.055714
47	0.129	0.07	0.146769	47	0.039	0.011	0.040522
48	0.198	0.166	0.25838	48	0.073	0.076	0.10538
49	0.111	0.191	0.220912	49	0.038	0.089	0.096773
50	0.024	0.091	0.094112	50	0.048	0.079	0.092439
51	0.134	0.086	0.159223	51	0.047	0.052	0.070093
52	0.424	0.096	0.434732	52	0.005	0.091	0.091137
53	0.109	0.079	0.134618	53	0.039	0.059	0.070725
54	0.085	0.038	0.093107	54	0.027	0.08	0.084433
55	0.125	0.098	0.158836	55	0.008	0.001	0.008062
56	0.202	0.082	0.218009	56	0.03	0.02	0.036056
57	0.016	0.066	0.067912	57	0.052	0.039	0.065
58	0.197	0.032	0.199582	58	0.074	0.058	0.094021
59	0.102	0.35	0.36456	59	0.096	0.077	0.123065
60	0.018	0.008	0.019698	60	0.118	0.096	0.152118
61	0.138	0.066	0.152971	61	0.14	0.015	0.140801
62	0.258	0.024	0.259114	62	0.162	0.034	0.165529
63	0.378	0.003	0.378012	63	0.184	0.053	0.191481
64	0.498	0.053	0.500812	64	0.206	0.072	0.21822

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(ad) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 59-60 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.08	0.05	0.09434	1	0.15	0.15	0.212132
2	0.2	0.06	0.208806	2	0.06	0.06	0.084853
3	0.95	0.05	0.951315	3	0.09	0.09	0.127279
4	0.02	0.03	0.036056	4	0.13	0.13	0.183848
5	0.02	0.07	0.072801	5	0.05	0.05	0.070711
6	0.06	0.04	0.072111	6	0.06	0.06	0.084853
7	0.08	0.06	0.1	7	0.09	0.09	0.127279
8	0.09	0.07	0.114018	8	0.11	0.11	0.155563
9	0.15	0.03	0.152971	9	0.11	0.11	0.155563
10	1.01	0.09	1.014002	10	0.09	0.09	0.127279
11	0.093	0.026	0.096566	11	0.14	0.14	0.19799
12	0.07	0.043	0.082152	12	0.13	0.13	0.183848
13	0.035	0.034	0.048795	13	0.07	0.07	0.098995
14	0.01	0.016	0.018868	14	0.09	0.09	0.127279
15	0.059	0.068	0.090028	15	0.05	0.05	0.070711
16	0.028	0.235	0.236662	16	0.03	0.03	0.042426
17	0.089	0.246	0.261605	17	0.11	0.11	0.155563
18	0.007	0.039	0.039623	18	0.08	0.08	0.113137
19	0.134	0.071	0.151648	19	0.06	0.06	0.084853
20	0.058	0.016	0.060166	20	0.11	0.11	0.155563
21	0.045	0.052	0.068768	21	0	0	0
22	0.022	0.038	0.043909	22	0.07	0.07	0.098995
23	0.067	0.001	0.067007	23	0	0	0
24	0.106	0.022	0.108259	24	0.03	0.03	0.042426
25	0.107	0.037	0.113217	25	0.02	0.02	0.028284
26	0.027	0.025	0.036797	26	0	0	0
27	0.071	0.029	0.076694	27	0.05	0.05	0.070711
28	0.068	0.073	0.099765	28	0.04	0.04	0.056569
29	0.097	0.025	0.10017	29	0.01	0.01	0.014142
30	0.137	0.038	0.142172	30	0.08	0.08	0.113137
31	0.107	0.004	0.107075	31	0.07	0.07	0.098995
32	0.136	0.03	0.13927	32	0.05	0.05	0.070711
33	0.02	0.03	0.036056	33	0.04	0.04	0.056569
34	0.19	0.03	0.192354	34	0.07	0.07	0.098995

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.04	0.09	0.098489	35	0.07	0.07	0.098995
36	0.12	0.19	0.224722	36	0.13	0.13	0.183848
37	0.19	0.27	0.330151	37	0.07	0.07	0.098995
38	0.57	0.21	0.607454	38	0.09	0.09	0.127279
39	0.59	0	0.59	39	0.05	0.05	0.070711
40	0.2	0.08	0.215407	40	0.03	0.03	0.042426
41	0.16	0.01	0.160312	41	0.11	0.11	0.155563
42	0.17	0.05	0.1772	42	0.08	0.08	0.113137
43	0.14	0.02	0.141421	43	0.06	0.06	0.084853
44	0.21	0	0.21	44	0.11	0.11	0.155563
45	0.03	0.004	0.030265	45	0.13	0.13	0.183848
46	0.028	0.03	0.041037	46	0.14	0.14	0.19799
47	0.05	0.01	0.05099	47	0.08	0.08	0.113137
48	0.084	0.011	0.084717	48	0.1	0.1	0.141421
49	0.034	0.006	0.034525	49	0.12	0.12	0.169706
50	0.024	0.031	0.039205	50	0.09	0.09	0.127279
51	0.034	0.013	0.036401	51	0.08	0.08	0.113137
52	0.021	0.053	0.057009	52	0.02	0.02	0.028284
53	0.072	0.025	0.076217	53	0.09	0.09	0.127279
54	0.03	0.068	0.074324	54	0.05	0.05	0.070711
55	0.063	0.079	0.101045	55	0.07	0.07	0.098995
56	0.113	0.03	0.116914	56	0.05	0.05	0.070711
57	0.044	0.066	0.079322	57	0.04	0.04	0.056569
58	0.025	0.102	0.105019	58	0.1	0.1	0.141421
59	0.094	0.138	0.166973	59	0.05	0.05	0.073539
60	0.076	0.035	0.083672	60	0.05	0.05	0.068654
61	0.057	0.073	0.092617	61	0.05	0.05	0.063768
62	0.061	0.053	0.080808	62	0.04	0.04	0.058883
63	0.018	0.019	0.026173	63	0.04	0.04	0.053997
64	0.096	0.077	0.123065	64	0.03	0.03	0.049112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(ae) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 61-62 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.13	0.13	0.183848	1	0.13	0.13	0.183848
2	0.02	0.02	0.028284	2	0.14	0.14	0.19799
3	0.05	0.05	0.070711	3	0.08	0.08	0.113137
4	0.12	0.12	0.169706	4	0.1	0.1	0.141421
5	0.1	0.1	0.141421	5	0.06	0.06	0.084853
6	0.06	0.06	0.084853	6	0.01	0.01	0.014142
7	0.12	0.12	0.169706	7	0.12	0.12	0.169706
8	0.04	0.04	0.056569	8	0.1	0.1	0.141421
9	0.06	0.06	0.084853	9	0.12	0.12	0.169706
10	0.04	0.04	0.056569	10	0.12	0.12	0.169706
11	0.05	0.05	0.070711	11	0.11	0.11	0.155563
12	0.07	0.07	0.098995	12	0.12	0.12	0.169706
13	0.11	0.11	0.155563	13	0.07	0.07	0.098995
14	0.05	0.05	0.070711	14	0.01	0.01	0.014142
15	0.08	0.08	0.113137	15	0.02	0.02	0.028284
16	0.06	0.06	0.084853	16	0.09	0.09	0.127279
17	0.07	0.07	0.098995	17	0.09	0.09	0.127279
18	0.09	0.09	0.127279	18	0.08	0.08	0.113137
19	0.06	0.06	0.084853	19	0.08	0.08	0.113137
20	0.07	0.07	0.098995	20	0.14	0.14	0.19799
21	0	0	0	21	0.1	0.1	0.141421
22	0.08	0.08	0.113137	22	0.11	0.11	0.155563
23	0.03	0.03	0.042426	23	0.07	0.07	0.098995
24	0.05	0.05	0.070711	24	0.11	0.11	0.155563
25	0.07	0.07	0.098995	25	0.05	0.05	0.070711
26	0.04	0.04	0.056569	26	0.06	0.06	0.084853
27	0.08	0.08	0.113137	27	0.084	0.084	0.118794
28	0.05	0.05	0.070711	28	0.105	0.105	0.148492
29	0.08	0.08	0.113137	29	0.126	0.126	0.178191
30	0.07	0.07	0.098995	30	0.147	0.147	0.207889
31	0.1	0.1	0.141421	31	0.168	0.168	0.237588
32	0.13	0.13	0.183848	32	0.189	0.189	0.267286
33	0.07	0.07	0.098995	33	0.21	0.21	0.296985
34	0.1	0.1	0.141421	34	0.231	0.231	0.326683

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ ใช้ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.07	0.07	0.098995	35	0.084	0.084	0.118794
36	0.07	0.07	0.098995	36	0.397	0.397	0.561443
37	0.11	0.11	0.155563	37	0.04	0.04	0.056569
38	0.05	0.05	0.070711	38	0.1	0.1	0.141421
39	0.08	0.08	0.113137	39	0.11	0.11	0.155563
40	0.06	0.06	0.084853	40	0.05	0.05	0.070711
41	0.07	0.07	0.098995	41	0.12	0.12	0.169706
42	0.09	0.09	0.127279	42	0.1	0.1	0.141421
43	0.06	0.06	0.084853	43	0.07	0.07	0.098995
44	0.07	0.07	0.098995	44	0.09	0.09	0.127279
45	0.11	0.11	0.155563	45	0.11	0.11	0.155563
46	0.05	0.05	0.070711	46	0.1	0.1	0.141421
47	0.03	0.03	0.042426	47	0.08	0.08	0.113137
48	0.03	0.03	0.042426	48	0.07	0.07	0.098995
49	0.14	0.14	0.19799	49	0.1	0.1	0.141421
50	0.1	0.1	0.141421	50	0.07	0.07	0.098995
51	0.07	0.07	0.098995	51	0.16	0.16	0.226274
52	0.16	0.16	0.226274	52	0.12	0.12	0.169706
53	0.11	0.11	0.155563	53	0.14	0.14	0.19799
54	0.16	0.16	0.226274	54	0.18	0.18	0.254558
55	0.16	0.16	0.226274	55	0.12	0.12	0.169706
56	0.15	0.15	0.212132	56	0.11	0.11	0.155563
57	0.16	0.16	0.226274	57	0	0	0
58	0.15	0.15	0.212132	58	0.07	0.07	0.098995
59	0.17	0.17	0.237588	59	0.09	0.09	0.127279
60	0.17	0.17	0.245816	60	0.04	0.04	0.056569
61	0.18	0.18	0.254044	61	0.07	0.07	0.098995
62	0.19	0.19	0.262272	62	0.08	0.08	0.113137
63	0.19	0.19	0.2705	63	0.06	0.06	0.084853
64	0.20	0.20	0.278729	64	0.1	0.1	0.141421

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3(af) ทดลองโดยการใช้อุปกรณ์ โดยใช้อัตถุเป็นรูปสี่เหลี่ยม แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.3

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 63-64 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.11	0.11	0.155563	1	0	0	0
2	0.05	0.05	0.070711	2	0.02	0.02	0.028284
3	0.03	0.03	0.042426	3	0.09	0.09	0.127279
4	0.03	0.03	0.042426	4	0.04	0.04	0.056569
5	0.07	0.07	0.098995	5	0.02	0.02	0.028284
6	0.1	0.1	0.141421	6	0.02	0.02	0.028284
7	0.1	0.1	0.141421	7	0.04	0.04	0.056569
8	0.06	0.06	0.084853	8	0.05	0.05	0.070711
9	0.09	0.09	0.127279	9	0.09	0.09	0.127279
10	0.08	0.08	0.113137	10	0	0	0
11	0.08	0.08	0.113137	11	0.13	0.13	0.183848
12	0.08	0.08	0.113137	12	0.14	0.14	0.19799
13	0.09	0.09	0.127279	13	0.12	0.12	0.169706
14	0.08	0.08	0.113137	14	0.16	0.16	0.226274
15	0.09	0.09	0.127279	15	0.1	0.1	0.141421
16	0.11	0.11	0.155563	16	0.12	0.12	0.169706
17	0.04	0.04	0.056569	17	0.02	0.02	0.028284
18	0.1	0.1	0.141421	18	0.11	0.11	0.155563
19	0.08	0.08	0.113137	19	0.09	0.09	0.127279
20	0.07	0.07	0.098995	20	0.11	0.11	0.155563
21	0.08	0.08	0.113137	21	0.08	0.08	0.113137
22	0.08	0.08	0.113137	22	0.06	0.06	0.084853
23	0.1	0.1	0.141421	23	0.11	0.11	0.155563
24	0.11	0.11	0.155563	24	0.13	0.13	0.183848
25	0.11	0.11	0.155563	25	0.14	0.14	0.19799
26	0.12	0.12	0.169706	26	0.08	0.08	0.113137
27	0.07	0.07	0.098995	27	0.1	0.1	0.141421
28	0.1	0.1	0.141421	28	0.06	0.06	0.084853
29	0.04	0.04	0.056569	29	0	0	0
30	0.03	0.03	0.042426	30	0.07	0.07	0.098995
31	0.05	0.05	0.070711	31	0.09	0.09	0.127279
32	0.06	0.06	0.084853	32	0.04	0.04	0.056569
33	0.1	0.1	0.141421	33	0.07	0.07	0.098995
34	0.03	0.03	0.042426	34	0.08	0.08	0.113137

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.06	0.06	0.084853	35	0.06	0.06	0.084853
36	0.03	0.03	0.042426	36	0.1	0.1	0.141421
37	0.05	0.05	0.070711	37	0	0	0
38	0.07	0.07	0.098995	38	0.11	0.11	0.155563
39	0.03	0.03	0.042426	39	0.11	0.11	0.155563
40	0.1	0.1	0.141421	40	0.11	0.11	0.155563
41	0.02	0.02	0.028284	41	0.02	0.02	0.028284
42	0.04	0.04	0.056569	42	0.09	0.09	0.127279
43	0.07	0.07	0.098995	43	0.09	0.09	0.127279
44	0.05	0.05	0.070711	44	0.11	0.11	0.155563
45	0.12	0.12	0.169706	45	0.006	0.006	0.008485
46	0.1	0.1	0.141421	46	0.003	0.003	0.004243
47	0.16	0.16	0.226274	47	0.009	0.009	0.012728
48	0.15	0.15	0.212132	48	0.01	0.01	0.014142
49	0.11	0.11	0.155563	49	0.037	0.037	0.052326
50	0.12	0.12	0.169706	50	0.038	0.038	0.05374
51	0.15	0.15	0.212132	51	0.029	0.029	0.041012
52	0.08	0.08	0.113137	52	0.13	0.13	0.183848
53	0.13	0.13	0.183848	53	0.1	0.1	0.141421
54	0.14	0.14	0.19799	54	0.09	0.09	0.127279
55	0.12	0.12	0.169706	55	0.07	0.07	0.098995
56	0.16	0.16	0.226274	56	0.12	0.12	0.169706
57	0	0	0	57	0.12	0.12	0.169706
58	0.07	0.07	0.098995	58	0.14	0.14	0.19799
59	0.12	0.12	0.169706	59	0.1	0.1	0.141421
60	0.06	0.06	0.084853	60	0.16	0.16	0.226274
61	0.09	0.09	0.127279	61	0.14	0.14	0.193669
62	0.09	0.09	0.127279	62	0.14	0.14	0.200033
63	0.08	0.08	0.113137	63	0.15	0.15	0.206397
64	0.06	0.06	0.084853	64	0.15	0.15	0.212761

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(a) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 1 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.09	0.08	0.120416	2	0.11	0.05	0.12083
3	0.09	0.03	0.094868	3	0.08	0.06	0.1
4	0.11	0.04	0.117047	4	0.11	0.05	0.12083
5	0.02	0.05	0.053852	5	0.05	0.07	0.086023
6	0.13	0.08	0.152643	6	0.11	0.06	0.1253
7	0.06	0.11	0.1253	7	0.07	0.08	0.106301
8	0.09	0.08	0.120416	8	0.16	0.08	0.178885
9	0.09	0.09	0.127279	9	0.07	0.01	0.070711
10	0.09	0.07	0.114018	10	0.07	0.11	0.130384
11	0.06	0.01	0.060828	11	0.12	0.11	0.162788
12	0.08	0.05	0.09434	12	0.07	0.1	0.122066
13	0.09	0.11	0.142127	13	0.11	0.12	0.162788
14	0.1	0.13	0.164012	14	0.1	0.02	0.10198
15	0.12	0.08	0.144222	15	0.1	0.11	0.148661
16	0.1	0.08	0.128062	16	0.17	0.07	0.183848
17	0.11	0.12	0.162788	17	0.07	0.11	0.130384
18	0.06	0.08	0.1	18	0.12	0.09	0.15
19	0.14	0.12	0.184391	19	0.1	0.06	0.116619
20	0.04	0.14	0.145602	20	0.14	0.02	0.141421
21	0.16	0.14	0.212603	21	0.1	0.09	0.134536
22	0.06	0.05	0.078102	22	0.16	0.02	0.161245
23	0.09	0.13	0.158114	23	0.01	0.09	0.090554
24	0.05	0.14	0.148661	24	0.08	0.14	0.161245
25	0.03	0.04	0.05	25	0.14	0.09	0.166433
26	0.04	0.03	0.05	26	0.02	0.03	0.036056
27	0.17	0.07	0.183848	27	0.13	0.03	0.133417
28	0.15	0.06	0.161555	28	0.25	0.11	0.27313
29	0.13	0.14	0.19105	29	0.16	0.14	0.212603
30	0.14	0.11	0.178045	30	0.11	0.11	0.155563
31	0.18	0.11	0.21095	31	0.01	0.05	0.05099
32	0.09	0.11	0.142127	32	0.11	0.07	0.130384
33	0.11	0.09	0.142127	33	0.06	0.13	0.143178

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
34	0.15	0.11	0.186011	34	0.12	0.09	0.15
35	0.02	0.1	0.10198	35	0.13	0.05	0.139284
36	0.14	0.06	0.152315	36	0.17	0.06	0.180278
37	0.08	0.03	0.08544	37	0.23	0.07	0.240416
38	0.2	0.11	0.228254	38	0.25	0.11	0.27313
39	0.15	0.14	0.205183	39	0.04	0.03	0.05
40	0.1	0	0.1	40	0.11	0.08	0.136015
41	0.16	0.12	0.2	41	0.03	0.01	0.031623
42	0.12	0.06	0.134164	42	0.08	0.09	0.120416
43	0.25	0.05	0.254951	43	0.19	0.06	0.199249
44	0.26	0.1	0.278568	44	0.18	0.04	0.184391
45	0.31	0.12	0.332415	45	0.41	0.09	0.419762
46	0.26	0.15	0.300167	46	0.39	0.19	0.43382
47	0.09	0.19	0.210238	47	0.11	0.18	0.21095
48	0.03	0.15	0.152971	48	0.03	0.12	0.123693
49	0.02	0.07	0.072801	49	0.09	0.07	0.114018
50	0.16	0.08	0.178885	50	0.17	0.05	0.1772
51	0.1	0.18	0.205913	51	0.07	0.14	0.156525
52	0.17	0.16	0.233452	52	0.11	0.01	0.110454
53	0.25	0.1	0.269258	53	0.17	0.06	0.180278
54	0	0.03	0.03	54	0.01	0	0.01
55	0.02	0.01	0.022361	55	0.06	0.09	0.108167
56	0.18	0.14	0.228035	56	0.09	0.03	0.094868
57	0.14	0.11	0.178045	57	0.09	0.03	0.094868
58	0.18	0.12	0.216333	58	0.19	0.06	0.199249
59	0.12	0.1	0.156205	59	0.13	0.08	0.152643
60	0.2	0.14	0.244131	60	0.2	0.11	0.228254
61	0.24	0.16	0.288444	61	0.13	0.11	0.170294
62	0.2	0.15	0.25	62	0.15	0.15	0.212132
63	0.07	0.02	0.072801	63	0.13	0.1	0.164012
64	0.14	0.1	0.172047	64	0.12	0.13	0.176918

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(b) ทดลองโดยการใช้อุปกรณ์เคลื่อน โดยใช้อัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 3-4 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.07	0.07	0.098995	2	0.08	0.05	0.09434
3	0.06	0.05	0.078102	3	0.06	0.01	0.060828
4	0.05	0.1	0.111803	4	0.1	0.11	0.148661
5	0.05	0.07	0.086023	5	0.08	0.11	0.136015
6	0.05	0	0.05	6	0.06	0.07	0.092195
7	0.05	0.07	0.086023	7	0.11	0.1	0.148661
8	0.07	0.05	0.086023	8	0.08	0.1	0.128062
9	0.12	0.11	0.162788	9	0.05	0.13	0.139284
10	0.01	0.09	0.090554	10	0.08	0.09	0.120416
11	0.04	0.12	0.126491	11	0.02	0.04	0.044721
12	0.02	0.09	0.092195	12	0.11	0.13	0.170294
13	0.05	0.09	0.102956	13	0.03	0.03	0.042426
14	0.03	0.07	0.076158	14	0.11	0.06	0.1253
15	0.02	0.13	0.131529	15	0	0.12	0.12
16	0.13	0.12	0.176918	16	0.08	0.06	0.1
17	0.07	0.13	0.147648	17	0.03	0.19	0.192354
18	0.17	0.09	0.192354	18	0.11	0.15	0.186011
19	0.13	0.06	0.143178	19	0.25	0.17	0.302324
20	0.1	0.06	0.116619	20	0.19	0.11	0.219545
21	0.02	0.09	0.092195	21	0.21	0.02	0.21095
22	0.02	0.05	0.053852	22	0.32	0.08	0.329848
23	0.07	0	0.07	23	0.35	0.02	0.350571
24	0.03	0.08	0.08544	24	0.19	0.04	0.194165
25	0.23	0	0.23	25	0.29	0.05	0.294279
26	0.08	0.02	0.082462	26	0.25	0.11	0.27313
27	0.1	0	0.1	27	0.27	0.11	0.291548
28	0.12	0.07	0.138924	28	0.13	0.05	0.139284
29	0.01	0.06	0.060828	29	0.12	0.07	0.138924
30	0.05	0.03	0.05831	30	0	0.03	0.03
31	0.06	0.02	0.063246	31	0.13	0.06	0.143178
32	0.01	0	0.01	32	0.02	0.09	0.092195
33	0.04	0.05	0.064031	33	0.06	0.09	0.108167

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
34	0	0.1	0.1	34	0.13	0.11	0.170294
35	0.13	0.03	0.133417	35	0.03	0.03	0.042426
36	0.1	0.08	0.128062	36	0.01	0.04	0.041231
37	0.22	0.07	0.230868	37	0.16	0.05	0.167631
38	0.32	0.1	0.335261	38	0.06	0.04	0.072111
39	0.19	0.06	0.199249	39	0.03	0.17	0.172627
40	0.02	0.08	0.082462	40	0	0.1	0.1
41	0.27	0.07	0.278927	41	0.01	0.09	0.090554
42	0.21	0.09	0.228473	42	0.19	0.07	0.202485
43	0.31	0.15	0.344384	43	0.03	0.02	0.036056
44	0.22	0.18	0.284253	44	0.05	0.03	0.05831
45	0.11	0.21	0.237065	45	0.2	0.01	0.20025
46	0.22	0	0.22	46	0.18	0.02	0.181108
47	0.05	0.03	0.05831	47	0.28	0.11	0.300832
48	0.05	0.07	0.086023	48	0.03	0.08	0.08544
49	0.12	0.04	0.126491	49	0.06	0.06	0.084853
50	0.13	0.1	0.164012	50	0.02	0.07	0.072801
51	0.04	0.15	0.155242	51	0.1	0.06	0.116619
52	0.15	0.03	0.152971	52	0.03	0.03	0.042426
53	0.22	0.1	0.241661	53	0.06	0.11	0.1253
54	0.01	0.12	0.120416	54	0.14	0.08	0.161245
55	0.08	0.06	0.1	55	0.15	0.14	0.205183
56	0.13	0.11	0.170294	56	0.14	0.18	0.228035
57	0.11	0.1	0.148661	57	0.02	0.02	0.028284
58	0.02	0.01	0.022361	58	0.03	0.01	0.031623
59	0.09	0.11	0.142127	59	0.14	0.1	0.172047
60	0.01	0.03	0.031623	60	0.11	0.12	0.162788
61	0.07	0.11	0.130384	61	0.02	0.01	0.022361
62	0.1	0.08	0.128062	62	0.12	0.12	0.169706
63	0.06	0.07	0.092195	63	0.13	0.11	0.170294
64	0.03	0.02	0.036056	64	0.09	0.13	0.158114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(c) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 5-6 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.03	0.02	0.036056	2	0.06	0.05	0.078102
3	0.09	0.05	0.102956	3	0.06	0.05	0.078102
4	0.05	0.03	0.05831	4	0.01	0.07	0.070711
5	0.1	0.03	0.104403	5	0.03	0.07	0.076158
6	0.09	0.09	0.127279	6	0.05	0.01	0.05099
7	0.07	0.03	0.076158	7	0.08	0.07	0.106301
8	0.05	0.09	0.102956	8	0.08	0.05	0.09434
9	0.14	0.07	0.156525	9	0.03	0.1	0.104403
10	0.1	0.06	0.116619	10	0.01	0.04	0.041231
11	0.05	0.08	0.09434	11	0.08	0.04	0.089443
12	0.04	0.11	0.117047	12	0.08	0.07	0.106301
13	0.09	0.05	0.102956	13	0.15	0.05	0.158114
14	0.17	0.08	0.187883	14	0.13	0.11	0.170294
15	0.01	0.04	0.041231	15	0.08	0.1	0.128062
16	0.07	0.08	0.106301	16	0.18	0.04	0.184391
17	0.01	0.1	0.100499	17	0.03	0.06	0.067082
18	0.16	0.1	0.18868	18	0.11	0.03	0.114018
19	0.02	0.12	0.121655	19	0.12	0.05	0.13
20	0.06	0.02	0.063246	20	0.2	0	0.2
21	0.08	0.1	0.128062	21	0.15	0.05	0.158114
22	0	0.18	0.18	22	0.3	0.04	0.302655
23	0.03	0.14	0.143178	23	0.21	0.11	0.237065
24	0.02	0.16	0.161245	24	0.16	0.14	0.212603
25	0.19	0.01	0.190263	25	0.1	0.09	0.134536
26	0.23	0.09	0.246982	26	0.02	0.05	0.053852
27	0.07	0.04	0.080623	27	0.04	0.01	0.041231
28	0.15	0.02	0.151327	28	0.02	0.01	0.022361
29	0.14	0.04	0.145602	29	0.02	0	0.02
30	0.21	0.15	0.25807	30	0.11	0.06	0.1253
31	0.03	0.02	0.036056	31	0.13	0.08	0.152643
32	0.12	0.06	0.134164	32	0.07	0.08	0.106301
33	0.1	0.07	0.122066	33	0.09	0.07	0.114018
34	0.18	0.02	0.181108	34	0.19	0.03	0.192354

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ ใช้ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.17	0.06	0.180278	35	0	0.15	0.15
36	0.06	0.01	0.060828	36	0.14	0.05	0.148661
37	0.04	0.06	0.072111	37	0.13	0	0.13
38	0.11	0.08	0.136015	38	0.11	0.02	0.111803
39	0.18	0.08	0.196977	39	0.03	0.05	0.05831
40	0.08	0.03	0.08544	40	0.1	0.04	0.107703
41	0.01	0.02	0.022361	41	0.03	0.02	0.036056
42	0.07	0.01	0.070711	42	0.06	0.08	0.1
43	0.29	0.05	0.294279	43	0.25	0.06	0.257099
44	0.24	0.03	0.241868	44	0.28	0.03	0.281603
45	0.38	0.07	0.386394	45	0.06	0.08	0.1
46	0.14	0.13	0.19105	46	0.27	0.1	0.287924
47	0.02	0.09	0.092195	47	0.23	0.06	0.237697
48	0.01	0.11	0.110454	48	0.21	0.15	0.25807
49	0.13	0.04	0.136015	49	0.02	0.17	0.171172
50	0.06	0.11	0.1253	50	0.1	0.01	0.100499
51	0.1	0.14	0.172047	51	0.2	0.01	0.20025
52	0.07	0.08	0.106301	52	0.2	0.15	0.25
53	0.22	0.05	0.22561	53	0.13	0.01	0.130384
54	0.18	0.11	0.21095	54	0.14	0.06	0.152315
55	0.05	0.04	0.064031	55	0.15	0.1	0.180278
56	0.2	0.08	0.215407	56	0.14	0.07	0.156525
57	0.14	0.06	0.152315	57	0.1	0.04	0.107703
58	0.02	0.06	0.063246	58	0.14	0.09	0.166433
59	0.11	0.05	0.12083	59	0.09	0.01	0.090554
60	0.1	0.07	0.122066	60	0.11	0.07	0.130384
61	0.11	0.06	0.1253	61	0.1	0.09	0.134536
62	0.17	0.08	0.187883	62	0.16	0.1	0.18868
63	0.05	0.05	0.070711	63	0.14	0.1	0.172047
64	0.17	0.1	0.197231	64	0.08	0.06	0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(d) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 7-8 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.12	0	0.12	2	0.25	0.14	0.286531
3	0.16	0.12	0.2	3	0.26	0.1	0.278568
4	0.22	0.1	0.241661	4	0.08	0.01	0.080623
5	0.25	0.13	0.28178	5	0.23	0.06	0.237697
6	0.21	0.15	0.25807	6	0.28	0.08	0.291204
7	0.26	0.13	0.290689	7	0.13	0.06	0.143178
8	0.21	0.1	0.232594	8	0.22	0.07	0.230868
9	0.17	0.14	0.220227	9	0.28	0.05	0.284429
10	0.28	0.13	0.308707	10	0.19	0.04	0.194165
11	0.02	0.01	0.022361	11	0.28	0.03	0.281603
12	0.26	0.18	0.316228	12	0.29	0.01	0.290172
13	0.29	0.16	0.33121	13	0.18	0.03	0.182483
14	0.16	0	0.16	14	0.31	0.05	0.314006
15	0.17	0.16	0.233452	15	0.35	0.03	0.351283
16	0.16	0.05	0.167631	16	0.36	0.01	0.360139
17	0.09	0.18	0.201246	17	0.18	0.13	0.222036
18	0.3	0.21	0.366197	18	0.17	0.01	0.170294
19	0.19	0.17	0.254951	19	0.1	0.01	0.100499
20	0.47	0.22	0.518941	20	0.03	0.02	0.036056
21	0.36	0.17	0.398121	21	0.13	0.22	0.255539
22	0.59	0.26	0.644748	22	0.28	0.16	0.32249
23	0.59	0.3	0.661891	23	0.25	0.22	0.333017
24	0.58	0.19	0.610328	24	0.47	0.12	0.485077
25	0.6	0.24	0.64622	25	0.57	0.06	0.573149
26	0.46	0.13	0.478017	26	0.48	0.02	0.480416
27	0.39	0.09	0.40025	27	0.1	0.1	0.141421
28	0.42	0.26	0.493964	28	0.23	0.07	0.240416
29	0.15	0.15	0.212132	29	0.19	0.02	0.19105
30	0.17	0.21	0.270185	30	0.23	0.03	0.231948
31	0.15	0.06	0.161555	31	0.13	0.04	0.136015
32	0.4	0.22	0.456508	32	0.23	0.04	0.233452
33	0.44	0.24	0.501199	33	0.34	0.05	0.343657

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
34	0.4	0.22	0.456508	34	0.28	0.05	0.284429
35	0.27	0.17	0.319061	35	0.08	0.19	0.206155
36	0.2	0.03	0.202237	36	0.01	0	0.01
37	0.17	0.03	0.172627	37	0.13	0.04	0.136015
38	0.28	0.15	0.317648	38	0.21	0.06	0.218403
39	0.29	0.19	0.346699	39	0.21	0.02	0.21095
40	0.12	0.12	0.169706	40	0.34	0.08	0.349285
41	0.11	0.09	0.142127	41	0.31	0.02	0.310644
42	0.18	0.11	0.21095	42	0.29	0.05	0.294279
43	0.36	0.11	0.376431	43	0.13	0.06	0.143178
44	0.52	0.1	0.529528	44	0.04	0	0.04
45	0.54	0.2	0.575847	45	0.12	0.06	0.134164
46	0.44	0.21	0.487545	46	0.14	0.01	0.140357
47	0.26	0.23	0.347131	47	0.14	0	0.14
48	0.36	0.18	0.402492	48	0.29	0.03	0.291548
49	0.19	0.2	0.275862	49	0.17	0.1	0.197231
50	0.14	0.13	0.19105	50	0.42	0.11	0.434166
51	0.38	0.07	0.386394	51	0.66	0.06	0.662722
52	0.48	0.22	0.528015	52	0.39	0.14	0.414367
53	0.05	0.21	0.21587	53	0.23	0.05	0.235372
54	0.11	0.09	0.142127	54	0.45	0	0.45
55	0.33	0.18	0.375899	55	0.41	0.06	0.414367
56	0.04	0.1	0.107703	56	0.44	0.05	0.442832
57	0.28	0.15	0.317648	57	0.24	0.11	0.264008
58	0.29	0.18	0.341321	58	0.45	0.03	0.450999
59	0.23	0.14	0.269258	59	0.36	0.01	0.360139
60	0.13	0.09	0.158114	60	0.42	0.02	0.420476
61	0.19	0.1	0.214709	61	0.37	0.03	0.371214
62	0.25	0.12	0.277308	62	0.36	0.02	0.360555
63	0.2	0.12	0.233238	63	0.35	0.05	0.353553
64	0.24	0.15	0.283019	64	0.34	0.07	0.347131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(e) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 9-10 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.02	0.09	0.092195	2	0.17	0.14	0.220227
3	0.19	0.14	0.236008	3	0.13	0.1	0.164012
4	0.21	0.12	0.241868	4	0.11	0.06	0.1253
5	0.22	0.16	0.272029	5	0.03	0.01	0.031623
6	0.21	0.18	0.276586	6	0.07	0.11	0.130384
7	0.25	0.14	0.286531	7	0.07	0.03	0.076158
8	0.21	0.22	0.304138	8	0.07	0.02	0.072801
9	0.24	0.14	0.277849	9	0.03	0.06	0.067082
10	0.1	0.09	0.134536	10	0.06	0.12	0.134164
11	0.16	0.11	0.194165	11	0.11	0.01	0.110454
12	0.23	0.13	0.264197	12	0.05	0.06	0.078102
13	0.2	0.18	0.269072	13	0.01	0.04	0.041231
14	0.27	0.1	0.287924	14	0.08	0.01	0.080623
15	0.3	0.07	0.308058	15	0.02	0.04	0.044721
16	0.27	0.16	0.313847	16	0.23	0.05	0.235372
17	0.14	0.06	0.152315	17	0.36	0.16	0.393954
18	0.19	0.16	0.248395	18	0.34	0.16	0.375766
19	0.23	0.2	0.304795	19	0.32	0.12	0.34176
20	0.39	0	0.39	20	0.09	0.19	0.210238
21	0.36	0.08	0.368782	21	0.02	0.15	0.151327
22	0.32	0.08	0.329848	22	0.19	0.12	0.224722
23	0.27	0.17	0.319061	23	0.14	0.25	0.286531
24	0.22	0.08	0.234094	24	0.34	0.12	0.360555
25	0.13	0.1	0.164012	25	0.18	0.13	0.222036
26	0.04	0.14	0.145602	26	0.2	0.24	0.31241
27	0.02	0.07	0.072801	27	0.01	0.1	0.100499
28	0.34	0.23	0.410488	28	0.13	0.05	0.139284
29	0.29	0.14	0.322025	29	0.27	0.07	0.278927
30	0.18	0.18	0.254558	30	0.17	0.07	0.183848
31	0.13	0.23	0.264197	31	0.3	0.17	0.344819
32	0.21	0.24	0.318904	32	0.18	0.19	0.261725
33	0.16	0.11	0.194165	33	0.19	0.19	0.268701

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
34	0.21	0.11	0.237065	34	0.13	0.1	0.164012
35	0.39	0.25	0.463249	35	0	0.09	0.09
36	0.48	0.23	0.532259	36	0.13	0.04	0.136015
37	0.68	0.21	0.711688	37	0.1	0.05	0.111803
38	0.56	0.18	0.588218	38	0.12	0.13	0.176918
39	0.27	0.13	0.299666	39	0.04	0.07	0.080623
40	0.53	0.28	0.599416	40	0.01	0.01	0.014142
41	0.5	0.33	0.599083	41	0.11	0	0.11
42	0.19	0.45	0.488467	42	0.1	0	0.1
43	0.21	0.39	0.442945	43	0.03	0.07	0.076158
44	0.29	0.35	0.454533	44	0.02	0.1	0.10198
45	0.37	0.4	0.544885	45	0.09	0.02	0.092195
46	0.62	0.37	0.722011	46	0.23	0.06	0.237697
47	0.52	0.45	0.687677	47	0.01	0.01	0.014142
48	0.52	0.41	0.662193	48	0.2	0.1	0.223607
49	0.4	0.45	0.60208	49	0.22	0.02	0.220907
50	0.46	0.38	0.596657	50	0.18	0.12	0.216333
51	0.59	0.33	0.676018	51	0.33	0.08	0.339559
52	0.83	0.36	0.90471	52	0.19	0.13	0.230217
53	0.88	0.47	0.997647	53	0.07	0.08	0.106301
54	0.31	0.4	0.506063	54	0.08	0.09	0.120416
55	0.44	0.39	0.587963	55	0.1	0.02	0.10198
56	0.61	0.46	0.764003	56	0.14	0.04	0.145602
57	0.6	0.39	0.715612	57	0.03	0.1	0.104403
58	0.57	0.35	0.66888	58	0.05	0.07	0.086023
59	0.52	0.38	0.64405	59	0.07	0.1	0.122066
60	0.74	0.51	0.898721	60	0.03	0.09	0.094868
61	0.73	0.55	0.914002	61	0.25	0.26	0.360694
62	0.75	0.52	0.912634	62	0.27	0.27	0.381838
63	0.65	0.48	0.808022	63	0.1	0.18	0.205913
64	0.72	0.56	0.91214	64	0.25	0.16	0.296816

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(f) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 11-12 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.2	0.08	0.215407	2	0.05	0.02	0.053852
3	0.04	0.07	0.080623	3	0.1	0.02	0.10198
4	0.08	0.04	0.089443	4	0.09	0.05	0.102956
5	0.11	0.06	0.1253	5	0.04	0.02	0.044721
6	0.04	0.05	0.064031	6	0.06	0.14	0.152315
7	0.11	0.03	0.114018	7	0.02	0	0.02
8	0.02	0.13	0.131529	8	0.02	0.01	0.022361
9	0.02	0.07	0.072801	9	0.08	0.05	0.09434
10	0.24	0.06	0.247386	10	0.01	0.03	0.031623
11	0.11	0.13	0.170294	11	0.15	0.05	0.158114
12	0.05	0.05	0.070711	12	0.12	0.01	0.120416
13	0.11	0.01	0.110454	13	0.1	0.03	0.104403
14	0.11	0.03	0.114018	14	0.01	0.02	0.022361
15	0.29	0.03	0.291548	15	0.01	0.09	0.090554
16	0.35	0.11	0.366879	16	0.25	0.08	0.262488
17	0.58	0.07	0.584209	17	0.42	0.12	0.436807
18	0.37	0.09	0.380789	18	0.26	0.25	0.360694
19	0.01	0.26	0.260192	19	0.07	0.21	0.221359
20	0.26	0.19	0.322025	20	0.31	0.27	0.411096
21	0.09	0.07	0.114018	21	0.36	0.14	0.386264
22	0.05	0.01	0.05099	22	0.08	0.07	0.106301
23	0.01	0.1	0.100499	23	0.14	0.09	0.166433
24	0.09	0.08	0.120416	24	0.16	0.02	0.161245
25	0.19	0.17	0.254951	25	0.2	0.08	0.215407
26	0.13	0.08	0.152643	26	0.21	0.14	0.252389
27	0.17	0.14	0.220227	27	0.05	0.11	0.12083
28	0.12	0.14	0.184391	28	0.02	0.13	0.131529
29	0.1	0	0.1	29	0.16	0.09	0.183576
30	0.21	0.14	0.252389	30	0.11	0.06	0.1253
31	0.59	0.31	0.666483	31	0.11	0.07	0.130384
32	0.55	0.42	0.692026	32	0.26	0.1	0.278568
33	0.58	0.4	0.704557	33	0.39	0.19	0.43382
34	0.48	0.39	0.618466	34	0.37	0.2	0.420595

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.29	0.43	0.518652	35	0.27	0.13	0.299666
36	0.28	0.41	0.496488	36	0.16	0.26	0.305287
37	0.21	0.38	0.434166	37	0.27	0.26	0.374833
38	0.06	0.39	0.394588	38	0.26	0.29	0.389487
39	0.07	0.41	0.415933	39	0.2	0.29	0.352278
40	0.24	0.38	0.449444	40	0.2	0.41	0.45618
41	0.44	0.47	0.643817	41	0.28	0.32	0.425206
42	0.41	0.53	0.670075	42	0.41	0.34	0.532635
43	0.31	0.55	0.631348	43	0.41	0.43	0.594138
44	0.12	0.47	0.485077	44	0.37	0.49	0.614003
45	0.4	0.56	0.688186	45	0.21	0.49	0.533104
46	0.73	0.67	0.990858	46	0.08	0.36	0.368782
47	0.89	0.8	1.196704	47	0.42	0.41	0.586941
48	0.39	0.74	0.836481	48	0.74	0.45	0.866083
49	0.19	0.68	0.706045	49	0.81	0.62	1.020049
50	0.32	0.56	0.644981	50	0.59	0.66	0.885268
51	1.09	0.58	1.234706	51	0.02	0.54	0.54037
52	0.76	0.71	1.040048	52	0.32	0.26	0.412311
53	0.59	0.57	0.820366	53	0.65	0.43	0.779359
54	0.48	0.43	0.644438	54	0.33	0.32	0.459674
55	0.58	0.48	0.752861	55	0.39	0.27	0.474342
56	0.57	0.47	0.738783	56	0.21	0.22	0.304138
57	0.46	0.39	0.603075	57	0.47	0.31	0.563028
58	0.46	0.36	0.584123	58	0.39	0.31	0.498197
59	0.4	0.34	0.524976	59	0.38	0.26	0.460435
60	0.48	0.36	0.6	60	0.32	0.27	0.418688
61	0.34	0.36	0.495177	61	0.37	0.22	0.430465
62	0.58	0.5	0.765768	62	0.36	0.29	0.462277
63	0.52	0.47	0.700928	63	0.29	0.21	0.35805
64	0.43	0.44	0.615224	64	0.3	0.31	0.431393

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(ง) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 13-14 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.02	0.08	0.082462	2	0.03	0.06	0.067082
3	0.04	0.08	0.089443	3	0.06	0.07	0.092195
4	0.04	0.04	0.056569	4	0.03	0.02	0.036056
5	0.1	0.01	0.100499	5	0.02	0.07	0.072801
6	0.02	0.08	0.082462	6	0.1	0.08	0.128062
7	0.08	0	0.08	7	0.01	0.07	0.070711
8	0.11	0.13	0.170294	8	0.12	0.11	0.162788
9	0.12	0.01	0.120416	9	0.07	0.05	0.086023
10	0.22	0.18	0.284253	10	0.04	0.13	0.136015
11	0.09	0.02	0.092195	11	0.09	0.08	0.120416
12	0.11	0.08	0.136015	12	0.06	0	0.06
13	0	0.06	0.06	13	0.05	0.08	0.09434
14	0.02	0.18	0.181108	14	0.11	0.11	0.155563
15	0.28	0.06	0.286356	15	0.16	0.16	0.226274
16	0.27	0.09	0.284605	16	0.48	0.12	0.494773
17	0.06	0.08	0.1	17	0.54	0.03	0.540833
18	0.03	0.01	0.031623	18	0.55	0.07	0.554437
19	0.52	0.04	0.521536	19	0.59	0.18	0.616847
20	0.21	0.19	0.283196	20	0.21	0.11	0.237065
21	0.04	0.19	0.194165	21	0.22	0.01	0.220227
22	0.03	0.25	0.251794	22	0.15	0.03	0.152971
23	0.24	0.28	0.368782	23	0.11	0.06	0.1253
24	0.27	0.2	0.336006	24	0.23	0.07	0.240416
25	0.46	0.09	0.468722	25	0.19	0.03	0.192354
26	0.22	0.13	0.255539	26	0.36	0.16	0.393954
27	0.32	0.16	0.357771	27	0.28	0.23	0.362353
28	0.46	0.09	0.468722	28	0.15	0.25	0.291548
29	0.4	0.2	0.447214	29	0	0.23	0.23
30	0.34	0.23	0.410488	30	0.06	0.25	0.257099
31	0.34	0.06	0.345254	31	0.1	0.25	0.269258
32	0.12	0.12	0.169706	32	0.06	0.13	0.143178
33	0.41	0.21	0.460652	33	0.26	0.29	0.389487
34	0.09	0.14	0.166433	34	0.3	0.32	0.438634

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ ใช้ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.09	0.16	0.183576	35	0.45	0.22	0.500899
36	0.11	0.3	0.319531	36	0.48	0.3	0.566039
37	0.08	0.22	0.234094	37	0.48	0.12	0.494773
38	0.26	0.19	0.322025	38	0.46	0.2	0.501597
39	0.13	0.24	0.272947	39	0.56	0.19	0.591354
40	0.08	0.2	0.215407	40	0.65	0.19	0.6772
41	0.09	0.12	0.15	41	0.72	0.1	0.726911
42	0.1	0.15	0.180278	42	0.53	0.08	0.536004
43	0.14	0.2	0.244131	43	0.35	0.12	0.37
44	0.19	0.01	0.190263	44	0.58	0.16	0.601664
45	0.03	0.12	0.123693	45	0.46	0.14	0.480833
46	0.16	0.1	0.18868	46	0.41	0.3	0.508035
47	0.42	0.24	0.483735	47	0.33	0.31	0.452769
48	0.47	0.34	0.580086	48	0.22	0.37	0.430465
49	0	0.42	0.42	49	0.08	0.33	0.339559
50	0.22	0.23	0.318277	50	0.16	0.19	0.248395
51	0.03	0.01	0.031623	51	0.35	0.22	0.413401
52	0.29	0.09	0.303645	52	0.4	0.25	0.471699
53	0.23	0.16	0.280179	53	0.43	0.45	0.622415
54	0.34	0.19	0.389487	54	0.21	0.34	0.399625
55	0.08	0.08	0.113137	55	0.35	0.34	0.487955
56	0.25	0.15	0.291548	56	0.41	0.42	0.586941
57	0.27	0.14	0.304138	57	0.35	0.37	0.509313
58	0.21	0.11	0.237065	58	0.19	0.26	0.322025
59	0.3	0.12	0.32311	59	0.36	0.36	0.509117
60	0.19	0.12	0.224722	60	0.23	0.27	0.354683
61	0.18	0.09	0.201246	61	0.39	0.37	0.537587
62	0.15	0.07	0.165529	62	0.37	0.31	0.482701
63	0.09	0.08	0.120416	63	0.28	0.29	0.403113
64	0.15	0.05	0.158114	64	0.53	0.52	0.742496

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(h) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 15-16 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.01	0.01	0.014142	1	0	0	0
2	0.15	0.07	0.165529	2	0.06	0.08	0.1
3	0.15	0.1	0.180278	3	0.01	0.1	0.100499
4	0.11	0.09	0.142127	4	0.06	0.08	0.1
5	0.15	0.04	0.155242	5	0	0.1	0.1
6	0.04	0.09	0.098489	6	0.05	0.07	0.086023
7	0.16	0.06	0.17088	7	0.05	0.14	0.148661
8	0.09	0.08	0.120416	8	0.11	0.03	0.114018
9	0.13	0.02	0.131529	9	0	0.11	0.11
10	0.05	0.01	0.05099	10	0.06	0.09	0.108167
11	0.07	0.07	0.098995	11	0.03	0.05	0.05831
12	0.05	0.02	0.053852	12	0.15	0.08	0.17
13	0.17	0.01	0.170294	13	0.24	0.09	0.25632
14	0	0.09	0.09	14	0.06	0.03	0.067082
15	0.07	0.01	0.070711	15	0.32	0.05	0.323883
16	0.43	0.03	0.431045	16	0.13	0.18	0.222036
17	0.44	0.25	0.506063	17	0.47	0.16	0.496488
18	0.06	0.31	0.315753	18	0.48	0.09	0.488365
19	0.24	0.04	0.243311	19	0.24	0.02	0.240832
20	0.04	0.08	0.089443	20	0.38	0.09	0.390512
21	0.17	0.11	0.202485	21	0.04	0.15	0.155242
22	0.17	0.01	0.170294	22	0.12	0.21	0.241868
23	0.5	0.08	0.50636	23	0.46	0.17	0.490408
24	0.44	0.12	0.45607	24	0.5	0.01	0.5001
25	0.15	0.28	0.317648	25	0.14	0.23	0.269258
26	0.44	0.2	0.483322	26	0.06	0.12	0.134164
27	0.32	0.11	0.338378	27	0.47	0.11	0.482701
28	0.56	0.08	0.565685	28	0.37	0.05	0.373363
29	0.11	0.02	0.111803	29	0.21	0.14	0.252389
30	0.15	0.11	0.186011	30	0.11	0.19	0.219545
31	0.12	0.09	0.15	31	0.06	0.12	0.134164
32	0.02	0.09	0.092195	32	0.16	0.21	0.264008
33	0.08	0.08	0.113137	33	0.31	0.15	0.344384
34	0.16	0.08	0.178885	34	0.29	0	0.29

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.28	0.08	0.291204	35	0.24	0.03	0.241868
36	0.45	0.09	0.458912	36	0.02	0.02	0.028284
37	0.6	0.06	0.602993	37	0.3	0.01	0.300167
38	0.52	0.09	0.527731	38	0.38	0.26	0.460435
39	0.15	0.07	0.165529	39	0.25	0.29	0.382884
40	0.08	0.04	0.089443	40	0.21	0.39	0.442945
41	0.03	0.06	0.067082	41	0.08	0.5	0.50636
42	0.13	0.16	0.206155	42	0.04	0.43	0.431856
43	0.03	0	0.03	43	0.04	0.24	0.243311
44	0.23	0.01	0.230217	44	0.02	0.26	0.260768
45	0.16	0.07	0.174642	45	0.17	0.33	0.371214
46	0.14	0.05	0.148661	46	0.36	0.35	0.502096
47	0.12	0.11	0.162788	47	0.2	0.35	0.403113
48	0.3	0.07	0.308058	48	0.04	0.28	0.282843
49	0.27	0.07	0.278927	49	0.15	0.13	0.198494
50	0.27	0.26	0.374833	50	0.31	0.21	0.374433
51	0.04	0.21	0.213776	51	0.43	0.3	0.524309
52	0.01	0.16	0.160312	52	0.44	0.41	0.601415
53	0.32	0.1	0.335261	53	0.21	0.37	0.425441
54	0.17	0.09	0.192354	54	0.15	0.39	0.417852
55	0.17	0.22	0.278029	55	0.35	0.31	0.467547
56	0.14	0.18	0.228035	56	0.33	0.37	0.495782
57	0.29	0.18	0.341321	57	0.31	0.39	0.498197
58	0.08	0.1	0.128062	58	0.24	0.25	0.346554
59	0.22	0.17	0.278029	59	0.23	0.36	0.4272
60	0.15	0.19	0.242074	60	0.17	0.27	0.319061
61	0.26	0.15	0.300167	61	0.25	0.36	0.438292
62	0.07	0.07	0.098995	62	0.37	0.39	0.537587
63	0.15	0.14	0.205183	63	0.18	0.23	0.292062
64	0.15	0.09	0.174929	64	0.16	0.29	0.33121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(i) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 17-18 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0	0.04	0.04	2	0.07	0	0.07
3	0.02	0.04	0.044721	3	0.19	0.01	0.190263
4	0.09	0.07	0.114018	4	0.1	0.07	0.122066
5	0.04	0.06	0.072111	5	0.09	0.04	0.098489
6	0.11	0.03	0.114018	6	0.12	0.05	0.13
7	0.06	0.04	0.072111	7	0.03	0.02	0.036056
8	0.19	0.03	0.192354	8	0.03	0.03	0.042426
9	0.03	0.07	0.076158	9	0.17	0.06	0.180278
10	0.12	0.05	0.13	10	0.11	0.09	0.142127
11	0.02	0.03	0.036056	11	0.01	0.05	0.05099
12	0.01	0.07	0.070711	12	0.07	0.03	0.076158
13	0.01	0.05	0.05099	13	0.1	0.01	0.100499
14	0.01	0.16	0.160312	14	0.04	0.13	0.136015
15	0.21	0.04	0.213776	15	0.11	0.04	0.117047
16	0.44	0.06	0.444072	16	0.6	0.1	0.608276
17	0.49	0.25	0.550091	17	0.37	0.07	0.376563
18	0.23	0.28	0.362353	18	0.46	0.1	0.470744
19	0.29	0.07	0.298329	19	0.21	0.04	0.213776
20	0.2	0.09	0.219317	20	0.42	0.08	0.427551
21	0.1	0.13	0.164012	21	0.12	0.26	0.286356
22	0.18	0.06	0.189737	22	0.52	0.15	0.541202
23	0.56	0.05	0.562228	23	0.77	0.02	0.77026
24	0.59	0.03	0.590762	24	0.27	0.06	0.276586
25	0.11	0.28	0.300832	25	0.06	0.09	0.108167
26	0.24	0.33	0.408044	26	0.2	0.15	0.25
27	0.36	0.3	0.468615	27	0.46	0.19	0.497695
28	0.47	0.22	0.518941	28	0.41	0.08	0.417732
29	0.33	0.23	0.402244	29	0.37	0.05	0.373363
30	0.52	0.13	0.536004	30	0.31	0.14	0.340147
31	0.45	0.12	0.465725	31	0.62	0.01	0.620081
32	0.43	0.16	0.458803	32	0.37	0.07	0.376563
33	0.43	0.06	0.434166	33	0.06	0.19	0.199249
34	0.25	0.08	0.262488	34	0.2	0.09	0.219317

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.07	0.05	0.086023	35	0.25	0.02	0.250799
36	0.17	0.02	0.171172	36	0.32	0	0.32
37	0.17	0.01	0.170294	37	0.63	0.15	0.647611
38	0.38	0.11	0.395601	38	0.3	0.16	0.34
39	0.61	0.07	0.614003	39	0.28	0.22	0.35609
40	0.19	0.26	0.322025	40	0.06	0.18	0.189737
41	0.3	0.07	0.308058	41	0.16	0.22	0.272029
42	0.43	0.22	0.483011	42	0.3	0.28	0.410366
43	0.15	0.1	0.180278	43	0.28	0.25	0.375366
44	0.07	0.13	0.147648	44	0.04	0.24	0.243311
45	0.11	0.02	0.111803	45	0.07	0.22	0.230868
46	0.02	0.14	0.141421	46	0.29	0.12	0.313847
47	0.06	0.1	0.116619	47	0.13	0.12	0.176918
48	0.11	0	0.11	48	0.2	0	0.2
49	0.55	0.13	0.565155	49	0.05	0.11	0.12083
50	0.53	0.28	0.599416	50	0.41	0.05	0.413038
51	0.15	0.26	0.300167	51	0.46	0.12	0.475395
52	0.08	0.15	0.17	52	0.18	0.08	0.196977
53	0.18	0.12	0.216333	53	0.09	0.03	0.094868
54	0.28	0.22	0.35609	54	0.19	0.05	0.196469
55	0.31	0.21	0.374433	55	0.16	0.02	0.161245
56	0.19	0.21	0.283196	56	0.21	0.05	0.21587
57	0.32	0.2	0.377359	57	0.19	0.06	0.199249
58	0.22	0.2	0.297321	58	0.21	0.09	0.228473
59	0.25	0.25	0.353553	59	0.04	0.02	0.044721
60	0.27	0.3	0.403609	60	0.13	0.11	0.170294
61	0.26	0.27	0.374833	61	0.04	0.03	0.05
62	0.11	0.17	0.202485	62	0.17	0.1	0.197231
63	0.27	0.27	0.381838	63	0.24	0.13	0.272947
64	0.27	0.2	0.336006	64	0.2	0.12	0.233238

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(j) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 19-20เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.01	0.01	0.014142	2	0.04	0.09	0.098489
3	0	0.01	0.01	3	0.05	0.07	0.086023
4	0.02	0.05	0.053852	4	0.04	0.06	0.072111
5	0.03	0.05	0.05831	5	0.01	0.1	0.100499
6	0.08	0	0.08	6	0.09	0.07	0.114018
7	0.08	0.03	0.08544	7	0.02	0.08	0.082462
8	0.05	0.03	0.05831	8	0.18	0.1	0.205913
9	0	0.06	0.06	9	0.07	0.07	0.098995
10	0.16	0.04	0.164924	10	0.1	0.11	0.148661
11	0.12	0.02	0.121655	11	0.01	0.02	0.022361
12	0.05	0.09	0.102956	12	0.09	0.1	0.134536
13	0.04	0.07	0.080623	13	0.02	0.1	0.10198
14	0.08	0.01	0.080623	14	0.07	0.07	0.098995
15	0.04	0.07	0.080623	15	0.18	0.04	0.184391
16	0.07	0.07	0.098995	16	0.02	0.05	0.053852
17	0.33	0.11	0.347851	17	0.12	0.03	0.123693
18	0.03	0.03	0.042426	18	0.16	0.07	0.174642
19	0.06	0.05	0.078102	19	0.3	0.23	0.378021
20	0.12	0.02	0.121655	20	0.26	0.2	0.328024
21	0.01	0.16	0.160312	21	0.29	0.14	0.322025
22	0.44	0.27	0.516236	22	0.44	0.21	0.487545
23	0.68	0.26	0.728011	23	0.62	0.04	0.621289
24	0.72	0.1	0.726911	24	0.68	0.09	0.68593
25	0.28	0	0.28	25	0.47	0.09	0.478539
26	0.14	0.01	0.140357	26	0.07	0.06	0.092195
27	0.19	0.04	0.194165	27	0.06	0.24	0.247386
28	0.28	0.08	0.291204	28	0.45	0.42	0.615549
29	0.08	0.23	0.243516	29	0.58	0.34	0.672309
30	0.15	0.33	0.362491	30	0.3	0.37	0.47634
31	0.07	0.18	0.193132	31	0.33	0.14	0.358469
32	0.24	0.1	0.26	32	0.07	0.19	0.202485
33	0.23	0.22	0.318277	33	0.34	0.21	0.399625
34	0.46	0.13	0.478017	34	0.22	0.17	0.278029

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.43	0.02	0.430465	35	0.21	0.23	0.311448
36	0.46	0.09	0.468722	36	0.37	0.18	0.411461
37	0.33	0.09	0.342053	37	0.27	0.02	0.27074
38	0.62	0.24	0.664831	38	0.4	0.13	0.420595
39	0.37	0.02	0.37054	39	0.13	0	0.13
40	0.23	0.04	0.233452	40	0.26	0.08	0.272029
41	0.34	0.03	0.341321	41	0.27	0.09	0.284605
42	0.24	0.03	0.241868	42	0.19	0.16	0.248395
43	0.44	0.21	0.487545	43	0.32	0.14	0.349285
44	0.22	0.21	0.304138	44	0.13	0.16	0.206155
45	0.28	0.18	0.332866	45	0.21	0.2	0.29
46	0.07	0.16	0.174642	46	0.62	0.03	0.620725
47	0.26	0.08	0.272029	47	0.4	0.27	0.482597
48	0.3	0.07	0.308058	48	0.34	0.12	0.360555
49	0.38	0.07	0.386394	49	0.34	0.02	0.340588
50	0.07	0.18	0.193132	50	0.04	0.07	0.080623
51	0.35	0.03	0.351283	51	0.18	0.03	0.182483
52	0.06	0.13	0.143178	52	0.11	0.12	0.162788
53	0.04	0.1	0.107703	53	0.26	0.07	0.269258
54	0.02	0.04	0.044721	54	0.14	0.08	0.161245
55	0.14	0	0.14	55	0.08	0.03	0.08544
56	0.02	0.02	0.028284	56	0.02	0.06	0.063246
57	0	0.01	0.01	57	0.11	0.05	0.12083
58	0.08	0.01	0.080623	58	0.01	0.05	0.05099
59	0.03	0.01	0.031623	59	0.11	0.01	0.110454
60	0.12	0.02	0.121655	60	0.1	0.03	0.104403
61	0.01	0.08	0.080623	61	0.02	0.02	0.028284
62	0.04	0.07	0.080623	62	0.02	0.04	0.044721
63	0.08	0	0.08	63	0.13	0.21	0.246982
64	0.06	0.03	0.067082	64	0.29	0.3	0.417253

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(k) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 21-22 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.14	0.12	0.184391	2	0.15	0.07	0.165529
3	0.02	0.05	0.053852	3	0.18	0.07	0.193132
4	0.14	0.08	0.161245	4	0.06	0.02	0.063246
5	0.06	0.1	0.116619	5	0.24	0.01	0.240208
6	0.21	0.12	0.241868	6	0.17	0.05	0.1772
7	0.04	0.08	0.089443	7	0.18	0.07	0.193132
8	0.28	0.19	0.338378	8	0.08	0	0.08
9	0.14	0.05	0.148661	9	0.25	0.11	0.27313
10	0.09	0.13	0.158114	10	0.28	0.06	0.286356
11	0.13	0.21	0.246982	11	0.01	0.04	0.041231
12	0.3	0.04	0.302655	12	0.02	0.08	0.082462
13	0.13	0.12	0.176918	13	0.34	0.12	0.360555
14	0.05	0.22	0.22561	14	0.17	0.01	0.170294
15	0.47	0.16	0.496488	15	0	0	0
16	0.62	0.05	0.622013	16	0.09	0.01	0.090554
17	0.55	0.02	0.550364	17	0.02	0.13	0.131529
18	0.18	0.21	0.276586	18	0.17	0.1	0.197231
19	0.48	0.2	0.52	19	0.12	0.19	0.224722
20	0.57	0.02	0.570351	20	0.28	0.21	0.35
21	0.42	0.04	0.4219	21	0.15	0.03	0.152971
22	0.45	0.04	0.451774	22	0.48	0.04	0.481664
23	0.43	0.04	0.431856	23	0.4	0.23	0.461411
24	0.63	0.25	0.677791	24	0.72	0.26	0.765506
25	0.12	0.4	0.417612	25	1.14	0.26	1.169273
26	0.59	0.22	0.629682	26	0.33	0.16	0.366742
27	0.31	0	0.31	27	0.38	0.19	0.424853
28	0.1	0.21	0.232594	28	0.83	0.19	0.851469
29	0.18	0.19	0.261725	29	0.98	0.09	0.984124
30	0.41	0.05	0.413038	30	0.52	0.13	0.536004
31	0.65	0.04	0.65123	31	0.3	0.21	0.366197
32	0.65	0.17	0.671863	32	0.48	0.17	0.509215
33	0.13	0.09	0.158114	33	0.1	0.1	0.141421
34	0.34	0.19	0.389487	34	0.25	0.09	0.265707

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.08	0.08	0.113137	35	0.05	0.16	0.167631
36	0.19	0.04	0.194165	36	0.38	0.16	0.412311
37	0.33	0.01	0.330151	37	0.43	0.27	0.50774
38	0.3	0	0.3	38	0.06	0.12	0.134164
39	0.21	0.18	0.276586	39	0.3	0.12	0.32311
40	0.18	0.25	0.308058	40	0.2	0.07	0.211896
41	0.01	0.27	0.270185	41	0.11	0.09	0.142127
42	0	0.3	0.3	42	0.13	0.08	0.152643
43	0.15	0.28	0.317648	43	0.03	0.06	0.067082
44	0.19	0.15	0.242074	44	0.31	0.11	0.328938
45	0.22	0.06	0.228035	45	0.56	0.08	0.565685
46	0.33	0	0.33	46	0.62	0.05	0.622013
47	0.2	0.17	0.262488	47	0.11	0.11	0.155563
48	0.12	0.1	0.156205	48	0.01	0.09	0.090554
49	0.21	0.05	0.21587	49	0.16	0.1	0.18868
50	0.04	0.04	0.056569	50	0.31	0.03	0.311448
51	0.08	0	0.08	51	0.12	0	0.12
52	0.1	0.04	0.107703	52	0.03	0.03	0.042426
53	0.11	0.03	0.114018	53	0.14	0	0.14
54	0.02	0.01	0.022361	54	0.21	0.08	0.224722
55	0.04	0.08	0.089443	55	0.09	0.06	0.108167
56	0.09	0.04	0.098489	56	0.21	0.06	0.218403
57	0.03	0.01	0.031623	57	0.09	0.02	0.092195
58	0.04	0.08	0.089443	58	0.18	0.02	0.181108
59	0.05	0.06	0.078102	59	0.07	0.01	0.070711
60	0.11	0.07	0.130384	60	0.17	0.08	0.187883
61	0.03	0.01	0.031623	61	0.21	0.05	0.21587
62	0.02	0.01	0.022361	62	0.12	0.07	0.138924
63	0.1	0.07	0.122066	63	0.1	0.01	0.100499
64	0.01	0.02	0.022361	64	0.2	0.01	0.20025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(ล) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 23-24 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.15	0.06	0.161555	2	0.03	0.05	0.05831
3	0.04	0	0.04	3	0.04	0.05	0.064031
4	0.22	0.04	0.223607	4	0.01	0.05	0.05099
5	0.1	0.13	0.164012	5	0.05	0	0.05
6	0.15	0.06	0.161555	6	0.08	0.07	0.106301
7	0.05	0.11	0.12083	7	0.03	0.08	0.08544
8	0.15	0.01	0.150333	8	0.12	0.1	0.156205
9	0.07	0	0.07	9	0.14	0.05	0.148661
10	0.38	0.14	0.404969	10	0.08	0.08	0.113137
11	0.03	0.04	0.05	11	0.05	0.02	0.053852
12	0.14	0.06	0.152315	12	0.02	0.08	0.082462
13	0.31	0.14	0.340147	13	0.02	0	0.02
14	0.11	0.02	0.111803	14	0.11	0.04	0.117047
15	0.02	0.12	0.121655	15	0.1	0.04	0.107703
16	0	0.07	0.07	16	0.09	0.11	0.142127
17	0.02	0.21	0.21095	17	0.16	0.03	0.162788
18	0.24	0.09	0.25632	18	0.07	0.03	0.076158
19	0.4	0.4	0.565685	19	0.18	0.09	0.201246
20	0.95	0.08	0.953362	20	0.04	0.01	0.041231
21	0.59	0.32	0.671193	21	0.01	0.02	0.022361
22	0.22	0.37	0.430465	22	0.43	0.03	0.431045
23	0.63	0.17	0.652534	23	0.64	0.31	0.711126
24	0.27	0.12	0.295466	24	0.23	0.27	0.354683
25	0.74	0.14	0.753127	25	0.23	0.08	0.243516
26	0.06	0.45	0.453982	26	0.04	0.1	0.107703
27	0.54	0.16	0.563205	27	0.62	0.04	0.621289
28	0.95	0.4	1.030776	28	0.34	0.19	0.389487
29	0.77	0.05	0.771622	29	0.28	0.4	0.488262
30	0.08	0.15	0.17	30	0.9	0.27	0.939628
31	0.38	0.29	0.478017	31	0.3	0.24	0.384187
32	0.27	0.3	0.403609	32	0.23	0.07	0.240416
33	0.83	0.22	0.858662	33	0.22	0.22	0.311127
34	0.95	0.33	1.005684	34	0.81	0.07	0.813019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในการค้า

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.13	0.36	0.382753	35	0.34	0.16	0.375766
36	0.45	0.07	0.455412	36	0.38	0.02	0.380526
37	0.06	0.04	0.072111	37	0.48	0.36	0.6
38	0.2	0.13	0.238537	38	0.16	0.27	0.313847
39	0.02	0.22	0.220907	39	0.65	0.21	0.683081
40	0.15	0.24	0.283019	40	0.61	0.06	0.612944
41	0	0.08	0.08	41	0.6	0.01	0.600083
42	0.02	0.16	0.161245	42	0.46	0.03	0.460977
43	0.08	0.21	0.224722	43	0.04	0.03	0.05
44	0.16	0.08	0.178885	44	0.21	0.1	0.232594
45	0.03	0.12	0.123693	45	0.22	0.08	0.234094
46	0.09	0.08	0.120416	46	0.16	0.08	0.178885
47	0.03	0.1	0.104403	47	0.18	0.07	0.193132
48	0.11	0.03	0.114018	48	0.29	0.14	0.322025
49	0.15	0.08	0.17	49	0.33	0.1	0.344819
50	0.16	0.15	0.219317	50	0.1	0.18	0.205913
51	0.13	0.15	0.198494	51	0.1	0.13	0.164012
52	0.17	0.15	0.226716	52	0.16	0.07	0.174642
53	0.21	0.13	0.246982	53	0.24	0.13	0.272947
54	0.2	0.15	0.25	54	0.05	0.13	0.139284
55	0.26	0.15	0.300167	55	0.18	0.13	0.222036
56	0.21	0.2	0.29	56	0.32	0.17	0.362353
57	0.27	0.13	0.299666	57	0	0.1	0.1
58	0.16	0.17	0.233452	58	0.13	0.16	0.206155
59	0.26	0.17	0.310644	59	0.06	0.14	0.152315
60	0.23	0.15	0.274591	60	0.17	0.14	0.220227
61	0.16	0.11	0.194165	61	0.11	0.13	0.170294
62	0.28	0.16	0.32249	62	0.17	0.16	0.233452
63	0.16	0.08	0.178885	63	0.25	0.14	0.286531
64	0.14	0.11	0.178045	64	0.13	0.16	0.206155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(m) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 25-26 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.03	0.05	0.05831	2	0.07	0.06	0.092195
3	0.04	0.05	0.064031	3	0.07	0.08	0.106301
4	0.01	0.05	0.05099	4	0.07	0.08	0.106301
5	0.05	0	0.05	5	0.14	0.13	0.19105
6	0.08	0.07	0.106301	6	0.01	0.11	0.110454
7	0.03	0.08	0.08544	7	0.1	0.02	0.10198
8	0.12	0.1	0.156205	8	0.19	0.13	0.230217
9	0.14	0.05	0.148661	9	0.03	0.06	0.067082
10	0.08	0.08	0.113137	10	0.19	0.04	0.194165
11	0.05	0.02	0.053852	11	0.13	0.1	0.164012
12	0.02	0.08	0.082462	12	0.31	0.07	0.317805
13	0.02	0	0.02	13	0.07	0	0.07
14	0.11	0.04	0.117047	14	0.19	0.09	0.210238
15	0.1	0.04	0.107703	15	0.09	0.09	0.127279
16	0.09	0.11	0.142127	16	0.04	0.05	0.064031
17	0.16	0.03	0.162788	17	0.02	0.03	0.036056
18	0.07	0.03	0.076158	18	0.1	0.16	0.18868
19	0.18	0.09	0.201246	19	0.02	0	0.02
20	0.04	0.01	0.041231	20	0.13	0.22	0.255539
21	0.01	0.02	0.022361	21	0.16	0.14	0.212603
22	0.43	0.03	0.431045	22	0.45	0.08	0.457056
23	0.64	0.31	0.711126	23	0.8	0.24	0.835225
24	0.23	0.27	0.354683	24	0.46	0.49	0.672086
25	0.23	0.08	0.243516	25	0.79	0.12	0.799062
26	0.04	0.1	0.107703	26	0.04	0.14	0.145602
27	0.62	0.04	0.621289	27	0.11	0.1	0.148661
28	0.34	0.19	0.389487	28	0.46	0	0.46
29	0.28	0.4	0.488262	29	0.78	0.02	0.780256
30	0.9	0.27	0.939628	30	0.1	0.12	0.156205
31	0.3	0.24	0.384187	31	0.86	0.05	0.861452
32	0.23	0.07	0.240416	32	0.02	0.27	0.27074
33	0.22	0.22	0.311127	33	0.18	0.1	0.205913
34	0.81	0.07	0.813019	34	0.31	0.1	0.32573

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.34	0.16	0.375766	35	0.13	0.18	0.222036
36	0.38	0.02	0.380526	36	0.73	0.1	0.736817
37	0.48	0.36	0.6	37	0.15	0.36	0.39
38	0.16	0.27	0.313847	38	0.33	0.31	0.452769
39	0.65	0.21	0.683081	39	0.34	0.22	0.404969
40	0.61	0.06	0.612944	40	0.1	0.07	0.122066
41	0.6	0.01	0.600083	41	0.25	0.15	0.291548
42	0.46	0.03	0.460977	42	0.42	0.04	0.4219
43	0.04	0.03	0.05	43	0.34	0.05	0.343657
44	0.21	0.1	0.232594	44	0.57	0.1	0.578705
45	0.22	0.08	0.234094	45	0.23	0.18	0.292062
46	0.16	0.08	0.178885	46	0.15	0.07	0.165529
47	0.18	0.07	0.193132	47	0.01	0.11	0.110454
48	0.29	0.14	0.322025	48	0	0.01	0.01
49	0.33	0.1	0.344819	49	0.14	0.02	0.141421
50	0.1	0.18	0.205913	50	0.25	0.02	0.250799
51	0.1	0.13	0.164012	51	0.1	0.12	0.156205
52	0.16	0.07	0.174642	52	0.03	0.03	0.042426
53	0.24	0.13	0.272947	53	0.05	0.02	0.053852
54	0.05	0.13	0.139284	54	0.14	0.11	0.178045
55	0.18	0.13	0.222036	55	0.06	0.07	0.092195
56	0.32	0.17	0.362353	56	0.1	0.09	0.134536
57	0	0.1	0.1	57	0.05	0.11	0.12083
58	0.13	0.16	0.206155	58	0.1	0.03	0.104403
59	0.06	0.14	0.152315	59	0	0.05	0.05
60	0.17	0.14	0.220227	60	0.15	0.09	0.174929
61	0.11	0.13	0.170294	61	0.07	0.09	0.114018
62	0.17	0.16	0.233452	62	0.1	0.09	0.134536
63	0.25	0.14	0.286531	63	0.05	0.05	0.070711
64	0.13	0.16	0.206155	64	0.06	0.07	0.092195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(ก) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 27-28 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0.01	0.01	1	0	0	0
2	0.07	0.04	0.080623	2	0.09	0.06	0.108167
3	0.13	0.11	0.170294	3	0.02	0.1	0.10198
4	0.05	0.06	0.078102	4	0.08	0.11	0.136015
5	0.14	0.06	0.152315	5	0.02	0.08	0.082462
6	0.12	0.08	0.144222	6	0.04	0.02	0.044721
7	0.05	0.02	0.053852	7	0.05	0.03	0.05831
8	0.23	0.01	0.230217	8	0.08	0.05	0.09434
9	0.05	0.01	0.05099	9	0.13	0.07	0.147648
10	0.18	0.04	0.184391	10	0.11	0.02	0.111803
11	0.01	0.12	0.120416	11	0.15	0.03	0.152971
12	0.21	0.05	0.21587	12	0.01	0.03	0.031623
13	0.03	0.1	0.104403	13	0	0.04	0.04
14	0.08	0.07	0.106301	14	0.07	0.02	0.072801
15	0.16	0.19	0.248395	15	0.07	0.09	0.114018
16	0.09	0.01	0.090554	16	0.07	0.03	0.076158
17	0	0.07	0.07	17	0.25	0.17	0.302324
18	0.02	0.09	0.092195	18	0.29	0.06	0.296142
19	0.18	0.2	0.269072	19	0.16	0.1	0.18868
20	0.14	0.19	0.236008	20	0.12	0.16	0.2
21	0.24	0.04	0.243311	21	0.26	0.01	0.260192
22	0.38	0.18	0.420476	22	0.17	0.22	0.278029
23	0.51	0.25	0.567979	23	0.61	0.13	0.623699
24	0.67	0.29	0.730068	24	0.56	0.51	0.75743
25	0.56	0.29	0.630635	25	0.6	0.12	0.611882
26	0.21	0.16	0.264008	26	0.13	0.05	0.139284
27	0.32	0.09	0.332415	27	0.51	0.02	0.510392
28	0.62	0.1	0.628013	28	0.11	0.4	0.414849
29	0.79	0.07	0.793095	29	0.59	0.06	0.593043
30	0.09	0.2	0.219317	30	0.13	0.27	0.299666
31	0.82	0.09	0.824924	31	0.6	0.14	0.616117
32	0.06	0.26	0.266833	32	0.06	0.49	0.49366
33	0.4	0.09	0.41	33	0.31	0.2	0.368917
34	0.28	0.08	0.291204	34	0.39	0.17	0.425441

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.08	0.18	0.196977	35	0.3	0.19	0.355106
36	0.46	0.12	0.475395	36	0.48	0.19	0.516236
37	0.53	0.09	0.537587	37	0.21	0.25	0.326497
38	0.13	0.22	0.255539	38	0.25	0.27	0.367967
39	0.07	0.26	0.269258	39	0.4	0.21	0.451774
40	0.16	0.13	0.206155	40	0.66	0.23	0.698928
41	0.05	0.16	0.167631	41	0.43	0.19	0.470106
42	0.37	0.33	0.495782	42	0.15	0.03	0.152971
43	0.52	0.28	0.590593	43	0.11	0.08	0.136015
44	0.53	0.27	0.594811	44	0.08	0.03	0.08544
45	0.05	0.24	0.245153	45	0.06	0.07	0.092195
46	0.15	0.15	0.212132	46	0.04	0.1	0.107703
47	0.12	0.22	0.250599	47	0	0.07	0.07
48	0.42	0.13	0.439659	48	0.33	0.1	0.344819
49	0.29	0.19	0.346699	49	0.02	0.08	0.082462
50	0.44	0.2	0.483322	50	0.01	0.02	0.022361
51	0.04	0.12	0.126491	51	0.18	0.07	0.193132
52	0.22	0.09	0.237697	52	0.01	0.04	0.041231
53	0.37	0.19	0.415933	53	0.11	0.04	0.117047
54	0.16	0.19	0.248395	54	0.17	0.05	0.1772
55	0.4	0.14	0.423792	55	0.09	0.01	0.090554
56	0.26	0.21	0.334215	56	0.04	0.04	0.056569
57	0.23	0.22	0.318277	57	0.14	0.08	0.161245
58	0.3	0.19	0.355106	58	0.04	0.06	0.072111
59	0.23	0.13	0.264197	59	0.19	0.07	0.202485
60	0.29	0.17	0.336155	60	0.08	0.02	0.082462
61	0.25	0.13	0.28178	61	0.13	0.04	0.136015
62	0.22	0.16	0.272029	62	0.05	0.01	0.05099
63	0.19	0.12	0.224722	63	0.04	0	0.04
64	0.13	0.06	0.143178	64	0.11	0.04	0.117047

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(อ) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 29-30 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.01	0.07	0.070711	2	0.14	0.07	0.156525
3	0.05	0.12	0.13	3	0.18	0.1	0.205913
4	0.02	0.05	0.053852	4	0.13	0.1	0.164012
5	0.17	0.12	0.208087	5	0.15	0.1	0.180278
6	0.11	0.14	0.178045	6	0.2	0.05	0.206155
7	0.07	0.04	0.080623	7	0.14	0.04	0.145602
8	0.12	0.13	0.176918	8	0.12	0.11	0.162788
9	0.03	0.09	0.094868	9	0.14	0.05	0.148661
10	0.02	0.12	0.121655	10	0.18	0.15	0.234307
11	0.22	0.09	0.237697	11	0.04	0.07	0.080623
12	0.09	0.02	0.092195	12	0.11	0.12	0.162788
13	0.25	0.07	0.259615	13	0	0.03	0.03
14	0.25	0.18	0.308058	14	0.29	0.19	0.346699
15	0.29	0.04	0.292746	15	0.23	0.01	0.230217
16	0.17	0.26	0.310644	16	0.24	0.21	0.318904
17	0.08	0.12	0.144222	17	0.57	0.17	0.594811
18	0.18	0.23	0.292062	18	0.16	0.15	0.219317
19	0.6	0.25	0.65	19	0.2	0.13	0.238537
20	0.34	0.14	0.367696	20	0.09	0.22	0.237697
21	0.39	0.05	0.393192	21	0.74	0.28	0.791202
22	0.54	0.44	0.696563	22	0.5	0.09	0.508035
23	0.61	0.47	0.770065	23	0.59	0.02	0.590339
24	1.39	0.29	1.41993	24	0.5	0.68	0.844038
25	0.08	0.65	0.654905	25	0.74	0.12	0.749667
26	0.45	0.02	0.450444	26	0.19	0.39	0.43382
27	0.1	0.01	0.100499	27	0.59	0.14	0.606383
28	0.31	0.17	0.353553	28	0.47	0.12	0.485077
29	0.14	0.31	0.340147	29	0.7	0.08	0.704557
30	0.46	0.33	0.566127	30	0.49	0.03	0.490918
31	0.81	0.02	0.810247	31	0.19	0.18	0.261725
32	0.18	0.52	0.550273	32	0.45	0.21	0.496588
33	0.61	0.16	0.630635	33	0.14	0.32	0.349285
34	0.05	0.33	0.333766	34	0.56	0.45	0.718401

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.43	0.04	0.431856	35	0.73	0.29	0.785493
36	0.12	0.15	0.192094	36	0.19	0.23	0.298329
37	0.27	0.25	0.367967	37	0.34	0.01	0.340147
38	0.59	0.02	0.590339	38	0.43	0.15	0.455412
39	0.17	0.19	0.254951	39	0.1	0.3	0.316228
40	0.12	0.01	0.120416	40	0.13	0.17	0.214009
41	0.45	0.13	0.468402	41	0.23	0.02	0.230868
42	0.26	0.09	0.275136	42	0.64	0.09	0.646297
43	0.12	0.03	0.123693	43	0.27	0.13	0.299666
44	0.16	0.08	0.178885	44	0.01	0.12	0.120416
45	0.2	0.18	0.269072	45	0.14	0.08	0.161245
46	0.15	0.06	0.161555	46	0.11	0.03	0.114018
47	0	0.05	0.05	47	0.04	0.03	0.05
48	0.21	0.04	0.213776	48	0.08	0.02	0.082462
49	0.13	0.14	0.19105	49	0.22	0.11	0.245967
50	0.02	0.05	0.053852	50	0.02	0.05	0.053852
51	0.05	0.04	0.064031	51	0.14	0.01	0.140357
52	0.11	0.02	0.111803	52	0.03	0.03	0.042426
53	0.08	0.04	0.089443	53	0.04	0.07	0.080623
54	0.03	0.11	0.114018	54	0.14	0.02	0.141421
55	0.18	0.07	0.193132	55	0.04	0.02	0.044721
56	0.01	0.1	0.100499	56	0.03	0.09	0.094868
57	0.03	0.13	0.133417	57	0.06	0.01	0.060828
58	0.1	0.09	0.134536	58	0.04	0.02	0.044721
59	0.09	0.13	0.158114	59	0.08	0.1	0.128062
60	0.04	0.05	0.064031	60	0.08	0.13	0.152643
61	0.09	0.04	0.098489	61	0	0.02	0.02
62	0.04	0.05	0.064031	62	0.05	0.01	0.05099
63	0.03	0.07	0.076158	63	0.06	0.01	0.060828
64	0.04	0.1	0.107703	64	0.09	0.06	0.108167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(p) ทดลองโดยใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 31-32 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.01	0.01	0.014142	2	0.13	0.05	0.139284
3	0.02	0.07	0.072801	3	0.17	0.1	0.197231
4	0.07	0.04	0.080623	4	0.03	0.01	0.031623
5	0.11	0.13	0.170294	5	0.16	0.03	0.162788
6	0.04	0.1	0.107703	6	0.18	0.13	0.222036
7	0.07	0.05	0.086023	7	0.02	0.07	0.072801
8	0.05	0.13	0.139284	8	0.14	0.1	0.172047
9	0.06	0.06	0.084853	9	0.13	0.06	0.143178
10	0.04	0.11	0.117047	10	0.25	0.17	0.302324
11	0.11	0.08	0.136015	11	0	0.01	0.01
12	0.12	0.07	0.138924	12	0.07	0.21	0.221359
13	0.03	0.15	0.152971	13	0.27	0.05	0.274591
14	0.19	0.01	0.190263	14	0.07	0.03	0.076158
15	0.04	0.2	0.203961	15	0.03	0.25	0.251794
16	0.29	0.01	0.290172	16	0.26	0.03	0.261725
17	0.36	0.05	0.363456	17	0.35	0.04	0.352278
18	0.17	0.35	0.389102	18	0.22	0.38	0.43909
19	0.56	0.1	0.568859	19	0.58	0.13	0.59439
20	0.15	0.1	0.180278	20	0.29	0.16	0.33121
21	0.22	0.08	0.234094	21	0.24	0.03	0.241868
22	0.21	0.48	0.523927	22	0.21	0.38	0.434166
23	0.53	0.19	0.563028	23	0.38	0.21	0.434166
24	0.59	0.2	0.622977	24	0.23	0.05	0.235372
25	0.69	0.26	0.73736	25	0.1	0.13	0.164012
26	0.72	0.21	0.75	26	0.03	0.07	0.076158
27	0.82	0.29	0.86977	27	0.16	0.14	0.212603
28	0.37	0.34	0.502494	28	0.09	0.31	0.3228
29	0.51	0.12	0.523927	29	0.68	0.14	0.694262
30	0.41	0.1	0.422019	30	0.39	0.04	0.392046
31	0.21	0.11	0.237065	31	0.19	0.12	0.224722
32	0.62	0.02	0.620322	32	0.25	0.35	0.430116
33	0.49	0.29	0.569386	33	0.72	0.12	0.729932
34	0.35	0.27	0.442041	34	0.42	0.27	0.4993

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.01	0.4	0.400125	35	0.03	0.51	0.510882
36	0.69	0.09	0.695845	36	0.7	0.11	0.70859
37	0.4	0.31	0.506063	37	0.47	0.07	0.475184
38	0.09	0.17	0.192354	38	0.5	0.12	0.514198
39	0.18	0.21	0.276586	39	0.4	0.17	0.434626
40	0.58	0.13	0.59439	40	0	0.16	0.16
41	0.56	0.03	0.560803	41	0.45	0.13	0.468402
42	0.22	0.02	0.220907	42	0.34	0.03	0.341321
43	0.37	0.04	0.372156	43	0.28	0.01	0.280179
44	0.05	0.08	0.09434	44	0.06	0.02	0.063246
45	0	0.15	0.15	45	0.04	0.01	0.041231
46	0.12	0.03	0.123693	46	0.2	0.08	0.215407
47	0.01	0.04	0.041231	47	0.11	0.06	0.1253
48	0.05	0.07	0.086023	48	0.08	0.01	0.080623
49	0.13	0.05	0.139284	49	0.25	0.1	0.269258
50	0.01	0.1	0.100499	50	0.12	0.06	0.134164
51	0	0.11	0.11	51	0.17	0	0.17
52	0.02	0.03	0.036056	52	0.17	0.13	0.214009
53	0.04	0.07	0.080623	53	0.22	0.09	0.237697
54	0.16	0.03	0.162788	54	0.04	0.13	0.136015
55	0.05	0.02	0.053852	55	0.12	0.07	0.138924
56	0.1	0.07	0.122066	56	0.23	0.1	0.250799
57	0.02	0.05	0.053852	57	0.06	0.05	0.078102
58	0.17	0.02	0.171172	58	0.03	0.11	0.114018
59	0.03	0.06	0.067082	59	0.01	0.06	0.060828
60	0.02	0.05	0.053852	60	0.05	0.1	0.111803
61	0.07	0.03	0.076158	61	0.19	0.14	0.236008
62	0.04	0.02	0.044721	62	0.15	0.06	0.161555
63	0.08	0.01	0.080623	63	0.02	0.01	0.022361
64	0.08	0.01	0.080623	64	0.15	0.13	0.198494

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(ง) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 33-34 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.11	0.06	0.1253	2	0.13	0	0.13
3	0.06	0.04	0.072111	3	0.14	0.08	0.161245
4	0.05	0.03	0.05831	4	0.04	0.05	0.064031
5	0.09	0.04	0.098489	5	0.06	0.03	0.067082
6	0.03	0.04	0.05	6	0.04	0.04	0.056569
7	0.07	0.03	0.076158	7	0.01	0.08	0.080623
8	0.09	0.09	0.127279	8	0	0.05	0.05
9	0.27	0.04	0.272947	9	0.04	0.01	0.041231
10	0.04	0.1	0.107703	10	0.32	0	0.32
11	0.24	0.08	0.252982	11	0.02	0.05	0.053852
12	0.13	0.04	0.136015	12	0.32	0.13	0.345398
13	0.1	0.24	0.26	13	0.2	0.22	0.297321
14	0.3	0.05	0.304138	14	0.26	0.08	0.272029
15	0.16	0.12	0.2	15	0.5	0.01	0.5001
16	0.19	0.16	0.248395	16	0.5	0.18	0.531413
17	0.26	0.08	0.272029	17	0.3	0.02	0.300666
18	0.2	0.11	0.228254	18	0.19	0.22	0.290689
19	0.11	0.16	0.194165	19	0.79	0.09	0.79511
20	0.38	0.06	0.384708	20	0.01	0.02	0.022361
21	0.12	0.04	0.126491	21	0.56	0.09	0.567186
22	0.06	0.07	0.092195	22	0.34	0.09	0.35171
23	0.25	0.03	0.251794	23	0.29	0.1	0.306757
24	0.09	0.08	0.120416	24	0.28	0.04	0.282843
25	0.09	0.12	0.15	25	0.75	0.09	0.755381
26	0.02	0.22	0.220907	26	0.6	0.15	0.618466
27	0.61	0.03	0.610737	27	0.51	0.21	0.551543
28	0.41	0.16	0.440114	28	1.06	0.08	1.063015
29	0.25	0.24	0.346554	29	1.42	0.09	1.422849
30	0.46	0.11	0.472969	30	1.02	0.3	1.063203
31	0.27	0.07	0.278927	31	0.45	0.07	0.455412
32	0.05	0.23	0.235372	32	0.8	0.2	0.824621
33	0.66	0.2	0.689638	33	0.92	0.37	0.991615
34	0.77	0.11	0.777817	34	1.66	0.23	1.675858

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.07	0.33	0.337343	35	1.97	0	1.97
36	0.48	0.05	0.482597	36	1.55	0.34	1.586852
37	0.54	0.03	0.540833	37	0.91	0.23	0.938616
38	0.68	0.2	0.708802	38	0.7	0.18	0.722772
39	0.41	0.49	0.638905	39	0.47	0.21	0.514782
40	0.64	0.47	0.79404	40	0.41	0.25	0.480208
41	0.95	0.14	0.96026	41	0.84	0.51	0.9827
42	0.67	0.08	0.674759	42	1.34	0.38	1.392839
43	0.5	0.01	0.5001	43	1.5	0.32	1.533754
44	0.07	0.11	0.130384	44	1.48	0.06	1.481216
45	0.34	0.11	0.357351	45	1.1	0.12	1.106526
46	0.39	0	0.39	46	0.95	0.14	0.96026
47	0.2	0.01	0.20025	47	0.76	0.07	0.763217
48	0.16	0.01	0.160312	48	0.86	0.02	0.860233
49	0.1	0.01	0.100499	49	0.95	0	0.95
50	0.09	0.05	0.102956	50	0.79	0.02	0.790253
51	0.17	0.13	0.214009	51	0.88	0	0.88
52	0.22	0.03	0.222036	52	0.67	0.01	0.670075
53	0.1	0.02	0.10198	53	0.79	0.07	0.793095
54	0.04	0.07	0.080623	54	0.57	0.04	0.571402
55	0.05	0.05	0.070711	55	0.54	0.03	0.540833
56	0.16	0.07	0.174642	56	0.69	0.05	0.691809
57	0.01	0.11	0.110454	57	0.48	0.01	0.480104
58	0.03	0.04	0.05	58	0.51	0.02	0.510392
59	0.08	0.06	0.1	59	0.61	0.11	0.619839
60	0.08	0.09	0.120416	60	0.62	0.02	0.620322
61	0	0.07	0.07	61	0.51	0.08	0.516236
62	0.04	0.05	0.064031	62	0.53	0.04	0.531507
63	0.13	0.15	0.198494	63	0.58	0.02	0.580345
64	0.03	0.04	0.05	64	0.57	0.02	0.570351

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(r) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 35-36 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.13	0	0.13	2	0.04	0.07	0.080623
3	0.14	0.08	0.161245	3	0.08	0.08	0.113137
4	0.04	0.05	0.064031	4	0.05	0.02	0.053852
5	0.06	0.03	0.067082	5	0.06	0.12	0.134164
6	0.04	0.04	0.056569	6	0.03	0.1	0.104403
7	0.01	0.08	0.080623	7	0.05	0.06	0.078102
8	0	0.05	0.05	8	0.11	0.04	0.117047
9	0.04	0.01	0.041231	9	0.03	0.05	0.05831
10	0.32	0	0.32	10	0.13	0	0.13
11	0.02	0.05	0.053852	11	0.03	0.05	0.05831
12	0.32	0.13	0.345398	12	0	0	0
13	0.2	0.22	0.297321	13	0.25	0.09	0.265707
14	0.26	0.08	0.272029	14	0.36	0.18	0.402492
15	0.5	0.01	0.5001	15	0.02	0.17	0.171172
16	0.5	0.18	0.531413	16	0.26	0.11	0.282312
17	0.3	0.02	0.300666	17	0.18	0.36	0.402492
18	0.19	0.22	0.290689	18	0.37	0.12	0.388973
19	0.79	0.09	0.79511	19	0.17	0.09	0.192354
20	0.01	0.02	0.022361	20	0.06	0.11	0.1253
21	0.56	0.09	0.567186	21	0.01	0.01	0.014142
22	0.34	0.09	0.35171	22	0.23	0.01	0.230217
23	0.29	0.1	0.306757	23	0.11	0.1	0.148661
24	0.28	0.04	0.282843	24	0.04	0.16	0.164924
25	0.75	0.09	0.755381	25	0.1	0.02	0.10198
26	0.6	0.15	0.618466	26	0.13	0.16	0.206155
27	0.51	0.21	0.551543	27	0.08	0.13	0.152643
28	1.06	0.08	1.063015	28	0.03	0.11	0.114018
29	1.42	0.09	1.422849	29	0.25	0.11	0.27313
30	1.02	0.3	1.063203	30	0.43	0.11	0.443847
31	0.45	0.07	0.455412	31	0.04	0.37	0.372156
32	0.8	0.2	0.824621	32	0.15	0.05	0.158114
33	0.92	0.37	0.991615	33	0.1	0.11	0.148661
34	1.66	0.23	1.675858	34	0.22	0.21	0.304138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการค้า
 ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการค้าได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	1.97	0	1.97	35	0.77	0.02	0.77026
36	1.55	0.34	1.586852	36	1.26	0.3	1.295222
37	0.91	0.23	0.938616	37	0.9	0.39	0.980867
38	0.7	0.18	0.722772	38	0.78	0.19	0.802808
39	0.47	0.21	0.514782	39	0.89	0.2	0.912195
40	0.41	0.25	0.480208	40	0.65	0.06	0.652763
41	0.84	0.51	0.9827	41	0.7	0.37	0.79177
42	1.34	0.38	1.392839	42	1.17	0.32	1.212972
43	1.5	0.32	1.533754	43	1.36	0.1	1.363672
44	1.48	0.06	1.481216	44	1.53	0.04	1.530523
45	1.1	0.12	1.106526	45	1.22	0.2	1.236285
46	0.95	0.14	0.96026	46	1.04	0.13	1.048094
47	0.76	0.07	0.763217	47	1.05	0.09	1.05385
48	0.86	0.02	0.860233	48	1.01	0.11	1.015972
49	0.95	0	0.95	49	1.06	0.07	1.062309
50	0.79	0.02	0.790253	50	1.14	0.14	1.148564
51	0.88	0	0.88	51	1.16	0.14	1.168418
52	0.67	0.01	0.670075	52	1.16	0.11	1.165204
53	0.79	0.07	0.793095	53	1.08	0.07	1.082266
54	0.57	0.04	0.571402	54	1.2	0.03	1.200375
55	0.54	0.03	0.540833	55	1	0.08	1.003195
56	0.69	0.05	0.691809	56	1.22	0.05	1.221024
57	0.48	0.01	0.480104	57	1.29	0.01	1.290039
58	0.51	0.02	0.510392	58	1.19	0.1	1.194194
59	0.61	0.11	0.619839	59	1.18	0.06	1.181524
60	0.62	0.02	0.620322	60	1.17	0.06	1.171537
61	0.51	0.08	0.516236	61	1.22	0	1.22
62	0.53	0.04	0.531507	62	1.25	0.05	1.251
63	0.58	0.02	0.580345	63	1.2	0.07	1.20204
64	0.57	0.02	0.570351	64	1.33	0.04	1.330601

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(s) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 37-38 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.01	0.01	0.014142	2	0.01	0.04	0.041231
3	0.01	0.08	0.080623	3	0.06	0.02	0.063246
4	0	0.07	0.07	4	0.06	0.04	0.072111
5	0	0.05	0.05	5	0	0.04	0.04
6	0.03	0.05	0.05831	6	0.03	0.01	0.031623
7	0.08	0.03	0.08544	7	0.04	0.03	0.05
8	0.02	0	0.02	8	0.03	0.01	0.031623
9	0.01	0.01	0.014142	9	0.05	0.03	0.05831
10	0.03	0.04	0.05	10	0.04	0.04	0.056569
11	0.01	0.01	0.014142	11	0	0.06	0.06
12	0.03	0.04	0.05	12	0	0.13	0.13
13	0.03	0.02	0.036056	13	0.01	0.01	0.014142
14	0.02	0.06	0.063246	14	0.02	0.04	0.044721
15	0.01	0.09	0.090554	15	0.02	0.08	0.082462
16	0.01	0.03	0.031623	16	0.03	0.16	0.162788
17	0.01	0.39	0.390128	17	0.01	0.29	0.290172
18	0.02	0.24	0.240832	18	0.07	0.05	0.086023
19	0.01	0.21	0.210238	19	0.08	0.32	0.329848
20	0.02	0.29	0.290689	20	0	0.02	0.02
21	0	0.22	0.22	21	0	0.41	0.41
22	0	0.32	0.32	22	0.04	0.13	0.136015
23	0	0.01	0.01	23	0.01	0.06	0.060828
24	0.01	0.04	0.041231	24	0	0.05	0.05
25	0.08	0.06	0.1	25	0.02	0.05	0.053852
26	0.01	0.04	0.041231	26	0	0.13	0.13
27	0.01	0.22	0.220227	27	0.01	0.24	0.240208
28	0.03	0.2	0.202237	28	0.01	0.16	0.160312
29	0.01	0.09	0.090554	29	0	0.08	0.08
30	0.03	0.04	0.05	30	0	0.05	0.05
31	0.04	0.09	0.098489	31	0.01	0.02	0.022361
32	0.01	0.19	0.190263	32	0.02	0.1	0.10198
33	0.02	0.2	0.200998	33	0.01	0.16	0.160312

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
34	0.02	0.02	0.028284	34	0	0.11	0.11
35	0.06	0.13	0.143178	35	0.01	0.15	0.150333
36	0.02	0.12	0.121655	36	0.04	0.16	0.164924
37	0.03	0.11	0.114018	37	0.01	0.05	0.05099
38	0.03	0.02	0.036056	38	0	0.03	0.03
39	0.04	0.17	0.174642	39	0.01	0.12	0.120416
40	0.02	0.13	0.131529	40	0.05	0.12	0.13
41	0.03	0.06	0.067082	41	0.05	0.1	0.111803
42	0	0.21	0.21	42	0.01	0.02	0.022361
43	0.01	0.31	0.310161	43	0.05	0.03	0.05831
44	0.03	0.34	0.341321	44	0	0.17	0.17
45	0.02	0.2	0.200998	45	0.01	0.25	0.2502
46	0	0.18	0.18	46	0	0.31	0.31
47	0.03	0.12	0.123693	47	0.02	0.28	0.280713
48	0.01	0.11	0.110454	48	0.01	0.16	0.160312
49	0.03	0.08	0.08544	49	0	0.18	0.18
50	0.03	0.09	0.094868	50	0.04	0.15	0.155242
51	0.03	0.12	0.123693	51	0	0.08	0.08
52	0.02	0.07	0.072801	52	0.06	0.08	0.1
53	0	0.08	0.08	53	0.01	0.06	0.060828
54	0.03	0.04	0.05	54	0.02	0.04	0.044721
55	0.02	0.01	0.022361	55	0.01	0.08	0.080623
56	0.03	0.06	0.067082	56	0.06	0.07	0.092195
57	0.03	0.02	0.036056	57	0.01	0.02	0.022361
58	0.03	0.09	0.094868	58	0.05	0.05	0.070711
59	0.01	0.09	0.090554	59	0.01	0.03	0.031623
60	0.02	0.04	0.044721	60	0.05	0.01	0.05099
61	0.02	0.06	0.063246	61	0.05	0.02	0.053852
62	0.03	0.05	0.05831	62	0.06	0.01	0.060828
63	0.03	0.02	0.036056	63	0	0.1	0.1
64	0.02	0.05	0.053852	64	0.04	0.06	0.072111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(t) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 39-40 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.04	0.09	0.098489	2	0.06	0.05	0.078102
3	0.05	0.07	0.086023	3	0.11	0	0.11
4	0.04	0.06	0.072111	4	0.06	0.07	0.092195
5	0.01	0.1	0.100499	5	0.05	0.08	0.09434
6	0.09	0.07	0.114018	6	0.06	0.05	0.078102
7	0.02	0.08	0.082462	7	0.05	0.04	0.064031
8	0.18	0.1	0.205913	8	0.05	0.03	0.05831
9	0.07	0.07	0.098995	9	0.05	0.04	0.064031
10	0.1	0.11	0.148661	10	0.06	0.07	0.092195
11	0.01	0.02	0.022361	11	0.12	0.03	0.123693
12	0.09	0.1	0.134536	12	0.02	0.03	0.036056
13	0.02	0.1	0.10198	13	0.06	0.15	0.161555
14	0.07	0.07	0.098995	14	0.06	0.09	0.108167
15	0.18	0.04	0.184391	15	0.11	0.08	0.136015
16	0.02	0.05	0.053852	16	0.11	0.1	0.148661
17	0.12	0.03	0.123693	17	0.06	0.1	0.116619
18	0.16	0.07	0.174642	18	0.06	0.04	0.072111
19	0.3	0.23	0.378021	19	0.11	0.11	0.155563
20	0.26	0.2	0.328024	20	0.07	0.07	0.098995
21	0.29	0.14	0.322025	21	0.07	0.19	0.202485
22	0.44	0.21	0.487545	22	0.07	0.3	0.308058
23	0.62	0.04	0.621289	23	0.06	0.26	0.266833
24	0.68	0.09	0.68593	24	0.02	0.15	0.151327
25	0.47	0.09	0.478539	25	0.06	0.07	0.092195
26	0.07	0.06	0.092195	26	0.1	0.2	0.223607
27	0.06	0.24	0.247386	27	0.09	0.32	0.332415
28	0.45	0.42	0.615549	28	0.06	0.27	0.276586
29	0.58	0.34	0.672309	29	0.1	0.14	0.172047
30	0.3	0.37	0.47634	30	0.06	0.13	0.143178
31	0.33	0.14	0.358469	31	0.07	0	0.07
32	0.07	0.19	0.202485	32	0.05	0.15	0.158114
33	0.34	0.21	0.399625	33	0.07	0.2	0.211896
34	0.22	0.17	0.278029	34	0.06	0.17	0.180278

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.21	0.23	0.311448	35	0.05	0.05	0.070711
36	0.37	0.18	0.411461	36	0.07	0.08	0.106301
37	0.27	0.02	0.27074	37	0.09	0.15	0.174929
38	0.4	0.13	0.420595	38	0.06	0.11	0.1253
39	0.13	0	0.13	39	0.06	0.18	0.189737
40	0.26	0.08	0.272029	40	0.06	0.2	0.208806
41	0.27	0.09	0.284605	41	0.07	0.17	0.183848
42	0.19	0.16	0.248395	42	0.09	0.12	0.15
43	0.32	0.14	0.349285	43	0.07	0.13	0.147648
44	0.13	0.16	0.206155	44	0.07	0.2	0.211896
45	0.21	0.2	0.29	45	0.05	0.24	0.245153
46	0.62	0.03	0.620725	46	0.06	0.16	0.17088
47	0.4	0.27	0.482597	47	0.02	0.04	0.044721
48	0.34	0.12	0.360555	48	0.05	0.14	0.148661
49	0.34	0.02	0.340588	49	0.05	0.1	0.111803
50	0.04	0.07	0.080623	50	0.13	0.03	0.133417
51	0.18	0.03	0.182483	51	0.05	0.17	0.1772
52	0.11	0.12	0.162788	52	0.06	0.14	0.152315
53	0.26	0.07	0.269258	53	0.07	0.1	0.122066
54	0.14	0.08	0.161245	54	0.06	0.07	0.092195
55	0.08	0.03	0.08544	55	0.05	0.06	0.078102
56	0.02	0.06	0.063246	56	0.05	0.09	0.102956
57	0.11	0.05	0.12083	57	0.07	0.1	0.122066
58	0.01	0.05	0.05099	58	0.06	0.06	0.084853
59	0.11	0.01	0.110454	59	0.14	0.02	0.141421
60	0.1	0.03	0.104403	60	0.11	0.03	0.114018
61	0.02	0.02	0.028284	61	0.06	0.04	0.072111
62	0.02	0.04	0.044721	62	0.05	0.03	0.05831
63	0.13	0.21	0.246982	63	0.05	0.04	0.064031
64	0.29	0.3	0.417253	64	0.09	0.01	0.090554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(น) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 41-42 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.01	0.04	0.041231	2	0.05	0.04	0.064031
3	0.04	0.02	0.044721	3	0.04	0.06	0.072111
4	0.12	0.08	0.144222	4	0.02	0	0.02
5	0.01	0.11	0.110454	5	0.01	0.01	0.014142
6	0.02	0.08	0.082462	6	0.13	0.04	0.136015
7	0.02	0.07	0.072801	7	0.03	0.07	0.076158
8	0.04	0.12	0.126491	8	0.07	0.09	0.114018
9	0.09	0.01	0.090554	9	0	0.02	0.02
10	0.02	0.06	0.063246	10	0.1	0.13	0.164012
11	0.05	0.1	0.111803	11	0.17	0.01	0.170294
12	0.02	0.21	0.21095	12	0.37	0	0.37
13	0.09	0.02	0.092195	13	0.23	0.14	0.269258
14	0.02	0.11	0.111803	14	0.26	0.12	0.286356
15	0.04	0.12	0.126491	15	0.33	0.03	0.331361
16	0.02	0.13	0.131529	16	0.12	0.3	0.32311
17	0.02	0.05	0.053852	17	0.31	0.17	0.353553
18	0.02	0.14	0.141421	18	0.36	0.04	0.362215
19	0.02	0.01	0.022361	19	0.11	0.01	0.110454
20	0.06	0.04	0.072111	20	0.22	0.08	0.234094
21	0.01	0.11	0.110454	21	0.31	0.05	0.314006
22	0.03	0.13	0.133417	22	0.35	0.01	0.350143
23	0.02	0.14	0.141421	23	0.52	0.12	0.533667
24	0.03	0.11	0.114018	24	0.18	0.21	0.276586
25	0.02	0	0.02	25	0.38	0.11	0.395601
26	0.03	0.17	0.172627	26	0.55	0.01	0.550091
27	0.03	0.01	0.031623	27	0.43	0.16	0.458803
28	0.06	0.13	0.143178	28	0.29	0.14	0.322025
29	0.02	0.18	0.181108	29	0.1	0.12	0.156205
30	0.01	0.17	0.170294	30	0.53	0.07	0.534603
31	0.03	0.19	0.192354	31	0.2	0.05	0.206155
32	0.03	0.18	0.182483	32	0.03	0.01	0.031623
33	0.03	0.08	0.08544	33	0.23	0.08	0.243516
34	0.02	0.17	0.171172	34	0.23	0.1	0.250799

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.03	0.26	0.261725	35	0.14	0.06	0.152315
36	0.01	0.24	0.240208	36	0.04	0.01	0.041231
37	0.03	0.21	0.212132	37	0.33	0.02	0.330606
38	0.04	0.07	0.080623	38	0.35	0.12	0.37
39	0.12	0.16	0.2	39	0.25	0.12	0.277308
40	0.03	0.15	0.152971	40	0.21	0.16	0.264008
41	0.03	0.15	0.152971	41	0.3	0.25	0.390512
42	0.01	0.04	0.041231	42	0.28	0.18	0.332866
43	0.01	0.13	0.130384	43	0.13	0.17	0.214009
44	0.02	0.16	0.161245	44	0.15	0.15	0.212132
45	0.01	0.11	0.110454	45	0.07	0.23	0.240416
46	0.01	0.04	0.041231	46	0.07	0.16	0.174642
47	0.01	0.06	0.060828	47	0.49	0.04	0.49163
48	0.03	0.11	0.114018	48	0.35	0.22	0.413401
49	0.1	0.04	0.107703	49	0.03	0.18	0.182483
50	0.01	0.09	0.090554	50	0.23	0.14	0.269258
51	0.02	0.03	0.036056	51	0.65	0.02	0.650308
52	0.02	0	0.02	52	0.24	0.19	0.306105
53	0.02	0.09	0.092195	53	0.06	0.12	0.134164
54	0.06	0.05	0.078102	54	0.15	0.06	0.161555
55	0.02	0.07	0.072801	55	0.01	0.07	0.070711
56	0.02	0.1	0.10198	56	0.15	0.12	0.192094
57	0.08	0.03	0.08544	57	0.01	0.07	0.070711
58	0.03	0.09	0.094868	58	0.13	0.13	0.183848
59	0.01	0.06	0.060828	59	0.04	0.03	0.05
60	0.03	0.11	0.114018	60	0.02	0.08	0.082462
61	0.08	0	0.08	61	0.09	0.1	0.134536
62	0.03	0.11	0.114018	62	0.09	0.03	0.094868
63	0.02	0.09	0.092195	63	0.09	0.07	0.114018
64	0.1	0.05	0.111803	64	0.09	0.06	0.108167

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(v) ทดลองโดยการใช้อุปกรณ์เคลื่อน โดยใช้อัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 43-44 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0.02	0.02	1	0.02	0	0.02
2	0.08	0.07	0.106301	2	0.04	0.05	0.064031
3	0.11	0.09	0.142127	3	0.12	0.03	0.123693
4	0.12	0.09	0.15	4	0.1	0.09	0.134536
5	0.01	0.07	0.070711	5	0.01	0	0.01
6	0.05	0.05	0.070711	6	0.11	0.03	0.114018
7	0.04	0.09	0.098489	7	0.05	0.04	0.064031
8	0.07	0.07	0.098995	8	0.08	0.08	0.113137
9	0.02	0.07	0.072801	9	0.04	0.05	0.064031
10	0.22	0.07	0.230868	10	0.2	0.03	0.202237
11	0.06	0	0.06	11	0.06	0.05	0.078102
12	0.03	0.22	0.222036	12	0.2	0.12	0.233238
13	0.48	0.01	0.480104	13	0.37	0.06	0.374833
14	0.33	0.08	0.339559	14	0.12	0.09	0.15
15	0.19	0.26	0.322025	15	0.36	0.08	0.368782
16	0.5	0.09	0.508035	16	0.42	0.22	0.474131
17	0.18	0.01	0.180278	17	0.4	0.05	0.403113
18	0.15	0.08	0.17	18	0.11	0.28	0.300832
19	0.13	0.06	0.143178	19	0.78	0.03	0.780577
20	0.38	0.14	0.404969	20	0.05	0.37	0.373363
21	0.05	0.27	0.274591	21	0.66	0.19	0.686804
22	0.22	0.18	0.284253	22	0.63	0.01	0.630079
23	0.29	0.15	0.326497	23	0.45	0.12	0.465725
24	0.26	0.02	0.260768	24	0.1	0.04	0.107703
25	0.13	0.09	0.158114	25	0.21	0.02	0.21095
26	0.02	0.15	0.151327	26	0.27	0.04	0.272947
27	0.05	0.17	0.1772	27	0.27	0.03	0.271662
28	0.21	0.02	0.21095	28	0.54	0.14	0.557853
29	0.21	0.13	0.246982	29	0.26	0.04	0.263059
30	0.07	0.12	0.138924	30	0.28	0.1	0.297321
31	0.07	0.04	0.080623	31	0.1	0.09	0.134536
32	0.06	0.1	0.116619	32	0.4	0.03	0.401123
33	0.23	0.15	0.274591	33	0.15	0.02	0.151327
34	0.4	0.07	0.406079	34	0.01	0.08	0.080623

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.12	0.03	0.123693	35	0.13	0.17	0.214009
36	0.03	0.04	0.05	36	0.24	0.08	0.252982
37	0.28	0.03	0.281603	37	0.32	0.17	0.362353
38	0.41	0.15	0.436578	38	0.14	0.19	0.236008
39	0.2	0.2	0.282843	39	0.56	0.04	0.561427
40	0.28	0.29	0.403113	40	0.12	0.18	0.216333
41	0.15	0.24	0.283019	41	0.13	0.2	0.238537
42	0.04	0.12	0.126491	42	0.21	0.05	0.21587
43	0.09	0.09	0.127279	43	0.38	0.03	0.381182
44	0.05	0.11	0.12083	44	0.22	0.1	0.241661
45	0.2	0.05	0.206155	45	0.23	0.08	0.243516
46	0.18	0.1	0.205913	46	0.29	0.01	0.290172
47	0.07	0.05	0.086023	47	0.37	0.04	0.372156
48	0.07	0.11	0.130384	48	0.29	0.15	0.326497
49	0.33	0.05	0.333766	49	0.05	0.24	0.245153
50	0.25	0.03	0.251794	50	0.26	0.1	0.278568
51	0.02	0.01	0.022361	51	0.34	0.03	0.341321
52	0.16	0.04	0.164924	52	0.01	0.01	0.014142
53	0.21	0.11	0.237065	53	0.16	0.08	0.178885
54	0.01	0.07	0.070711	54	0.06	0.02	0.063246
55	0.07	0.08	0.106301	55	0.01	0.02	0.022361
56	0.03	0.06	0.067082	56	0.09	0.01	0.090554
57	0.08	0.11	0.136015	57	0.03	0.02	0.036056
58	0.11	0.11	0.155563	58	0.09	0.1	0.134536
59	0.05	0.07	0.086023	59	0.1	0.05	0.111803
60	0.06	0.09	0.108167	60	0.15	0.06	0.161555
61	0.07	0.07	0.098995	61	0.11	0.04	0.117047
62	0.01	0.07	0.070711	62	0.05	0.04	0.064031
63	0.08	0.07	0.106301	63	0.08	0.05	0.09434
64	0.07	0.07	0.098995	64	0.06	0.04	0.072111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(w) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 45-46 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0.01	0.01
2	0.14	0.08	0.161245	2	0.06	0.09	0.108167
3	0.23	0.06	0.237697	3	0.03	0.07	0.076158
4	0.16	0.08	0.178885	4	0.13	0.08	0.152643
5	0.15	0.08	0.17	5	0.01	0.1	0.100499
6	0.22	0.09	0.237697	6	0.04	0.04	0.056569
7	0.08	0.01	0.080623	7	0.01	0.12	0.120416
8	0.25	0.15	0.291548	8	0.09	0.01	0.090554
9	0.1	0.01	0.100499	9	0.06	0.15	0.161555
10	0.32	0.21	0.382753	10	0.14	0	0.14
11	0.15	0	0.15	11	0.19	0.04	0.194165
12	0.06	0.15	0.161555	12	0.2	0.11	0.228254
13	0.45	0.18	0.484665	13	0.06	0.01	0.060828
14	0.32	0.01	0.320156	14	0.04	0.14	0.145602
15	0.23	0.11	0.254951	15	0.28	0.11	0.300832
16	0.38	0.34	0.509902	16	0.05	0.14	0.148661
17	0.6	0.06	0.602993	17	0.38	0.13	0.401622
18	0.02	0.22	0.220907	18	0.12	0.25	0.277308
19	0.54	0.14	0.557853	19	0.65	0.01	0.650077
20	0.2	0.47	0.510784	20	0.04	0.2	0.203961
21	0.76	0.29	0.813449	21	0.35	0.01	0.350143
22	0.77	0.09	0.775242	22	0.26	0.11	0.282312
23	0.65	0.04	0.65123	23	0	0.11	0.11
24	0.16	0.12	0.2	24	0.02	0.11	0.111803
25	0.03	0.03	0.042426	25	0.05	0.16	0.167631
26	0	0.04	0.04	26	0.15	0.14	0.205183
27	0.07	0.04	0.080623	27	0.12	0.06	0.134164
28	0.26	0.03	0.261725	28	0.05	0.14	0.148661
29	0.02	0.01	0.022361	29	0.02	0.14	0.141421
30	0.04	0.13	0.136015	30	0.17	0.14	0.220227
31	0.15	0	0.15	31	0.03	0.07	0.076158
32	0.48	0.13	0.497293	32	0.06	0.08	0.1
33	0.36	0.09	0.37108	33	0.09	0.03	0.094868
34	0	0.02	0.02	34	0.19	0.07	0.202485

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.03	0.1	0.104403	35	0.18	0.07	0.193132
36	0.2	0.19	0.275862	36	0.14	0.07	0.156525
37	0.66	0.1	0.667533	37	0.47	0.17	0.4998
38	0.6	0.09	0.606712	38	0.13	0.35	0.373363
39	0.39	0.21	0.442945	39	0.53	0.2	0.56648
40	0.29	0.16	0.33121	40	0.53	0.05	0.532353
41	0.11	0.21	0.237065	41	0.1	0.07	0.122066
42	0.13	0.21	0.246982	42	0.11	0.04	0.117047
43	0.24	0.27	0.361248	43	0.13	0.03	0.133417
44	0.48	0.19	0.516236	44	0.3	0.03	0.301496
45	0.38	0.25	0.454863	45	0.35	0.01	0.350143
46	0.43	0.22	0.483011	46	0.22	0.03	0.222036
47	0.23	0.27	0.354683	47	0.12	0.11	0.162788
48	0.07	0.24	0.25	48	0.25	0.04	0.25318
49	0.28	0.09	0.294109	49	0.34	0.08	0.349285
50	0.13	0.03	0.133417	50	0.25	0.17	0.302324
51	0.32	0.02	0.320624	51	0.02	0.18	0.181108
52	0.3	0.09	0.313209	52	0.01	0.06	0.060828
53	0.14	0.12	0.184391	53	0.07	0.07	0.098995
54	0.27	0.07	0.278927	54	0.16	0.07	0.174642
55	0.1	0.07	0.122066	55	0.03	0.1	0.104403
56	0.18	0.11	0.21095	56	0.01	0.08	0.080623
57	0.12	0.14	0.184391	57	0.05	0.1	0.111803
58	0.22	0.11	0.245967	58	0.07	0.1	0.122066
59	0.28	0.13	0.308707	59	0.06	0.08	0.1
60	0.11	0	0.11	60	0.12	0.1	0.156205
61	0.15	0.04	0.155242	61	0.04	0.08	0.089443
62	0.1	0.04	0.107703	62	0.03	0.08	0.08544
63	0.14	0.06	0.152315	63	0.07	0.08	0.106301
64	0.21	0.11	0.237065	64	0.09	0.08	0.120416

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(x) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 47-48 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.01	0	0.01	1	0.02	0.01	0.022361
2	0.03	0.03	0.042426	2	0.07	0.09	0.114018
3	0	0.03	0.03	3	0.04	0.15	0.155242
4	0.1	0.06	0.116619	4	0.01	0.08	0.080623
5	0.06	0.07	0.092195	5	0.17	0.09	0.192354
6	0.01	0.03	0.031623	6	0	0.16	0.16
7	0.13	0.05	0.139284	7	0.11	0.02	0.111803
8	0.12	0.03	0.123693	8	0.08	0.17	0.187883
9	0.1	0.13	0.164012	9	0.13	0.05	0.139284
10	0.01	0.05	0.05099	10	0.14	0.12	0.184391
11	0.12	0.14	0.184391	11	0.11	0.03	0.114018
12	0.15	0	0.15	12	0.02	0.14	0.141421
13	0.08	0.09	0.120416	13	0.16	0.06	0.17088
14	0.23	0.13	0.264197	14	0	0.09	0.09
15	0.03	0.02	0.036056	15	0.14	0.17	0.220227
16	0.09	0.16	0.183576	16	0.09	0.02	0.092195
17	0.31	0.17	0.353553	17	0.09	0.06	0.108167
18	0.34	0.07	0.347131	18	0.12	0.15	0.192094
19	0.11	0.12	0.162788	19	0.21	0.17	0.270185
20	0.37	0.23	0.43566	20	0.14	0.08	0.161245
21	0.03	0.13	0.133417	21	0.15	0.11	0.186011
22	0.18	0.05	0.186815	22	0.08	0.15	0.17
23	0.17	0.05	0.1772	23	0.01	0.09	0.090554
24	0.21	0.01	0.210238	24	0.17	0.11	0.202485
25	0.08	0.01	0.080623	25	0.01	0.07	0.070711
26	0.11	0.04	0.117047	26	0.05	0.13	0.139284
27	0.06	0.06	0.084853	27	0.1	0.07	0.122066
28	0.07	0.08	0.106301	28	0.21	0.11	0.237065
29	0.28	0.08	0.291204	29	0.07	0.06	0.092195
30	0.25	0.1	0.269258	30	0.26	0.13	0.290689
31	0.21	0.07	0.221359	31	0.14	0.05	0.148661
32	0.12	0.06	0.134164	32	0.01	0.14	0.140357
33	0.08	0.08	0.113137	33	0.24	0.12	0.268328
34	0.15	0.1	0.180278	34	0.18	0.01	0.180278

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.42	0.04	0.4219	35	0.46	0.09	0.468722
36	0.07	0.16	0.174642	36	0.23	0.24	0.332415
37	0.43	0.14	0.452217	37	0.54	0.03	0.540833
38	0	0.31	0.31	38	0.03	0	0.03
39	0.44	0.19	0.47927	39	0.22	0.07	0.230868
40	0.41	0.04	0.411947	40	0.15	0.2	0.25
41	0.01	0.06	0.060828	41	0.3	0.16	0.34
42	0.19	0.02	0.19105	42	0.27	0.05	0.274591
43	0.18	0.02	0.181108	43	0.28	0.04	0.282843
44	0.31	0.08	0.320156	44	0.29	0.02	0.290689
45	0.38	0.05	0.383275	45	0.28	0.01	0.280179
46	0.11	0.11	0.155563	46	0.35	0	0.35
47	0.17	0.05	0.1772	47	0.31	0.06	0.315753
48	0.07	0.04	0.080623	48	0.33	0.15	0.362491
49	0.23	0.02	0.230868	49	0.13	0.18	0.222036
50	0.25	0.12	0.277308	50	0.18	0.07	0.193132
51	0.21	0.15	0.25807	51	0.16	0.02	0.161245
52	0.05	0.17	0.1772	52	0.19	0.08	0.206155
53	0.02	0.07	0.072801	53	0.06	0.07	0.092195
54	0.13	0.06	0.143178	54	0.08	0.04	0.089443
55	0.07	0.11	0.130384	55	0.02	0.03	0.036056
56	0.01	0.07	0.070711	56	0.09	0.11	0.142127
57	0.1	0.09	0.134536	57	0.09	0.13	0.158114
58	0.14	0.09	0.166433	58	0.05	0.09	0.102956
59	0.08	0.1	0.128062	59	0.06	0.1	0.116619
60	0.12	0.08	0.144222	60	0.04	0.06	0.072111
61	0.04	0.08	0.089443	61	0.01	0.03	0.031623
62	0.07	0.07	0.098995	62	0.11	0.08	0.136015
63	0.14	0.09	0.166433	63	0.08	0.09	0.120416
64	0.08	0.07	0.106301	64	0.06	0.07	0.092195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(y) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 49-50 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0.03	0.03	1	0	0	0
2	0.16	0.08	0.178885	2	0.01	0.09	0.090554
3	0.23	0.09	0.246982	3	0.03	0	0.03
4	0.1	0.12	0.156205	4	0.07	0.09	0.114018
5	0.19	0.09	0.210238	5	0.15	0.04	0.155242
6	0.26	0.12	0.286356	6	0	0.03	0.03
7	0.02	0.01	0.022361	7	0.01	0.1	0.100499
8	0.35	0.09	0.361386	8	0.05	0.01	0.05099
9	0.15	0.09	0.174929	9	0.12	0.12	0.169706
10	0.27	0.12	0.295466	10	0.14	0.03	0.143178
11	0.04	0.06	0.072111	11	0.14	0.01	0.140357
12	0.28	0.13	0.308707	12	0.09	0.06	0.108167
13	0.13	0.05	0.139284	13	0.16	0.07	0.174642
14	0.22	0.12	0.250599	14	0.1	0.05	0.111803
15	0.19	0.07	0.202485	15	0.05	0.02	0.053852
16	0.17	0.11	0.202485	16	0.03	0.07	0.076158
17	0.08	0.04	0.089443	17	0.01	0.02	0.022361
18	0.13	0.05	0.139284	18	0.16	0.02	0.161245
19	0.27	0.1	0.287924	19	0.1	0.02	0.10198
20	0.26	0.08	0.272029	20	0.18	0.02	0.181108
21	0.2	0.05	0.206155	21	0.15	0	0.15
22	0.18	0.07	0.193132	22	0.27	0.01	0.270185
23	0.4	0.09	0.41	23	0.11	0.08	0.136015
24	0.34	0.17	0.380132	24	0.02	0.07	0.072801
25	0.28	0.12	0.304631	25	0.08	0.04	0.089443
26	0.14	0.09	0.166433	26	0.09	0.04	0.098489
27	0.12	0.01	0.120416	27	0.07	0.01	0.070711
28	0.26	0.06	0.266833	28	0.08	0.02	0.082462
29	0.26	0.09	0.275136	29	0.05	0.11	0.12083
30	0.06	0.12	0.134164	30	0.11	0.06	0.1253
31	0.37	0.09	0.380789	31	0.12	0.02	0.121655
32	0.35	0.04	0.352278	32	0.21	0.02	0.21095
33	0.12	0.1	0.156205	33	0.08	0.02	0.082462
34	0.38	0.08	0.38833	34	0.05	0.03	0.05831

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.4	0.01	0.400125	35	0.1	0.01	0.100499
36	0.07	0.02	0.072801	36	0	0.11	0.11
37	0.17	0.19	0.254951	37	0.18	0.01	0.180278
38	0.38	0.11	0.395601	38	0.03	0.03	0.042426
39	0.27	0.04	0.272947	39	0	0.12	0.12
40	0.06	0.07	0.092195	40	0.18	0.11	0.21095
41	0.03	0.1	0.104403	41	0.27	0.09	0.284605
42	0.2	0.2	0.282843	42	0.34	0.01	0.340147
43	0.15	0.22	0.266271	43	0.35	0.03	0.351283
44	0.27	0.27	0.381838	44	0.24	0.1	0.26
45	0.18	0.19	0.261725	45	0.02	0.02	0.028284
46	0.07	0.17	0.183848	46	0.13	0.02	0.131529
47	0.02	0.07	0.072801	47	0.14	0.02	0.141421
48	0.1	0.03	0.104403	48	0.06	0.14	0.152315
49	0.44	0.03	0.441022	49	0.14	0.12	0.184391
50	0.42	0.15	0.445982	50	0.08	0.04	0.089443
51	0.15	0.21	0.25807	51	0.13	0.04	0.136015
52	0.1	0.05	0.111803	52	0.02	0	0.02
53	0.4	0.13	0.420595	53	0.05	0.05	0.070711
54	0.24	0.12	0.268328	54	0.03	0.02	0.036056
55	0.12	0.07	0.138924	55	0.08	0.06	0.1
56	0.23	0.08	0.243516	56	0.11	0.04	0.117047
57	0.13	0.12	0.176918	57	0.04	0.02	0.044721
58	0.1	0.03	0.104403	58	0.02	0.07	0.072801
59	0.25	0.13	0.28178	59	0.16	0.01	0.160312
60	0.16	0.06	0.17088	60	0.01	0.05	0.05099
61	0.17	0.03	0.172627	61	0.03	0.01	0.031623
62	0.11	0.03	0.114018	62	0.06	0.06	0.084853
63	0.24	0.12	0.268328	63	0.05	0.01	0.05099
64	0.24	0.08	0.252982	64	0	0.03	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(z) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 51-52 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.03	0.13	0.133417	2	0.23	0.12	0.259422
3	0.07	0.06	0.092195	3	0.05	0.07	0.086023
4	0.19	0.17	0.254951	4	0.13	0.07	0.147648
5	0.1	0.15	0.180278	5	0.31	0.12	0.332415
6	0.07	0.08	0.106301	6	0.1	0.18	0.205913
7	0.01	0.13	0.130384	7	0.2	0.12	0.233238
8	0.1	0.07	0.122066	8	0.18	0.17	0.247588
9	0.08	0.01	0.080623	9	0.11	0.11	0.155563
10	0.05	0.19	0.196469	10	0.27	0.12	0.295466
11	0.04	0.07	0.080623	11	0.17	0.16	0.233452
12	0.11	0.18	0.21095	12	0.24	0.07	0.25
13	0.07	0.1	0.122066	13	0.01	0.09	0.090554
14	0.09	0.13	0.158114	14	0.18	0.11	0.21095
15	0.02	0.11	0.111803	15	0.03	0.09	0.094868
16	0.09	0.19	0.210238	16	0.24	0.15	0.283019
17	0.21	0.12	0.241868	17	0.18	0.09	0.201246
18	0.02	0.02	0.028284	18	0.11	0.15	0.186011
19	0.03	0.04	0.05	19	0.17	0.19	0.254951
20	0.14	0.13	0.19105	20	0.17	0.2	0.262488
21	0.07	0.19	0.202485	21	0.26	0.18	0.316228
22	0.1	0.2	0.223607	22	0.19	0.22	0.290689
23	0.14	0.14	0.19799	23	0.22	0.15	0.266271
24	0.25	0.14	0.286531	24	0.24	0.03	0.241868
25	0.17	0.09	0.192354	25	0.27	0.1	0.287924
26	0.24	0.11	0.264008	26	0.32	0.14	0.349285
27	0.21	0.08	0.224722	27	0.29	0.12	0.313847
28	0.17	0.08	0.187883	28	0.18	0.11	0.21095
29	0.2	0.2	0.282843	29	0.27	0.17	0.319061
30	0.12	0.16	0.2	30	0.19	0.17	0.254951
31	0.11	0.16	0.194165	31	0.14	0.05	0.148661
32	0.16	0.1	0.18868	32	0.19	0.05	0.196469
33	0.15	0.06	0.161555	33	0.28	0.14	0.31305
34	0.09	0.04	0.098489	34	0.22	0.07	0.230868

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.05	0.04	0.064031	35	0.22	0.11	0.245967
36	0.14	0.04	0.145602	36	0.33	0.13	0.354683
37	0.07	0.1	0.122066	37	0.16	0.1	0.18868
38	0.05	0.1	0.111803	38	0.05	0.16	0.167631
39	0.14	0.1	0.172047	39	0.13	0.1	0.164012
40	0.28	0.16	0.32249	40	0.4	0.2	0.447214
41	0.23	0.1	0.250799	41	0.32	0.15	0.353412
42	0.22	0.05	0.22561	42	0.36	0.1	0.373631
43	0.09	0.04	0.098489	43	0.16	0.06	0.17088
44	0.03	0.02	0.036056	44	0.39	0.13	0.411096
45	0.01	0.08	0.080623	45	0.39	0.08	0.398121
46	0.09	0.05	0.102956	46	0.43	0.13	0.449222
47	0.26	0.12	0.286356	47	0.43	0.2	0.474236
48	0.24	0.17	0.294109	48	0.13	0.19	0.230217
49	0.05	0.25	0.254951	49	0.04	0.05	0.064031
50	0.02	0.16	0.161245	50	0.22	0.08	0.234094
51	0.12	0.1	0.156205	51	0.37	0.16	0.403113
52	0.06	0.05	0.078102	52	0.15	0.17	0.226716
53	0.06	0.16	0.17088	53	0.23	0.14	0.269258
54	0.07	0.13	0.147648	54	0.26	0.14	0.295296
55	0.11	0.07	0.130384	55	0.13	0.11	0.170294
56	0.03	0.15	0.152971	56	0.14	0.13	0.19105
57	0.06	0.14	0.152315	57	0.09	0.06	0.108167
58	0.06	0.13	0.143178	58	0.06	0.06	0.084853
59	0.06	0.14	0.152315	59	0.18	0.13	0.222036
60	0.17	0.14	0.220227	60	0.2	0.13	0.238537
61	0.1	0.14	0.172047	61	0.26	0.14	0.295296
62	0.13	0.15	0.198494	62	0.22	0.14	0.260768
63	0.07	0.14	0.156525	63	0.16	0.16	0.226274
64	0.07	0.15	0.165529	64	0.23	0.15	0.274591

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(aa) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 53-54 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.13	0.13	0.183848	2	0.03	0.07	0.076158
3	0.16	0.16	0.226274	3	0.01	0.09	0.090554
4	0.12	0.12	0.169706	4	0.01	0.04	0.041231
5	0.14	0.14	0.19799	5	0.04	0.07	0.080623
6	0.12	0.12	0.169706	6	0.05	0.08	0.09434
7	0.12	0.12	0.169706	7	0.03	0.06	0.067082
8	0.1	0.1	0.141421	8	0.03	0.1	0.104403
9	0.13	0.13	0.183848	9	0.05	0.09	0.102956
10	0.09	0.09	0.127279	10	0.04	0.06	0.072111
11	0.1	0.1	0.141421	11	0.07	0.1	0.122066
12	0.07	0.07	0.098995	12	0	0	0
13	0.09	0.09	0.127279	13	0.09	0.07	0.114018
14	0.11	0.11	0.155563	14	0.14	0.14	0.19799
15	0.1	0.1	0.141421	15	0.02	0.07	0.072801
16	0.07	0.07	0.098995	16	0.02	0.06	0.063246
17	0.14	0.14	0.19799	17	0.12	0.11	0.162788
18	0.09	0.09	0.127279	18	0.03	0.11	0.114018
19	0.14	0.14	0.19799	19	0.06	0.1	0.116619
20	0.07	0.07	0.098995	20	0	0.06	0.06
21	0.09	0.09	0.127279	21	0.09	0.11	0.142127
22	0.06	0.06	0.084853	22	0.1	0.05	0.111803
23	0.07	0.07	0.098995	23	0.11	0.05	0.12083
24	0.11	0.11	0.155563	24	0.04	0.08	0.089443
25	0.05	0.05	0.070711	25	0.12	0.09	0.15
26	0.03	0.03	0.042426	26	0.03	0.07	0.076158
27	0.03	0.03	0.042426	27	0.16	0.08	0.178885
28	0.07	0.07	0.098995	28	0.07	0.07	0.098995
29	0	0	0	29	0.15	0.14	0.205183
30	0.07	0.07	0.098995	30	0.14	0.07	0.156525
31	0.12	0.12	0.169706	31	0.14	0.08	0.161245
32	0.06	0.06	0.084853	32	0.16	0.07	0.174642
33	0.09	0.09	0.127279	33	0.02	0.1	0.10198
34	0.09	0.09	0.127279	34	0.03	0.07	0.076158

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.08	0.08	0.113137	35	0.02	0.16	0.161245
36	0.06	0.06	0.084853	36	0.06	0.12	0.134164
37	0	0	0	37	0.07	0.14	0.156525
38	0.11	0.11	0.155563	38	0.08	0.18	0.196977
39	0.11	0.11	0.155563	39	0.02	0.12	0.121655
40	0.11	0.11	0.155563	40	0.04	0.11	0.117047
41	0.02	0.02	0.028284	41	0.09	0.12	0.15
42	0.09	0.09	0.127279	42	0.04	0.08	0.089443
43	0.09	0.09	0.127279	43	0.09	0.11	0.142127
44	0.11	0.11	0.155563	44	0.04	0.04	0.056569
45	0.035	0.035	0.049497	45	0	0.02	0.02
46	0.07	0.07	0.098995	46	0.04	0.11	0.117047
47	0.034	0.034	0.048083	47	0.12	0.1	0.156205
48	0.049	0.049	0.069296	48	0.03	0.08	0.08544
49	0.034	0.034	0.048083	49	0.1	0.08	0.128062
50	0.049	0.049	0.069296	50	0.01	0.04	0.041231
51	0.034	0.034	0.048083	51	0.02	0.09	0.092195
52	0.07	0.07	0.098995	52	0.14	0.07	0.156525
53	0.05	0.05	0.070711	53	0.06	0.07	0.092195
54	0.12	0.12	0.169706	54	0.05	0.05	0.070711
55	0.09	0.09	0.127279	55	0	0.12	0.12
56	0.11	0.11	0.155563	56	0.06	0.09	0.108167
57	0.02	0.02	0.028284	57	0.07	0.08	0.106301
58	0.11	0.11	0.155563	58	0.03	0.02	0.036056
59	0.08	0.08	0.113137	59	0.09	0.09	0.127279
60	0.07	0.07	0.098995	60	0.02	0.05	0.053852
61	0.08	0.08	0.113137	61	0.05	0.07	0.086023
62	0.08	0.08	0.113137	62	0.05	0.05	0.070711
63	0.08	0.08	0.113137	63	0.07	0.04	0.080623
64	0.08	0.08	0.113137	64	0.02	0.1	0.10198

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(ab) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 55-56 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0.15	0.15	0.212132
2	0.03	0.06	0.067082	2	0.06	0.06	0.084853
3	0.06	0.07	0.092195	3	0.09	0.09	0.127279
4	0.03	0.02	0.036056	4	0.13	0.13	0.183848
5	0.02	0.07	0.072801	5	0.05	0.05	0.070711
6	0.1	0.08	0.128062	6	0.06	0.06	0.084853
7	0.01	0.07	0.070711	7	0.09	0.09	0.127279
8	0.12	0.11	0.162788	8	0.11	0.11	0.155563
9	0.07	0.05	0.086023	9	0.11	0.11	0.155563
10	0.04	0.13	0.136015	10	0.09	0.09	0.127279
11	0.09	0.08	0.120416	11	0.14	0.14	0.19799
12	0.06	0	0.06	12	0.13	0.13	0.183848
13	0.05	0.08	0.09434	13	0.07	0.07	0.098995
14	0.11	0.11	0.155563	14	0.09	0.09	0.127279
15	0.16	0.16	0.226274	15	0.05	0.05	0.070711
16	0.48	0.12	0.494773	16	0.03	0.03	0.042426
17	0.54	0.03	0.540833	17	0.11	0.11	0.155563
18	0.55	0.07	0.554437	18	0.08	0.08	0.113137
19	0.59	0.18	0.616847	19	0.06	0.06	0.084853
20	0.21	0.11	0.237065	20	0.11	0.11	0.155563
21	0.22	0.01	0.220227	21	0	0	0
22	0.15	0.03	0.152971	22	0.07	0.07	0.098995
23	0.11	0.06	0.1253	23	0	0	0
24	0.23	0.07	0.240416	24	0.03	0.03	0.042426
25	0.19	0.03	0.192354	25	0.02	0.02	0.028284
26	0.36	0.16	0.393954	26	0	0	0
27	0.28	0.23	0.362353	27	0.05	0.05	0.070711
28	0.15	0.25	0.291548	28	0.04	0.04	0.056569
29	0	0.23	0.23	29	0.01	0.01	0.014142
30	0.06	0.25	0.257099	30	0.08	0.08	0.113137
31	0.1	0.25	0.269258	31	0.07	0.07	0.098995
32	0.06	0.13	0.143178	32	0.05	0.05	0.070711
33	0.26	0.29	0.389487	33	0.04	0.04	0.056569
34	0.3	0.32	0.438634	34	0.07	0.07	0.098995

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.45	0.22	0.500899	35	0.07	0.07	0.098995
36	0.48	0.3	0.566039	36	0.13	0.13	0.183848
37	0.48	0.12	0.494773	37	0.07	0.07	0.098995
38	0.46	0.2	0.501597	38	0.09	0.09	0.127279
39	0.56	0.19	0.591354	39	0.05	0.05	0.070711
40	0.65	0.19	0.6772	40	0.03	0.03	0.042426
41	0.72	0.1	0.726911	41	0.11	0.11	0.155563
42	0.53	0.08	0.536004	42	0.08	0.08	0.113137
43	0.35	0.12	0.37	43	0.06	0.06	0.084853
44	0.58	0.16	0.601664	44	0.11	0.11	0.155563
45	0.46	0.14	0.480833	45	0.13	0.13	0.183848
46	0.41	0.3	0.508035	46	0.14	0.14	0.19799
47	0.33	0.31	0.452769	47	0.08	0.08	0.113137
48	0.22	0.37	0.430465	48	0.1	0.1	0.141421
49	0.08	0.33	0.339559	49	0.12	0.12	0.169706
50	0.16	0.19	0.248395	50	0.09	0.09	0.127279
51	0.35	0.22	0.413401	51	0.08	0.08	0.113137
52	0.4	0.25	0.471699	52	0.02	0.02	0.028284
53	0.43	0.45	0.622415	53	0.09	0.09	0.127279
54	0.21	0.34	0.399625	54	0.05	0.05	0.070711
55	0.35	0.34	0.487955	55	0.07	0.07	0.098995
56	0.41	0.42	0.586941	56	0.05	0.05	0.070711
57	0.35	0.37	0.509313	57	0.04	0.04	0.056569
58	0.19	0.26	0.322025	58	0.1	0.1	0.141421
59	0.36	0.36	0.509117	59	0.05	0.05	0.073539
60	0.23	0.27	0.354683	60	0.05	0.05	0.068654
61	0.39	0.37	0.537587	61	0.05	0.05	0.063768
62	0.37	0.31	0.482701	62	0.04	0.04	0.058883
63	0.28	0.29	0.403113	63	0.04	0.04	0.053997
64	0.53	0.52	0.742496	64	0.03	0.03	0.049112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(ac) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 57-58 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.08	0.13	0.152643	2	0.04	0.08	0.089443
3	0.11	0.13	0.170294	3	0.03	0.01	0.031623
4	0.08	0.17	0.187883	4	0.02	0.06	0.063246
5	0.01	0.12	0.120416	5	0.02	0.06	0.063246
6	0.11	0.09	0.142127	6	0.02	0.08	0.082462
7	0.02	0.1	0.10198	7	0.03	0.07	0.076158
8	0.16	0.09	0.183576	8	0.02	0.01	0.022361
9	0.05	0.19	0.196469	9	0.02	0.06	0.063246
10	0.07	0.09	0.114018	10	0.03	0.04	0.05
11	0.17	0.1	0.197231	11	0.07	0.07	0.098995
12	0.02	0.17	0.171172	12	0.04	0.08	0.089443
13	0.05	0.16	0.167631	13	0.01	0.04	0.041231
14	0.04	0.09	0.098489	14	0.04	0.05	0.064031
15	0.07	0.07	0.098995	15	0.05	0.02	0.053852
16	0.26	0.09	0.275136	16	0.02	0.07	0.072801
17	0.2	0.06	0.208806	17	0.03	0.04	0.05
18	0	0.32	0.32	18	0.06	0.08	0.1
19	0.62	0.01	0.620081	19	0.08	0.03	0.08544
20	0.11	0.04	0.117047	20	0.02	0.06	0.063246
21	0.4	0.18	0.438634	21	0.07	0.03	0.076158
22	0.11	0.18	0.21095	22	0.01	0.08	0.080623
23	0.4	0.15	0.4272	23	0.04	0	0.04
24	0.26	0	0.26	24	0.02	0.04	0.044721
25	0.07	0.06	0.092195	25	0.01	0.09	0.090554
26	0.14	0.15	0.205183	26	0	0.04	0.04
27	0.02	0.25	0.250799	27	0.08	0.08	0.113137
28	0.01	0.1	0.100499	28	0.02	0.03	0.036056
29	0.16	0.12	0.2	29	0.19	0.03	0.192354
30	0.35	0.07	0.356931	30	0.04	0.09	0.098489
31	0.71	0.06	0.712531	31	0.12	0.19	0.224722
32	0.1	0.14	0.172047	32	0.19	0.27	0.330151
33	0.72	0.12	0.729932	33	0.57	0.21	0.607454
34	0.05	0.4	0.403113	34	0.59	0	0.59

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ ใช้ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.64	0.26	0.690797	35	0.2	0.08	0.215407
36	0.28	0.09	0.294109	36	0.16	0.01	0.160312
37	0.45	0.01	0.450111	37	0.17	0.05	0.1772
38	0.34	0.23	0.410488	38	0.14	0.02	0.141421
39	0.36	0.31	0.475079	39	0.21	0	0.21
40	0.76	0.1	0.766551	40	0.19	0.06	0.199249
41	0.25	0.23	0.339706	41	0.08	0.04	0.089443
42	0.57	0.31	0.648845	42	0.14	0.06	0.152315
43	0.29	0.23	0.370135	43	0.26	0.01	0.260192
44	0.48	0.02	0.480416	44	0.14	0.07	0.156525
45	0.11	0.02	0.111803	45	0.2	0.1	0.223607
46	0.3	0.1	0.316228	46	0.42	0.04	0.4219
47	0.16	0.16	0.226274	47	0.28	0.03	0.281603
48	0.13	0.11	0.170294	48	0.32	0.05	0.323883
49	0.04	0.16	0.164924	49	0.15	0.06	0.161555
50	0.03	0.14	0.143178	50	0.24	0.1	0.26
51	0	0.11	0.11	51	0.19	0.03	0.192354
52	0	0.13	0.13	52	0.23	0.06	0.237697
53	0.1	0.11	0.148661	53	0.25	0.03	0.251794
54	0.02	0.15	0.151327	54	0.18	0.07	0.193132
55	0.02	0.13	0.131529	55	0.23	0.06	0.237697
56	0.15	0.15	0.212132	56	0.25	0.01	0.2502
57	0.03	0.13	0.133417	57	0.18	0.09	0.201246
58	0.11	0.13	0.170294	58	0.19	0.03	0.192354
59	0.04	0.11	0.117047	59	0.2	0.05	0.206155
60	0.06	0.07	0.092195	60	0.12	0.07	0.138924
61	0.08	0.16	0.178885	61	0.18	0.03	0.182483
62	0.07	0.03	0.076158	62	0.16	0.06	0.17088
63	0.06	0.04	0.072111	63	0.24	0.06	0.247386
64	0.04	0.13	0.136015	64	0.19	0.04	0.194165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(ad) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 59-60 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0.025	0.051	0.056798	1	0	0	0
2	0.078	0.021	0.080777	2	0.04	0.08	0.089443
3	0.044	0.007	0.044553	3	0.03	0.01	0.031623
4	0.063	0.02	0.066098	4	0.02	0.06	0.063246
5	0.17	0.043	0.175354	5	0.02	0.06	0.063246
6	0.277	0.064	0.284297	6	0.02	0.08	0.082462
7	0.118	0.084	0.144845	7	0.03	0.07	0.076158
8	0.016	0.105	0.106212	8	0.02	0.01	0.022361
9	0.15	0.126	0.195898	9	0.02	0.06	0.063246
10	0.042	0.147	0.152882	10	0.03	0.04	0.05
11	0.114	0.168	0.203027	11	0.07	0.07	0.098995
12	0.186	0.189	0.265174	12	0.04	0.08	0.089443
13	0.258	0.21	0.332662	13	0.01	0.04	0.041231
14	0.33	0.231	0.402816	14	0.04	0.05	0.064031
15	0.103	0.084	0.13291	15	0.05	0.02	0.053852
16	0.027	0.397	0.397917	16	0.02	0.07	0.072801
17	0.012	0.195	0.195369	17	0.03	0.04	0.05
18	0.02	0.04	0.044721	18	0.06	0.08	0.1
19	0.01	0.09	0.090554	19	0.08	0.03	0.08544
20	0	0.04	0.04	20	0.02	0.06	0.063246
21	0.08	0.08	0.113137	21	0.07	0.03	0.076158
22	0.02	0.03	0.036056	22	0.01	0.08	0.080623
23	0.19	0.03	0.192354	23	0.04	0	0.04
24	0.04	0.09	0.098489	24	0.02	0.04	0.044721
25	0.12	0.19	0.224722	25	0.01	0.09	0.090554
26	0.19	0.27	0.330151	26	0	0.04	0.04
27	0.57	0.21	0.607454	27	0.08	0.08	0.113137
28	0.59	0	0.59	28	0.02	0.03	0.036056
29	0.2	0.08	0.215407	29	0.19	0.03	0.192354
30	0.16	0.01	0.160312	30	0.04	0.09	0.098489
31	0.17	0.05	0.1772	31	0.12	0.19	0.224722
32	0.14	0.02	0.141421	32	0.19	0.27	0.330151
33	0.21	0	0.21	33	0.57	0.21	0.607454
34	0.19	0.06	0.199249	34	0.59	0	0.59

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.08	0.04	0.089443	35	0.2	0.08	0.215407
36	0.14	0.06	0.152315	36	0.16	0.01	0.160312
37	0.26	0.01	0.260192	37	0.17	0.05	0.1772
38	0.14	0.07	0.156525	38	0.14	0.02	0.141421
39	0.2	0.1	0.223607	39	0.21	0	0.21
40	0.018	0.07	0.072277	40	0.19	0.06	0.199249
41	0.01	0.054	0.054918	41	0.08	0.04	0.089443
42	0.088	0.005	0.088142	42	0.14	0.06	0.152315
43	0.046	0.006	0.04639	43	0.26	0.01	0.260192
44	0.026	0.039	0.046872	44	0.14	0.07	0.156525
45	0.052	0.064	0.082462	45	0.2	0.1	0.223607
46	0.027	0.064	0.069462	46	0.42	0.04	0.4219
47	0.024	0.05	0.055462	47	0.28	0.03	0.281603
48	0.018	0.073	0.075186	48	0.32	0.05	0.323883
49	0.017	0.07	0.072035	49	0.15	0.06	0.161555
50	0.063	0.009	0.06364	50	0.24	0.1	0.26
51	0.071	0.061	0.093606	51	0.19	0.03	0.192354
52	0.088	0.034	0.09434	52	0.23	0.06	0.237697
53	0.027	0.002	0.027074	53	0.25	0.03	0.251794
54	0.16	0.007	0.160153	54	0.18	0.07	0.193132
55	0.058	0.001	0.058009	55	0.23	0.06	0.237697
56	0.047	0.073	0.086822	56	0.25	0.01	0.2502
57	0.107	0.089	0.139176	57	0.18	0.09	0.201246
58	0.045	0.012	0.046573	58	0.19	0.03	0.192354
59	0.088	0.059	0.105948	59	0.2	0.05	0.206155
60	0.145	0.08	0.165605	60	0.12	0.07	0.138924
61	0.001	0.128	0.128004	61	0.18	0.03	0.182483
62	0.023	0	0.023	62	0.16	0.06	0.17088
63	0.124	0.005	0.124101	63	0.24	0.06	0.247386
64	0.086	0.101	0.132654	64	0.19	0.04	0.194165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(ae) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 61-62 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0	0	0
2	0.05	0.11	0.12083	2	0.04	0.08	0.089443
3	0.04	0.11	0.117047	3	0.03	0.01	0.031623
4	0.05	0.11	0.12083	4	0.02	0.06	0.063246
5	0.04	0.02	0.044721	5	0.02	0.06	0.063246
6	0.06	0.09	0.108167	6	0.02	0.08	0.082462
7	0.11	0.09	0.142127	7	0.03	0.07	0.076158
8	0.09	0.11	0.142127	8	0.02	0.01	0.022361
9	0.08	0.1	0.128062	9	0.02	0.06	0.063246
10	0.01	0.04	0.041231	10	0.03	0.04	0.05
11	0.13	0.03	0.133417	11	0.07	0.07	0.098995
12	0.1	0.06	0.116619	12	0.04	0.08	0.089443
13	0.03	0.03	0.042426	13	0.01	0.04	0.041231
14	0.08	0.05	0.09434	14	0.04	0.05	0.064031
15	0.05	0.1	0.111803	15	0.05	0.02	0.053852
16	0.06	0.1	0.116619	16	0.02	0.07	0.072801
17	0.1	0.06	0.116619	17	0.03	0.04	0.05
18	0.13	0.01	0.130384	18	0.06	0.08	0.1
19	0.05	0.15	0.158114	19	0.08	0.03	0.08544
20	0.24	0.09	0.25632	20	0.02	0.06	0.063246
21	0.13	0.02	0.131529	21	0.07	0.03	0.076158
22	0.07	0	0.07	22	0.01	0.08	0.080623
23	0.08	0.02	0.082462	23	0.04	0	0.04
24	0.05	0.03	0.05831	24	0.02	0.04	0.044721
25	0.2	0.05	0.206155	25	0.01	0.09	0.090554
26	0.54	0.04	0.541479	26	0	0.04	0.04
27	0.58	0.18	0.607289	27	0.08	0.08	0.113137
28	0.25	0.21	0.326497	28	0.02	0.03	0.036056
29	0.03	0.21	0.212132	29	0.19	0.03	0.192354
30	0.01	0.02	0.022361	30	0.04	0.09	0.098489
31	0.42	0.11	0.434166	31	0.12	0.19	0.224722
32	0.82	0.07	0.822982	32	0.19	0.27	0.330151
33	0.89	0.19	0.910055	33	0.57	0.21	0.607454
34	0.32	0.24	0.4	34	0.59	0	0.59

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
35	0.11	0.12	0.162788	35	0.2	0.08	0.215407
36	0.12	0.06	0.134164	36	0.16	0.01	0.160312
37	0.05	0.15	0.158114	37	0.17	0.05	0.1772
38	0.16	0.13	0.206155	38	0.14	0.02	0.141421
39	0.22	0.1	0.241661	39	0.21	0	0.21
40	0.51	0.13	0.526308	40	0.19	0.06	0.199249
41	0.29	0.26	0.389487	41	0.08	0.04	0.089443
42	0.04	0.24	0.243311	42	0.14	0.06	0.152315
43	0.53	0.08	0.536004	43	0.26	0.01	0.260192
44	0.02	0.06	0.063246	44	0.14	0.07	0.156525
45	0.32	0.1	0.335261	45	0.2	0.1	0.223607
46	0.44	0.01	0.440114	46	0.42	0.04	0.4219
47	0.81	0.12	0.818841	47	0.28	0.03	0.281603
48	0.67	0.27	0.722357	48	0.32	0.05	0.323883
49	0.47	0.27	0.542033	49	0.15	0.06	0.161555
50	0.05	0.32	0.323883	50	0.24	0.1	0.26
51	0.2	0.17	0.262488	51	0.19	0.03	0.192354
52	0.16	0.1	0.18868	52	0.23	0.06	0.237697
53	0.06	0.06	0.084853	53	0.25	0.03	0.251794
54	0.25	0.12	0.277308	54	0.18	0.07	0.193132
55	0.04	0.12	0.126491	55	0.23	0.06	0.237697
56	0.08	0.01	0.080623	56	0.25	0.01	0.2502
57	0.17	0.12	0.208087	57	0.18	0.09	0.201246
58	0.1	0.14	0.172047	58	0.19	0.03	0.192354
59	0.1	0.1	0.141421	59	0.2	0.05	0.206155
60	0.06	0.13	0.143178	60	0.12	0.07	0.138924
61	0.04	0.01	0.041231	61	0.18	0.03	0.182483
62	0.03	0.1	0.104403	62	0.16	0.06	0.17088
63	0.03	0.04	0.05	63	0.24	0.06	0.247386
64	0.11	0.08	0.136015	64	0.19	0.04	0.194165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4(af) ทดลองโดยการใช้เครื่องเลื่อน โดยใช้วัตถุเป็นรูปตัว X แสกนในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์ห่างกัน 30 เซนติเมตร แนวแกน X เลื่อนจากขวาไปซ้ายบันทึกค่าทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ค่า แล้วเลื่อนขึ้นในแนวแกน Y ทุก ๆ 1 เซนติเมตร จำนวน 64 ครั้ง กราฟรูปที่ 4.4

เลื่อนจากล่างขึ้นบน ที่ 63-64 เซนติเมตร

ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ในการบันทึก (จากขวาไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
1	0	0	0	1	0.06	0.03	0.067082
2	0.12	0	0.12	2	0.22	0.06	0.228035
3	0.16	0.12	0.2	3	0.18	0.07	0.193132
4	0.22	0.1	0.241661	4	0.13	0.08	0.152643
5	0.25	0.13	0.28178	5	0.11	0.08	0.136015
6	0.21	0.15	0.25807	6	0.12	0.02	0.121655
7	0.26	0.13	0.290689	7	0.17	0.06	0.180278
8	0.21	0.1	0.232594	8	0.13	0.08	0.152643
9	0.17	0.14	0.220227	9	0.13	0.12	0.176918
10	0.28	0.13	0.308707	10	0.2	0.05	0.206155
11	0.02	0.01	0.022361	11	0.19	0.1	0.214709
12	0.26	0.18	0.316228	12	0.1	0.04	0.107703
13	0.29	0.16	0.33121	13	0.2	0.1	0.223607
14	0.16	0	0.16	14	0.01	0.03	0.031623
15	0.17	0.16	0.233452	15	0.15	0.07	0.165529
16	0.16	0.05	0.167631	16	0.33	0.09	0.342053
17	0.09	0.18	0.201246	17	0	0.02	0.02
18	0.3	0.21	0.366197	18	0.05	0.11	0.12083
19	0.19	0.17	0.254951	19	0.29	0.13	0.317805
20	0.47	0.22	0.518941	20	0.66	0.02	0.660303
21	0.36	0.17	0.398121	21	0.15	0.27	0.308869
22	0.59	0.26	0.644748	22	0.4	0.12	0.417612
23	0.59	0.3	0.661891	23	0.51	0.1	0.519711
24	0.58	0.19	0.610328	24	0.3	0.17	0.344819
25	0.6	0.24	0.64622	25	0.16	0.23	0.280179
26	0.46	0.13	0.478017	26	0.1	0.23	0.250799
27	0.39	0.09	0.40025	27	0.65	0.4	0.763217
28	0.42	0.26	0.493964	28	0.83	0.18	0.849294
29	0.15	0.15	0.212132	29	1.02	0.1	1.02489
30	0.17	0.21	0.270185	30	0.61	0.17	0.633246
31	0.15	0.06	0.161555	31	0.25	0.14	0.286531
32	0.4	0.22	0.456508	32	0.16	0.15	0.219317
33	0.44	0.24	0.501199	33	0.28	0.31	0.417732

ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$	ระยะที่ใช้ ในการ บันทึก (จากขวา ไปซ้าย)	I	Q	$\sqrt{i^2 + q^2}$
34	0.4	0.22	0.456508	34	0.18	0.24	0.3
35	0.27	0.17	0.319061	35	0.21	0.18	0.276586
36	0.2	0.03	0.202237	36	0.56	0	0.56
37	0.17	0.03	0.172627	37	0.25	0.02	0.250799
38	0.28	0.15	0.317648	38	0.3	0.14	0.331059
39	0.29	0.19	0.346699	39	0.28	0.28	0.39598
40	0.12	0.12	0.169706	40	0.61	0.16	0.630635
41	0.11	0.09	0.142127	41	0.38	0.13	0.401622
42	0.18	0.11	0.21095	42	0.55	0.03	0.550818
43	0.36	0.11	0.376431	43	0.52	0.07	0.52469
44	0.52	0.1	0.529528	44	0.09	0.17	0.192354
45	0.54	0.2	0.575847	45	0.36	0.02	0.360555
46	0.44	0.21	0.487545	46	0.12	0.11	0.162788
47	0.26	0.23	0.347131	47	0.18	0.14	0.228035
48	0.36	0.18	0.402492	48	0.27	0.07	0.278927
49	0.19	0.2	0.275862	49	0.32	0.2	0.377359
50	0.14	0.13	0.19105	50	0.13	0.17	0.214009
51	0.38	0.07	0.386394	51	0.08	0.07	0.106301
52	0.48	0.22	0.528015	52	0.06	0.05	0.078102
53	0.05	0.21	0.21587	53	0.1	0.05	0.111803
54	0.11	0.09	0.142127	54	0.22	0.09	0.237697
55	0.33	0.18	0.375899	55	0.09	0.09	0.127279
56	0.04	0.1	0.107703	56	0.15	0.07	0.165529
57	0.28	0.15	0.317648	57	0.17	0.09	0.192354
58	0.29	0.18	0.341321	58	0.11	0.02	0.111803
59	0.23	0.14	0.269258	59	0.09	0.1	0.134536
60	0.13	0.09	0.158114	60	0.19	0.11	0.219545
61	0.19	0.1	0.214709	61	0.14	0.09	0.166433
62	0.25	0.12	0.277308	62	0.16	0.12	0.2
63	0.2	0.12	0.233238	63	0.2	0.11	0.228254
64	0.24	0.15	0.283019	64	0.14	0.11	0.178045

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้