สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องตรวจสอบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

EMC (ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY) SCANNER

T042489

โดย

นาย กองปราบ แซ่ตัน

นางสาว กิตติกาญจน์ แซ่ปัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42489
วัน, เดือน, ปี 24 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตรวจสอบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

EMC (ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY) SCANNER

ผู้จัดทำ

1.นาย กองปราบ แซ่ตัน

2.นางสาว กิตติกาญจน์ แซ่ปัง

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. โยธิน เปรมปราณีรัชต์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สุมิตร พนาอุดมทรัพย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจสอบสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

นาย กองปราบ แซ่ตัน
นางสาว กิตติกาญจน์ แซ่ปัง
รองศาสตราจารย์ ดร. โยธิน เปรมปราณีรัชต์
อาจารย์ สุมิตร พนาอุดมทรัพย์
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการตรวจสอบสภาวะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีผลต่อระบบ โดยทำในรูปแบบของเครื่องตรวจสอบด้วยการสแกนของสเต็ปมอเตอร์ 2 มิติ โดยมีแผงวงจรวางตามแนวแกน XY และวางตัวหัววัด(probe) ในแนวแกน Z และใช้ไมโครคอลโทรเลอร์ 8052 เป็นตัวควบคุมการสแกนของสเตปมอเตอร์ นอกจากนี้ยังมีเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (spectrum analyzer) คอยรับความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและจากหัววัดส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลในรูปของกราฟฟิกโดยมีการเขียนโปรแกรม Visual Basic และMatlab เพื่อช่วยในการทำการเคลื่อนที่ของโต๊ะสแกน,รับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมและแสดงผลกราฟฟิกตามลำดับ

ABSTRACT

This report describes the test of state electromagnetic capatibility effects to system. The scanner model is built in pattern two dimension of stepmotor. Circuit board is placed on XY axis and the near field probe is in align Z axes. We use a microcontroller version 8052 control algorithms of the moving stepmotor. Therefore, spectrum analyzer can detect electromagnetic field from the near field probe and send data to the personal computer in order to display graphic form. Using Visual Basic and Matlab to move the scanner, receive data from the spectrum analyzer and output display in graphic form.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญ	II
สารบัญรูป	IV
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 จุดประสงค์	1
1.2 ที่มาและของเขตของโครงงาน	1
1.3 หลักการทั่วไปและทฤษฎีการทำงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการในการทำงานของอุปกรณ์	3
2.1 EMC และนิยามความหมายของ EMC	3
2.2 หลักการและองค์ประกอบของอุปกรณ์	5
2.21 สเตปปิ้งมอเตอร์	5
2.22 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-52	7
2.22.1 ส่วนพลังงานของระบบ	9
2.23 หัววัด	10
- ทฤษฎีพื้นฐานการทำงาน	18
- ประโยชน์ของหัววัด	22
- ตัวอย่างการนำไปใช้งาน	23
2.3 องค์ประกอบโดยรวมของโครงงาน	24
2.4 การเชื่อมต่อพอร์ทระหว่างเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมและคอมพิวเตอร์	26
2.5 การติดต่อ	29
2.6 โปรโตรคอลสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโต๊ะสแกน	35
2.7 เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 3 กลวิธีในการดำเนินงาน 39

3.1 โปรแกรม วิชวลเบสิก(Visual Basic) สำหรับควบคุมการทำงาน 39

3.2 โปรแกรมภาษาซี(C)สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม 40

3.3 โปรแกรมแมทแล็ป (Matlab) สำหรับสร้างกราฟฟิก 41

3.4 ส่วนของการคำนวณของสเตปมอเตอร์ 41

บทที่ 4 การทดลอง 43

4.1สรุปผลการทดลอง 76

4.2การเปรียบเทียบผลการสแกนระหว่างการสแกนอัตโนมัติกับ 80
การควบคุมด้วยมือ

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน 82

5.1 สรุปการดำเนินงาน 82

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข 82

5.3 แนวทางการดำเนินงานและพัฒนาในอนาคต 83

ภาคผนวก

ก . Flowchart 84
การเคลื่อนที่ของมอเตอร์โดยการควบคุมทาง Hardware และ Software

ข. ส่วนประกอบบนพาแนล (Panel) ของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม 91

ค.ภาพถ่ายประกอบการทดลอง 99

กิตติกรรมประกาศ 101

เอกสารอ้างอิง 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 3

รูปที่ 2.2 สเปกตรัมสนามแม่เหล็กไฟฟ้า 4

รูปที่ 2.3 ตัวคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานของสเตปมอเตอร์ 6

รูปที่ 2.4 แสดงถึงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในลักษณะต่าง ๆ 7

รูปที่ 2.5 แสดงแรงดึงดูดทำให้เกิดทอร์กหมุนอาร์เมเจอร์ให้ไปอยู่ใน ตำแหน่งสมดุลย์ 7

รูปที่ 2.5.1 แสดงอุปกรณ์แปลงโวลต์เตจ 9

รูปที่ 2.6 แสดงพฤติกรรมของตัวประกอบแอนเทนน่า ช่วงความถี่ระหว่าง 30 MHz – 1 GHz 10

รูปที่ 2.7 แสดงทางเดินของสนามแม่เหล็กเพื่อให้ได้ค่าสนามแม่เหล็กสูงสุด 11

รูปที่ 2.8 แสดงพฤติกรรมของตัวประกอบแอนเทนน่าที่มีความถี่ต่ำกว่า 30 MHz 12

รูปที่ 2.9 แสดงการติดตั้งเพื่อทดสอบการแผ่รังสี 13

รูปที่ 2.10การติดตั้งเพื่อทดสอบผลของการกระตุ้น 14

รูปที่ 2.11การติดตั้งเพื่อทดสอบแหล่งกำเนิด 15

รูปที่ 2.12แสดงการทดสอบบนแนวรอยต่อของตู้ 15

รูปที่ 2.13แสดงการทดสอบบนสายโคแอกเชี่ยว 16

รูปที่ 2.14 แสดงรูปหัววัด 17

รูปที่ 2.15แสดงทฤษฎีพื้นฐานการทำงาน 18

รูปที่ 2.16แสดงบล็อคไดอะแกรม 19

รูปที่ 2.17แสดงทางเดินของสนามแม่เหล็กในลูปปิด 19

รูปที่ 2.18แสดงพฤติกรรมการสะท้อนกลับ 20

รูปที่ 2.19แสดงการคืนค่าสูญเสีย 21

รูปที่ 2.20แสดงค่าความเข้มสนามไฟฟ้าต่อเนื่องสูงสุด 21

รูปที่ 2.21แสดงตัวอย่างผลเอาท์พุทที่เกิดจากการวัด 22

รูปที่ 2.23การปรับค่าตัวแผ่รังสีที่มีความต้านทานต่ำ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
รูปที่ 2.24แสดงเส้นการขนถ่ายข้อมูลของไมโครชิพที่มีความต้านทาน 50 Ω	23
รูปที่ 2.25การติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์	29
รูปที่ 2.26แสดงไดอะแกรมของสายที่ใช้ในการติดต่อ	30
รูปที่ 2.27แสดงรูปแบบพื้นฐาน	31
รูปที่ 2.28แสดงรูปแบบขยาย	31
รูปที่ 2.29แสดงกรณีเกิด DLE ซ้ำกัน	32
รูปที่ 2.30แสดงการติดตั้งการวัด	33
รูปที่ 2.31แสดงคีย์บนพาแนล (Panel) และซอฟคีย์ (Softkeys)	37
รูปที่ 2.32แสดงหน้าจอการทำงาน	38
รูปที่ 2.33แสดงการนำข้อมูลเข้า	38
รูปที่ 3.1รูปกราฟแสดงค่าดิวตี้ไซเคิล (Duty cycle) ต่าง ๆ	48
รูปภาพในภาคผนวก	
รูปภาพแสดงภาพด้านหน้าของ Panel	94
รูปภาพแสดงภาพด้านหลังของ Panel	96
รูปภาพแสดงภาพด้านบนของ Panel	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางรูปที่ 1 EMI แหล่งกำเนิดและตัวรับ 4
ตารางรูปที่ 2 ข้อกำหนดของหัววัดสนามวงปิด 10
ตารางรูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์การติดตั้งการทดสอบ 15
ตารางรูปที่ 4 แสดงสัญลักษณ์ของการติดต่ออินพุทและเอาท์พุท 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เครื่องตรวจสอบสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ในการตรวจสอบสภาวะของระบบที่ต้องการทดสอบโดยสร้างในรูปแบบของ โต๊ะสแกน 2 มิติ และ องค์ประกอบอื่นในการตรวจจับความผิดปรกติของสนามแม่เหล็ก

1.1 จุดประสงค์

1. ศึกษาสภาวะสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีผลต่อระบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์บนแผงวงจร
2. นำความรู้ที่ได้รับการศึกษาและทดลองไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาพร้อมทั้งการประยุกต์ใช้งานในอนาคต
3. ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข

1.2 ที่มาและขอบเขตของโครงงาน

เนื่องจากปัจจุบันนี้ได้มีการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความถี่สูงและขนาดเล็กเมื่อพิจารณาในด้านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าย่อมมีผลกระทบต่อระบบอย่างแน่นอนซึ่งอาจทำให้ระบบของเราเกิดความผิดปรกติจากการทำงานทำให้เกิดผลเสียหายได้ เมื่อเกิดความผิดปรกตินี้ขึ้นก็ยากที่จะหาแหล่งที่เกิดปัญหาอย่างแน่นอนได้จึงต้องมีการสร้างเครื่องตรวจสอบสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการค้นพบตำแหน่งที่เกิดปัญหาที่แน่นอนและหาทางแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที

ทางด้านขอบเขตของโครงงานนี้ได้คาดว่าการจัดทำชุด อุปกรณ์ตรวจจับสนามแม่เหล็ก ซึ่งประกอบด้วย โต๊ะสแกน 2 มิติ แนวแกน XY,ตัวตรวจสอบสเปกตรัมในแนวแกนZ, สำหรับติดต่อระหว่างตัวตรวจสอบสเปกตรัมและคอมพิวเตอร์ผ่านทาง ซอฟแวร์ ในส่วนประกอบของอุปกรณ์ทั้งหมดนี้ได้แก่ โต๊ะสแกน 2 มิติ ตัวตรวจสอบสเปกตรัมและการแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอรายละเอียดเกี่ยวกับโครงงานนี้อย่างเป็นขั้นตอนอันดับแรกคือ โดยในบทที่ 2 จะถึงความหมายของEMC ,หลักการและองค์ประกอบของโครงงาน เช่น สเตปมอเตอร์ , ไมโครคอนโทรเลอร์ ,หัววัด,การเชื่อมต่อระหว่างพอร์ทกับเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมและเครื่องคอมพิวเตอร์,เครื่องวิเคราะห์

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเปกตรัม ส่วนบทที่ 3 จะเป็นการเสนอกลวิธีการทำงานทางด้านโปรแกรม คือ มีการใช้ภาษา Visual Basic , ภาษา C และ matlab บทที่ 4 และ 5 โดยจะแสดงการทดลอง ผลการทดลอง รวมทั้งสรุปและวิเคราะห์แนวทางการทำงานและโปรแกรมส่วนอื่น นอกจากนี้ยังเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขและพัฒนาในอนาคต

1.3 หลักการทั่วไปและทฤษฎีการทำงาน

ในการทำงานของเครื่องตรวจสอบสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะใช้หลักการทางกลศาสตร์ร่วมกับทางอิเล็กทรอนิกส์ ในการตรวจสอบการวัดจะเคลื่อนย้ายวงจรตามแนวแกน XY โดยใช้ตัวตรวจสอบสเปกตรัมตั้งดิ่งด้านบนวงจรที่จะตรวจสอบและ ทำการวัดค่าความเข้มของสนามแม่เหล็กตามจุดต่าง ๆ ในตารางบนแผงวงจร แล้วนำค่าที่ได้นั้นไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ หลังจากผลการวัดจะแสดงผลทางจอภาพในรูปแบบกราฟฟิก

ก่อนอื่นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับ EMC ว่าหมายถึงอะไรและมีเนื้อความทางทฤษฎีอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในความเข้าใจในโครงงานชิ้นนี้ จากนั้นจึงจะกล่าวถึงทฤษฎีที่เป็นองค์ประกอบของโครงงาน เนื่องจากในภาคแรกได้มีการประกอบโต๊ะสแกน 2 มิติ ก่อนจึงขอเสนอทฤษฎีการทำงานของโต๊ะสแกน ซึ่งมีการทำงานหลักโดยใช้สเตปมอเตอร์ วงจรขับสเตปมอเตอร์ และ ไมโครคอลโทรลเลอร์ 8052 ในการควบคุมการทำงานของโต๊ะสแกน ส่วนภาคหลังจะแสดงส่วนประกอบในการรับความเข้มสนามแม่เหล็กจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมและหัววัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

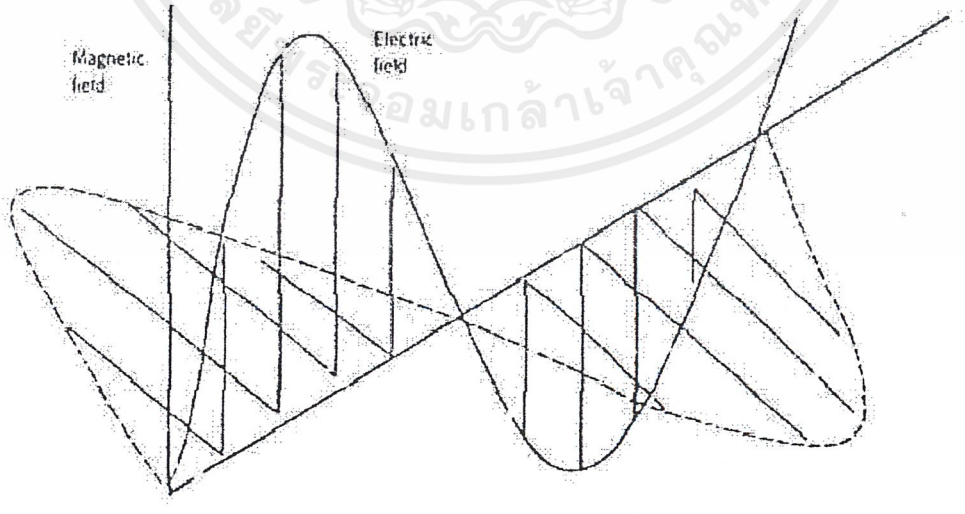
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการในการทำงานของอุปกรณ์

2.1 นิยามความหมายของ ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

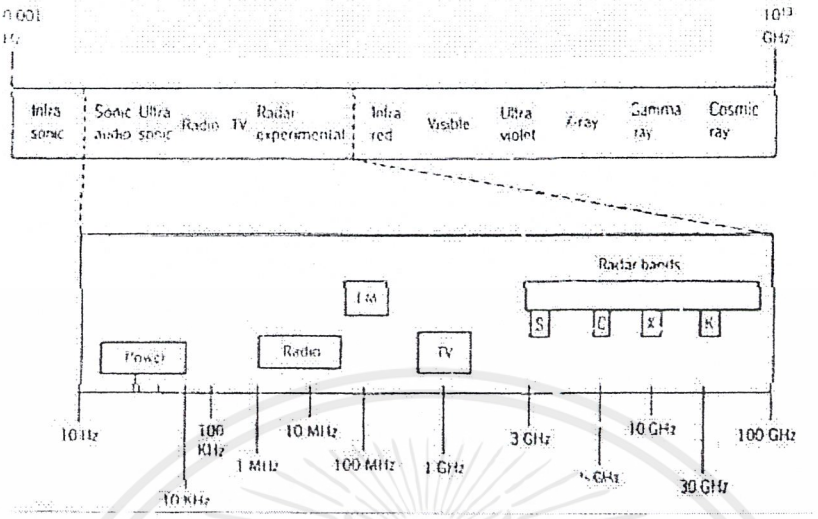
ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY คือ ความสามารถของอุปกรณ์ที่ให้ผลของความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยปราศจากมูลเหตุที่จะสร้างสัญญาณไปรบกวนของอุปกรณ์อื่น ๆ และปราศจากความไวต่อการรบกวนจากแหล่งกำเนิดอื่น ในการรบกวนอาจมาจากพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นเหตุให้การทำงานแย่ลง ก็คือ EMI แหล่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจะขยายเป็นบริเวณหน้าคลื่นเคลื่อนที่ในทุกทิศทางจากแหล่งกำเนิด ตำแหน่งคลื่นประกอบด้วย สนามไฟฟ้า และ สนามแม่เหล็กซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาอีกส่วนหนึ่งและทิศทางในการแพร่ดังรูป 2.1

ในขณะที่ EMI เป็นสาเหตุของพลังงานที่ความถี่ในสเปกตรัมที่แสดงในรูป 1.2 ปัญหาหลักที่มาจากพลังงานในช่วงความถี่วิทยุ 100 kHz ถึง 1 GHz การรบกวนความถี่วิทยุอยู่ในรูปแบบ EMI ส่วนแสง , ความร้อน , รังสี X-rays จะอยู่ในอีกรูปพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าแบบอื่น



รูปที่ 2.1 คลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 สเปกตรัมสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

สำหรับ EMI เกิดขึ้นในแหล่งพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ ตัวรับซึ่งจะไวต่อขนาดและความถี่ของพลังงาน ตารางรูปที่ 1 ให้แหล่งกำเนิดและตัวรับของ EMI ได้มีการแพร่ของพลังงานระหว่างแหล่งกำเนิดและตัวรับ

ตารางรูปที่ 1 EMI แหล่งกำเนิดและตัวรับ

EMI sources	*EMI receptors*
Televisions and radios	Aircraft navigation systems
CB transmitters	Microprocessors
Electric motors	Hi-fi equipment
Remote control units	Computers
Arc welding equipment	CB receivers
Electrical appliances	Cardiac pacemakers
Engine ignition systems	Electronic measuring equipment
Paging systems	Radio and television receivers
Radar transmitters	Electronic garage doors
Power tools	Mobile telephones

การชีลด์ป้องกัน EMI ได้โดยการดัดแปลง หรือ การแพร่ออกของพลังงานแม่เหล็ก EMI แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ รังสี และ ตัวนำ ได้รวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

รังสีรบกวน เกิดขึ้นเมื่อมีการกระจายออกของพลังงาน ปกติสัญญาณ RF จะมีการเคลื่อนย้ายไปยังตัวรับผ่านบรรยากาศ แหล่งรบกวนเหล่านี้อาจมีระบบเหมือนตัวรับ หรือ หน่วยที่แยกออกไปโดยสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวนำรบกวน เกิดขึ้นเมื่อแหล่งกำเนิดติดต่อกับตัวรับโดยผ่านกำลังไฟฟ้าหรือสัญญาณเคเบิล การรบกวนถูกแพร่จากหน่วยหนึ่งไปยังหน่วยอื่น ๆ ตามสายเคเบิล ตัวนำรบกวนนี้มีผลต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าถึงอุปกรณ์ สามารถควบคุมได้โดยใช้ เครื่องกรองความถี่ รังสีรบกวนมีผลต่อส่วนของสัญญาณภายในอุปกรณ์ย่อมทำให้ยากต่อการชิลด์ ในทางเครื่องกลพลังงานรังสีแม่เหล็กไฟฟ้ากลายเป็น EMI ตามกฎของฟาราเดย์สนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงทำให้ตัวนำเกิดการเหนี่ยวนำกระแสซึ่งเป็นกระแสอิสระ อีกทางหนึ่ง การสุ่มสัญญาณวิทยุจะให้โครงสร้างของอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นเหตุให้คอมพิวเตอร์ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม

ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE คือ อะไร

สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก มีอยู่ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หากมีกระแสไหลผ่านวงจรจะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และความต่างศักย์ จะเป็นผลให้เกิดสนามไฟฟ้า ถ้าสิ่งเหล่านี้มีความเข้มพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ ถูกเรียกว่า การรบกวนสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ย่อ ๆ ว่า EMI หรือบางทีอาจเรียกได้ว่าเป็นสิ่งรบกวน

ตัวอย่างของการรบกวนมีดังนี้

- สาเหตุจากมอเตอร์ในโทรทัศน์ หรือ ตัวรับวิทยุ
- การส่งออกของเสียงวิทยุบนสายโทรศัพท์
- ระบบอัตโนมัติที่มีสาเหตุรบกวนจากคลื่นวิทยุบริเวณใกล้ ๆ , ภายในเครื่องยนต์เดียวกัน

การรบกวน เกิดพ่วงทั้งสนามไฟฟ้าและ/หรือสนามแม่เหล็ก ซึ่งเรียกว่า การพ่วงของรังสี และ การพ่วงของตัวนำ เราสามารถที่จะนำเอาอุปกรณ์ประกอบรวมกันเพื่อป้องกันการรบกวน สิ่งนี้ถูกเรียกว่า EMC

สำหรับการเกิดสิ่งรบกวน มาจากแหล่งกำเนิดที่มีการแพร่ออกไปและส่งผลกระทบไวต่อการรับรู้ของอุปกรณ์ ถ้าหากการไวต่อการรับรู้และการแพร่กระจายเป็นสิ่งที่ตั้งใจเราจะไม่ถือว่าเป็นสิ่งรบกวนแต่หากมีการแพร่กระจายของสัญญาณโดยไม่ตั้งใจจึงถือว่าเป็นสิ่งรบกวนของระบบซึ่งไม่ต้องการ ในการหลีกเลี่ยงสิ่งนี้จึงได้มีการออกแบบอุปกรณ์เพื่อลดการรบกวนโดยอาจเพิ่มการชิลด์เข้ากับระบบ

2.2 หลักการและองค์ประกอบของอุปกรณ์

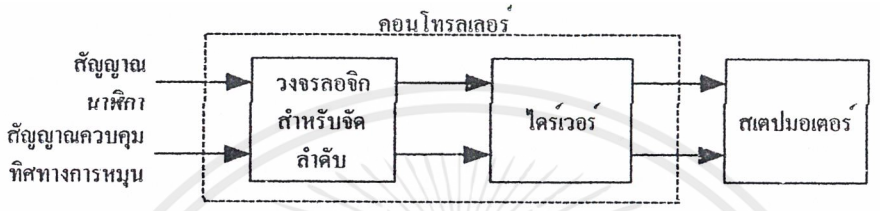
ภาคแรกจะขอเสนอทฤษฎีในส่วนของโต๊ะสแกน 2 มิติซึ่งโดยรวมประกอบด้วย สเตปปิ้งมอเตอร์ วงจรขับมอเตอร์ และ ไมโครลิตร ซึ่งจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจในการปฏิบัติต่อไป

2.21 สเตปปิ้งมอเตอร์

สเตปปิ้งมอเตอร์ ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 2 ส่วน คือ สเตเตอร์ และโรเตอร์ โดยมีหลักการมาจากการสร้างฟลั๊กแม่เหล็กเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเตปมอเตอร์ จะมีเพลาหมุนเป็นสเตปโดยการป้อนอินพัลซ์ที่มีความถี่ค่าหนึ่งจะสเตปไปหนึ่งสเตป ในแต่ละพัลซ์ขนาดของสเตปขึ้นอยู่กับการออกแบบสเตปมอเตอร์การทำงานของสเตปมอเตอร์ ขึ้นอยู่กับพัลซ์ที่ป้อนให้กับขดลวดเฟสของมันในลำดับที่ถูกต้องด้วยวงจรลอจิกสำหรับจัดลำดับด้วยกระแสที่พอเพียงโดยวงจรไดร์เวอร์



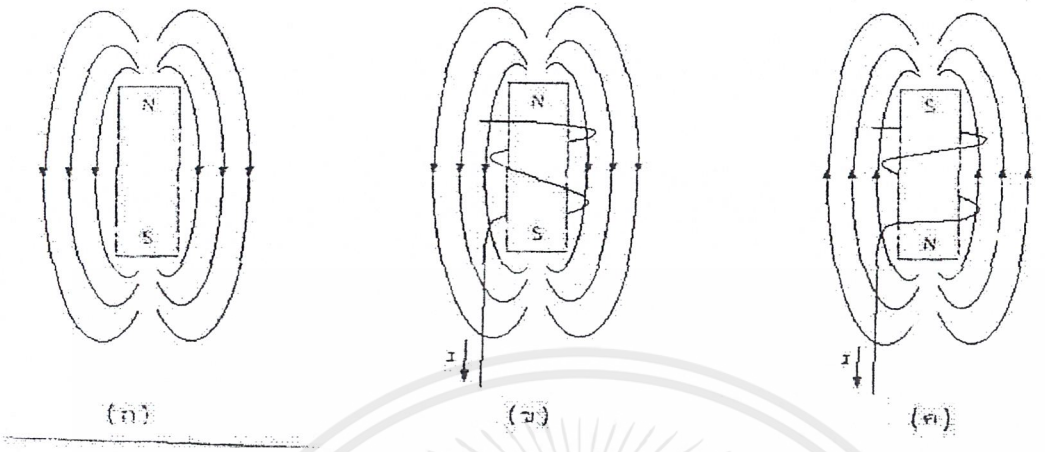
รูปที่ 2.3 ตัวคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ สเตปมอเตอร์

ในรูปที่ 2.3 สเตปมอเตอร์จะทำงานเมื่อเราป้อนสัญญาณพัลซ์นาฬิกา (clock pulses) อินพุท สำหรับควบคุมทิศทางการหมุน คอนโทรลเลอร์ของสเตปมอเตอร์จะอินเตอร์เฟสได้โดยตรงกับไมโครคอมพิวเตอร์สเตปมอเตอร์สามารถกำหนดตำแหน่งของโหลดได้อย่างเที่ยงตรง

1. หลักการทำงานของสเตปมอเตอร์ทั่ว ๆ ไป

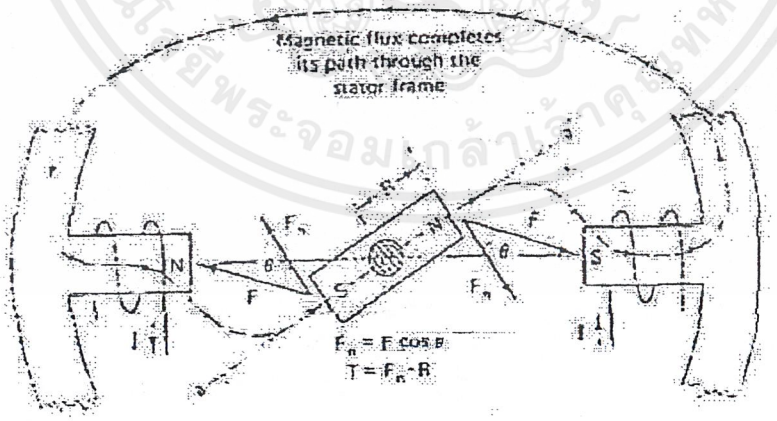
ในรูปที่ 2.4 แสดงพื้นฐานของเส้นแรงแม่เหล็ก ในรูปที่ 2.4 (ก) สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นจากแม่เหล็กถาวร รูปที่ 2.4 (ข) สนามแม่เหล็กของแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแส I รูปที่ 2.4 (ค) ขั้วแม่เหล็กกลับทิศทางเมื่อขดลวดถูกพันกลับทิศทางและทิศทางการไหลของกระแสไม่เปลี่ยนแปลง ในรูปที่ 2.5 แท่งแม่เหล็กถาวรติดอยู่บนเพลาและหมุนได้ อิสระเหมือนอาร์มาเจอร์ มีขั้วแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ขั้ว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงโลหะที่เป็น สเตเตอร์ (stator) ในรูปที่ 2.5 ตำแหน่งแกนของอาร์มาเจอร์แม่เหล็กคือ a- a' ซึ่งต่างไปจากตำแหน่งแกนขั้วของแม่เหล็กไฟฟ้าเล็กน้อยเป็นมุม θ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงถึงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในลักษณะต่าง ๆ

แรงแม่เหล็กที่เกิดจากการดึงดูดของขั้วแม่เหล็กที่ต่างกันทำให้เกิดส่วนของแรงปกติ $F_n = F \cos \theta$ (แรงนี้ตั้งฉากกับแกน a-a') ทอร์คผลรวม $T = F_n * R$ (ทำให้อาร์มาเจอร์หมุนในทิศทาง CW จนกว่าแกนของอาร์มาเจอร์ a- a' จะอยู่ในแนวเดียวกับแกนขั้วของสเตเตอร์) ถ้าหากมีคู่ขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าหลาย ๆ คู่ขั้วรอบ ๆ สเตเตอร์และถ้าหากขั้วเหล่านั้นถูกกระตุ้นด้วยกระแสพัลซ์ในรูปแบบที่เรียงลำดับกันไปอาร์มาเจอร์ก็จะหมุนในรูปลักษณะของสเตปที่เป็นไปตามการหมุนของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากการสวิทซ์ที่เรียงลำดับของขดลวดขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าของสเตเตอร์



รูปที่ 2.5 แสดงแรงดึงดูดทำให้เกิดทอร์ที่หมุนอาร์มาเจอร์ให้ไปอยู่ในตำแหน่งสมดุลย์

2.22 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-52

ในโครงงานนี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมหลักซึ่งคุณสมบัติต่างๆเป็นดังนี้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-52

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิตสำหรับงานควบคุมต่างๆ
- มีความสามารถประมวลผลของลอจิกระดับบิต
- มีขนาดของหน่วยความจำโปรแกรม ได้ถึง64 กิโลไบต์
- มีขนาดของหน่วยข้อมูล ได้ถึง64 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 8 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 256 ไบต์
- มีพอร์ตสำหรับควบคุม 4 พอร์ตและสามารถอ้างอิงพอร์ตได้ถึงระดับบิตต่อบิต
- มีชุด ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ (Timer/Counter) ขนาด 16 บิต 3 ชุด
- สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน(Full duplex UART)
- มีโครงสร้างการรับการอินเตอร์รัพท์จาก 6 แหล่งกำเนิดสัญญาณและ 5 ตำแหน่งโปรแกรมทำงานตอบรับการอินเตอร์รัพท์โดยสามารถจัดระดับความสำคัญได้ 2 ระดับ

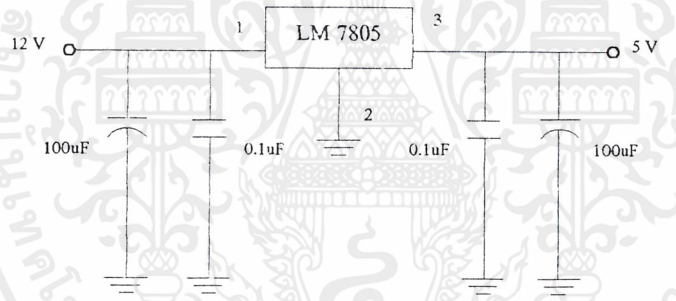
มีแหล่งกำเนิดความถี่อ้างอิงการทำงานในตัวโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.22.1 ส่วนพลังงานของระบบ (Power Supply Part)

ส่วนพลังงานของระบบจะทำหน้าที่ควบคุมและจ่ายพลังงานให้แก่ทุกส่วน โดยจะรับพลังงานจากภายนอกระบบ(จากข้อกำหนดของโครงงาน ที่มี Supply จากภายนอกให้) แบ่งออกไปยังส่วนต่าง ๆ แบ่งได้สองส่วน คือ แบ่งไปยังส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ ซึ่งจะใช้แรงดันไฟกระแสตรง 5 V ในการขับมอเตอร์(drive motor) เพื่อให้มีทอร์คที่เพียงพอในการเคลื่อนที่

พลังงานอีกส่วนจะถูกส่งไปจ่ายแก่ส่วนต่าง ๆ ที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พวกนี้ต้องการแรงดันไฟที่เรียกจำนวน 5V แต่เนื่องจากข้อกำหนดที่สามารถรับพลังงานจากภายนอกได้จุดเดียว จึงมีวงจรในการแปลงแรงดันไฟ (Voltage Regulator) เพื่อแปลงแรงดันให้เป็น 5 V ที่เรียบเพียงพอสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.5.1 แสดงการต่อวงจร Voltage Regulator

การส่งพลังงานไปยังส่วนประมวลผลหลัก และส่วนอุปกรณ์ตรวจจับนั้นจะผ่านอุปกรณ์แปลงโวลต์เตจ (Voltage Regulator) เบอร์ LM7805 และเพื่อให้กระแสที่ได้เรียบจริง ๆและกรองความถี่รบกวนออกไปจึงเพิ่มตัวเก็บประจุขนาด 100 μFและ 0.1μF ที่เอาท์พุทและอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

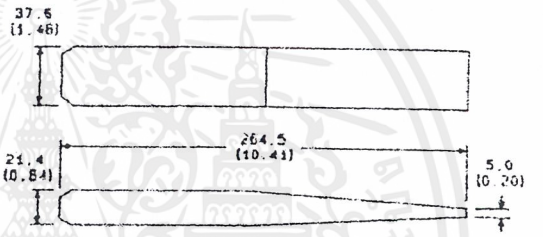
2.23 หัววัด(PROBE)

ข้อมูลทั่วไป

อุปกรณ์หัววัดสนามวงปิด เป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบเพื่อวัดสนามแม่เหล็ก ช่วงความถี่จาก 30 MHz ถึง 1 MHz โดยจะทำการวัดบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กรบกวน(EMI) ในแผงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือจากแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก(แผงวงจรต่อกับตัวสร้างสัญญาณ)

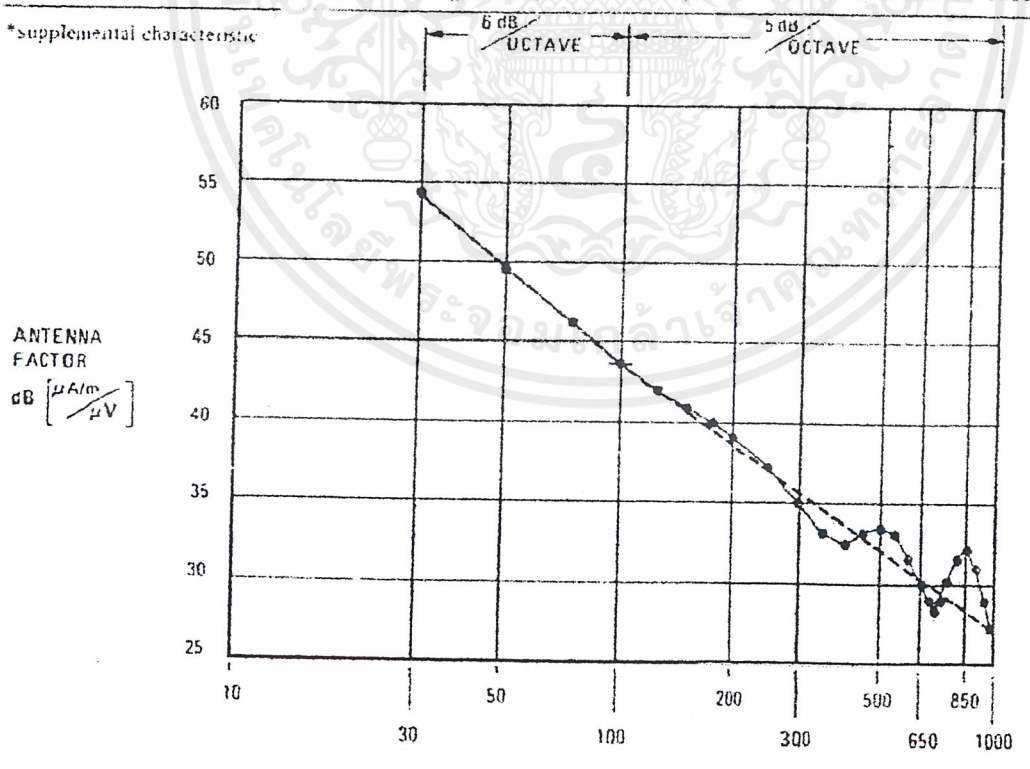
ตารางรูปที่ 2 ข้อกำหนดของหัววัดสนามวงปิด

Antenna Factor	Measured for each unit at 30, 100, 500, 850, and 1000 MHz to within ±2 dB in a 377 ohm field impedance. See Figure 1 for characteristic antenna factor data
Temperature Range	0°C to +40°C (<±1 dB (Operating) -10°C to +65°C (Storage)
Frequency Range	30 MHz - 1 GHz
Connector	SMA, replaceable barrel
Maximum Input Power	0.5 watts
VSWR*	<3:1
Maximum voltage at tip*	1 KV (dc + peak ac)
Weight*	Net: 0.10 kg (0.4 lbs) Shipping: 0.56 kg (1.2 lbs)



DIMENSIONS IN MILLIMETERS AND (INCHES)

*supplemental characteristic

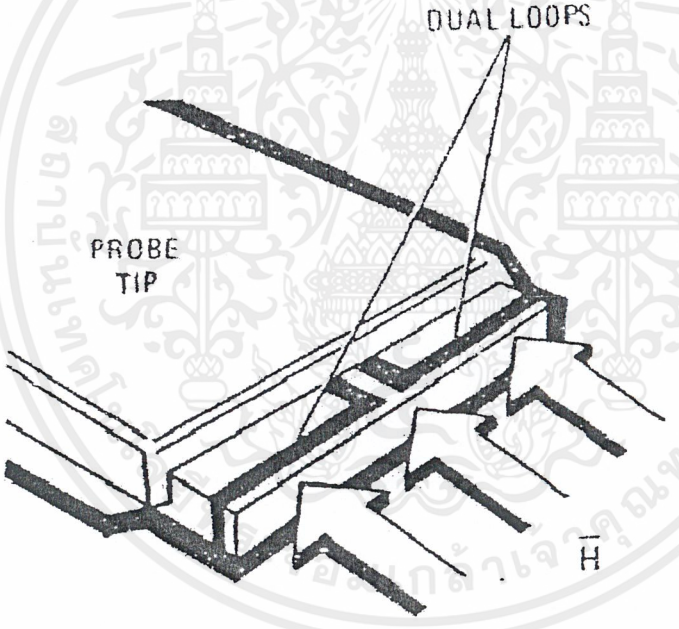


รูปที่ 2.6 แสดงพฤติกรรมของตัวประกอบแอนเทนน่า ช่วงความถี่ระหว่าง 30MHz – 1GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

เครื่องมือวัดทำการตรวจจับความสมดุลย์ของสนามแม่เหล็กและให้แรงดันเอาท์พุทตามความเข้มสนามแม่เหล็ก จุดทำการวัดจะอยู่ตรงบริเวณปลายของหัววัด การแผ่สนามแม่เล็กเครื่องมือวัดสามารถผลิตสัญญาณเอาท์พุท แต่หากเป็นการแผ่สนามไฟฟ้า เครื่องมือไม่สามารถผลิตสัญญาณเอาท์พุทได้ ภายในเครื่องประกอบด้วยตัวตรวจจับเป็นวงปิดคู่ เครื่องมือวัดชิ้นนี้ยังสามารถคงความถี่ของข้อมูลและมักใช้คู่กับเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม อุปกรณ์อาจได้รับความเสียหายได้หากมีอุณหภูมิรบกวน



รูปที่ 2.7 แสดงทางเดินของสนามแม่เหล็กเพื่อให้ได้ค่าสนามแม่เหล็กสูงสุด

ค่าตัวประกอบสายอากาศ

ค่าตัวประกอบสายอากาศ(Antenna Factors) ได้ทำการปรับค่าอยู่ 5 ค่า ดังนี้ 30 MHz , 100 MHz,500 MHz,850 MHz และ 1000 MHz ในหน่วย dB(μA/m/μV) ช่วง $\pm$ 2 dB ใน 377 Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนหน่วยที่แสดงในเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมในอัตราหนึ่งหน่วย คือ dB(μA/m) ตามสมการข้างล่างนี้

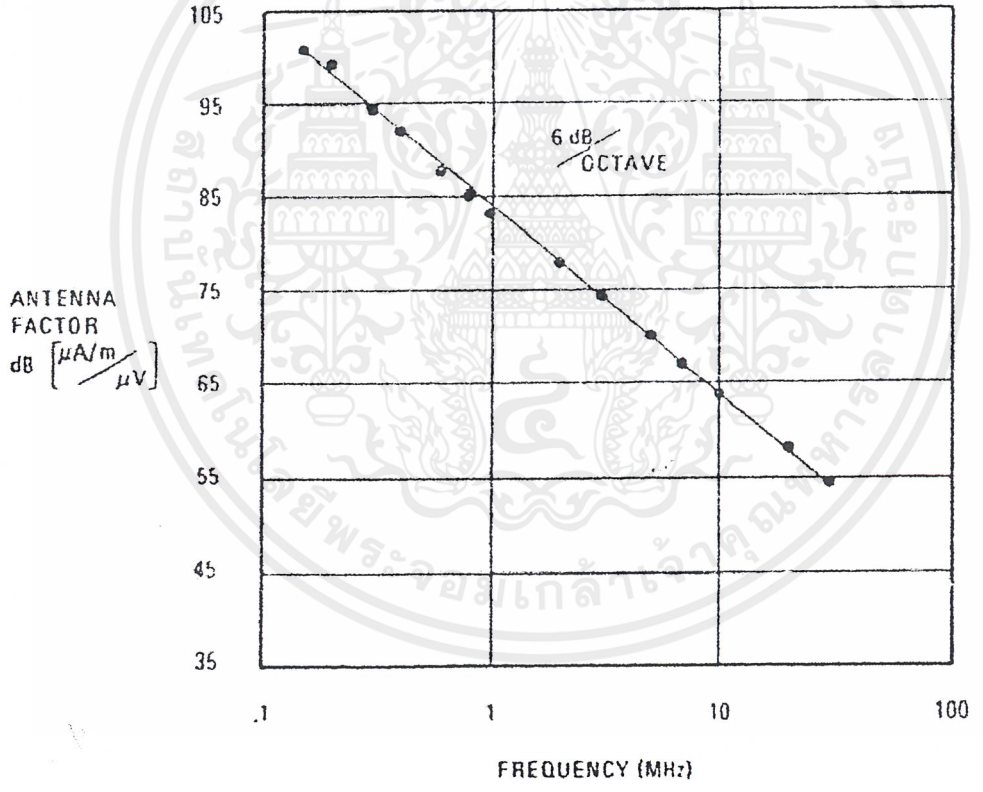
H – Field Strength (dB(μA/m)) = V_{SA} + AF + K

กำหนดให้

V_{SA} = แรงดันในหน่วย dB(μA/V) วัดบนเครื่องวิเคราะห์

AF = ค่าตัวประกอบสายอากาศ ในหน่วย dB(μA/m/μV)

K = ค่าสูญเสียหรือกำลังขยาย ระหว่าง อุปกรณ์หัววัด กับ เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม(มีค่าเป็นบวกสำหรับค่าสูญเสีย และมีค่าเป็นลบสำหรับค่ากำลังขยาย)



รูปที่ 2.8 แสดงพฤติกรรมของตัวประกอบแอนเทนน่าที่มีความถี่ต่ำกว่า 30 MHz

ถ้าหากวัดค่าสนามไฟฟ้า เป็นตามสมการดังนี้

E – Field Strength (dB(μV/m)) = V_{SA} + AF + K + 51.5

Power Density (dB(μW/cm^2)) = V_{SA} + AF + K – 104.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

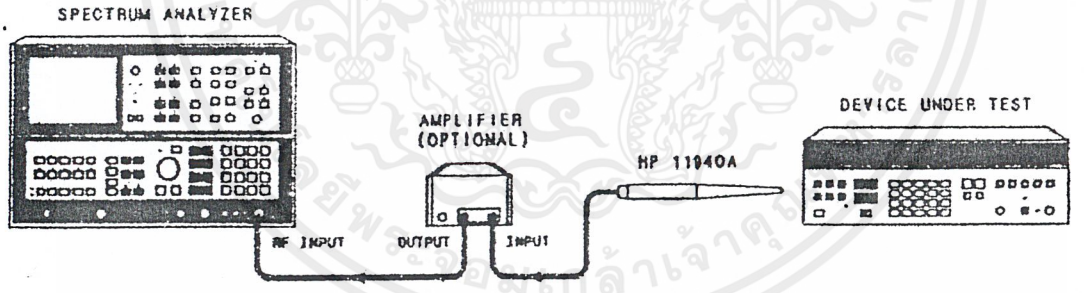
V_{SA} = แรงดันในหน่วย dB(μA/V) วัดบนเครื่องวิเคราะห์

AF = ค่าตัวประกอบสายอากาศ ในหน่วย dB(μA/m/μV)

K = ค่าสูญเสียหรือกำลังขยาย ระหว่าง อุปกรณ์หัววัด กับ เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม(มีค่าเป็นบวกสำหรับค่าสูญเสีย และมีค่าเป็นลบสำหรับค่ากำลังขยาย)

<u>การติดตั้งเพื่อทดสอบ</u> เครื่องมือวัดนี้สามารถทำงานบนพื้นที่สนามแม่เหล็กที่หัววัด หรือ บนแหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็ก ซึ่งได้แบ่งการทดสอบเป็น 3 รายการ อุปกรณ์แต่ละตัวเหมาะสมกับแต่ละรายการ ในการใช้หัววัดต้องแน่ใจว่าได้มีการบวกค่าตัวประกอบสายอากาศ และค่าสูญเสียสัญญาณบนเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม หมกมีการใช้ Preamplifier เพิ่ม เพื่อวัดความไว ต้องหักค่ากำลังขยายจากระดับสัญญาณ

1.) **การติดตั้งเพื่อทดสอบการแผ่รังสี** โครงสร้างพื้นฐานเพื่อตรวจสอบการแผ่รังสีสนามแม่เหล็กรบกวน(EMI)

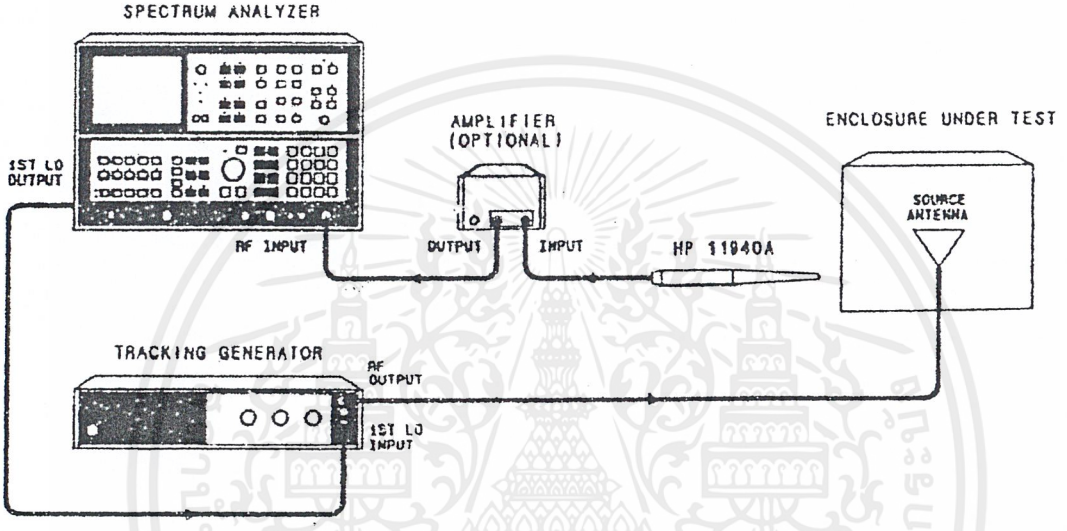


รูปที่ 2.9 แสดงการติดตั้งเพื่อทดสอบการแผ่รังสี

2.) **การติดตั้งเพื่อทดสอบผลของการกระตุ้น** ผลที่เกิดขึ้นจากการห่อหุ้ม เช่น ตู้ และโครงสร้างที่ห่อหุ้มนี้สามารถทดสอบด้วยการใช้เทคนิคผลการกระตุ้น จากรูปเครื่องกำเนิดสัญญาณจะให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

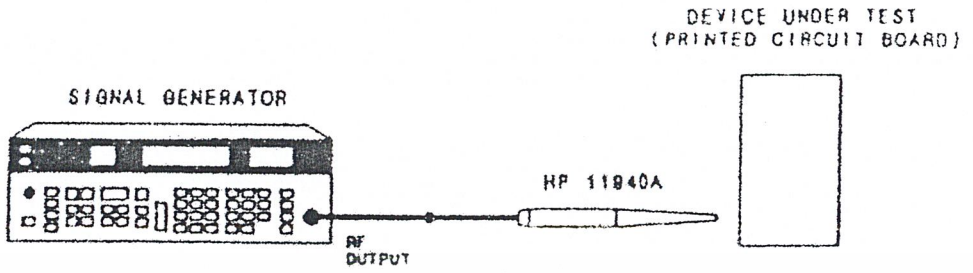
สัญญาณไปยังสายอากาศภายในตู้ทดสอบขณะที่หัววัดและเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมยังคงวัดความถี่กับขนาดของข้อมูล



รูปที่ 2.10 การติดตั้งเพื่อทดสอบผลของการกระตุ้น

3.) การติดตั้งเพื่อทดสอบแหล่งกำเนิด โดยใช้แหล่งกำเนิดสนาม ซึ่งหัววัดจะกำหนดสนามแม่เหล็กเพื่อไวต่อการทดสอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีความไวต่อการทดสอบช่วงความถี่ ใช้หัววัดกวาด หรือ ติดตามแหล่งกำเนิดดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การติดตั้งเพื่อทดสอบแหล่งกำเนิด

Instrument	Critical Specifications	Recommended Model
Spectrum Analyzer	Frequency Range: 30 MHz – 1 GHz	HP 8567A (10 kHz – 1.5 GHz) HP 8568B (100 Hz – 1.5 GHz) HP 8566B (100 Hz – 22 GHz)
Tracking Generator	Frequency Range: 30 MHz – 1 GHz	HP 8444A, Option 059 (100 MHz – 1.5 GHz) for use with HP 8567A or HP 8568B
Signal Generator	Frequency Range: 30 MHz – 1 GHz	HP 8656B (0.1 – 990 MHz)
Preamplifier*	Frequency Range: 30 MHz – 1 GHz RF Gain: ≥20 dB	HP 8447D (100 kHz – 1.3 GHz) (Gain ≥26 dB)
* HP 85685A RF Preselector may be substituted if a spectrum analyzer listed above is used.		

<u>ตารางรูปที่ 3</u> แสดงอุปกรณ์การติดตั้งการทดสอบ

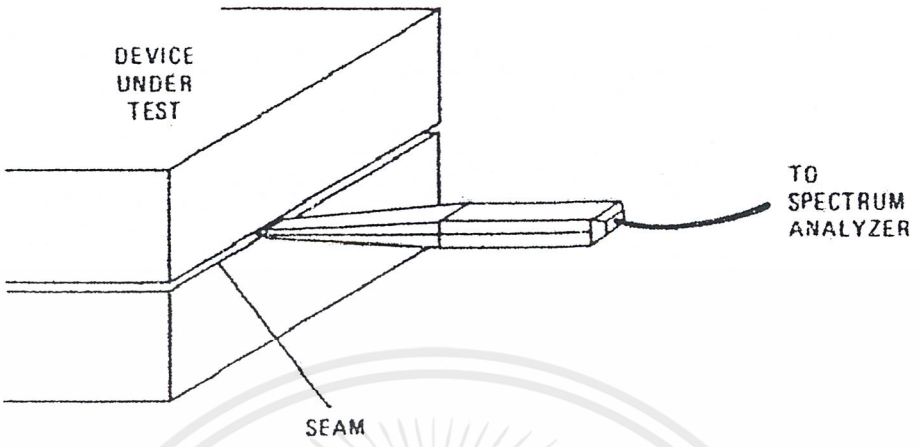
<u>เทคนิคในการวัด</u>

ในการวัดหัววัดถูกออกแบบเพื่อใช้วัดจุดความต่างศักย์ของรังสี ที่ปลายของหัววัดจะต้องตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กในรูป (Figure 2)

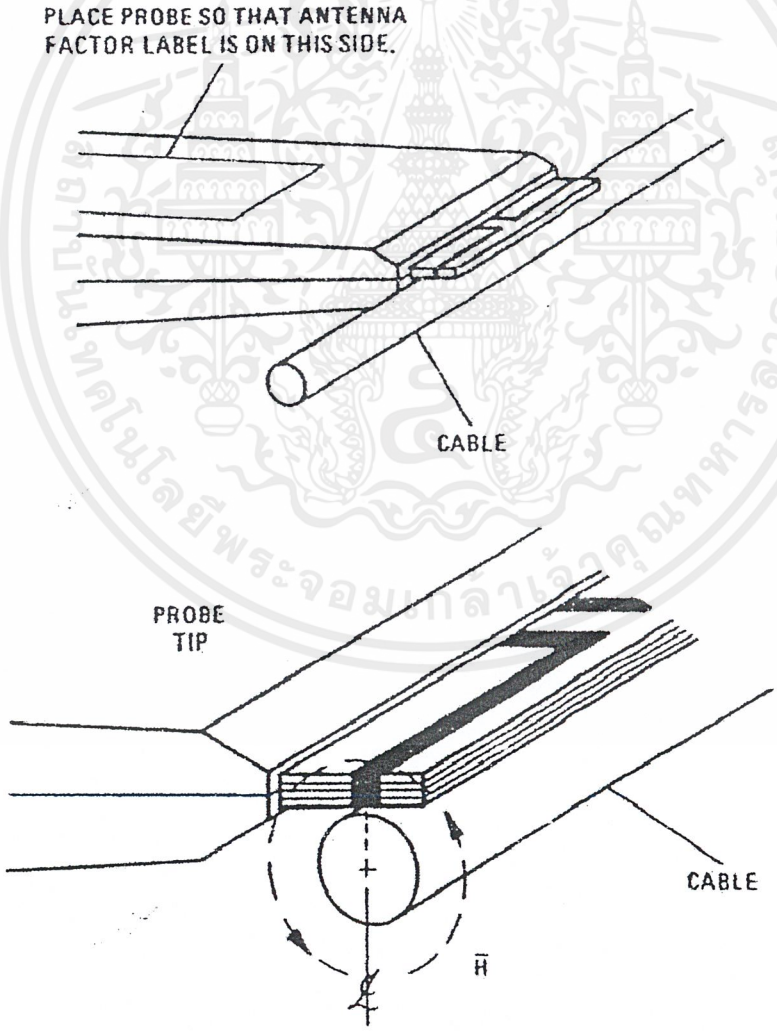
ถ้าต้องการวัดแนวต่อของตู้เพื่อหาสนามแม่เหล็กรบกวน (EMI) ดังรูป

รูปที่2.12 แสดงการทดสอบบนแนวรอยต่อของตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เมื่อทำการวัดรังสีจากสายโคแอกเชี่ยวตำแหน่งหัววัดจะต้องอยู่ตามรูปนี้



รูปที่ 2.13 แสดงการทดสอบบนสายโคแอกเชี่ยว

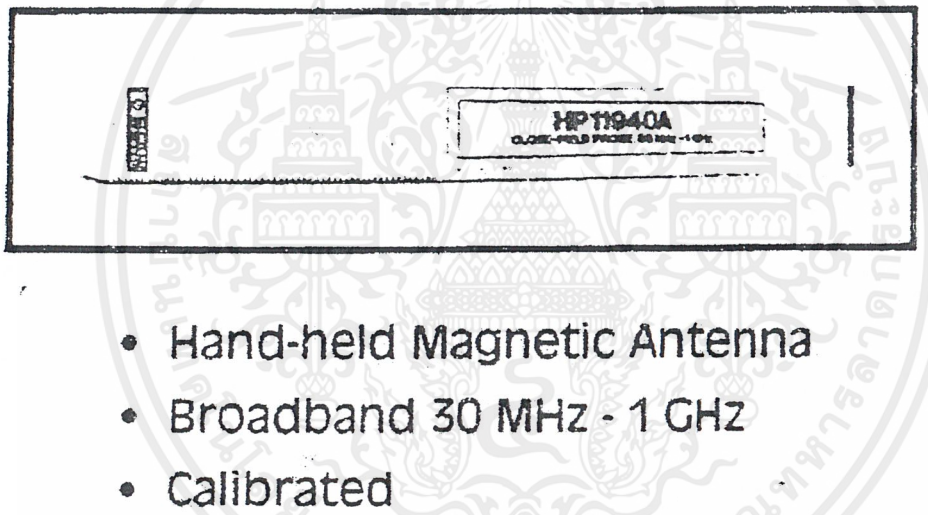
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คุณลักษณะและการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กรบกวน(EMI) ในหัววัดวงปิด

ลักษณะของหัววัด

หัววัด คือ ตัวตรวจจับสนามแม่เหล็กในช่วงความถูกออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาสนามแม่เหล็กรบกวน(EMI) มักจะใช้ในห้องทดสอบ , สายผลิตภัณฑ์ , การรับรองคุณภาพ และใช้กับตัววิเคราห์สเปกตรัมในช่วงความถี่ 30 MHz ถึง 1 GHz



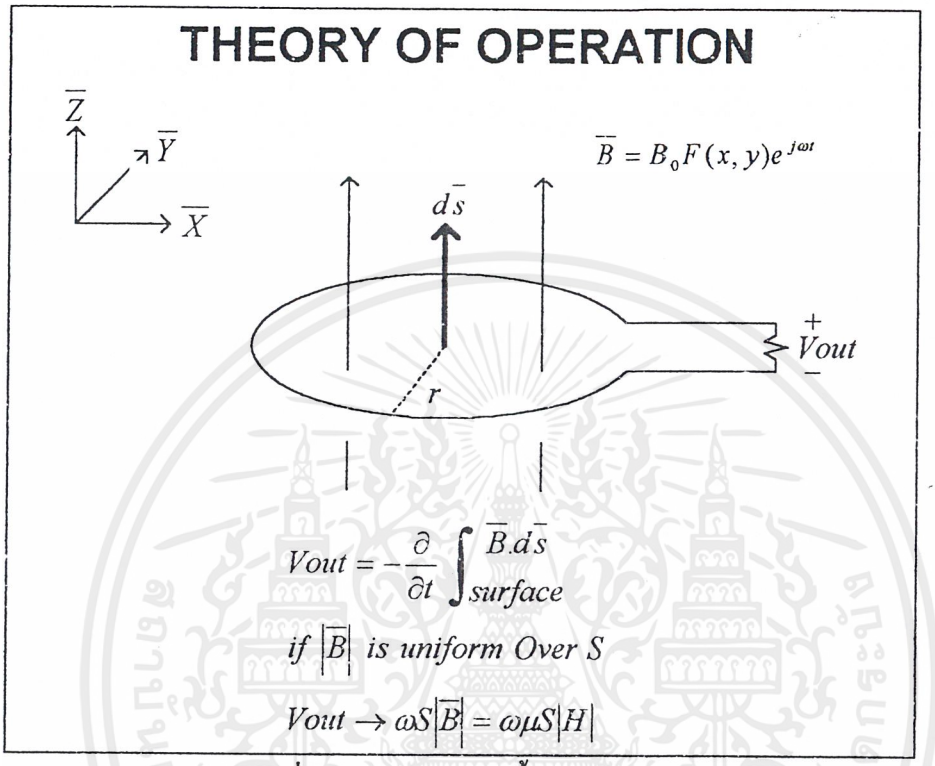
รูปที่ 2.14 แสดงรูปหัววัด

โครงสร้างโดยรวมที่จะกล่าวดังนี้

- หลักการพื้นฐานของการทำงาน
- ประโยชน์ของหัววัด
- ตัวอย่างการนำไปใช้งานของหัววัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
42489

ทฤษฎีพื้นฐานการทำงาน



รูปที่ 2.15 แสดงทฤษฎีพื้นฐานการทำงาน

V out คือ แรงดันเอาท์พุท

B คือ ความหนาแน่นของฟลั๊กแม่เหล็ก

B0 คือ ความหนาแน่นของฟลั๊กแม่เหล็กเริ่มต้น

S คือ พื้นที่ผิว

H คือ ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ω คือ ค่าเชิงมุม

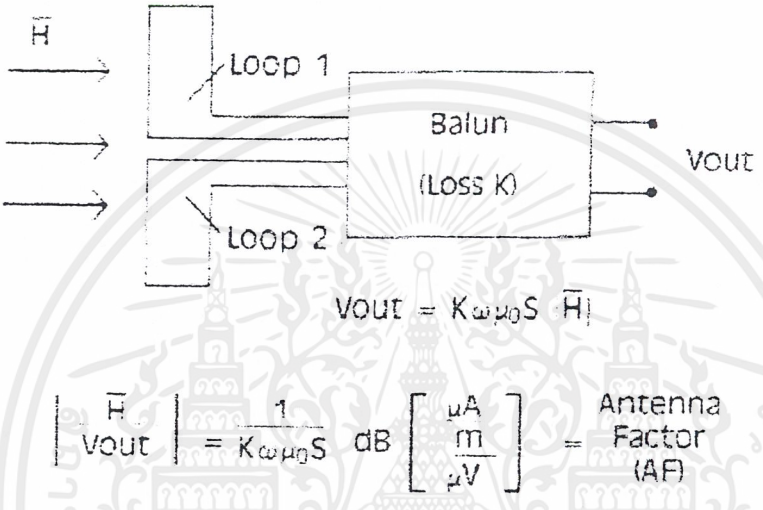
μ คือ ค่าเพอร์มิวบิลิตี้

ในการออกแบบมีหลักพื้นฐานมาจากกฎของฟาราเดย์ โดยแรงดันเอาท์พุทของสัญญาณวงปิด คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของเวลากับผลรวมฟลั๊กสนามแม่เหล็กตัดผ่านวงปิดนั้น ผลรวมของฟลั๊กสามารถกำหนดได้ถ้าสมมุติค่าความหนาแน่นฟลั๊กคงที่สม่ำเสมอบนพื้นที่วงปิด และหากรู้เวลาของอนุพันธ์ของฟลั๊กก็จะสามารถหาค่าแรงดันเอาท์พุทของวงปิดนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิติมากที่สุดของวงปิดในหัววัดถูกออกแบบให้มีค่าน้อยกว่า 1 ใน 10 ของความยาวคลื่น 1 GHz นี่เป็นข้อจำกัดของสนามแม่เหล็กเหนือวงปิดที่สามาถให้ปรับค่าได้ หัววัดยังจำกัดพื้นที่หน้าตัดของวงปิดและความไวต่อการรับรู้ของหัววัดด้วย

11940A บล็อกไดอะแกรม



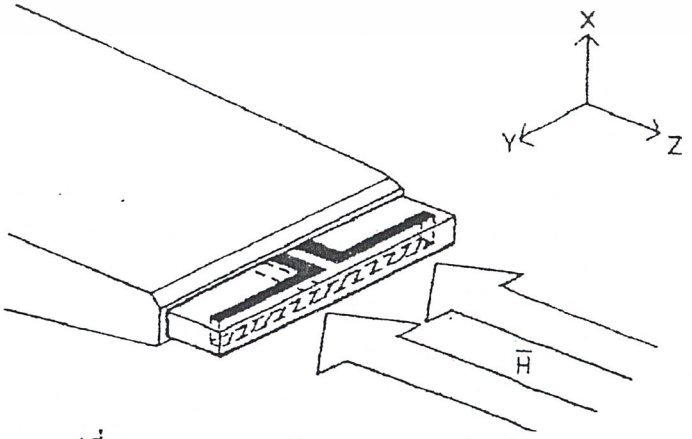
รูปที่ 2.16 แสดงบล็อคไดอะแกรม

K คือ ค่าคงที่

$\mu 0$ คือ ค่าเพอร์มิวบิลิตี้เริ่มต้น

หัววัดประกอบด้วย 2 สัญญาณในการวนลูปส่งกลับไปยังโครงสร้างสมดุลย์ (Balun) โครงสร้างสมดุลย์นี้จะทำให้หัววัดทำงานได้ดีขึ้นแต่ก็อาจจะเกิดการสูญเสียเพิ่มขึ้น ค่าสูญเสียนี้เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มสนามแม่เหล็ก CW ที่ปลายหัววัดและค่าแรงดันเอาท์พุท ความสัมพันธ์นี้ เรียกว่า ค่าประกอบสายอากาศ (Antenna Factor (AF)) ของหัว

MAGNETIC LOOP ORIENTATION

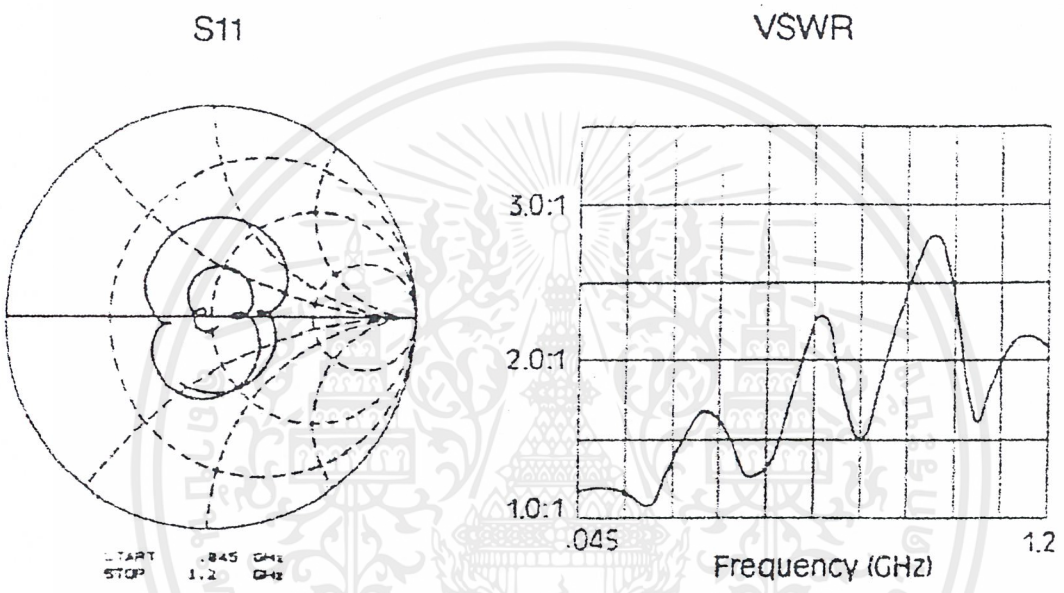


รูปที่ 2.17 แสดงทางเดินของสนามแม่เหล็กในลูปปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปนี้เป็นการแสดงทิศทางของหัววัดในระนาบ X-Y ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กจะมีค่ามากที่สุดเมื่อสนามแม่เหล็กกระทำในแนวแกน Z วงปิดไม่สามารถให้หน่วยผลิตได้เพราะถูกปกคลุมด้วยฉนวนไดอิเล็กตริกกระทำที่ขอบของโลหะ ซึ่งวัสดุชนิดนี้จะทนแรงดันได้ถึง 1000 Volt ดังนั้นจึงต้องระวังมิให้มีความต่างศักย์สูงเกินไป

REFLECTION CHARACTERISTICS



รูปที่ 2.18 แสดงพฤติกรรมการสะท้อนกลับ

<u>พฤติกรรมการสะท้อนกลับ</u>

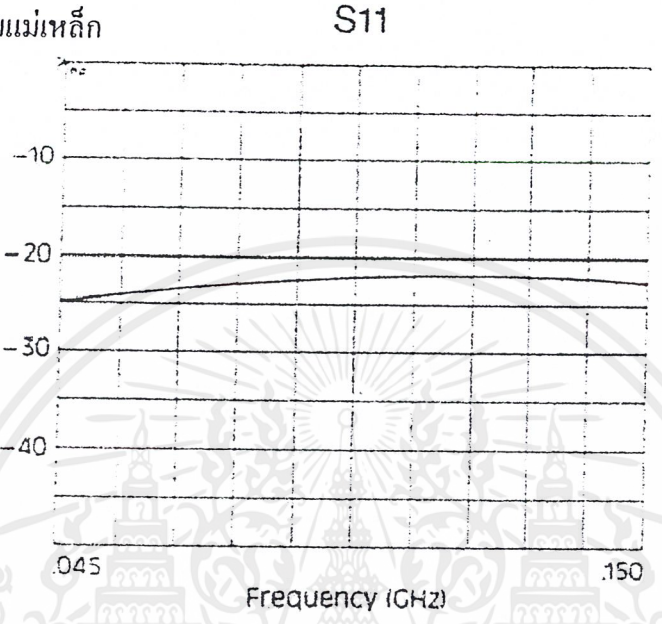
หัววัดสามารถใช้กับแหล่งกำเนิดและการรับรู้สนามแม่เหล็กและมีค่าความต้านทานขาเข้า 50Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATION VERIFICATION :

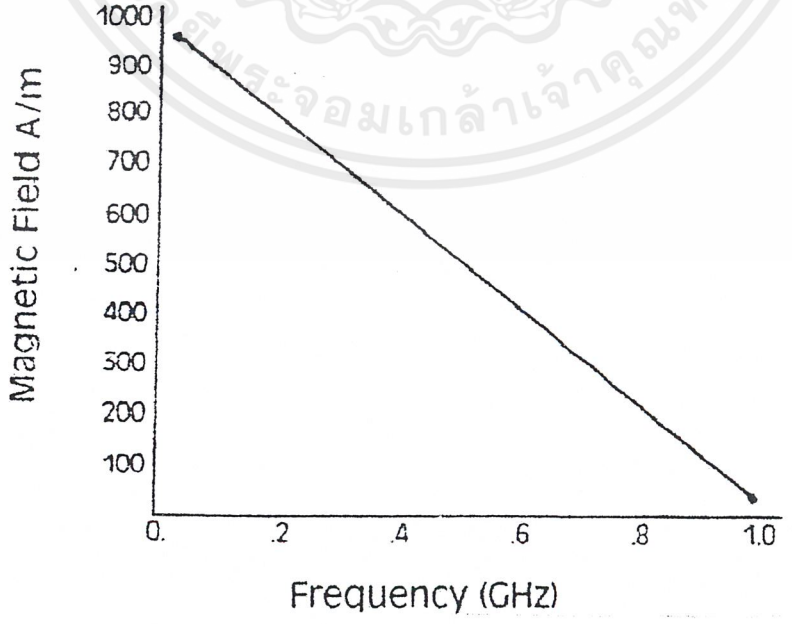
MEASURE HP 11940A RETURN LOSS

ค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก



รูปที่ 2.19 แสดงการคืนค่าสูญเสีย

<u>การทดสอบการทำงาน</u> : *การวัดการคืนค่าสูญเสีย* ค่าตัวประกอบสายอากาศของหัววัดที่มีความต้องการขยายการติดตั้ง หากเกิดความเสียหายภายในสามารถตรวจพบได้ด้วยการวัดการคืนค่าสูญเสียที่ความถี่ต่ำ



รูปที่ 2.20 แสดงค่าความเข้มสนามไฟฟ้าต่อเนื่องสูงสุด

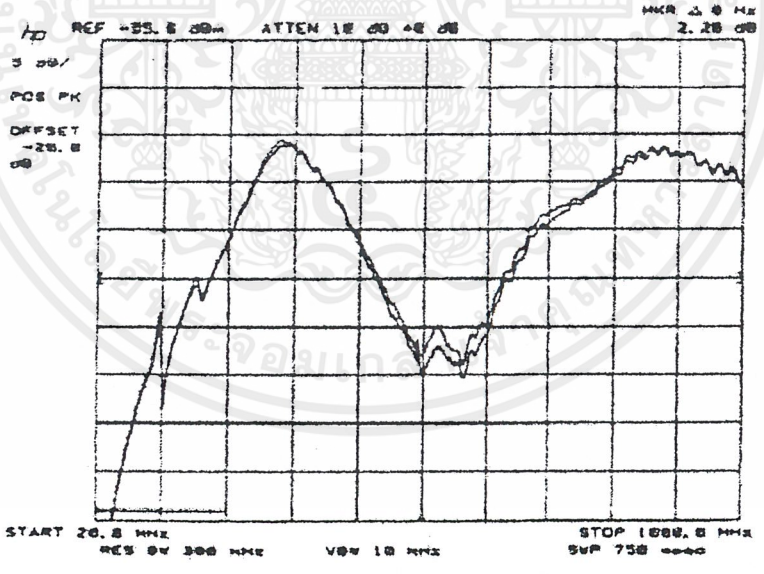
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กต่อเนื่องสูงสุด การวัดขนาดสูงสุดของสนามถูกจำกัดด้วยค่าความสูญเสียกำลังไฟฟ้าจากความต้านทานภายในอุปกรณ์ ในความเป็นจริงการวัดสัญญาณต่อเนื่องจะใหญ่กว่าที่กำหนดให้ข้างบนนี้ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดความร้อนสูงและความผิดพลาดของส่วนประกอบวงจรได้

<u>ประโยชน์ของหัววัด</u>

- สามารถปรับแต่งค่าได้
- การเชื่อมต่อกันน้อยที่สุด
- ลดความไวในการรับผลของสนามไฟฟ้า
- มีรูปทรงที่สะดวกใช้ง่าย
- ใช้กับแหล่งกำเนิดเฉพาะที่ได้
-

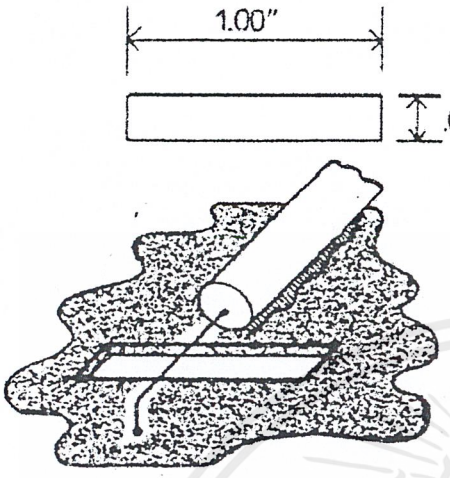
<u>ตัวอย่าง</u> *ผลเอาท์พุทที่ได้จากการทดลอง*

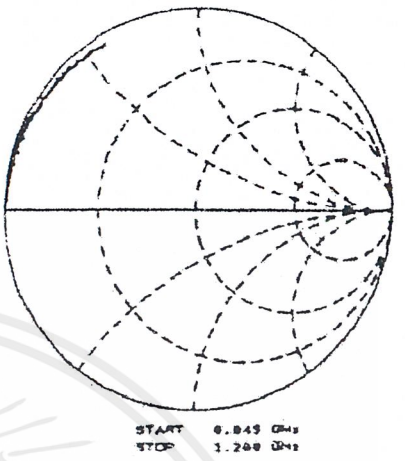


รูปที่ 2.21 แสดงตัวอย่างผลเอาท์พุทที่เกิดจากการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

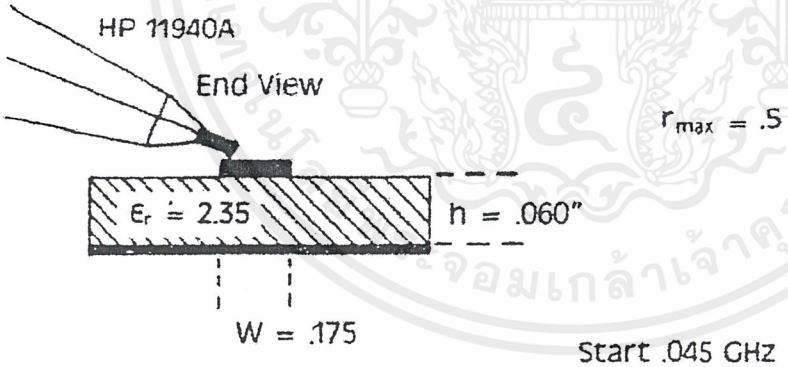
ตัวอย่างการนำไปใช้งาน



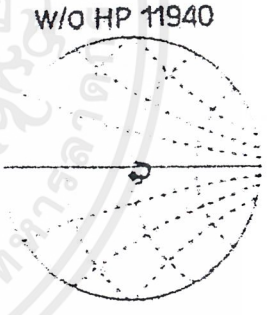


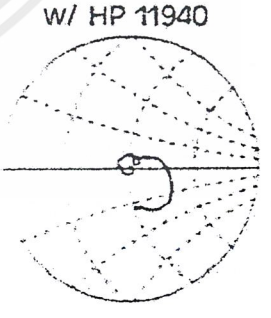
Worst Case Δz = 1.2% at 1 GHz

รูปที่ 2.23 การปรับค่าตัวแผ่รังสีที่มีความต้านทานต่ำ



r_{max} = .5





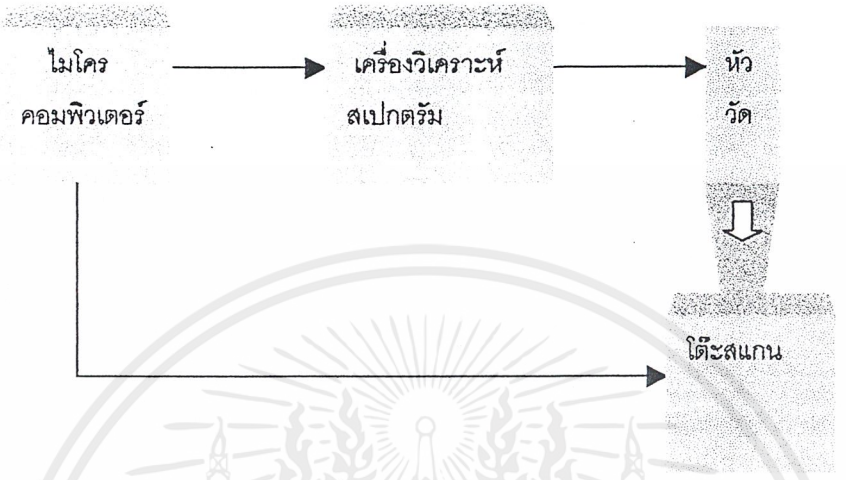
Start .045 GHz
Stop 1.2 GHz

Worst Case Δz = 3.0 dB at 940 MHz

รูปที่ 2.24 แสดงเส้นการขนถ่ายข้อมูลของไมโครชิพที่มีความต้านทาน 50 Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบโดยรวมของโครงงาน



องค์ประกอบทางด้าน ซอฟแวร์

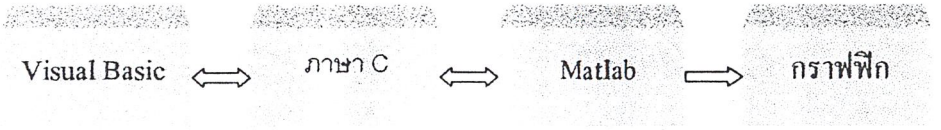
โครงงานนี้ได้มีการใช้โปรแกรมหลักร่วมกัน 2 โปรแกรม คือ โปรแกรม Visual Basic กับ Matlab

Visual Basic : เขียนเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะสแกนและรับค่าความเข้มสนามแม่เหล็กจากหัววัด

Matlab : นำมาใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผลของความเข้มสนามแม่เหล็กเพื่อนำมาสร้างเป็นรูปกราฟฟิก ในลักษณะ เส้นโครงร่าง 2 มิติ และ โครงร่างพื้นผิว 3 มิติ

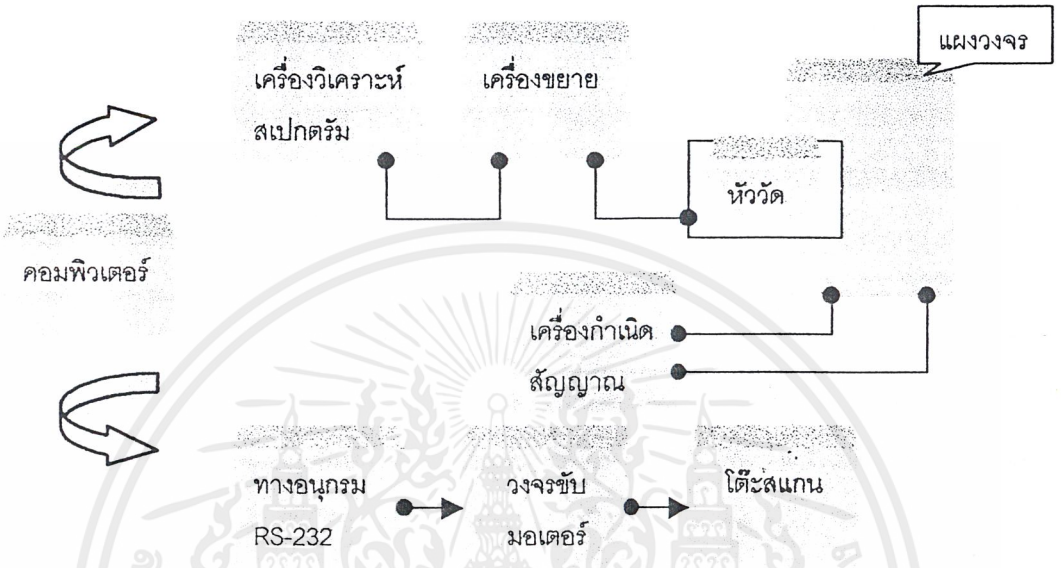
หมายเหตุ * เหตุผลที่ใช้ Matlab ในการเขียนกราฟฟิกเนื่องจากโปรแกรมนี้ใช้ง่ายในทางคณิตศาสตร์

ในการเชื่อมโปรแกรม Matlab กับโปรแกรม Visual Basic นั้นต้องเขียนโปรแกรมภาษา C เป็นตัวเชื่อมระหว่างโปรแกรมเพื่อให้ Matlab เรียกโปรแกรม Visual Basic มาใช้งานได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อการทำงานระหว่างคอมพิวเตอร์แบ่งเป็น 2 ส่วน



ขอเสนอรายละเอียดขององค์ประกอบหลักในส่วนแรกดังนี้

ส่วนแรก

- หัววัด
- เครื่องวัดสเปกตรัม
- ส่วนเชื่อมต่อพอร์ทระหว่างเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมและคอมพิวเตอร์

ส่วนหลัง

- ทางอนุกรม RS-232
- วงจรขับมอเตอร์
- องค์ประกอบทางกายภาพของโต๊ะสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทางเชื่อมต่อพอร์ทระหว่างเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมและคอมพิวเตอร์

ทางเชื่อมต่อนั้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1. ทางขนาน GPIB
2. ทางอนุกรม RS-232

ในโครงงานชิ้นนี้เราเลือกใช้ทางอนุกรม RS-232 เนื่องจากมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ราคาถูก ส่วนทางขนานนั้น

มีส่วนประกอบที่ยุ่งยาก เช่น ต้องมีการ์ดและสายต่อเฉพาะ และมูลค่าสูง

RS-232 จะทำการติดต่อควบคุมได้จากภายนอกเช่นเดียวกับ GPIB

1.) การเข้ากันได้กับรหัสควบคุม GPIB

การควบคุม RS-232 จะมีรหัสเหมือนกับระบบ GPIB *ยกเว้น* รหัสและฟังก์ชั่นพิเศษของ GPIB

1.1) อ้างถึงหัวข้อรายการรหัส GPIB

- รหัสของผู้ส่งและผู้รับไม่ต้องดัดแปลง
- รหัสที่ใช้กับหัวของข้อมูลและข้อมูลใช้เหมือนกัน
- รูปแบบของเอาท์พุทสามารถใช้แทนกันได้

1.2) อ้างถึงหัวข้อความแตกต่างจากการโปรแกรม GPIB

- รหัสแตกต่างจากรหัสของระบบ GPIB

2.) ฟังก์ชั่นที่ควบคุมจากภายนอก

ฟังก์ชั่นดังต่อไปนี้ สามารถควบคุมได้โดยใช้ RS-232:

2.1) การกำหนดเงื่อนไขการวัด : เงื่อนไขในการวัดที่ RS-232 ส่งจะเหมือนกับเงื่อนไขที่ กำหนดบนเครื่อง

2.2) การแสดงค่าที่กำหนดไว้ : การแสดงค่าเอาท์พุทและข้อมูลของระบบ

2.3) ข้อมูลการวัดของอินพุท , เอาท์พุท : การเขียน/การอ่าน ของข้อมูลจะแสดงบนหน้าจอ

2.4) สถานะทางเอาท์พุท : ข้อมูลที่อ่านเข้ามาจะแสดงถึงเงื่อนไขการวัดในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่กำหนดเบื้องต้น

1.) ความเร็วในการส่งข้อมูล : มีความเร็ว 6 ช่วง

1. 600 bps
2. 1200 bps
3. 2400 bps
4. 4800 bps
5. 9600 bps ← ค่าตั้งต้น
6. 19200 bps

2.) ความยาวของข้อมูล : ประกอบด้วย 2 ส่วน

1. 7 บิต
2. 8 บิต

3.) ความยาวของบิตสิ้นสุด(stop bit)

1. 1 บิต
2. 1.5 บิต
3. 2 บิต

4.) บิตตรวจสอบ : มี 3 วิธีในการตรวจสอบ

1. without parity ← ค่าตั้งต้น (ไม่มีการตรวจสอบ)
2. odd parity (การตรวจสอบเลขคี่)
3. even parity (การตรวจสอบเลขคู่)

5.) โหมดการติดต่อสื่อสาร : Half duplex (การสื่อสารทางเดียว)

6.) ข้อมูลโฟลว์คอนโทรล (data flow control) : กำหนดวิธีการตรวจสอบการสื่อสารกับตัวควบคุม (คอมพิวเตอร์)มี 2 วิธีขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่นของพอร์ทที่สื่อสารกับตัวควบคุม

1. hard-wired handshake ← ค่าตั้งต้น

RS-232 จะไม่สามารถส่งข้อมูลออกได้ในขณะที่ DSR มีสถานะเป็น LOW ลักษณะเดียวกันในขณะที่ DTR ในระบบมีสถานะเป็น LOW ข้อมูลที่ร่วมมาด้วยก็จะถูกตัดออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Xon/Xoff handshake

ในการส่งข้อมูลจะไม่สามารถส่งข้อมูลได้จนกว่าจะได้รับ Xon ตัวถัดไป และจะได้รับอักษร Xoff เมื่อผ่านข้อมูลนั้นแล้ว เช่นเดียวกันถ้าระบบยังไม่พร้อมจะรับข้อมูลมันจะส่ง Xoff เพื่อแสดงการตัดข้อมูลที่ร่วมเข้ามาจนกว่ามันพร้อมและจะส่ง Xon ออกไป

7.) ช่วงการส่งภายในข้อมูล : ช่วงเวลาที่คงที่ในระหว่างการส่งข้อมูลแต่ละตัวเมื่อระบบมีการส่งข้อมูลสิ่งนี้จะลดโหลดที่ตัวควบคุม(คอมพิวเตอร์) แบ่งได้ 5 ค่าดังนี้

1. 0 ← ค่าตั้งต้น
2. 1.0 ms
3. 2.5 ms
4. 4.0 ms
5. 5.5 ms

8.) โหมดการติดต่อสื่อสาร : ระบบใช้โหมด Start-Stop และใช้ Carriage Return (CR)(ไปต้นบรรทัด) และ Line Feed (LF)(ขึ้นบรรทัดใหม่)เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ท้ายข้อความ

ข้อสังเกต : โหมดพิเศษจะระบุเฉพาะข้อมูลที่เป็นไบนารี่เท่านั้น

9.) ควบคุมความผิดพลาดในการส่งข้อมูล : ระบบจะไม่ทำการรองรับค่าผิดพลาด แต่สามารถควบคุมได้จากตัวควบคุม(คอมพิวเตอร์)

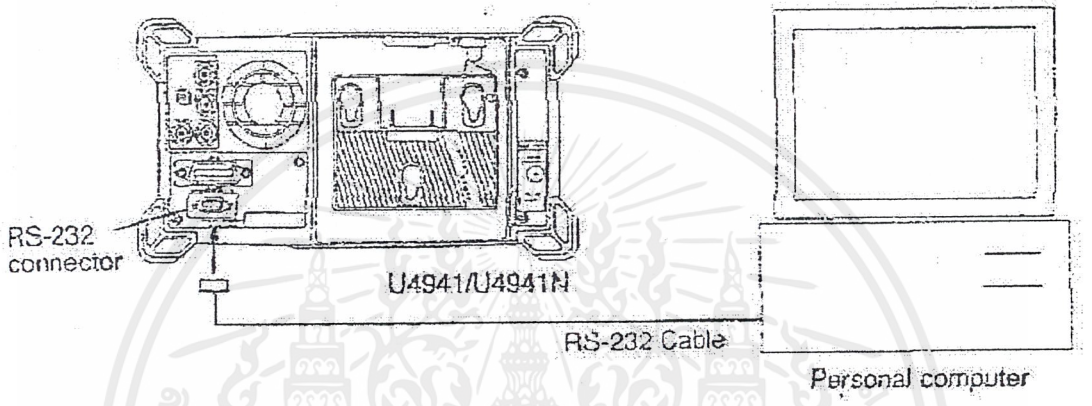
10.) การเปิดพอร์ทการสื่อสาร : พอร์ทRS-232 จะถูกเปิดสวิตช์ ค่าตัวแปรที่จำเป็นจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ การเปิดที่กระทำบนpanel (ปุ่มที่ใช้ควบคุมการทำงานบนเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม) จะกำหนดได้ในขณะนั้นได้เลย เมื่อพอร์ทถูกเปิดหลังจากที่ส่งข้อมูลแล้วค่าที่กำหนดเริ่มต้นจะถูกนำมาใช้ เช่นเดียวกัน หากทำการปิดพอร์ทก็กระทำได้บนpanel เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การติดต่อ (Connection)

(1.) การติดต่อกับตัวควบคุม(คอมพิวเตอร์)

สายRS-232 จะถูกใช้ติดต่อระบบกับตัวควบคุม



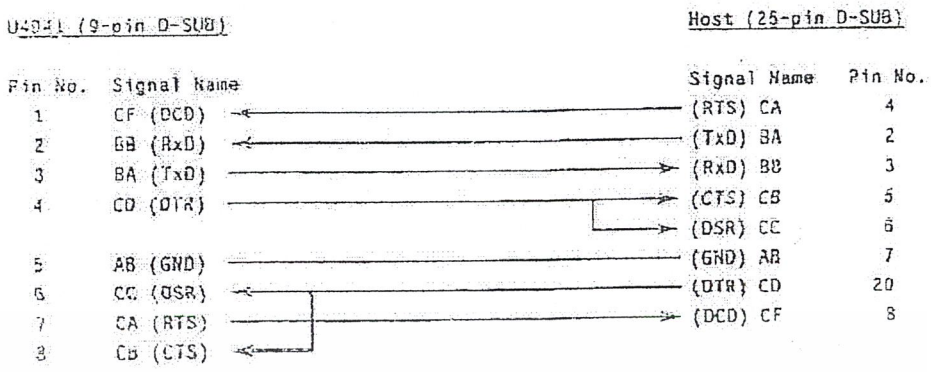
Analyzer	Connectors used
U4941	(Rear panel)
U4941N	RS-232 connector

Computer connected	Connectors used
HP 200/300 series	Connectors used depend on type of computer. Refer to individual instruction manuals for each computer.
IBM AT PS 2	
PC 9801	

รูปที่ 2.25 การติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

สายRS-232 ที่ใช้ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์นั้นจะขึ้นอยู่กับการเรียกชื่อของ EIA (Electronic Industries Association)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 แสดงไดอะแกรมของสายที่ใช้ในการติดต่อ

Pin No.	Signal Name		Signal direction		Description
			Analyzer	External	
1	Carrier Detector	DCD			N.C.
2	Receive Data	RXD	←		Receive Data
3	Transmit Data	TXD	→		Transmission Data
4	Data Terminal Ready	DTR	→		Data Terminal Ready
5	Signal Ground	SG			*Signal Ground*
6	Data Set Ready	DSR			N.C.
7	Request to Send	RTS	→		Transmission request signal to external device. When high level, ready for receiving. When low level, receiving inhibited.
8	Clear to Send	CTS	←		Transmission permission signal. When high level, ready for transmission. When low level, transmission inhibited.
9	Ground	FG			Frame ground. Used for protection ground.

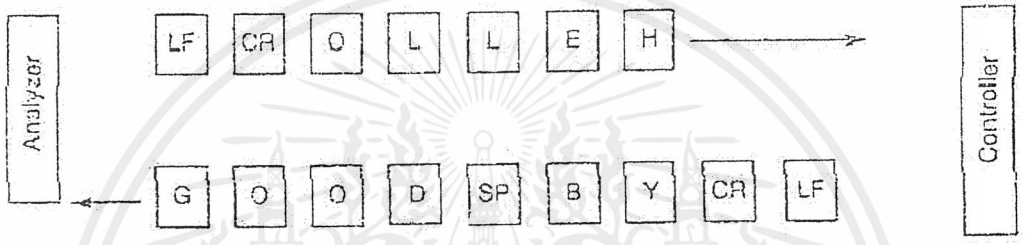
<u>ตารางรูปที่ 4</u> แสดงสัญลักษณ์ของการติดต่ออินพุทและเอาท์พุท

การกำหนดพอร์ทสื่อสารบนเครื่องวิเคราะห์จะต้องตรงกับการกำหนดบนเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

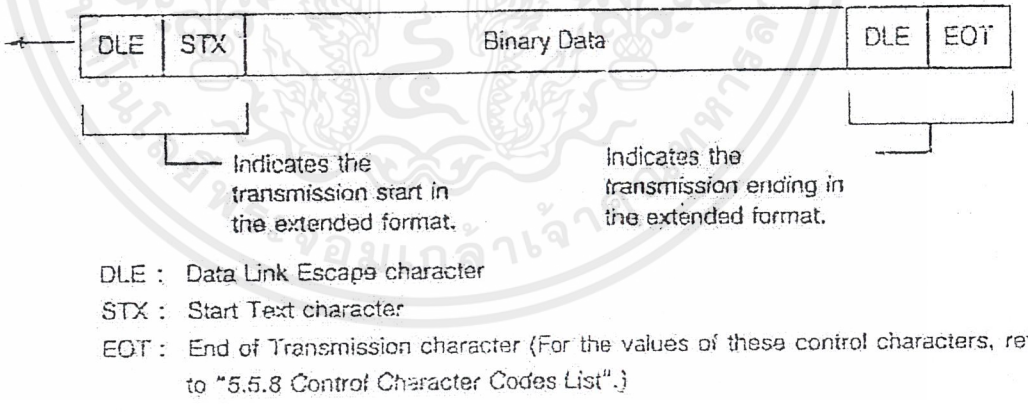
รูปแบบของข้อมูล

ข้อมูลที่จะส่งระหว่างตัวควบคุม(คอมพิวเตอร์)และระบบ(เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม)หากใช้รหัสแอสกี้กับข้อมูลสตริงที่ท้ายของข้อมูลจะต้องมี Carriage Return (CR) และ Line Feed (LF) ด้วย



รูปที่ 2.27 แสดงรูปแบบพื้นฐาน

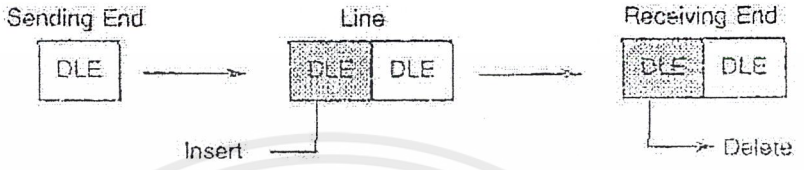
เมื่อข้อมูลการส่งอยู่ในรูปแบบไบนารี่จะมีการกำหนดขอบเขตของข้อมูลซึ่งสามารถใช้ได้กับข้อมูล 8 บิต



รูปที่ 2.28 แสดงรูปแบบขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีนี้ถ้าข้อมูลไบนารี่ที่มีรหัสซ้ำกันเข้าร่วมในข้อมูลนั้น เช่น DLE บางครั้งอาจเป็นความผิดพลาดของข้อมูล แต่สำหรับกรณีนี้ในการส่งข้อมูลจะต้องแทรก DLE สำหรับการส่ง เมื่อในการรับข้อมูลหากได้รับตัวอักษร DLE อย่างต่อเนื่องมันจะทำการตัดตัวอักษรที่ซ้ำออกในตัวอย่างล่างนี้



รูปที่ 2.29 แสดงกรณีเกิด DLE ซ้ำกัน

1.) รหัสคำสั่ง

1.รหัส GPIB จะไม่รับ

1.1 ตัวกำหนดการควบคุม (delimiter control) : DL0,DL1,DL2,DL3,DL4

1.2 SQR อินเทอร์รัพท์ : S0,S1

2. คำสั่งที่เพิ่มในการโปรแกรม RS-232

2.1 ปุ่มล็อคในการควบคุม : KLK,KUK

2.2 สถานะที่อ่านได้ : PLL?

2.) การควบคุมบนpanel

กรณีเฉพาะในการใช้ประมวลโปรแกรมในRS-232 (ขณะที่GPIB ถูกประมวลจะมีการแสดงดวงไฟบนpanel จะกระทำการขัดขวางโดยอัตโนมัติ)

1. ดวงไฟจะไม่สว่าง
2. ไม่สามารถกระทำการขัดขวางจนกระทั่งได้ส่งคำสั่ง KLK แล้ว
3. ถ้าคำสั่ง KLK ขัดขวางการทำงาน, การทำงานจะยังไม่ยกเลิกโดยอัตโนมัติถ้าหากยังไม่ได้รับคำสั่ง KUK
4. ถ้าการทำงานสิ้นสุดแล้วแต่ยังไม่ได้ยกเลิกโดยใช้คำสั่งดังกล่าว หลังจากที่ทำการขัดขวางแล้วสามารถใช้คำสั่ง LCL หรือ IP เป็นคำสั่งยกเลิกแทนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : KLK เป็นปุ่มควบคุมบนเครื่องสำหรับขัดขวางหรือยับยั้ง (ล็อกบนpanel)
KUK เป็น ปุ่มควบคุมบนเครื่องสำหรับอนุญาติ (ปลดล็อกบนpanel)

RS-232 ที่ใช้ในโครงงานนี้ คือ

RS-232 transmission speed (ความเร็วในการส่ง): 9600 bps

Parity (ตรวจสอบ): Xon-Xoff

Data Length (ความยาวของข้อมูล): 8 bit

Stop bit (บิตหยุด): 1 bit

Ascii mode (โหมดแอสกี้): สำหรับการควบคุม Xon-Xoff

LF (Line Feed) จะถูกแทรกในโหมด

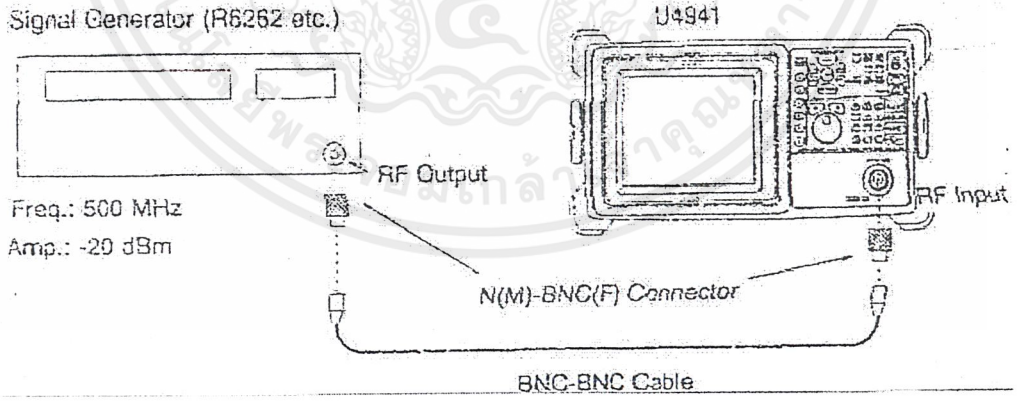
ข้อกำหนดในเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม

Start (ความถี่เริ่มต้น) 30 MHz

Stop (ความถี่สิ้นสุด) 500 MHz

RB (Resolution Bandwidth) 3 MHz

SW (Sweep time): ช่วงเวลาในการสแกนหน้าจอ 50 msc



รูปที่ 2.30_แสดงการติดตั้งการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

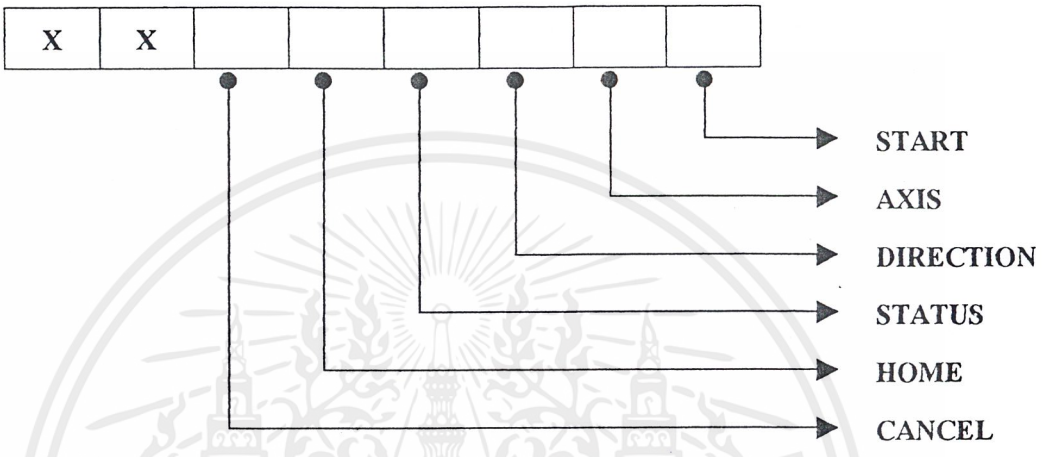
รายการรหัสที่ควบคุมตัวอักษร

สัญลักษณ์	รหัสเลขฐาน 16	ความหมาย
	02h	ใช้สำหรับเป็นตัวอักษรหัวข้อมูลในระหว่างการส่งข้อมูลแบบไบนารี่
EOT	04h	ใช้สำหรับเป็นตัวอักษรสิ้นสุดข้อมูลในระหว่างการส่งข้อมูลแบบไบนารี่
LF	0Ah	ใช้สำหรับเป็นตัวอักษรสิ้นสุดข้อมูลในระหว่างการส่งข้อมูลแบบแอสกี้
CR	0Dh	ใช้สำหรับเป็นตัวอักษรสิ้นสุดข้อมูลในระหว่างการส่งข้อมูลแบบแอสกี้
DLE	10h	ควบคุมตัวอักษรในระหว่างการส่งข้อมูลไบนารี่
Xon	11h	ตัวอักษรเริ่มต้นในระหว่างการส่งตัวแปร X
Xoff	13h	ตัวอักษรยับยั้งการส่งข้อมูลในระหว่างการส่งตัวแปร X

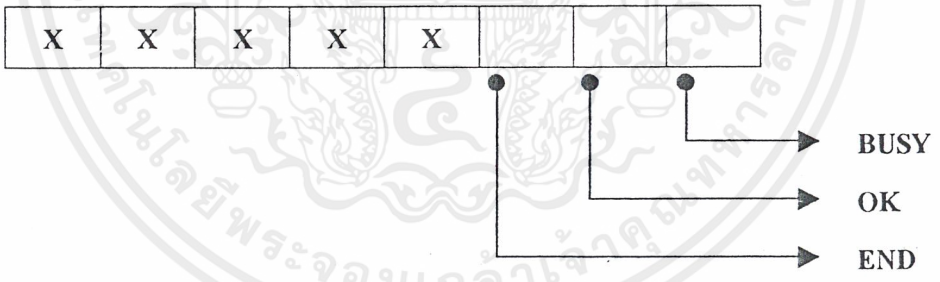
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โปรโตรคอลสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโต๊ะสแกน

สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการสื่อสารร่วมกันอย่างเข้าใจในระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโต๊ะสแกน



ส่วนที่ไมโครคอมพิวเตอร์ต้องส่งข้อมูลให้กับโต๊ะสแกน



ส่วนที่ไมโครคอมพิวเตอร์ต้องรับข้อมูลจากโต๊ะสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม (Spectrum Analyzer)

ข้อกำหนดพิเศษและลักษณะเฉพาะของเครื่องวิเคราะห์

U4941/4941N เป็นเครื่องวิเคราะห์สนาม RF ซึ่งถูกพัฒนาเพื่อนำมาใช้งานตรวจสอบอย่างละเอียดและมักใช้กับในบริเวณห่างจากโต๊ะทดสอบภายในสนาม ชนิดของU4941 มีความต้านทาน 50 โอมห์ และ U4941N มี 75 โอมห์

แสดงถึงข้อกำหนดพิเศษดังนี้

รายการ		U 4941 (50Ω)	U 4941N (75Ω)
ช่วงความถี่(Frequency range)		9kHz – 2.2 GHz	9kHz – 2.2 GHz
ระดับสัญญาณอินพุท(100dBช่องที่เสนอในส่วนแสดงเดี่ยว)	ON	-132 dBm - +13 dBm	-23 dBμV - +120 dBμV
	OFF	-117 dBm - +27 dBm	-8 dBμV - +134 dBμV
ผลลัพธ์สูงสุด		1 kHz	1 kHz
ช่วงขนาดของการรบกวน (วัดได้ 20 kHzจากเครื่องขนส่ง)		-100 dBc/Hz	-100 dBc/Hz

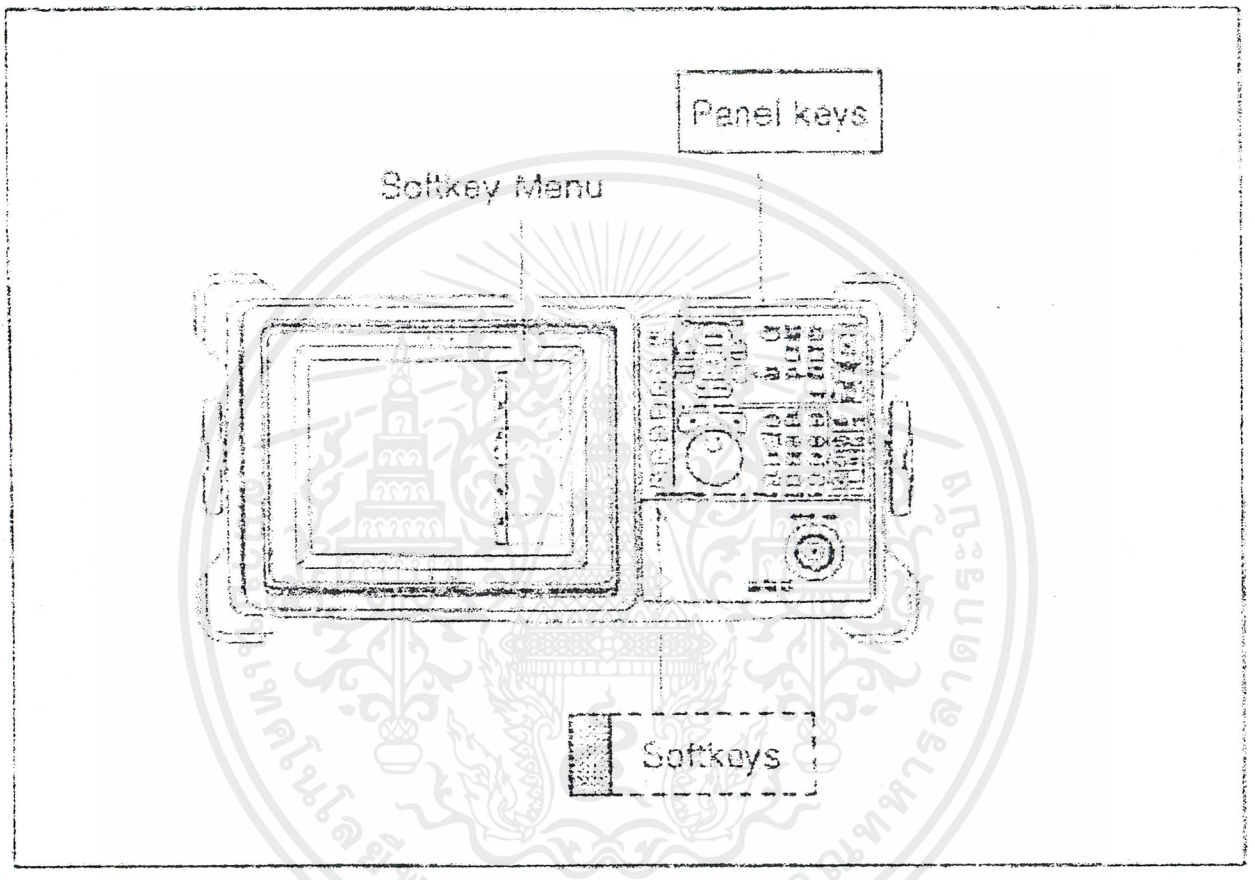
เครื่องวิเคราะห์ U4941 อาจเพิ่มฟังก์ชั่นการวัด ซึ่งสามารถวัดได้ตามต้องการโดยไม่ต้องควนวนโดยฟังก์ชั่น Internal preamplifier มีการทำงานที่ง่าย รับรู้ไวในการวัด การเข้ารหัส AM อย่างถูกต้องในการควบคุมรีโหมดสามารถใช้ได้ทั้ง RS-232 หรือ GPIB

ลักษณะเฉพาะของ U4941 มีดังนี้

1. มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
2. 3 แหล่งจ่ายไฟฟ้า คือ แบตเตอร์รี่, AC/DC Adapter หรือ แหล่งจ่ายไฟ DC ภายนอก
3. หน้าจอ LCD สี 6 นิ้ว สเกลแสดงผล 100 dB
4. Preamplifier
5. ที่เสียบสำหรับ 2 IC การ์ดหน่วยความจำ
6. สามารถแสดงผลทางเครื่องรับเสียงหรือวีดีโอได้
7. มีฟังก์ชั่นช่วยในการทำงาน
8. มีการควบคุมรีโหมดโดย RS-232 หรือ GPIB
9. อุปกรณ์ที่จำเป็นและอุปกรณ์รองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.31 แสดงคีย์บน Panel และ Softkeys



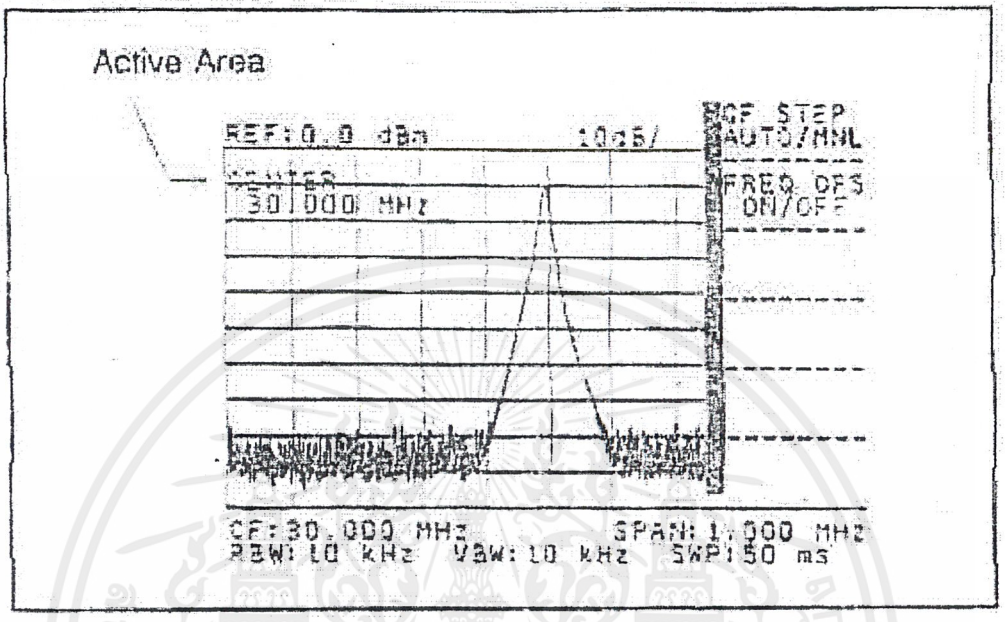
การทำงานของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมนั้นจะประกอบการทำงานอยู่ 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

1.

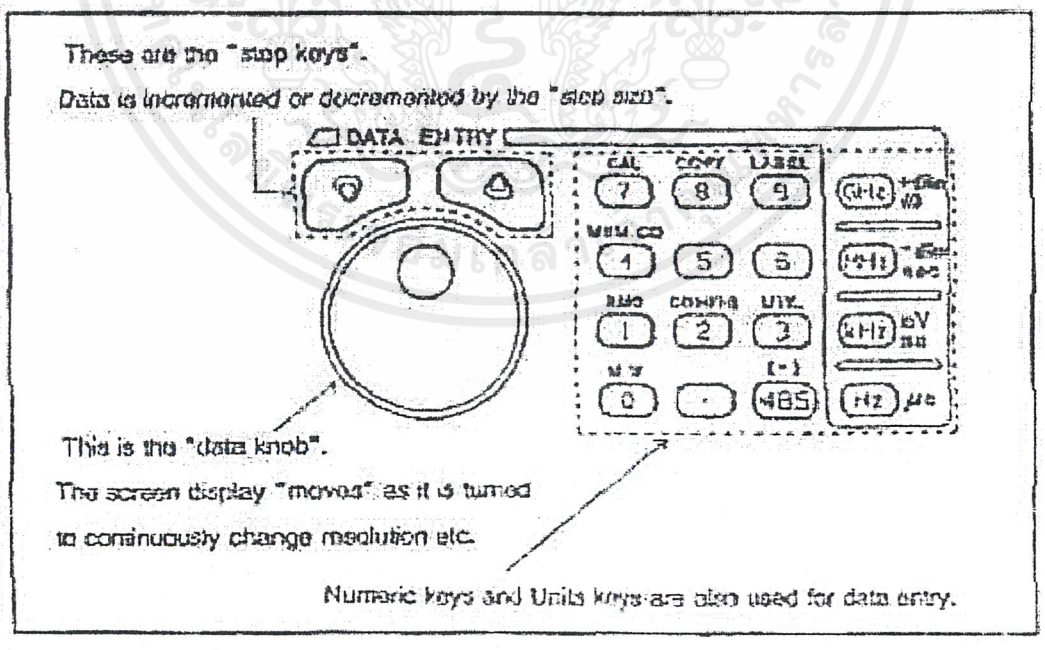
2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการกดปุ่มหนึ่งปุ่มใดของ Panel keysจะส่งผลแสดงเมนู Softkeys ทางด้านขวาของจอภาพ และ เมื่อกด Softkeys ย่อมจะแสดงการประมวลบนเมนู Softkeys



รูปที่ 2.32 แสดงหน้าจอการทำงาน



รูปที่ 2.33แสดงการนำข้อมูลเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

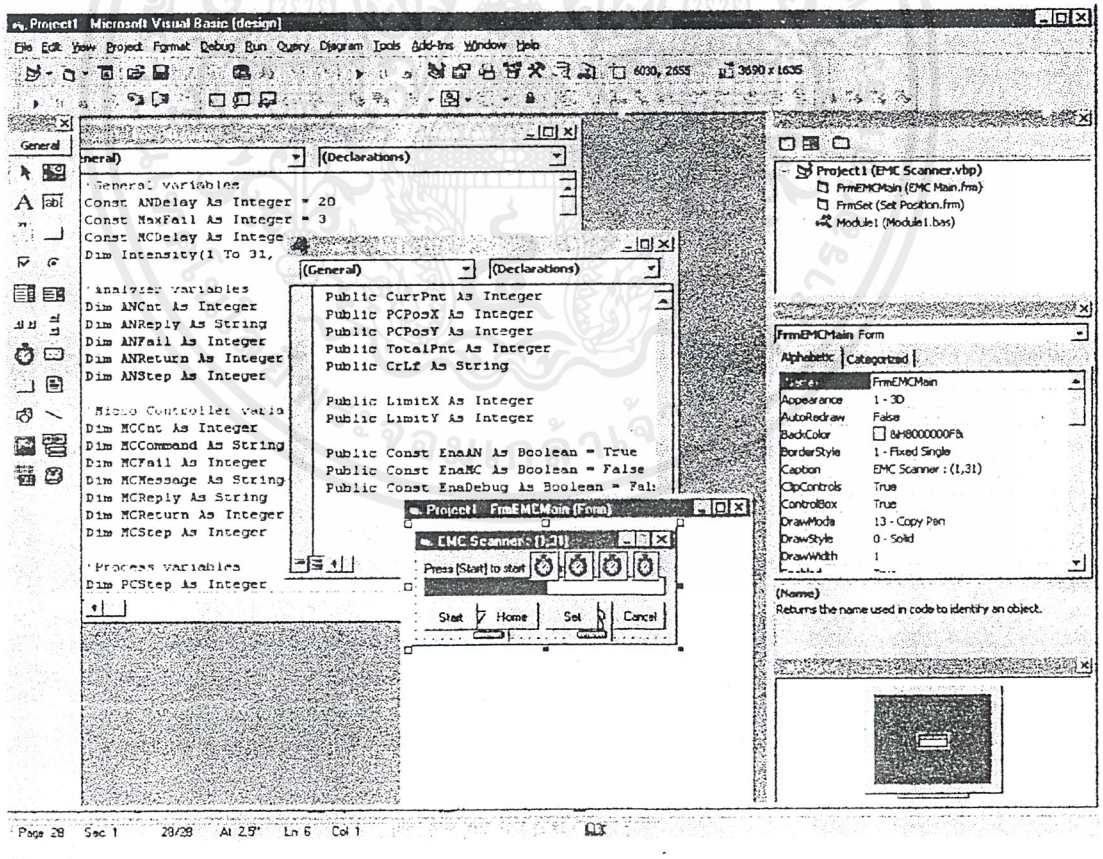
บทที่ 3 กลวิธีในการดำเนินงาน

ส่วนของโปรแกรมในภาษาสูง

3.1 Visual Basic

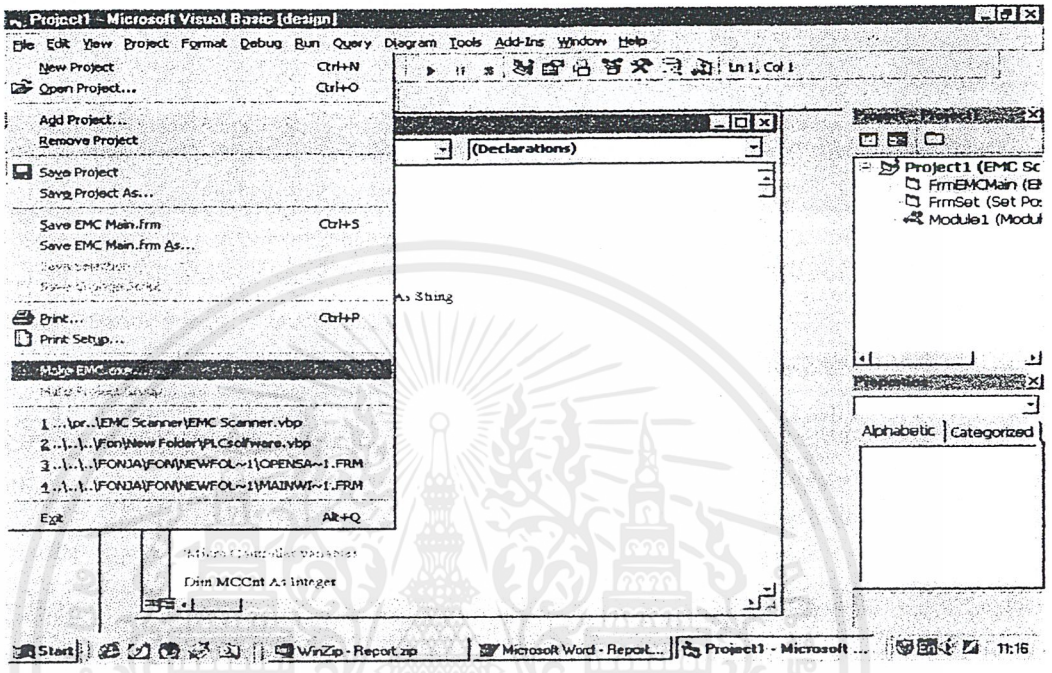
ในส่วนของโปรแกรมนี้จะมีการควบคุมการทำงานอยู่ 2 ส่วนดังนี้

1. ควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะสแกน
2. ควบคุมการอ่านค่าความเข้มสนามแม่เหล็กจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้เขียนโปรแกรมเรียบร้อยแล้วเพื่อสะดวกต่อการเรียกใช้บนวินโดว์จึงต้องทำไฟล์อยู่ในรูปจุด EXE ดังนี้



3.2 C Languge

เพื่อรองรับการทำงานระหว่าง Matlab กับ Visual Basic

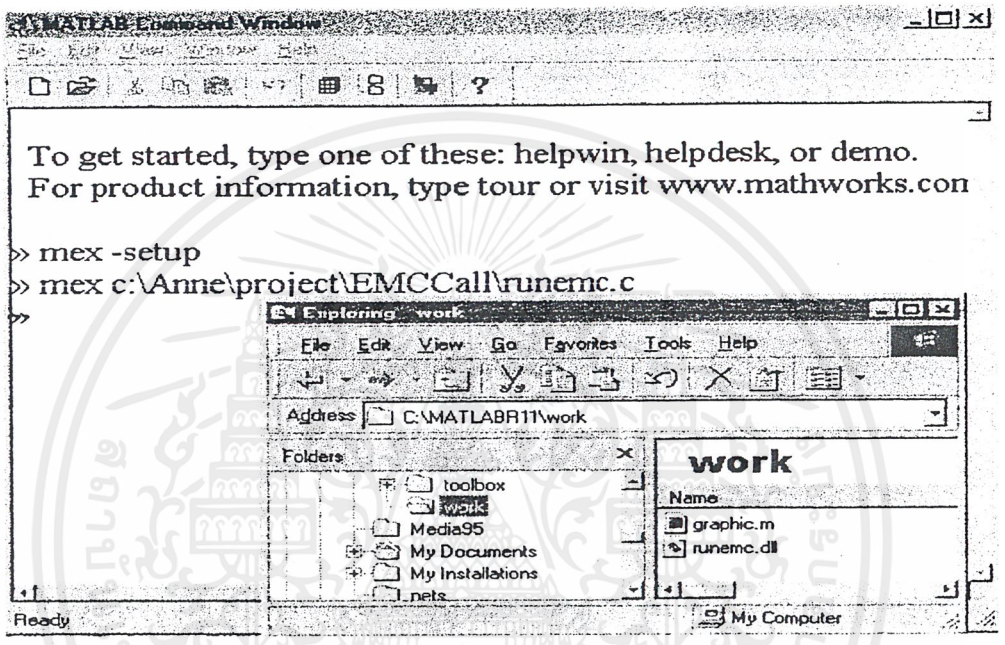
runemc.c

```
#include "c:\matlabr11\extern\include\mex.h"
#include <stdlib.h>
void mexFunction(int nlhs,
                 mxArray *plhs[],
                 int nrhs,
                 const mxArray *prhs[])
{
    system("emc");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 matlab

เป็นโปรแกรมที่นำมาใช้เพื่อสร้างกราฟฟิกและเรียกโปรแกรมอื่นทำงานเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ขั้นตอนนั้นต้องเริ่มจากสร้างไฟล์ภาษา c ให้อยู่ในรูป dll ดังนี้ runemc.c ในรูป runemc.dll



โปรแกรม m file เพื่อเรียกใช้ฟังก์ชั่นในการเขียนกราฟฟิก

3.4 ส่วนของการคำนวณของสเตปมอเตอร์

<u>ทฤษฎีในการทดลองเกี่ยวกับมอเตอร์</u>

เนื่องจากโครงงานนี้ต้องอาศัยการคำนวณระยะทางที่ต้องการกับมุมสเตป และ จำนวนพัลซ์เพื่อใช้ในการขับสเตปมอเตอร์จากสูตร

$$\theta_S = 360^\circ * \Delta L / P_B$$

<u>สมมุติตัวอย่างเกี่ยวกับการคำนวณดังนี้</u>

กำหนดให้ $\theta_S = 1.8$ deg/step

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\Delta L = 0.0078 \text{ mm/step}$$

$$P_B = 360^\circ * \Delta L / \theta s$$

สิ่งที่ต้องการหาคือ ระยะ Pitch เพื่อนำมาใช้ในงานกลึง

$$P_B = 1.56 \text{ mm}$$

$$A = (L / P_B) * (360^\circ / \theta s)$$

$$L = 100 \text{ mm}$$

สิ่งที่ต้องการหาคือ จำนวนพัลซ์ที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อขับสเตปมอเตอร์

$$A = 12{,}820$$

<u>การทดลองขั้นต้น</u>

ระยะทางที่เคลื่อนที่ในแนวแกน	สเปกที่ต้องการ (cm)	ผลที่ได้ (cm)	ความผิดพลาด
แกน X	10	9.87	1.3 %
แกน Y	10	9.92	0.8 %

หมายเหตุ * ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจเกิดมาจาก ความไม่มีโหลด , มอเตอร์ หรือ การเขียนโปรแกรม

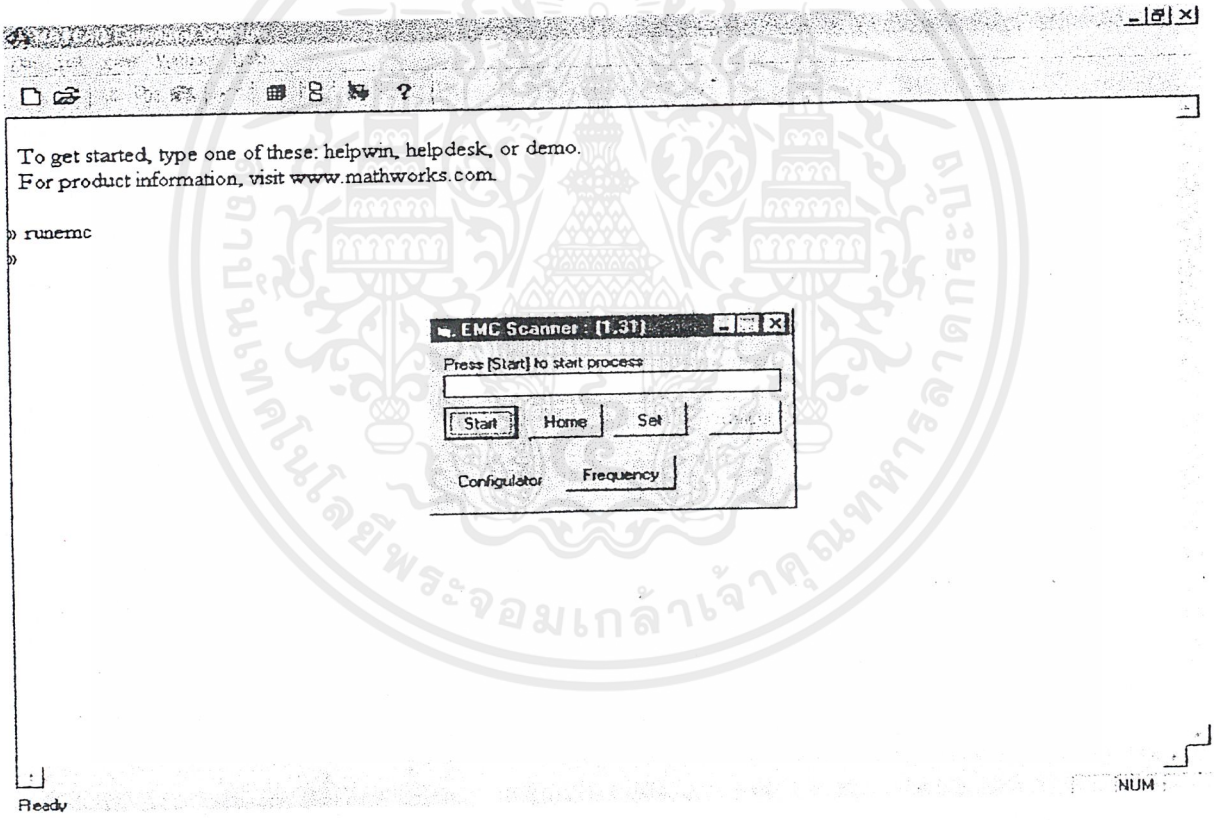
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

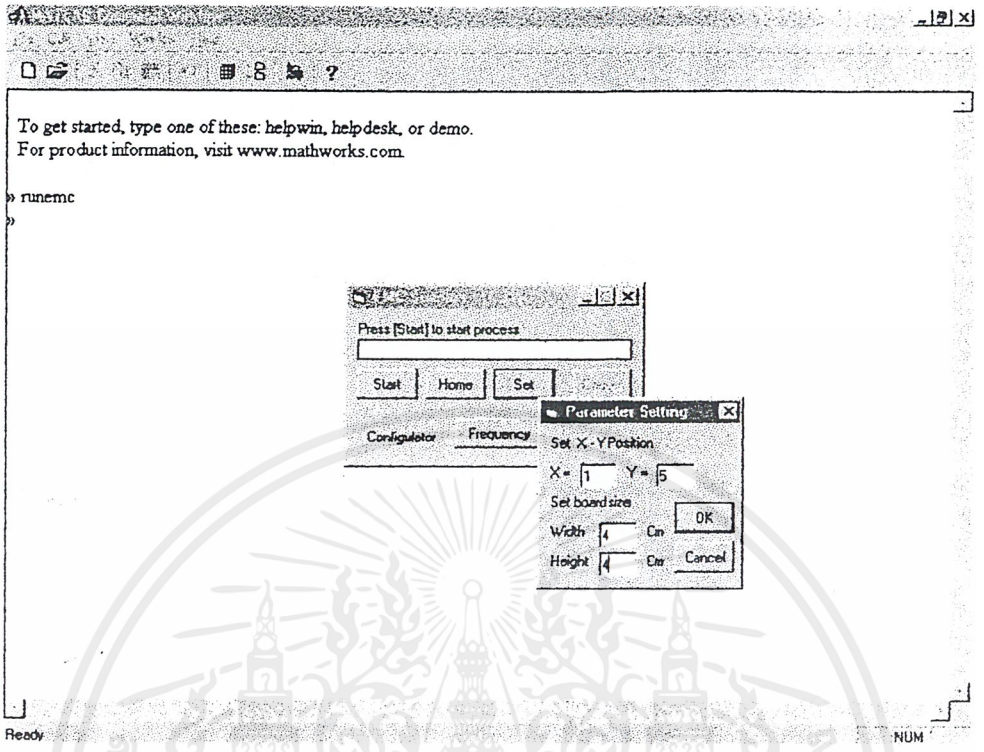
การทดลอง

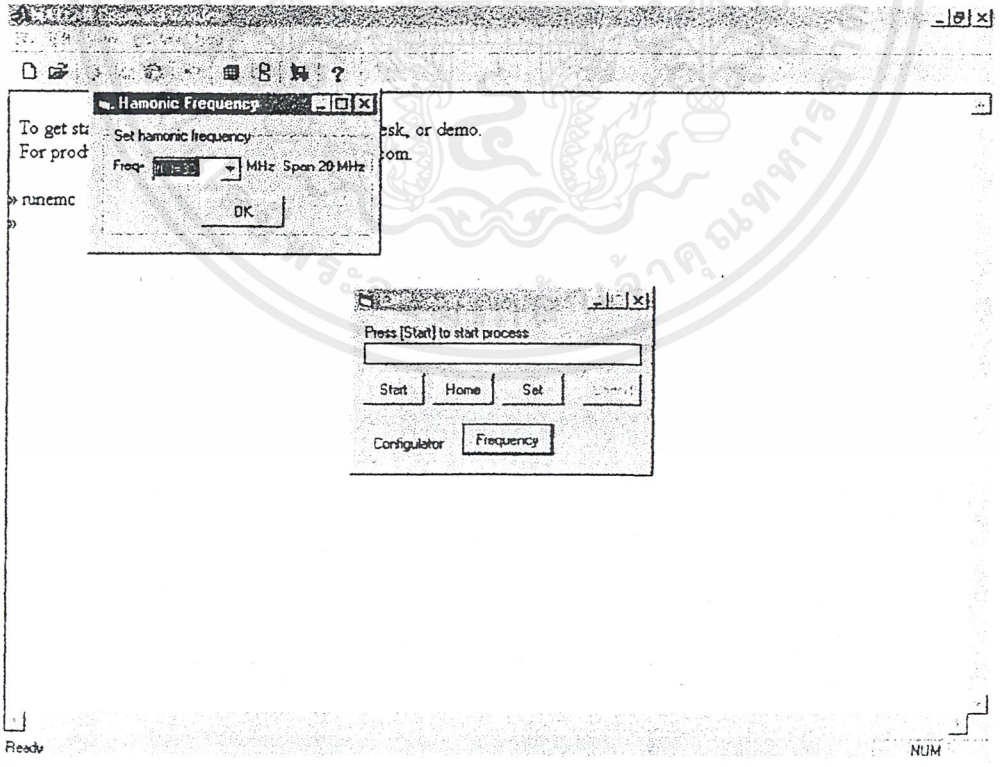
<u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

1. เข้าโปรแกรม Matlab
2. เรียกโปรแกรม Visual Basic ขึ้นทำงานโดยใช้ชื่อว่า *runemc*



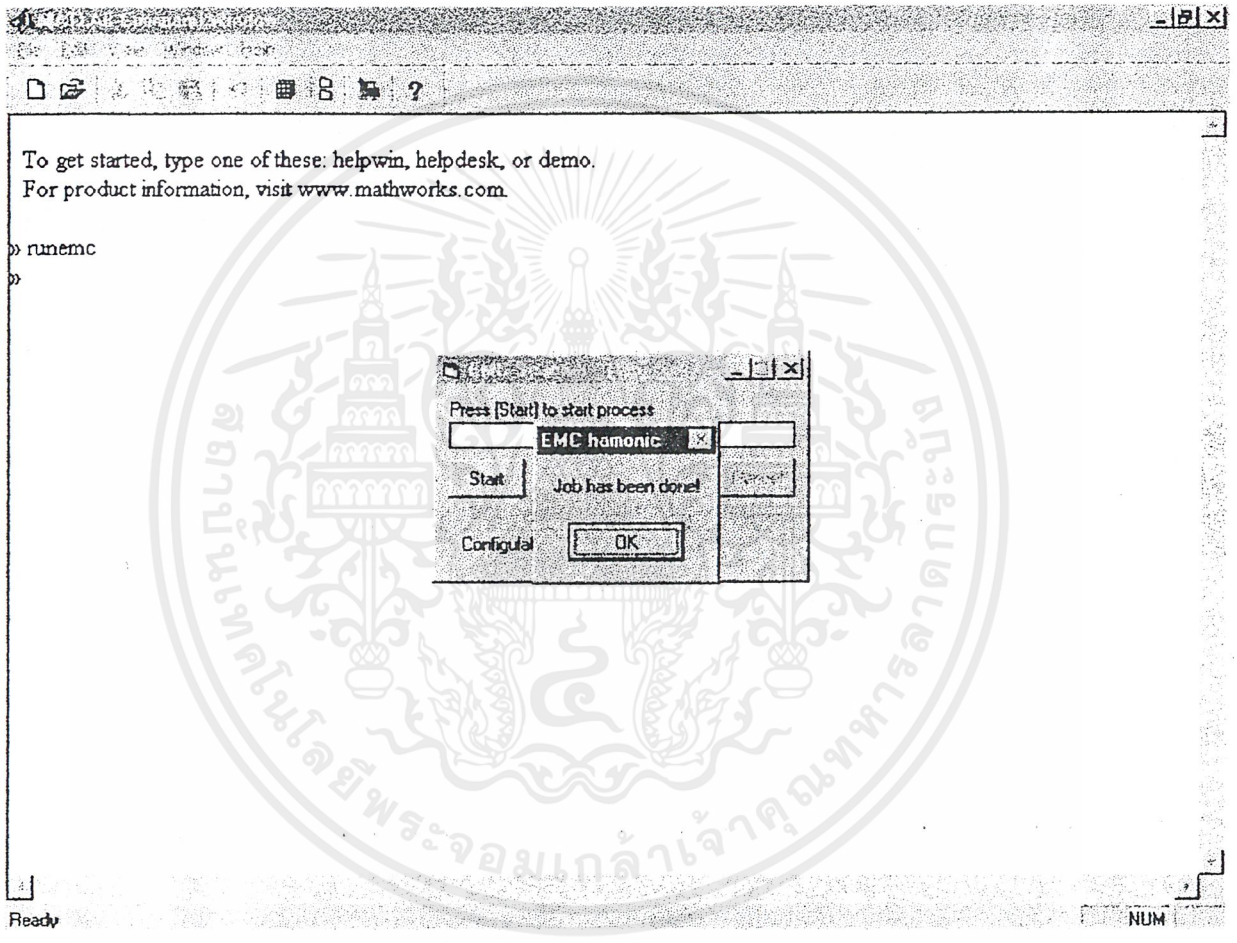
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

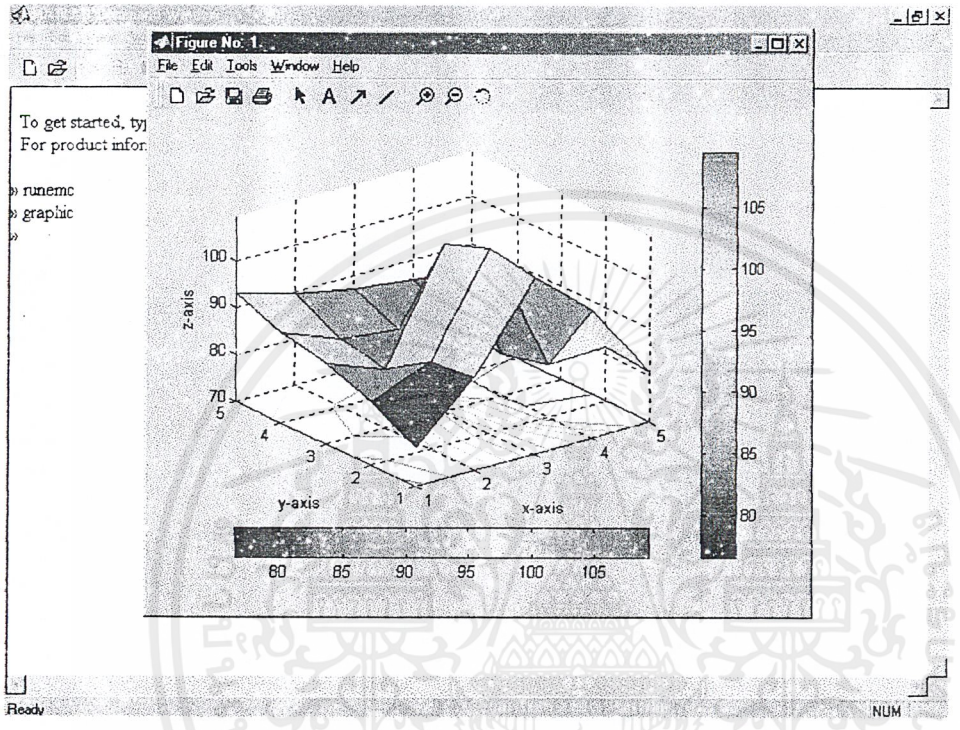
3. เคลื่อนที่โต๊ะสแกนตามที่ได้กำหนดเริ่มต้นโดยโต๊ะสแกนจะเลื่อนทีละ 1 cm แล้วหยุดเคลื่อนที่เพื่อวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม
4. เมื่อเคลื่อนที่และอ่านข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

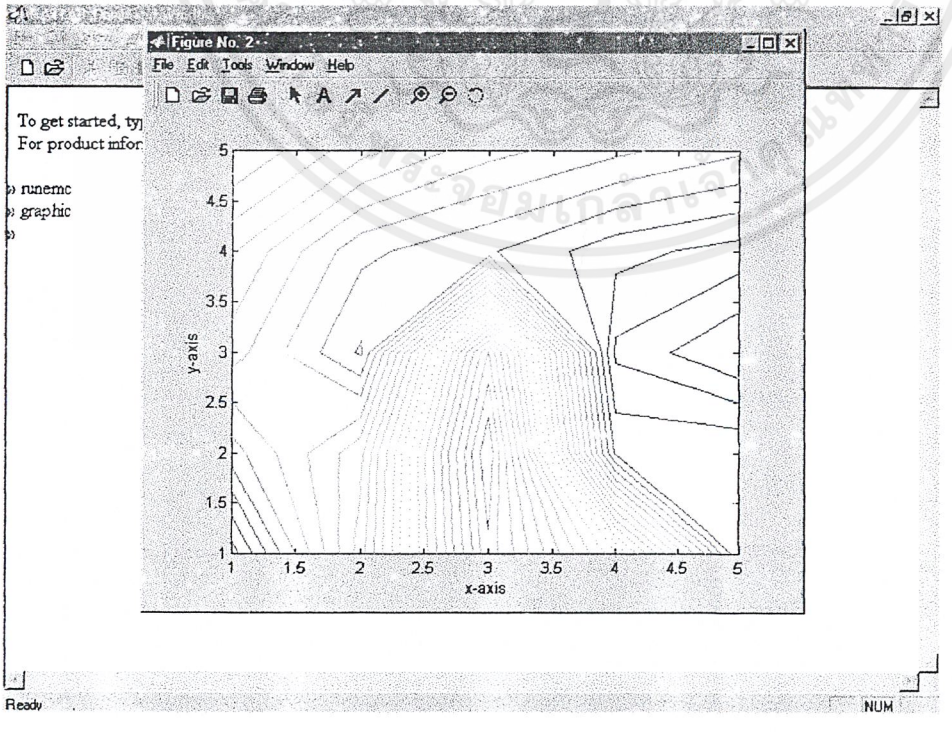


5. แสดงผลในรูปกราฟฟิกบนMatlab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพแสดงการอ่านข้อมูลและแสดงกราฟฟิก





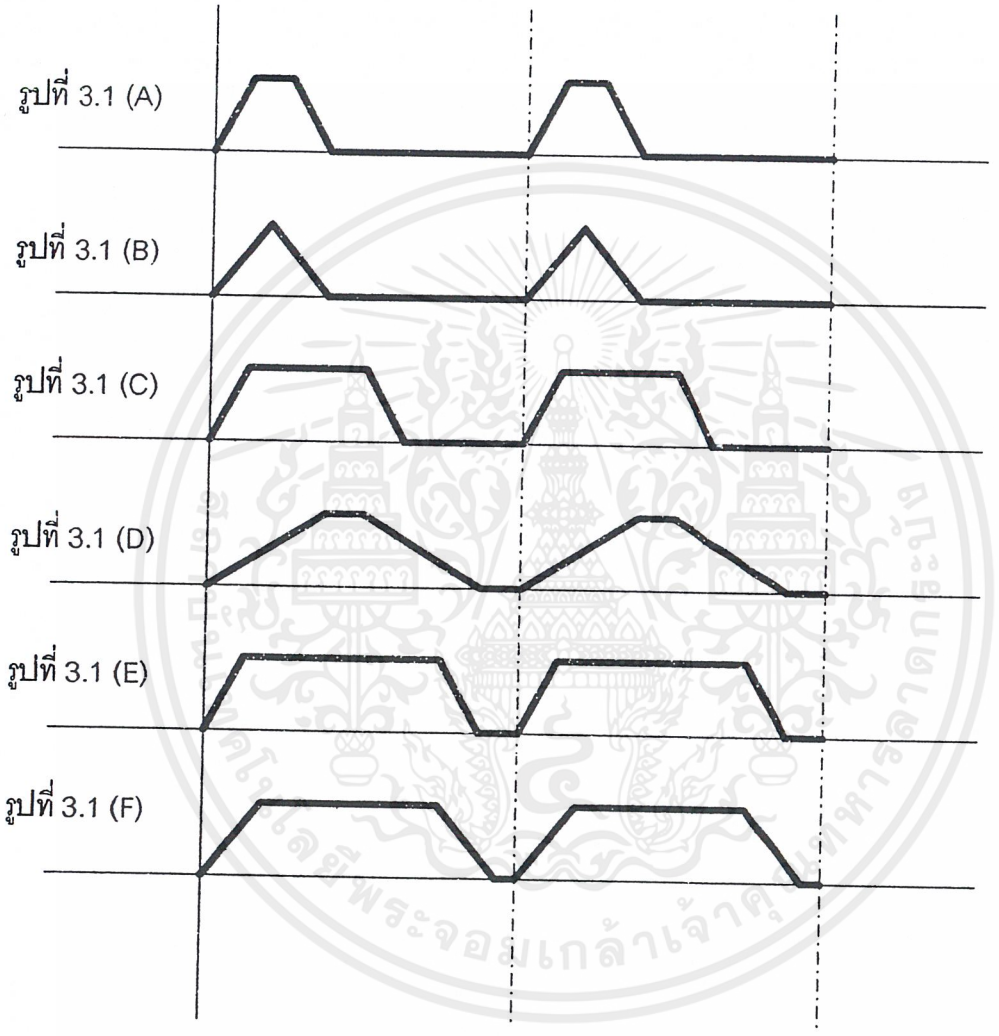
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อระบบ

การส่งสัญญาณความถี่ 30 MHz

Duty Cycle (%)	Rise Time or Fall Time (nanosec)	รูปคลื่น	ชนิดของแผ่น PCB		
			แผ่นสี่เหลี่ยม (10 cm)		
			30 MHz	90 MHz	150 MHz
20	2.236	A	0a30	0a90	0a150
Full scale (2 – 4.36)	4.147	B	0b30	0b90	0b150
50	2.776	C	0c30	0c90	0c150
Full scale (2 – 9.76)	8.984	D	0d30	0d90	0d150
80	2.04	E	0e30	0e90	0e150
Full scale (2 – 2.40)	2.36	F	0f30	0f90	0f150

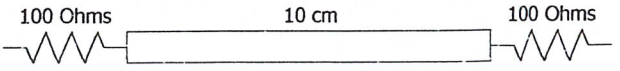
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

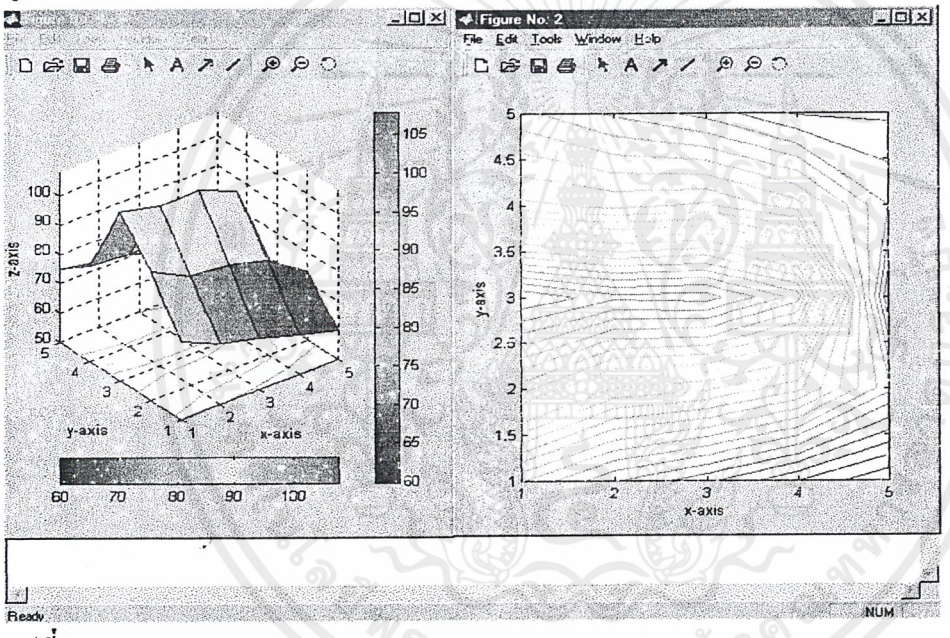
แสดงวงจร ,รูปโครงร่างพื้นผิว(surface)และรูปโครงร่าง(contour)

วงจร PCB (1) :

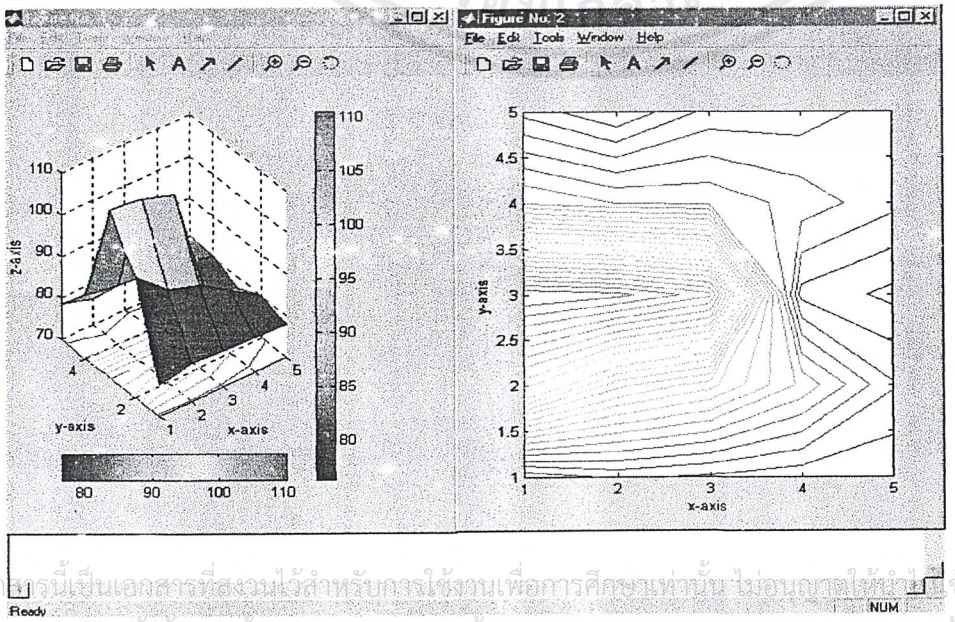


แสดงรูปโครงร่างพื้นผิวและรูปโครงร่างตามตัวแปรต่าง ๆ ที่แสดงในตาราง

รูปที่ 0a30

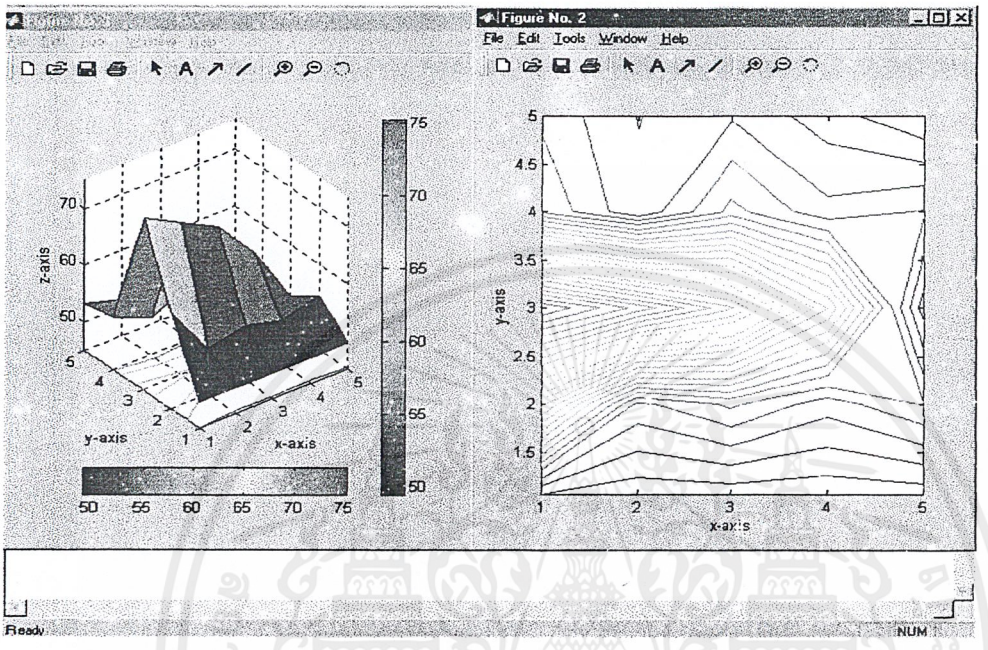


รูปที่0a90

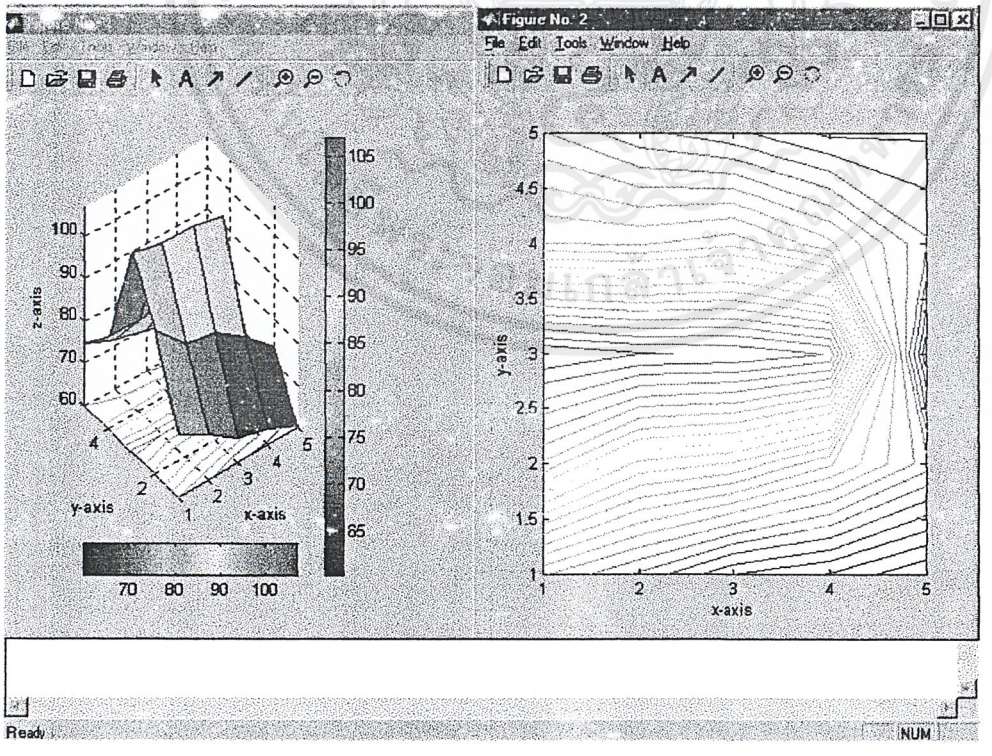


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 0a150

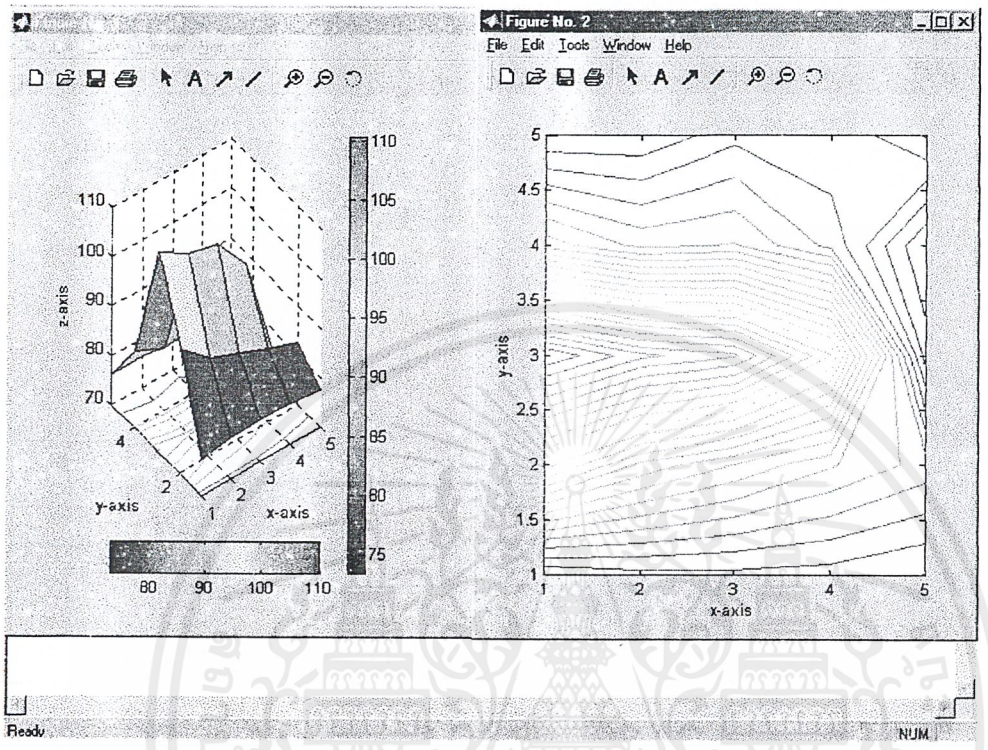


รูปที่ 0b 30

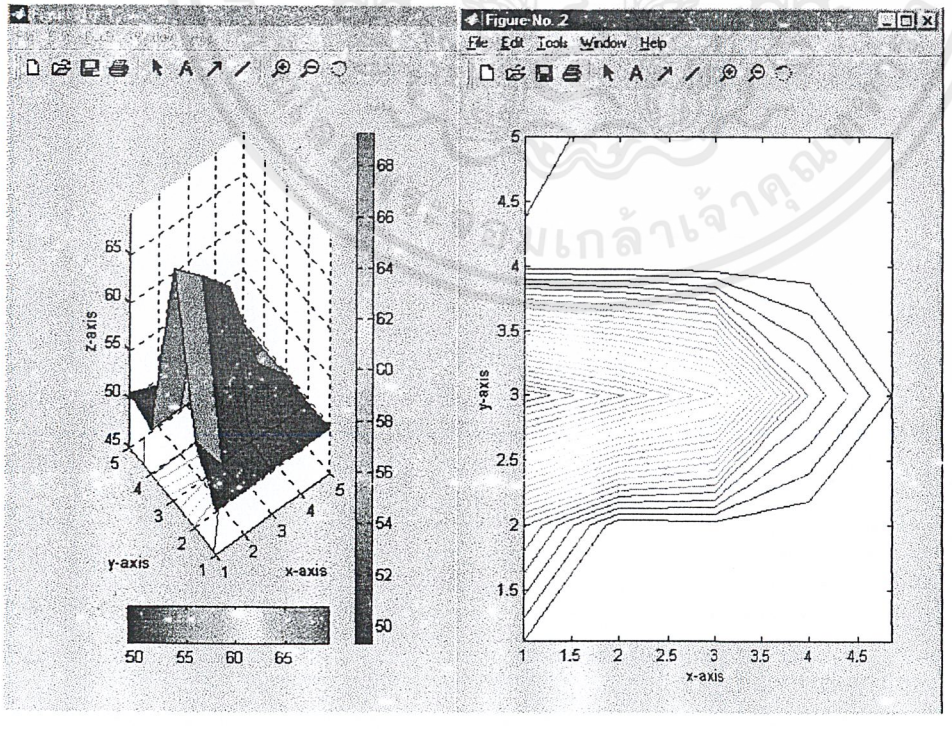


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่0b90

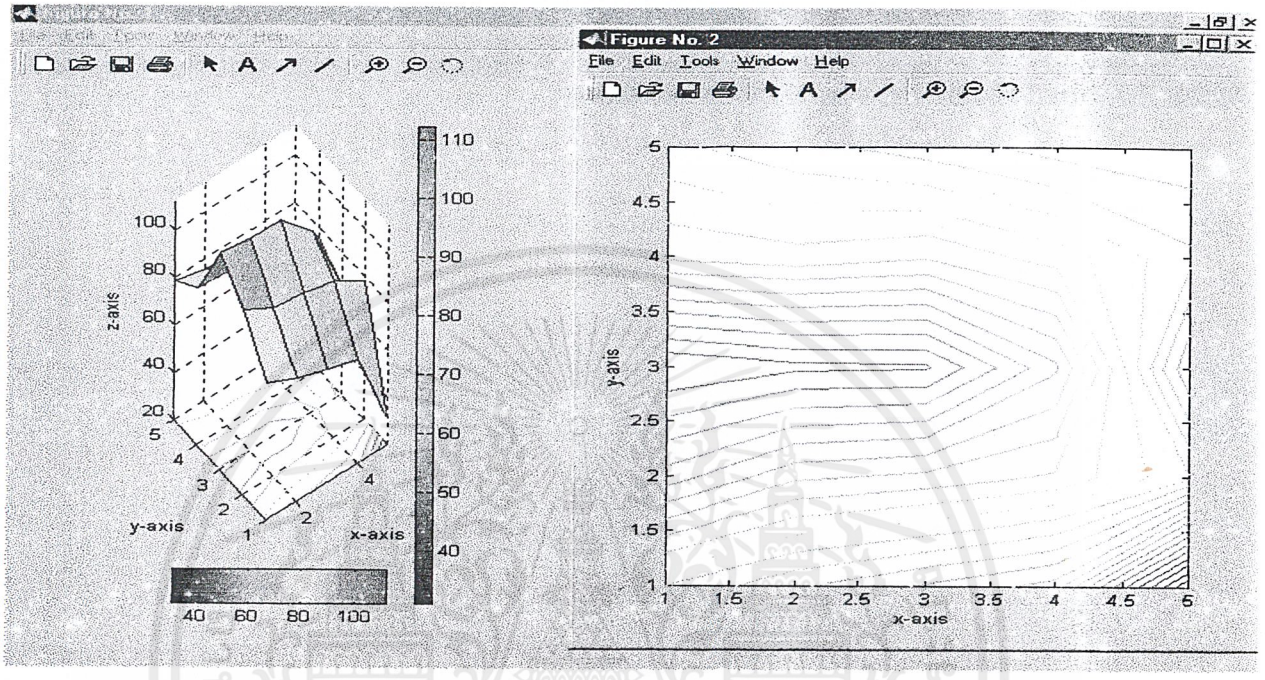


รูปที่0b150

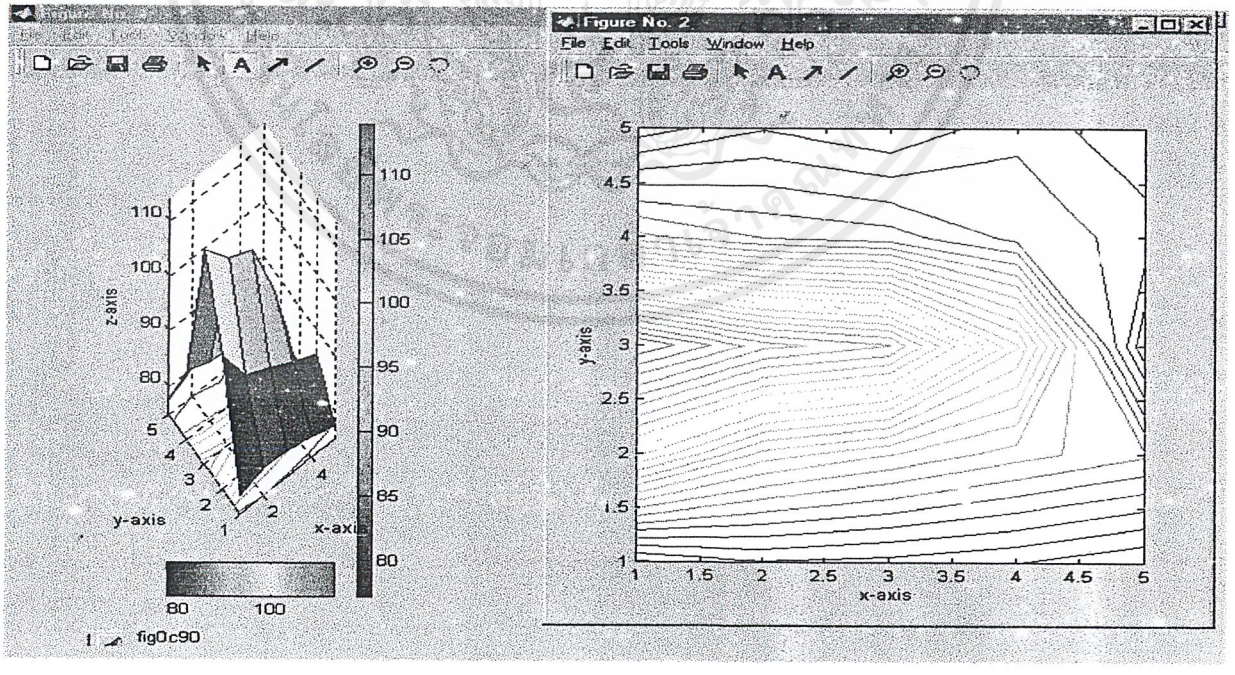


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่0c30

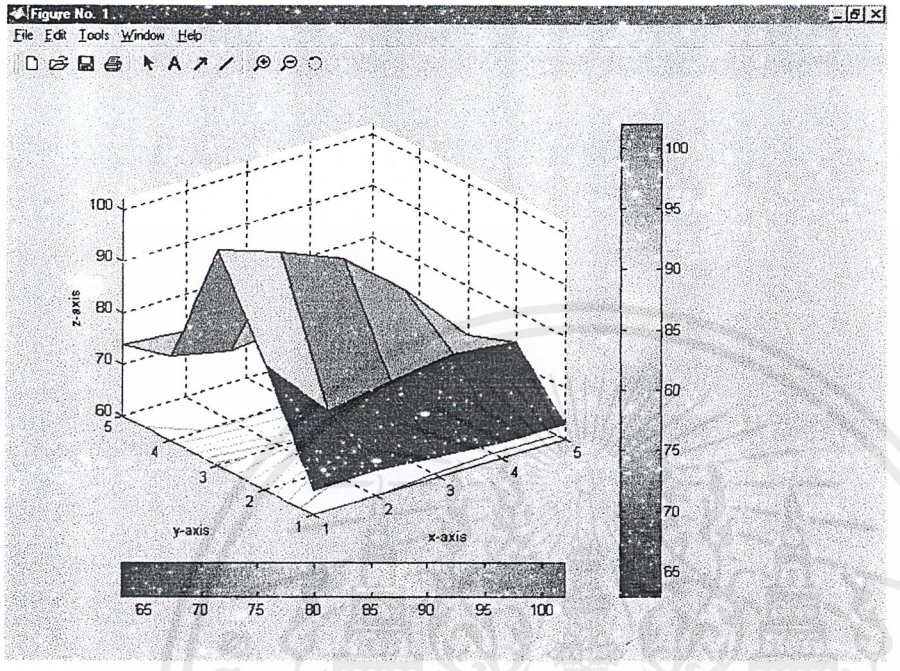


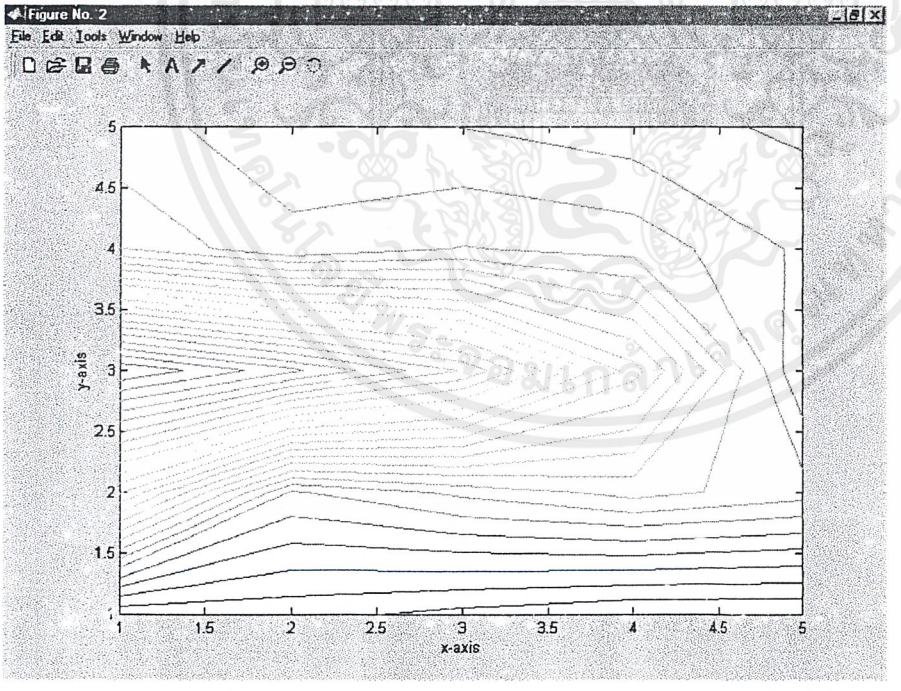
รูปที่0c90



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

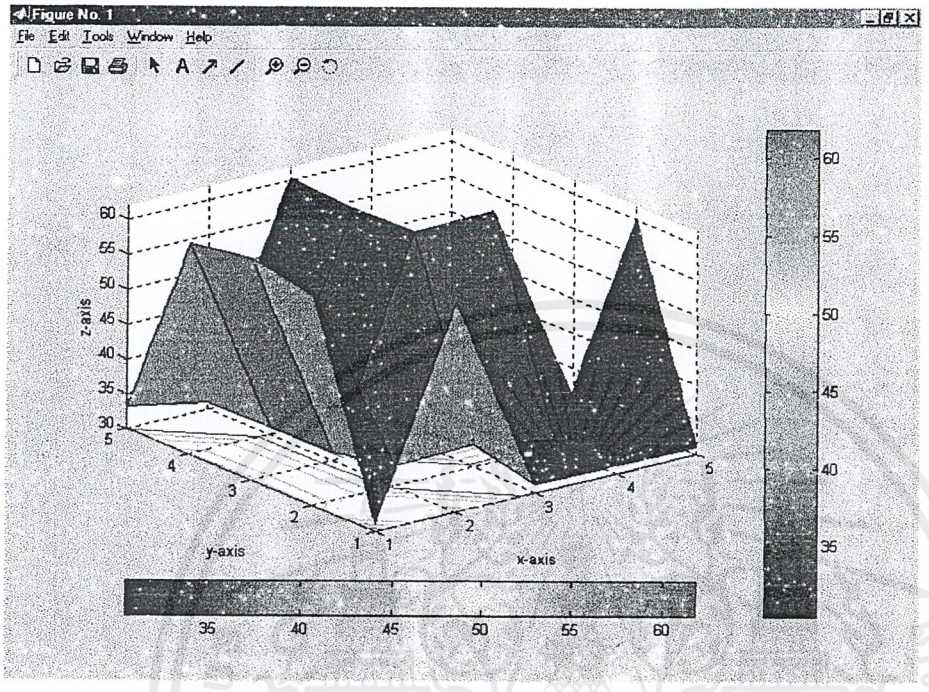
รูปที่0c150

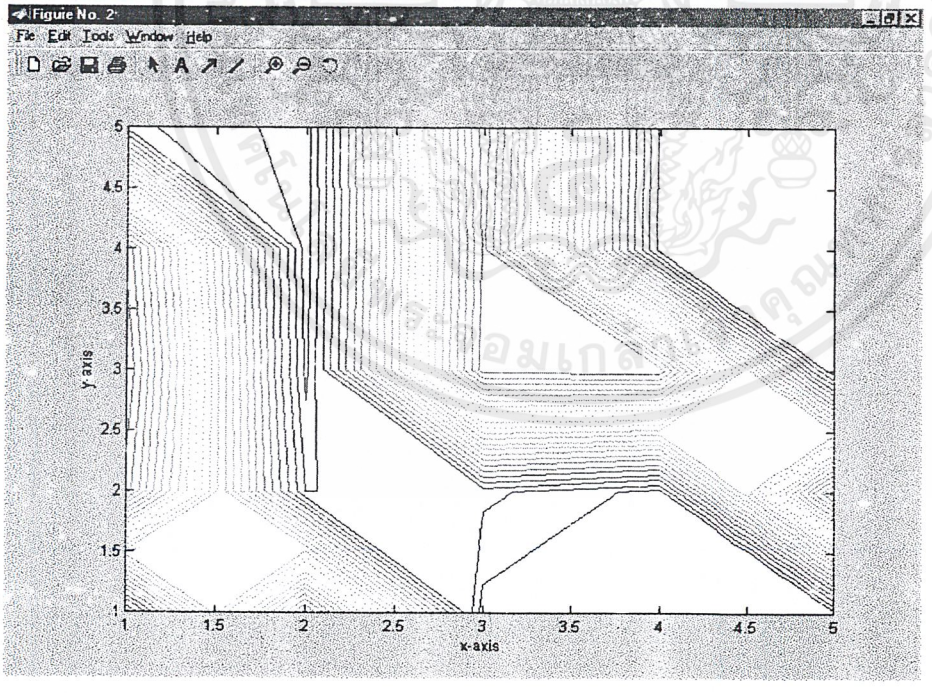




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

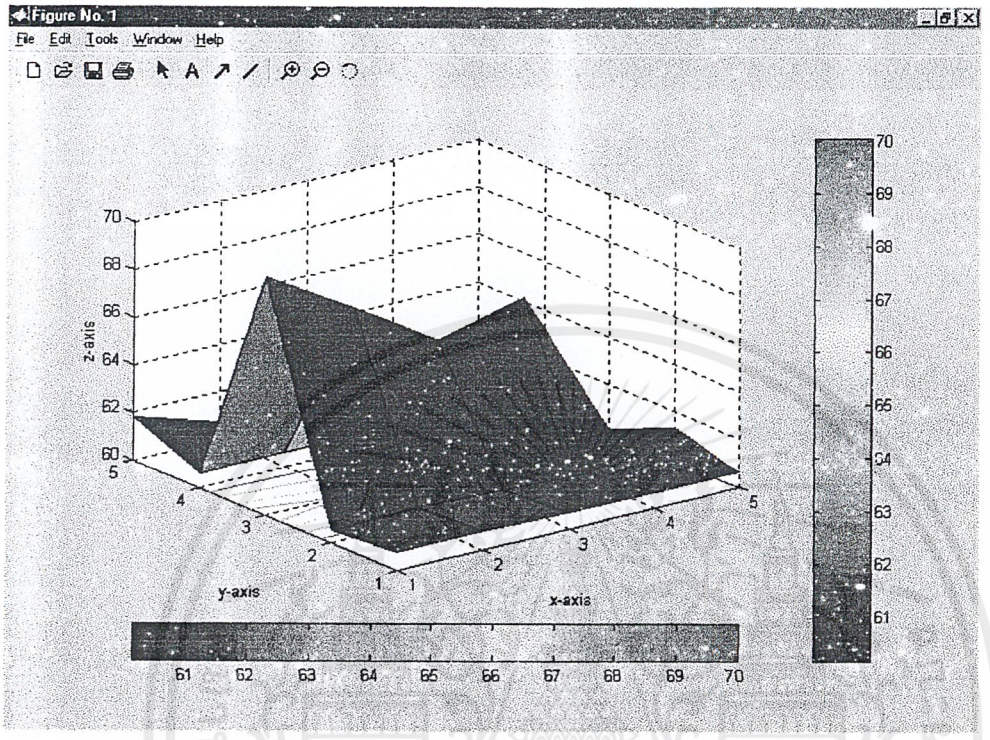
รูปที่0d30

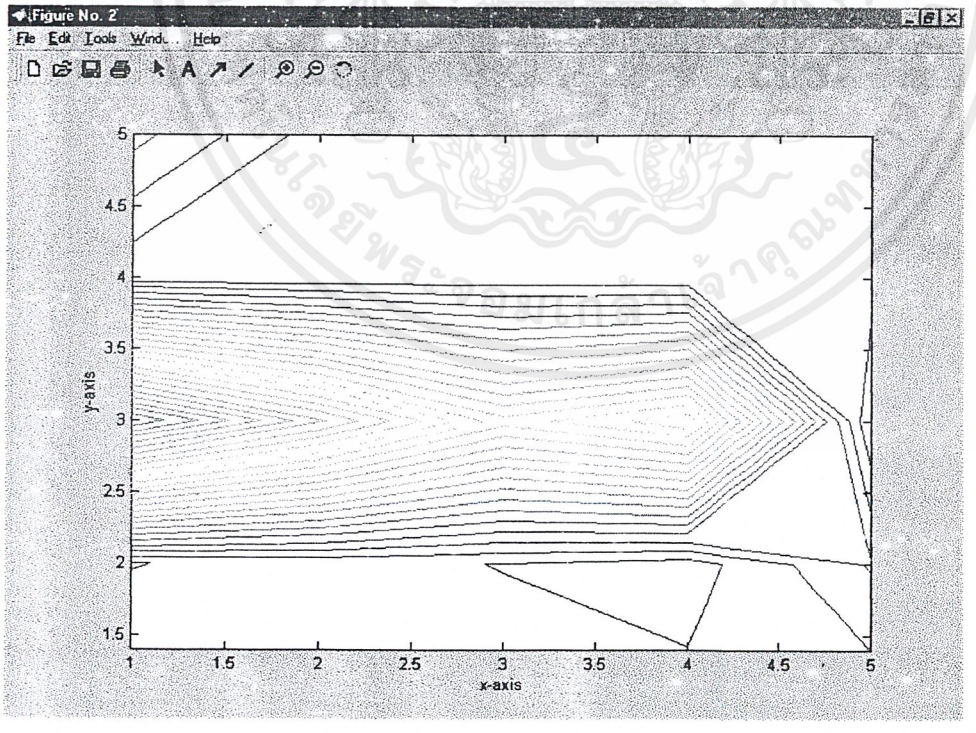




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

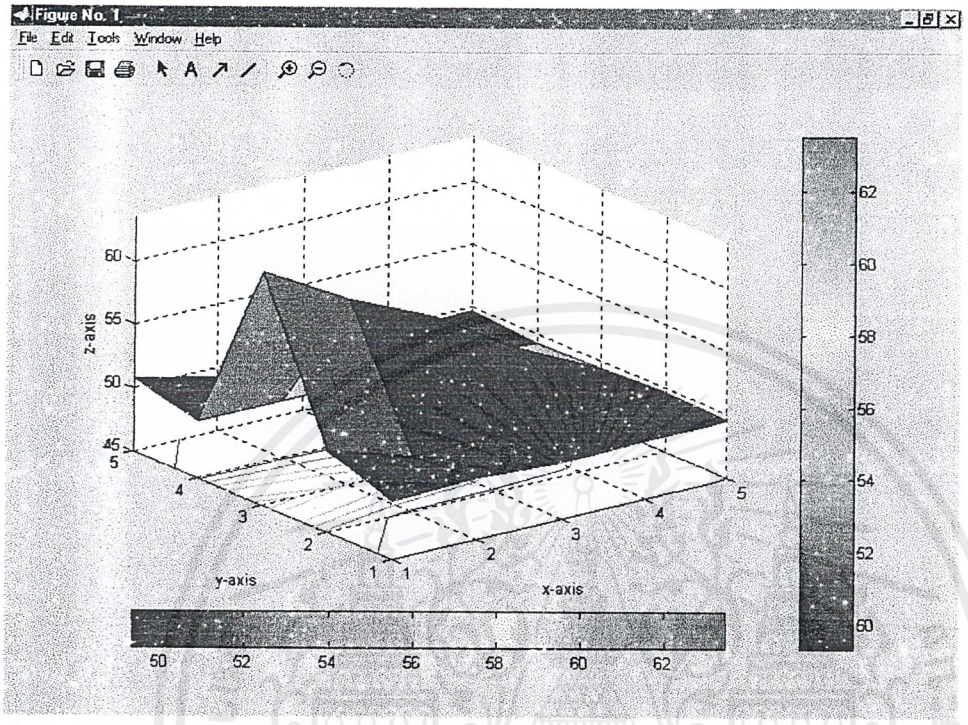
รูปที่0d90

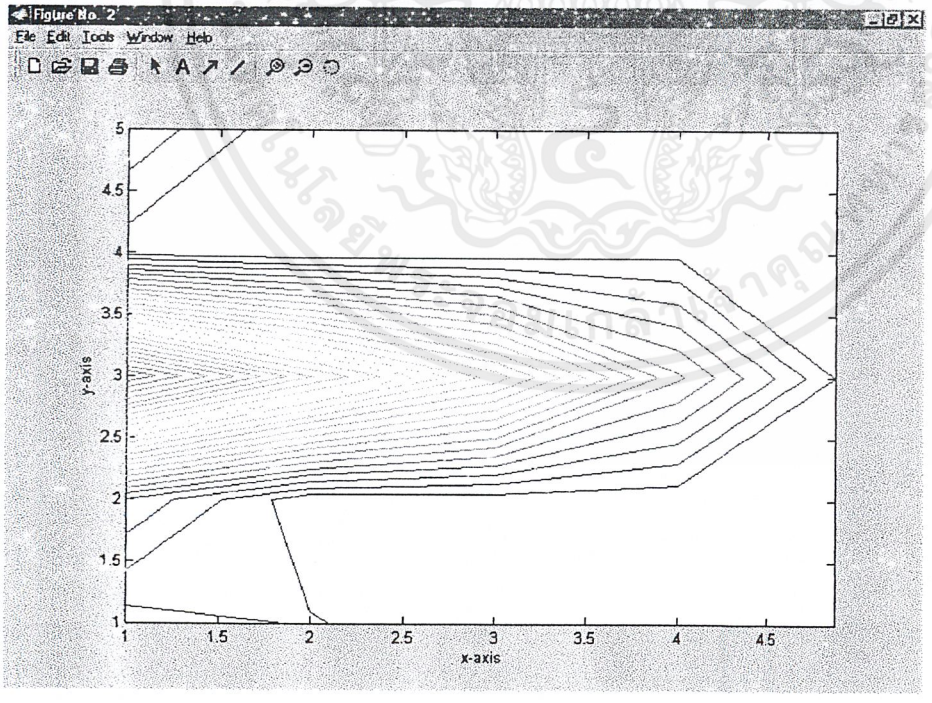




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

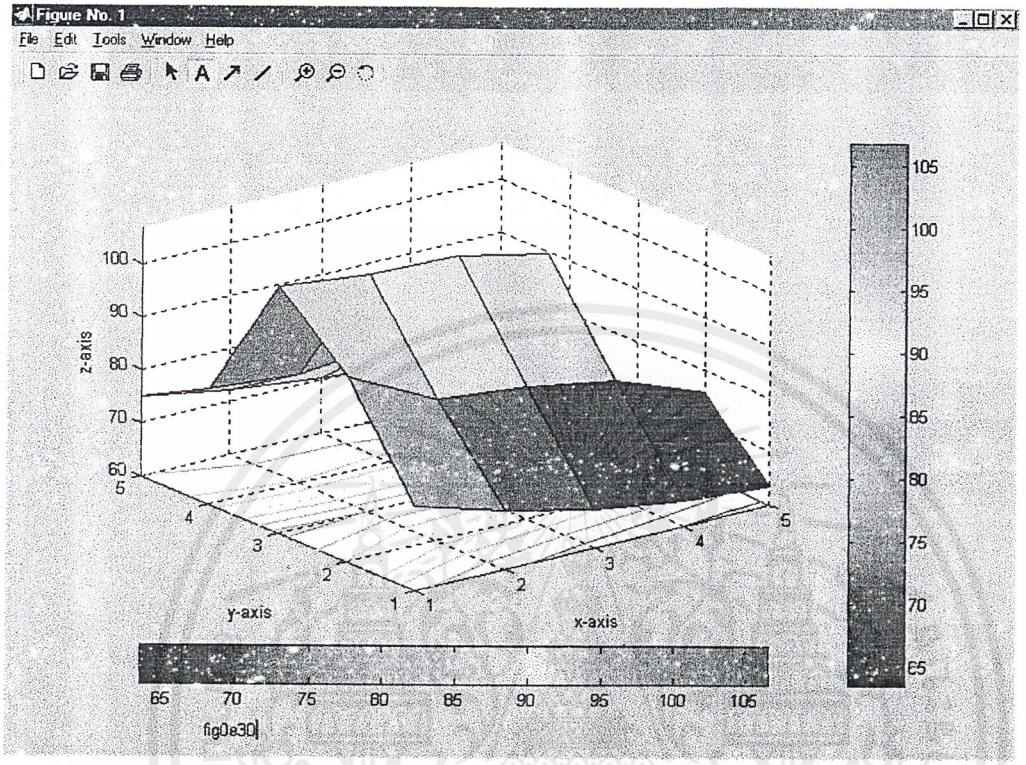
รูปที่0d150

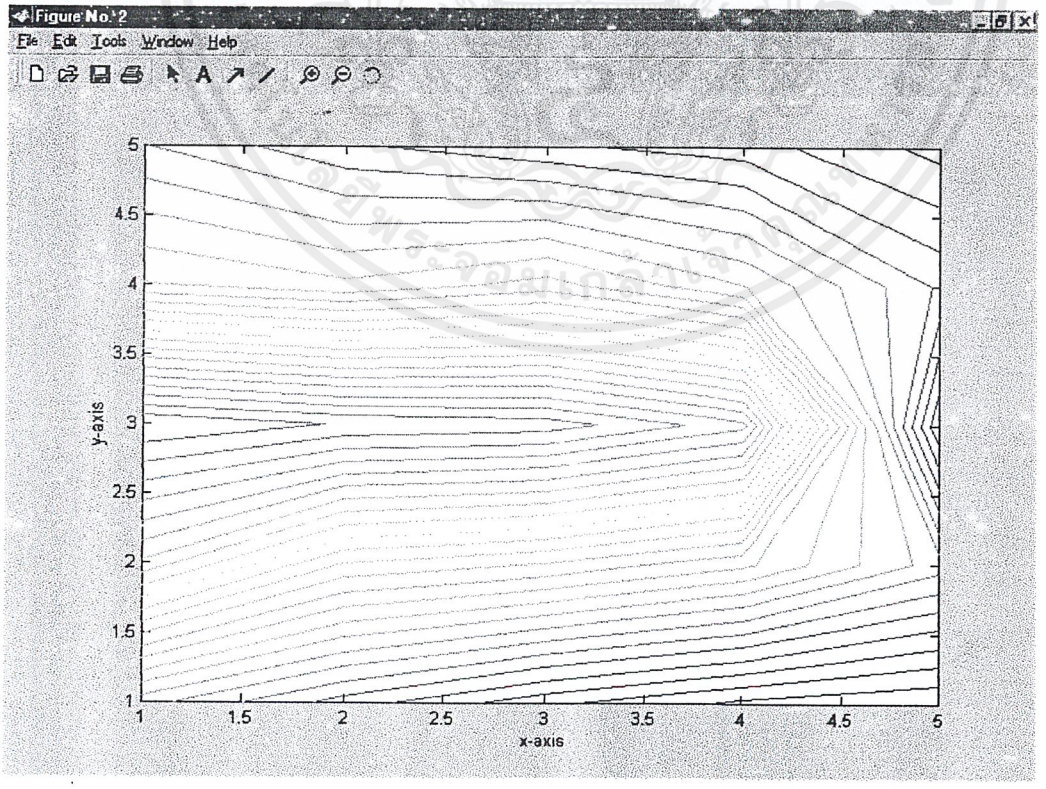




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

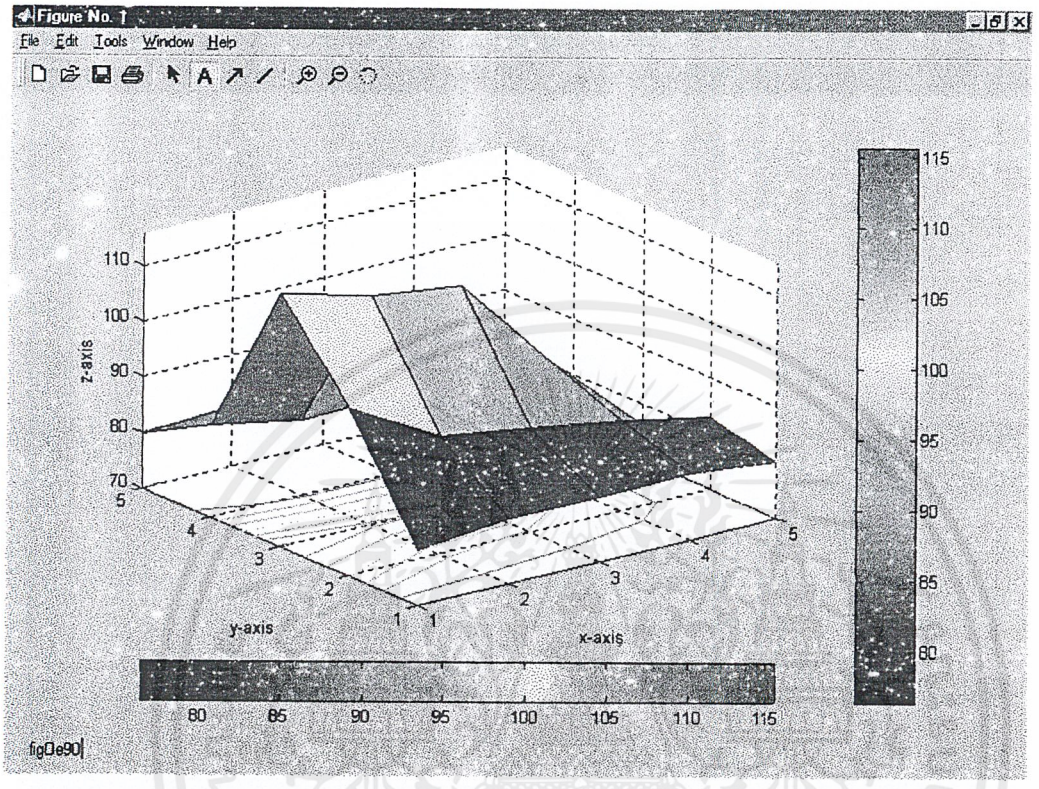
รูปที่0e30

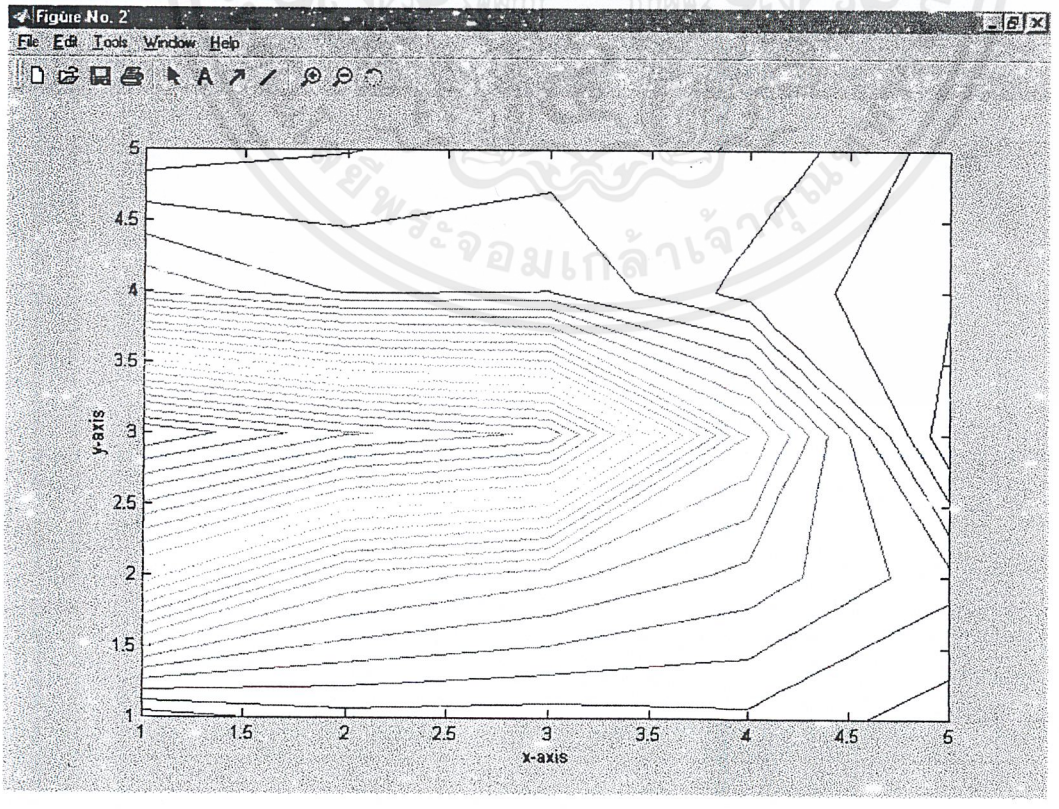




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

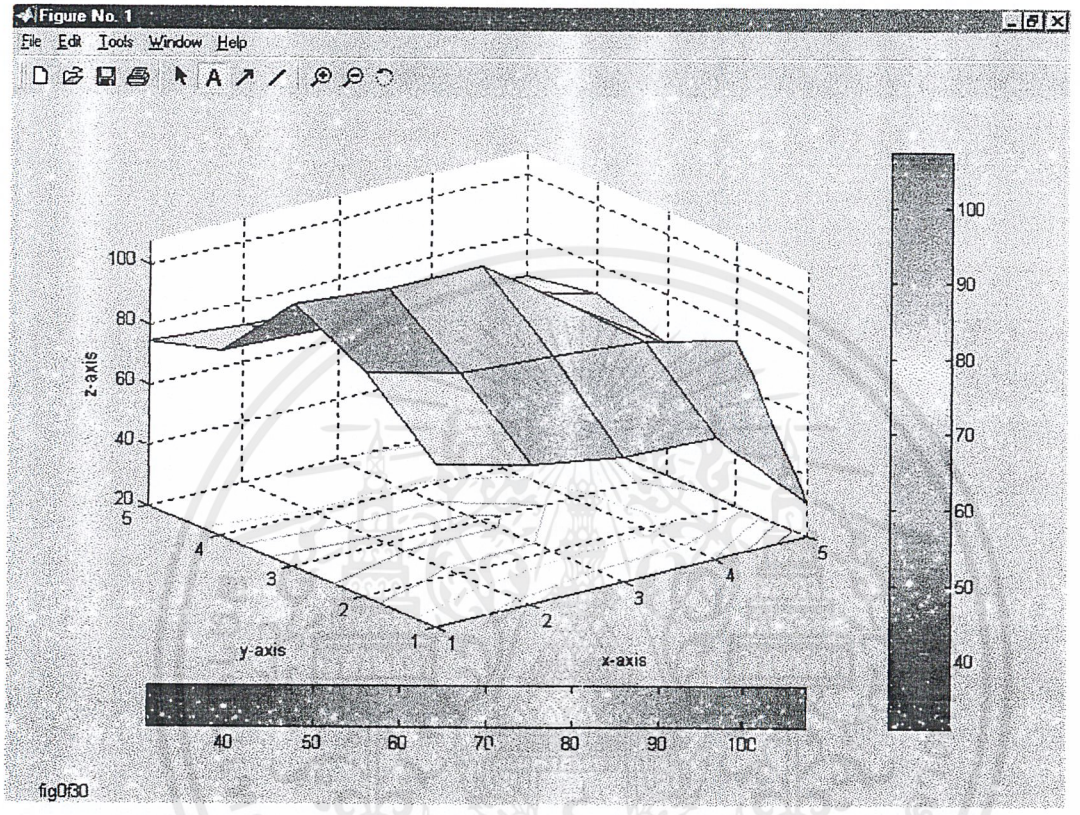
รูปที่0e90

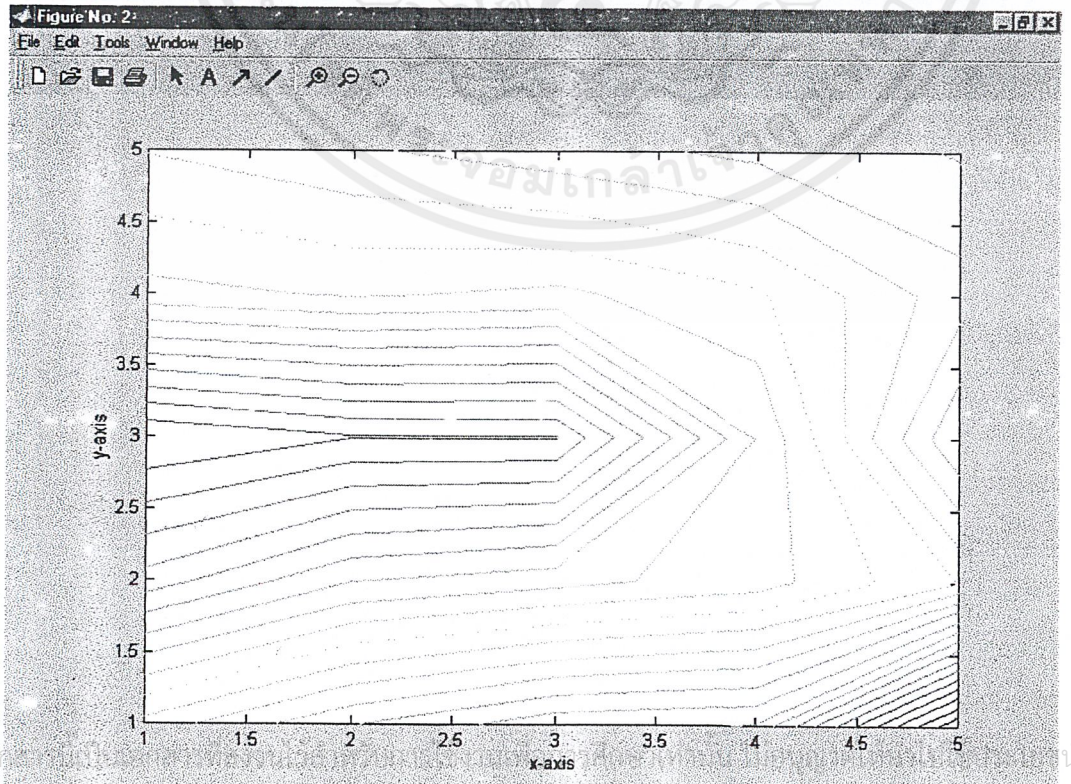




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

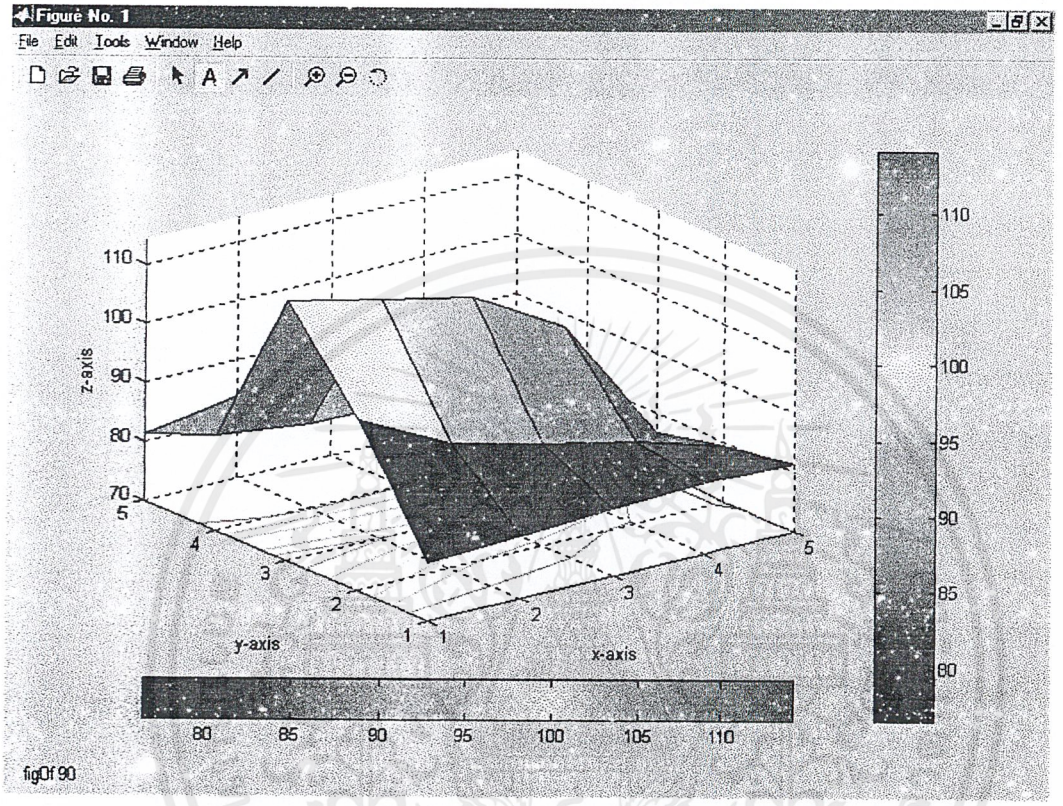
รูปที่0f30

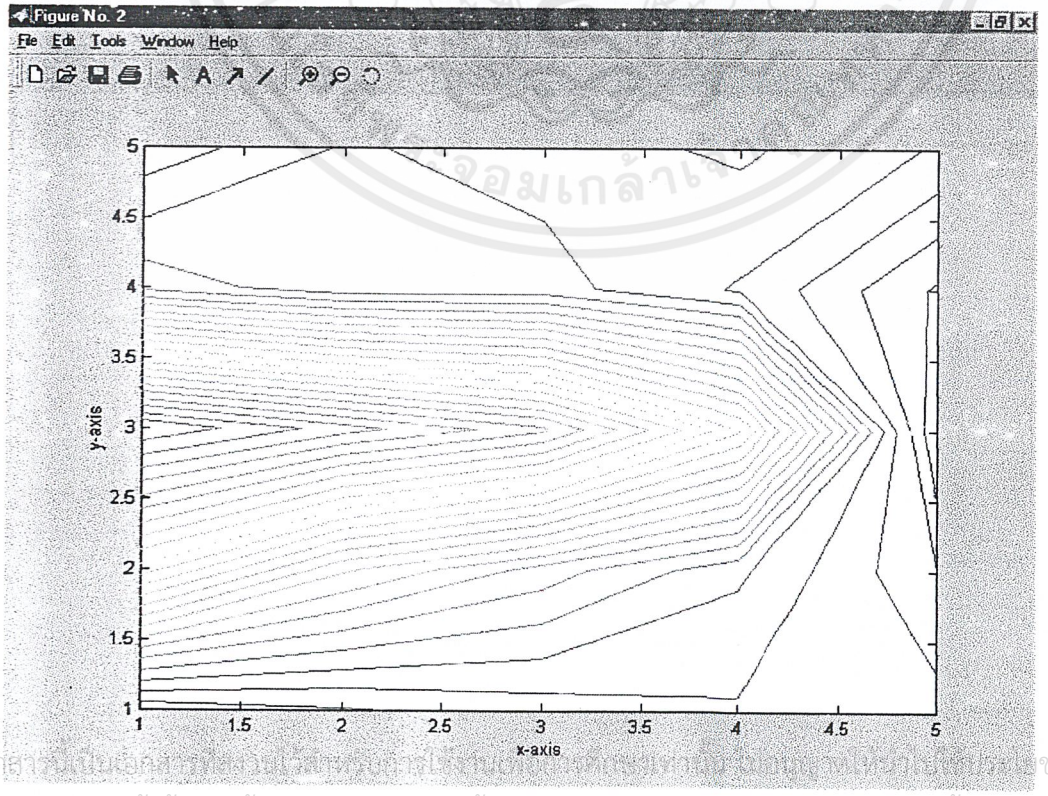




ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

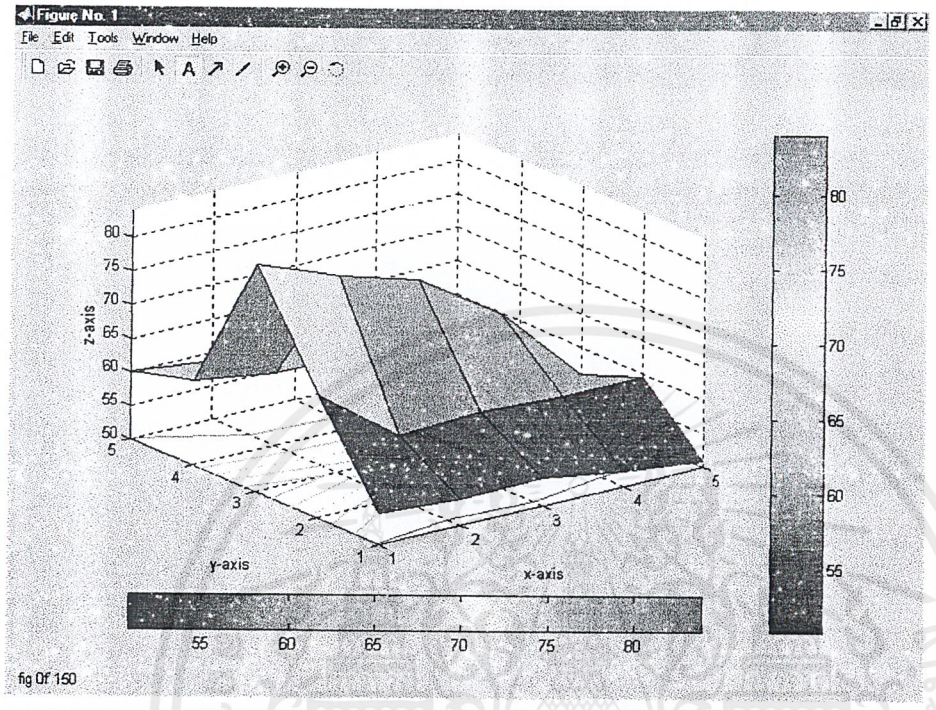
รูปที่0f90

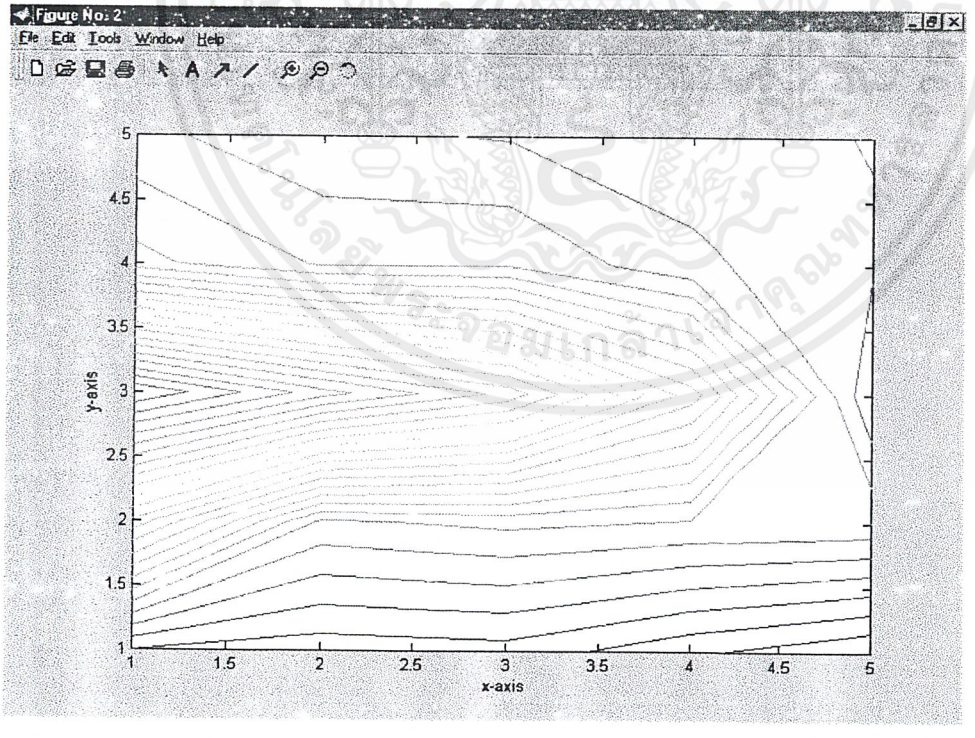




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

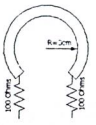
รูปที่0f150



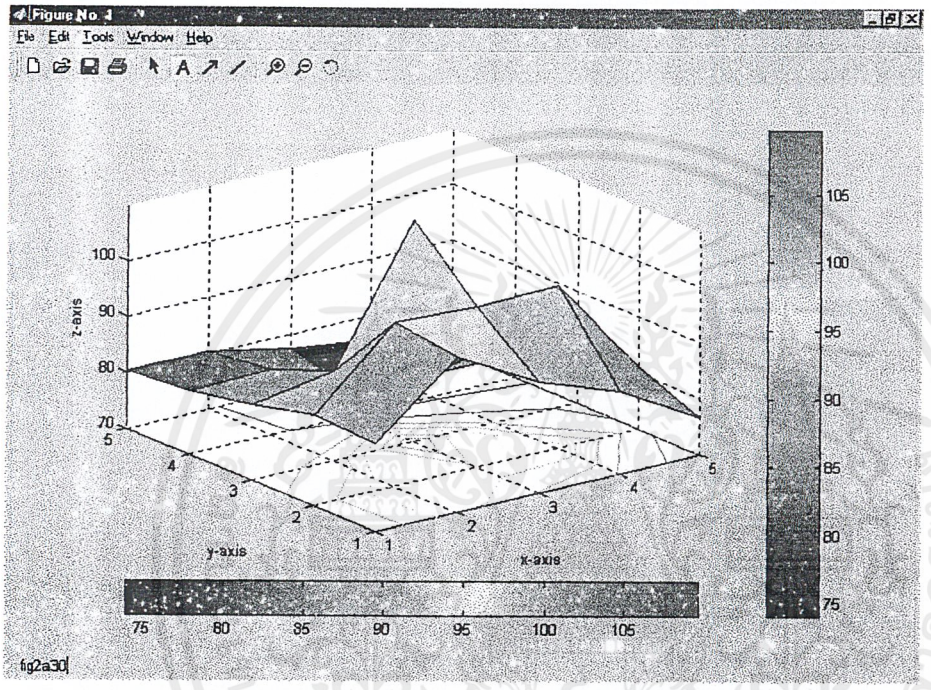


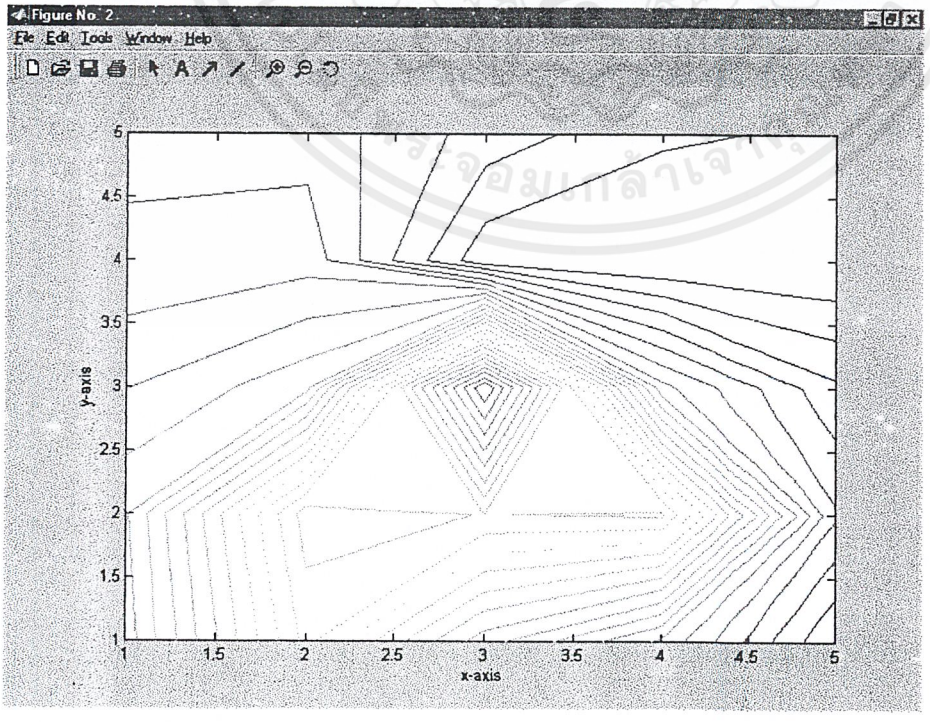
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร PCB(2) :

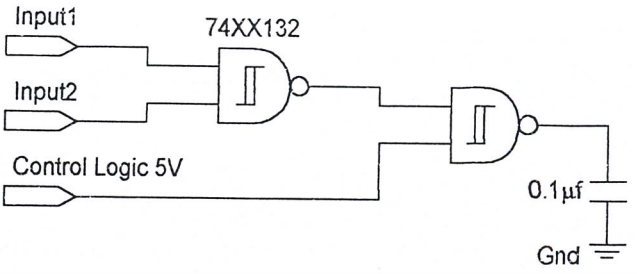


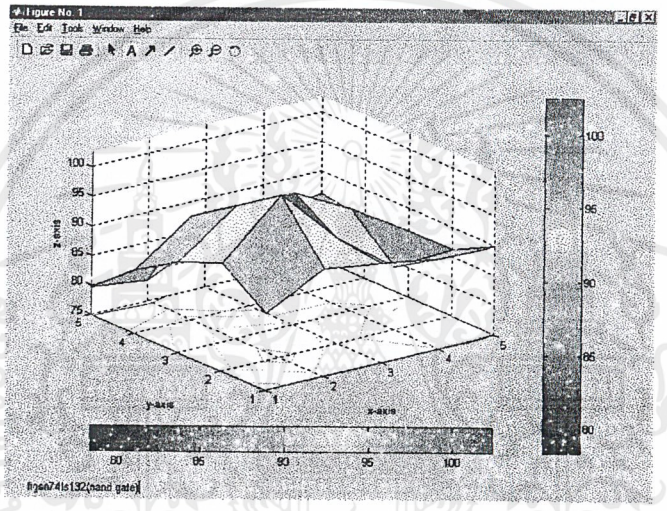
รูปแสดงโครงร่างพื้นผิวและโครงร่างในตัวแปรต่าง ๆ

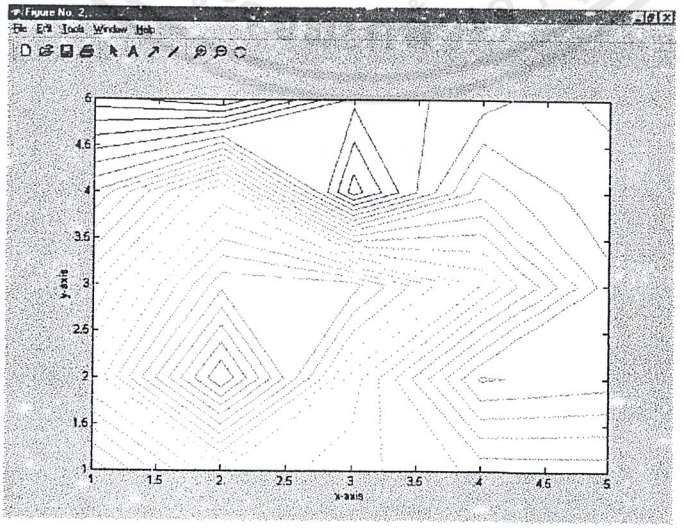




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

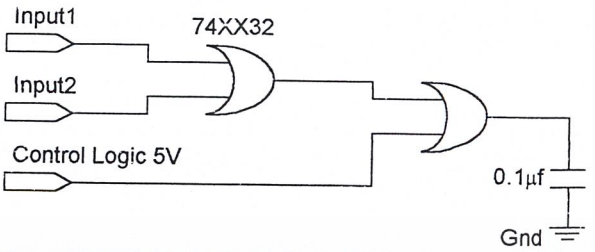


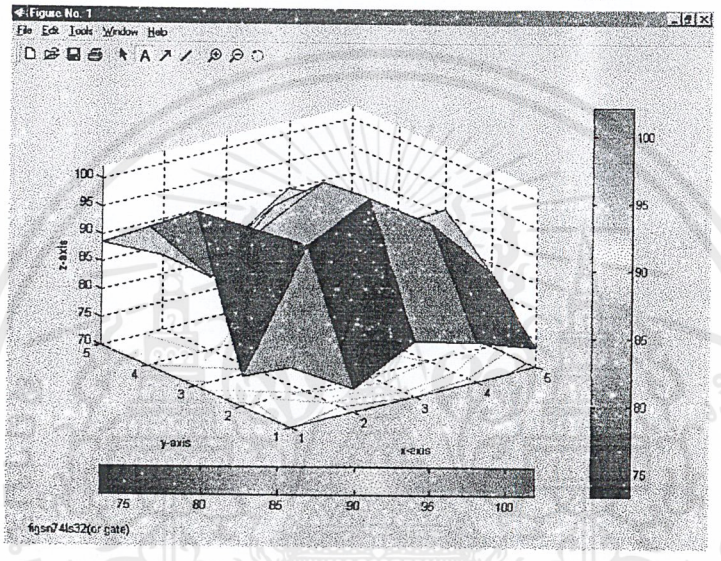


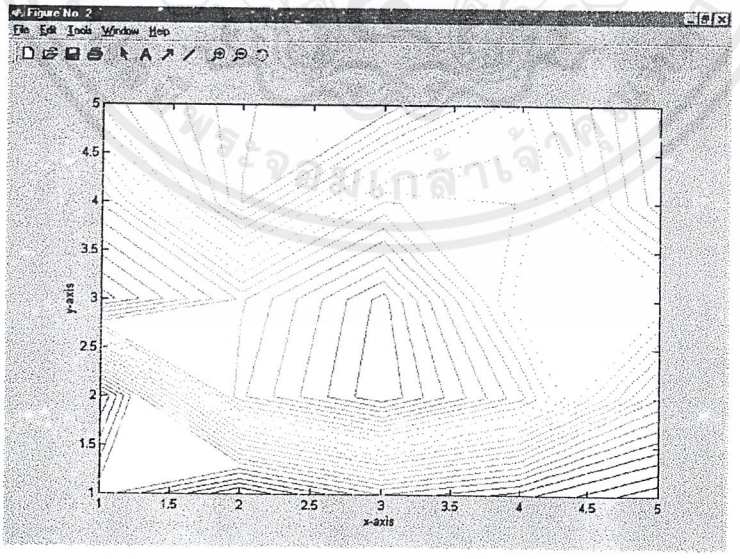


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

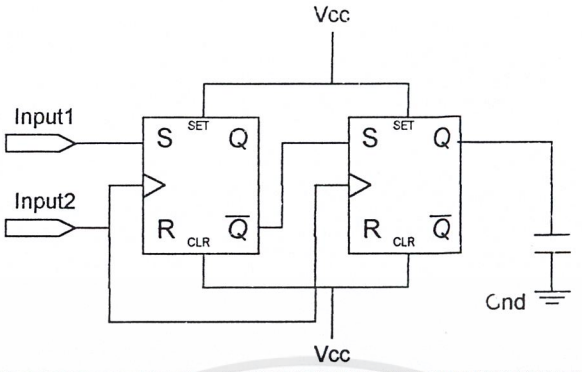
รูปที่ SN 74LS32

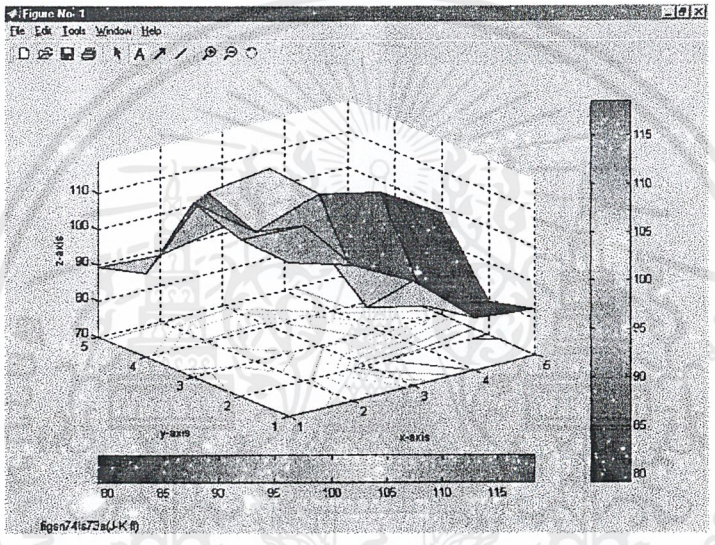


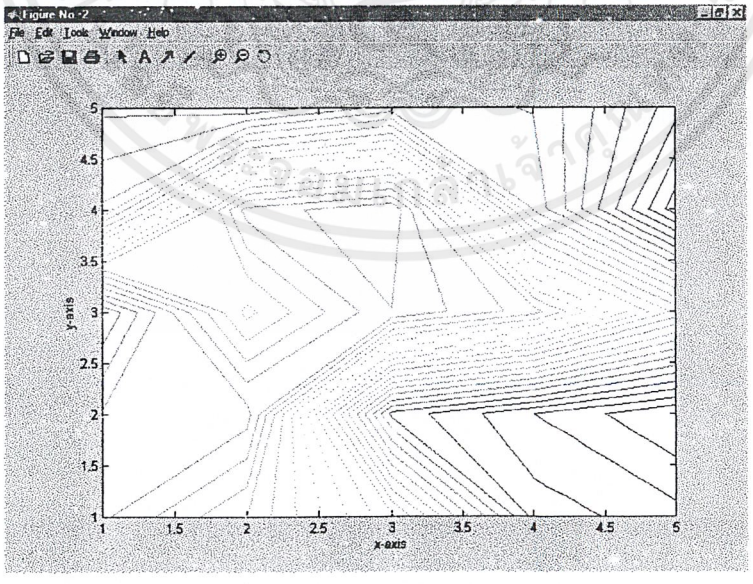




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

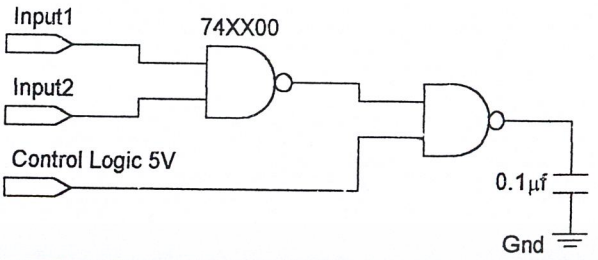


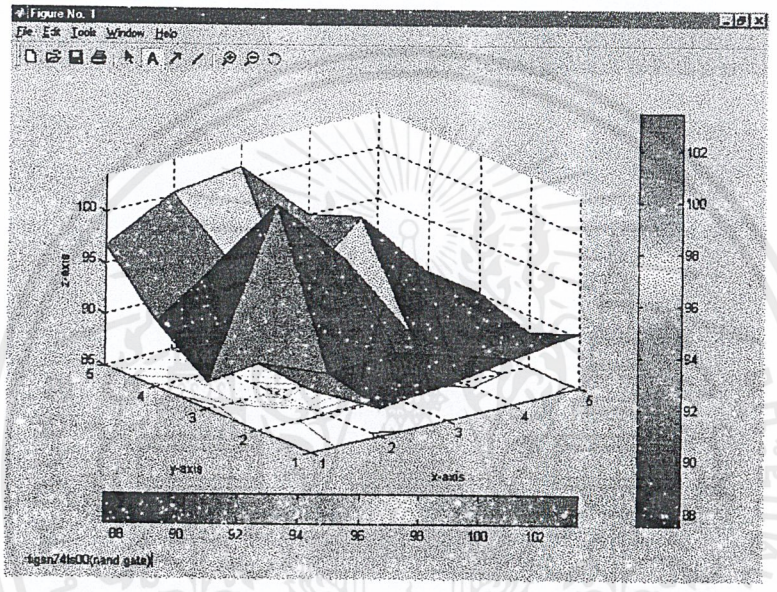


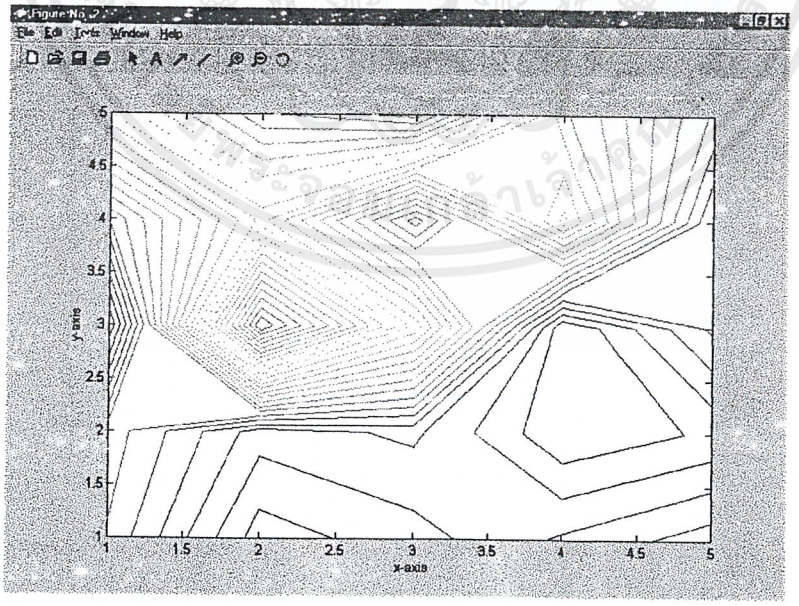


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ SN 74LS00

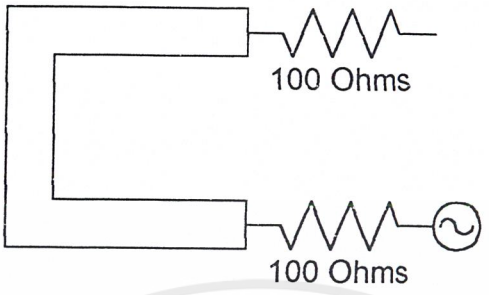


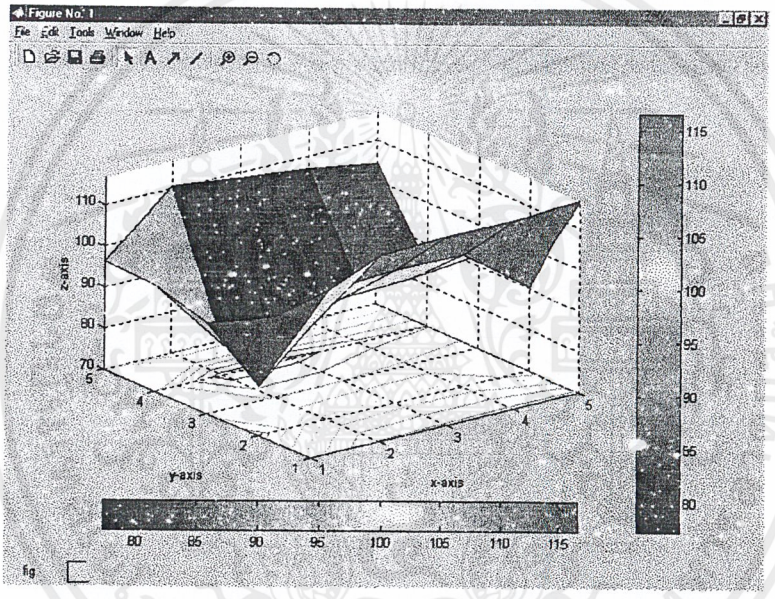


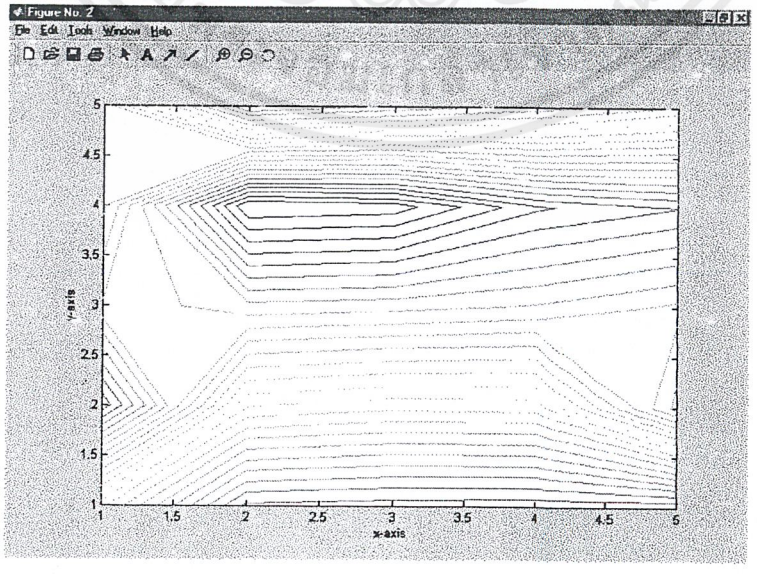


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปตัวยู

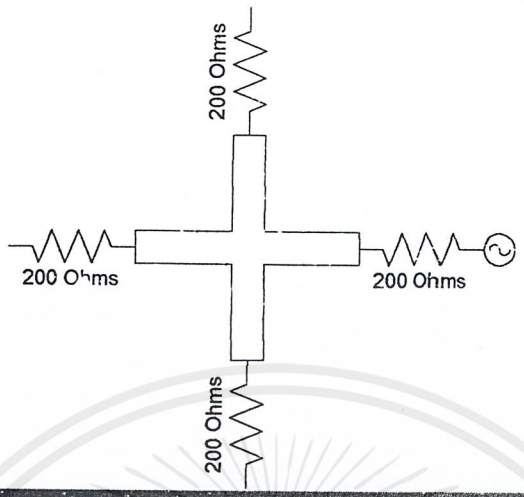


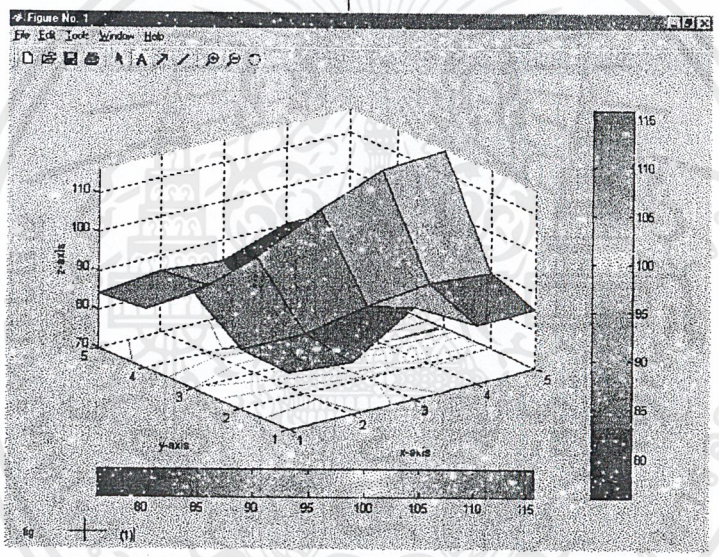


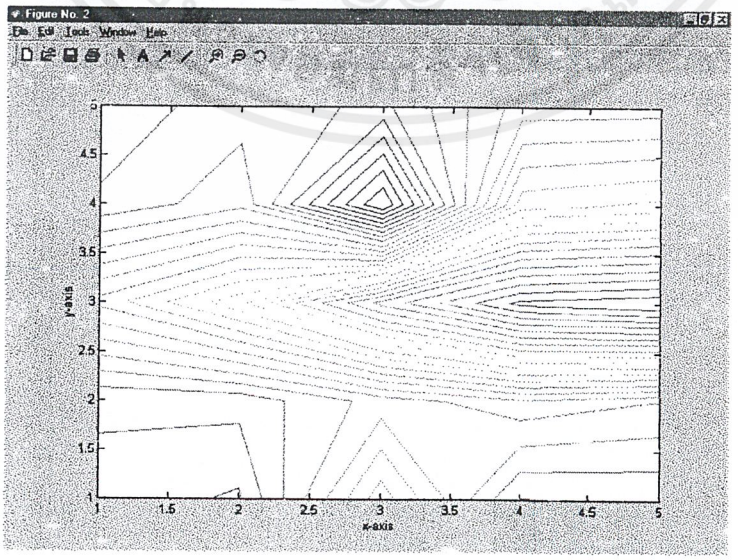


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปกากบาท

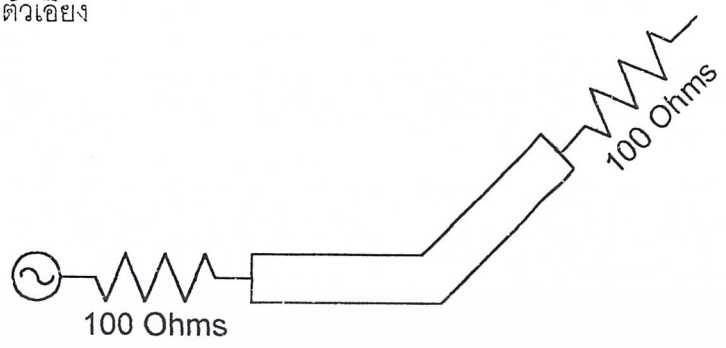


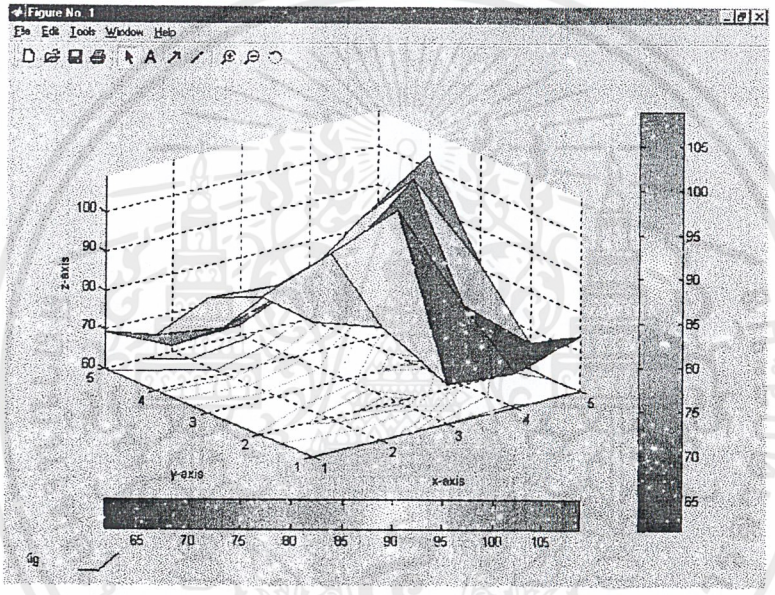


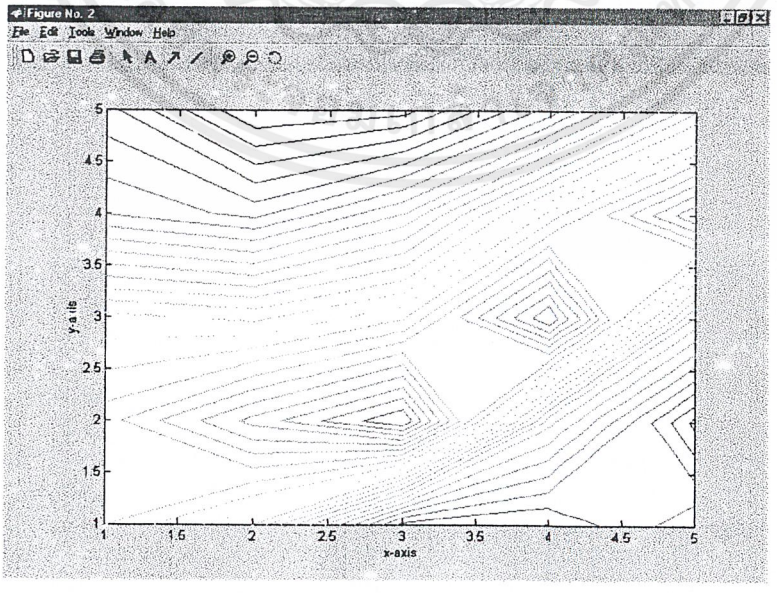


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปตัวเอียง

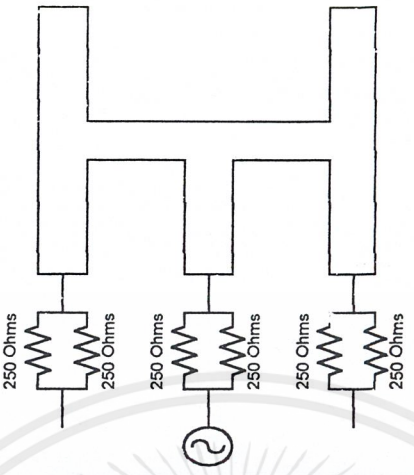


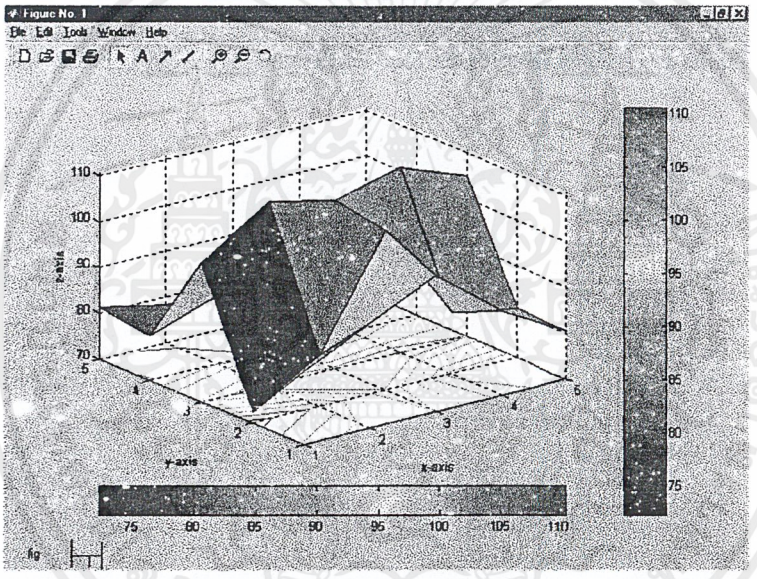


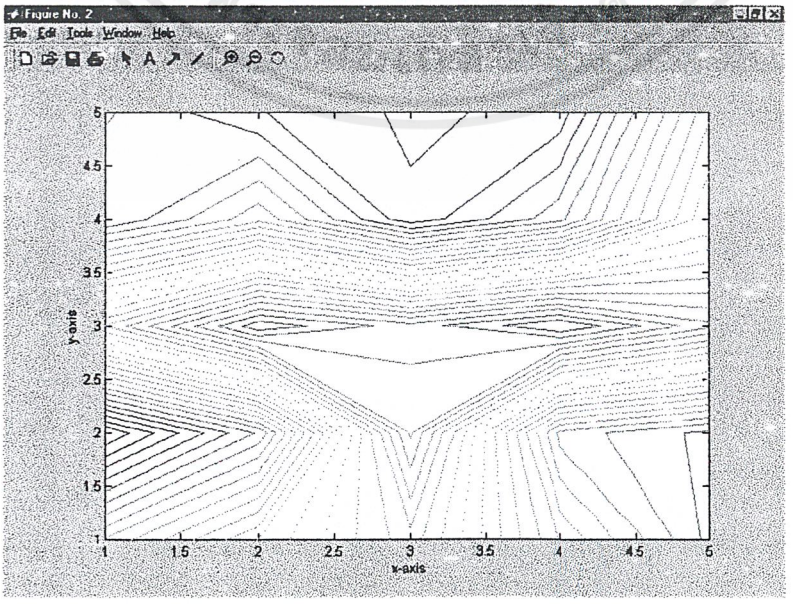


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปตัว H

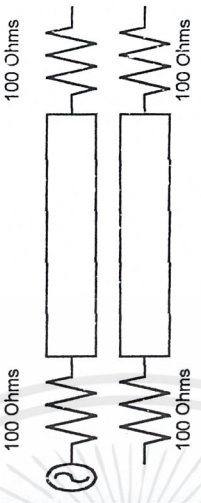


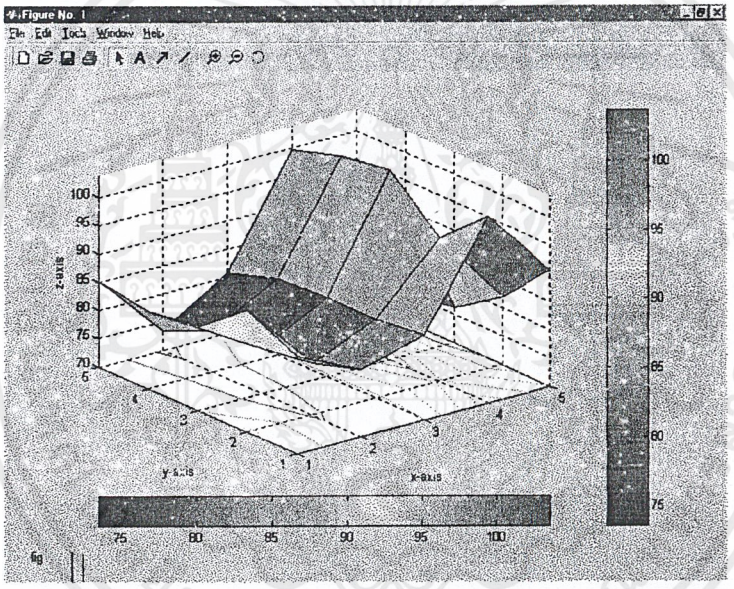


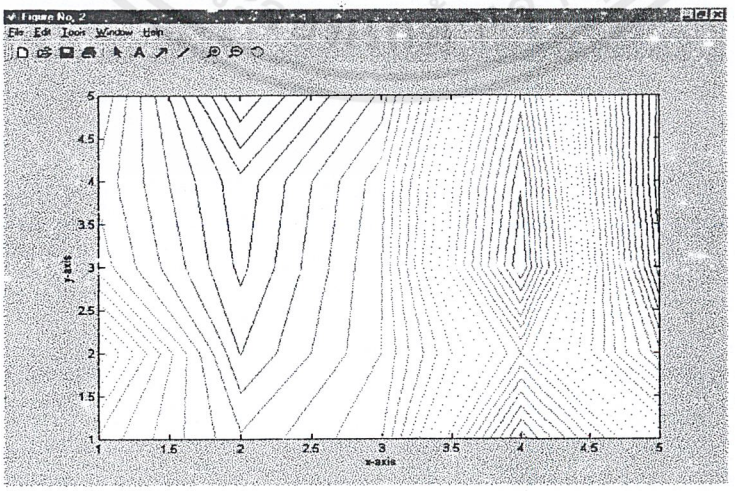


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปเส้นคู่

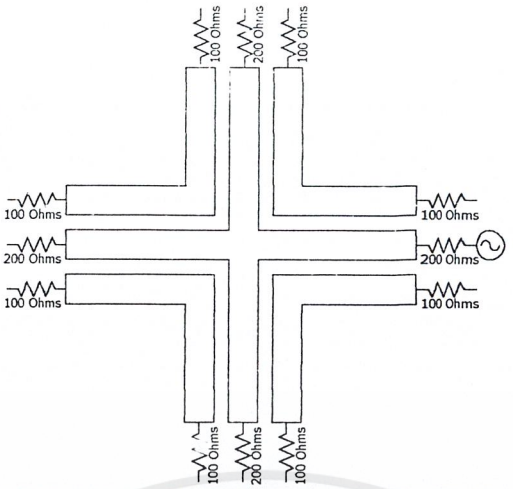


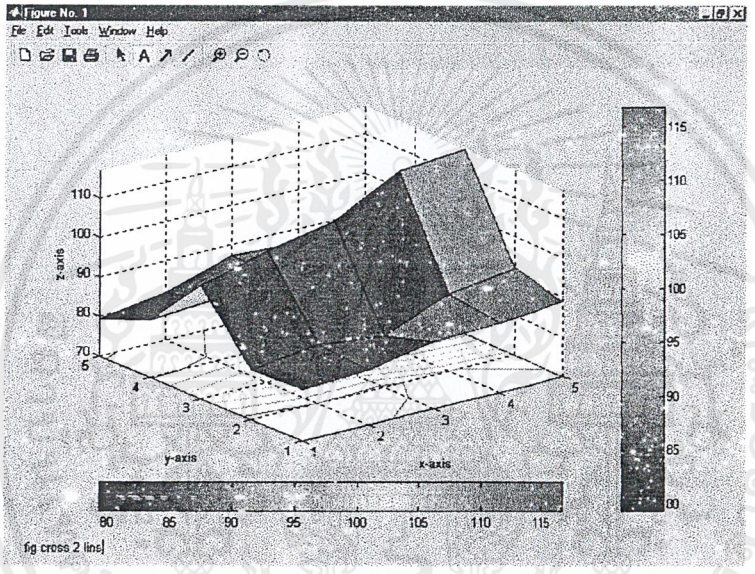


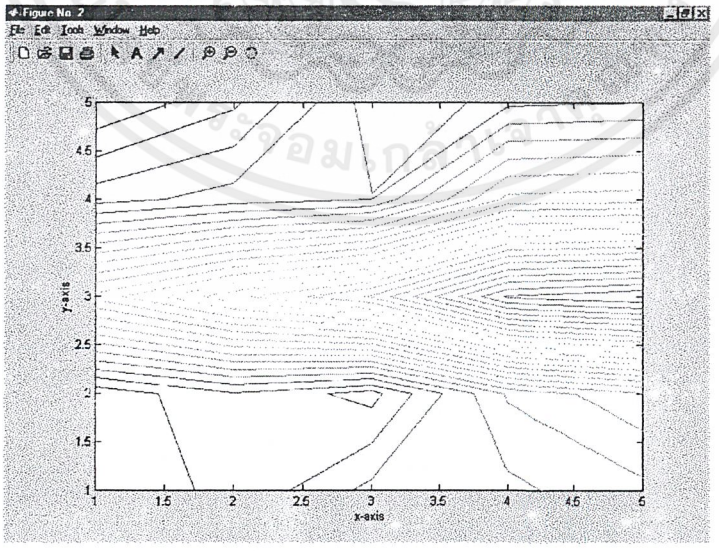


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปกากบาทคู่

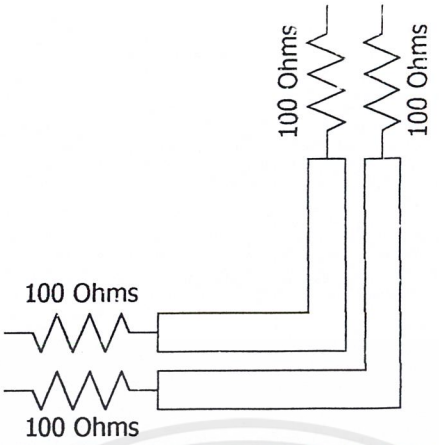


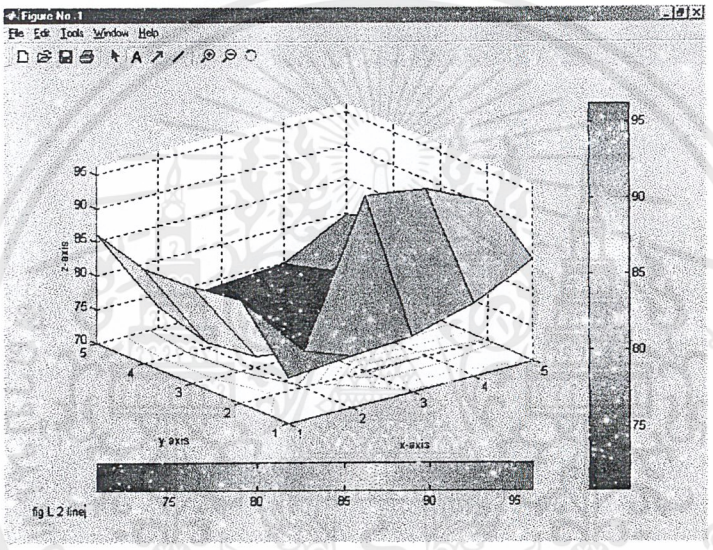


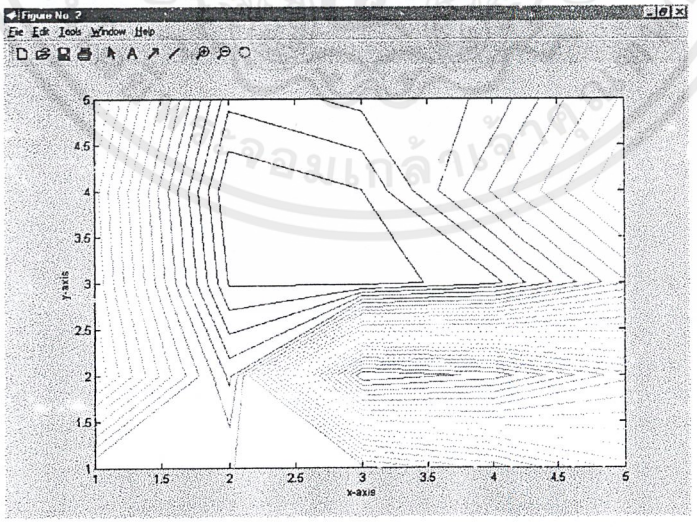


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปมุมหักคู่

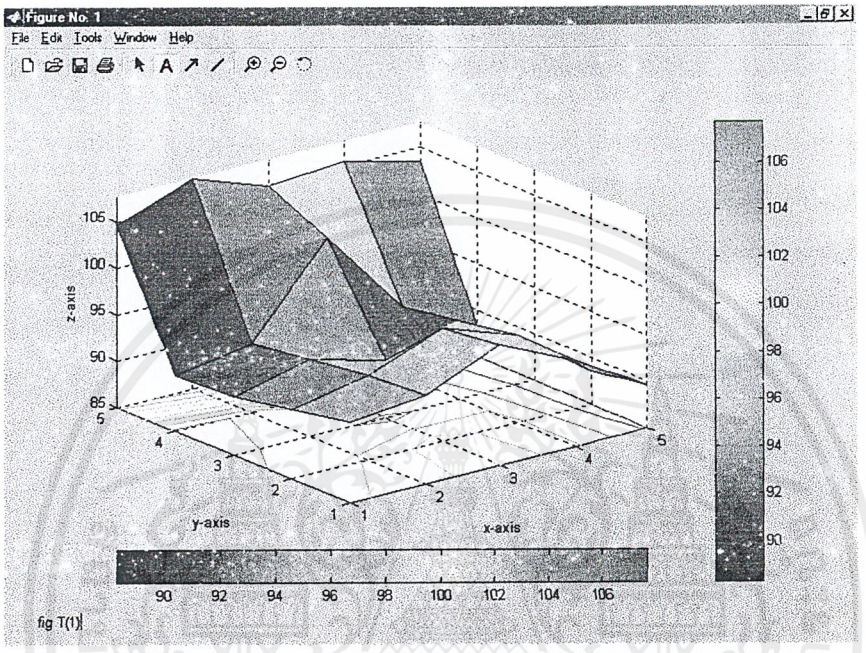


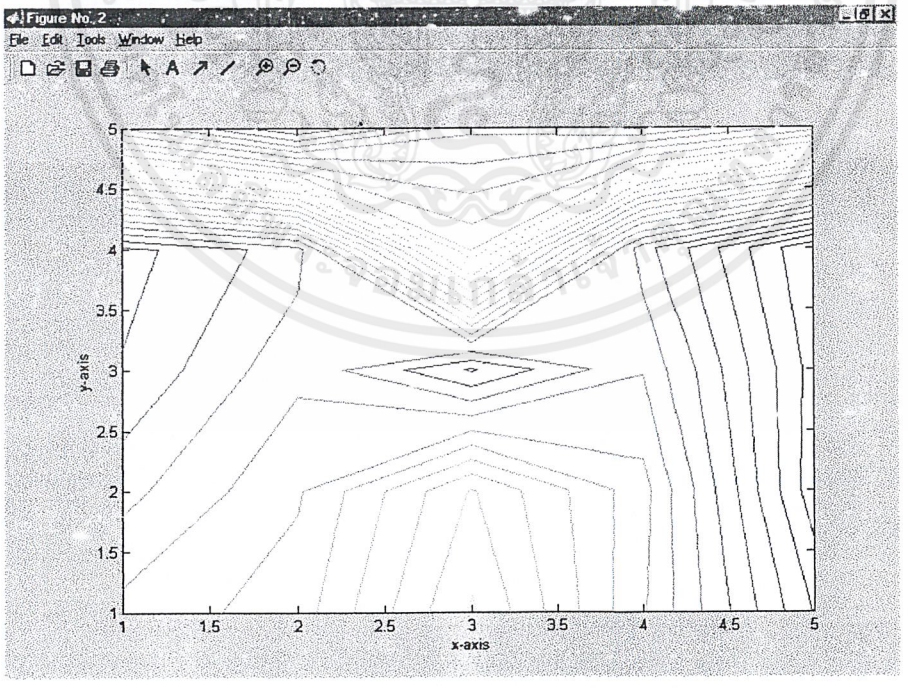




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

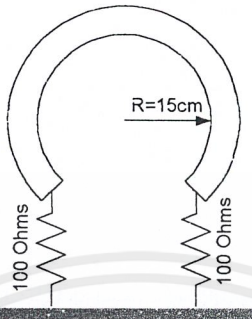
รูปตัว T

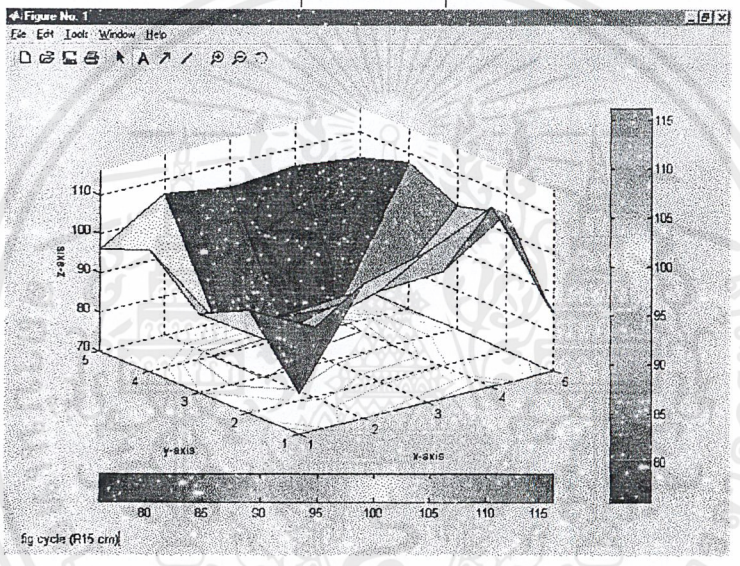


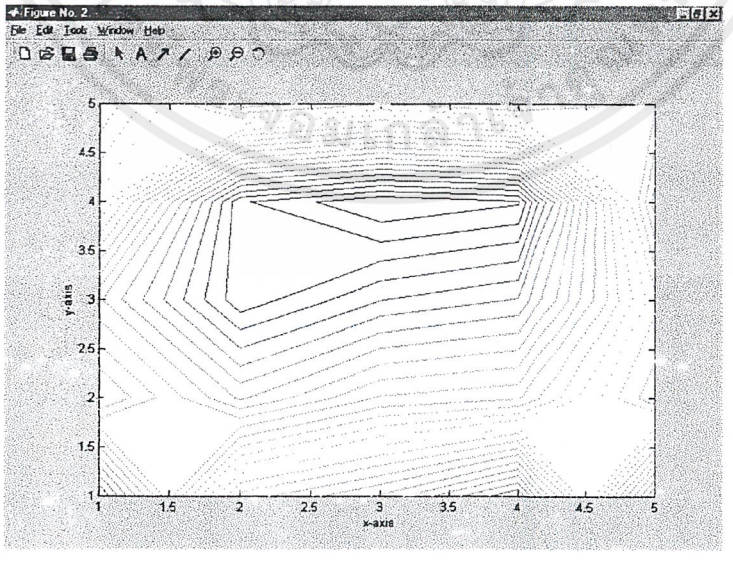


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปวงกลม







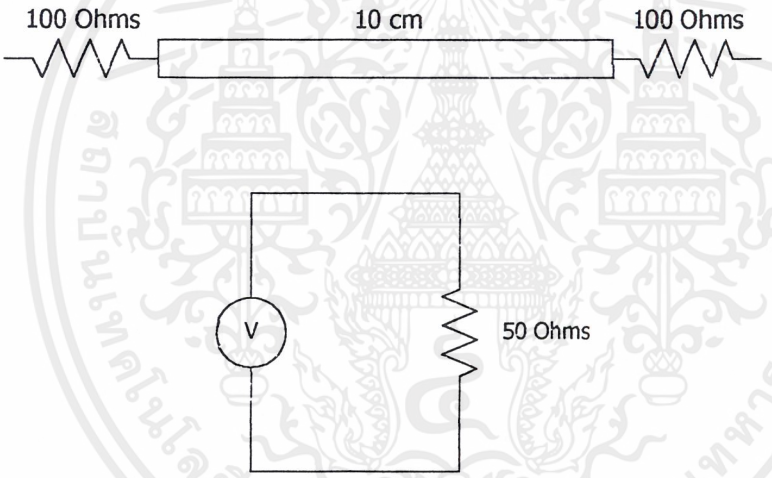
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 สรุปผลการทดลอง

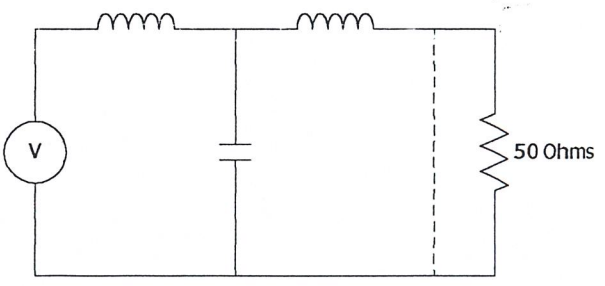
ตัวแปรที่มีผลต่อการทดลองได้เสนอ 3 ตัวแปรหลักดังนี้

1. ค่า duty cycle
2. ค่า rise time (ช่วงเวลาขาลง)
3. ค่าความถี่ฮาโมนิก

โดยให้รูปสี่เหลี่ยมยาว 10 ซม. และ วงกลมรัศมี (R 3 cm) เปลี่ยนแปลงค่าตามตัวแปรต่าง ๆ แล้วสังเกตุผลที่เกิดขึ้นปรากฏว่า ค่าตัวแปรที่ต่าง ๆ กันนั้น ย่อมให้ลักษณะของกราฟเพี้ยนไปจากเดิมเล็กน้อย เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ในทางทฤษฎี หรือทางไฟฟ้าวงจรสมมูลที่ได้จะประกอบด้วยแหล่งกำเนิดและความต้านทาน ตามภาพด้านล่างนี้

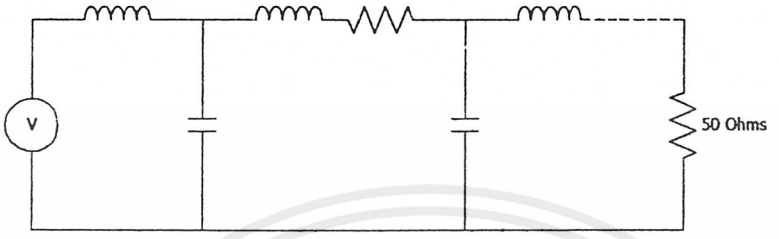


แต่ในทางสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นมิได้พิจารณาเพียงค่าความต้านทานเท่านั้นแต่ยังพิจารณาถึงค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุ ที่อยู่ภายในเส้นทองแดงด้วย ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุนี้มักเปลี่ยนแปลงตามความถี่ที่เกิดขึ้นดังนั้น เมื่อตัวแปรความถี่เปลี่ยนก็ย่อมทำให้ได้ลักษณะกราฟที่เพี้ยนจากเดิมไปเล็กน้อย ดังสมการสมมูลทางแม่เหล็กข้างล่างนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

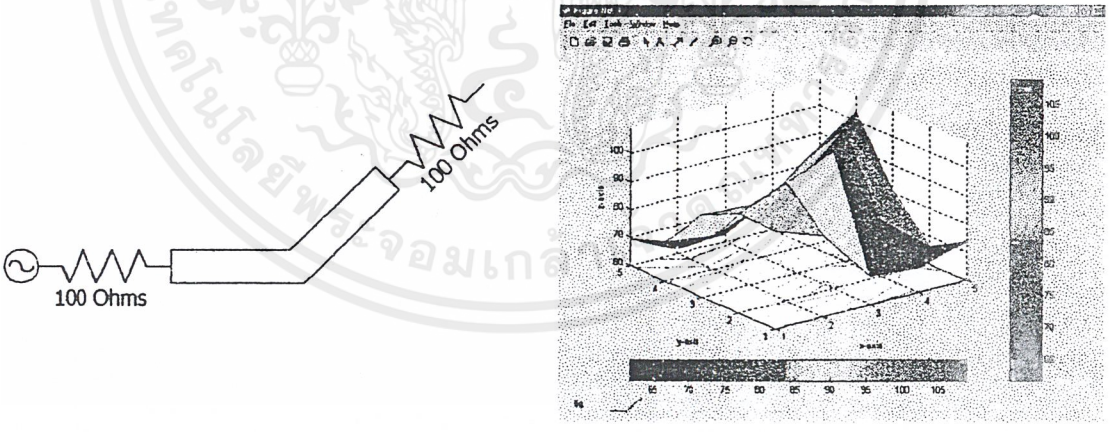
ถ้าความยาวเปลี่ยนค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุ ย่อมเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวด้วยเช่นกัน ยิ่งมีความยาวมากเท่าไหร่ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความจุก็ย่อมมีผลต่อระบบมากเท่านั้น

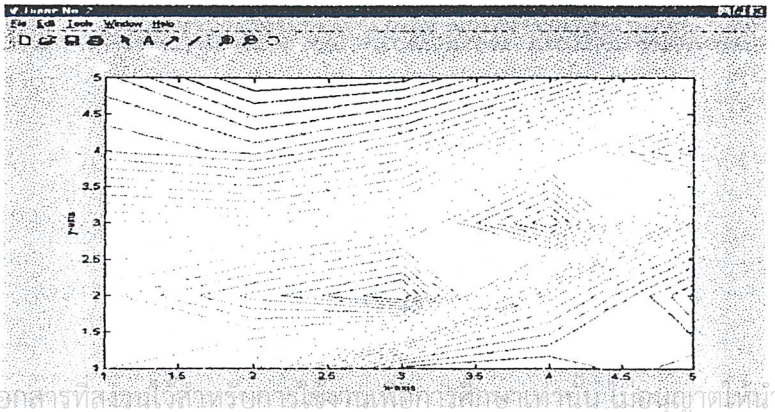


หมายเหตุ * การต่อความต้านทานไว้ที่ปลายของทองแดงเพื่อป้องกันการสะท้อนกลับของสัญญาณและในการต่อความต้านทานให้ได้ผลรวมมีค่า 50 Ω นั้นเนื่องจากจะได้เข้ากับเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมที่มีความต้านทานอินพุท 50 Ω

ตัวแปรอีกตัวหนึ่งก็คือ

ลักษณะรูปร่างของทองแดงที่ต่างกันและวงจรตรรกะย่อมมีผลให้กราฟมีลักษณะต่างกันออกไปเช่น วงจร OR GATE จะมีรูปแบบกราฟที่ต่างไปจากวงจร NAND GATE เป็นต้น





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพโครงร่าง(contour)ที่ปรากฏนี้สามารถอธิบายได้ว่าบริเวณที่ใกล้สัญญาณและบริเวณข้อต่อของเส้นทองแดงย่อมมีผลให้มีค่าความเข้มสูง แต่ในลักษณะข้อต่อที่ต่างกันก็ย่อมให้ความเข้มสนามแม่เหล็กต่างกันด้วย

หากพิจารณารูปเส้นตรงขนานกัน 2 เส้น โดยให้สัญญาณเส้นหนึ่งและสังเกตุผลอีกเส้นหนึ่งเป็นการทดสอบดูว่าบริเวณรอบข้าง ผลปรากฏว่า เส้นที่รับสัญญาณมีผลให้อีกเส้นหนึ่งเกิดสนามแม่เหล็กร่วมด้วย ปัญหานี้มักพบในการส่งข้อมูลของสายสัญญาณในคอมพิวเตอร์ เช่น หากมีสายข้อมูลคู่กันอีกเส้นหนึ่งมีข้อมูลส่วนอีกเส้นหนึ่งไม่มีข้อมูลแต่เมื่อเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นจะทำให้อีกเส้นหนึ่งที่เดิมไม่มีข้อมูลกลับมีข้อมูลขึ้นได้

ความถี่ฮาโมนิก ในแต่ละช่วงความถี่ย่อมมีกราฟแสดงรูปแบบที่ต่างกันไป ความถี่ฮาโมนิกสามารถคำนวณได้ตามสมการดังนี้

$$f(n) = f(1) * n$$

เมื่อ

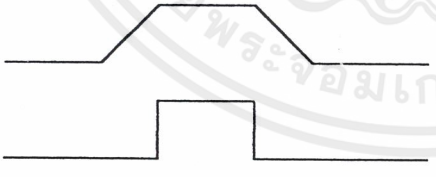
f(1) = ความถี่ฮาโมนิกที่ 1 คือ 30MHz

f(n) = ความถี่ฮาโมนิกที่ n

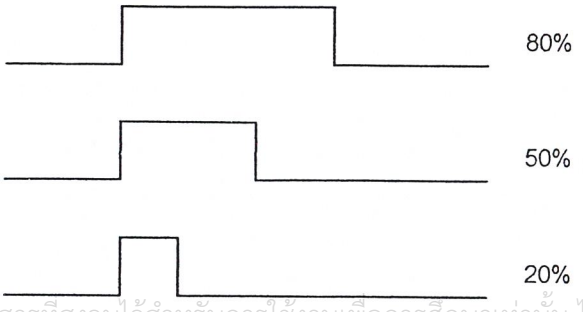
n = ค่าฮาโมนิกที่ n

ในการพิจารณาความถี่ตั้งแต่ฮาโมนิกที่ 2,3,4 ...,n ย่อมทำให้ระบบเพี้ยนไปจากเดิม จึงมีรูปแบบกราฟต่างกันในแต่ละฮาโมนิก การทดลองเราใช้ค่าฮาโมนิกที่ 1,2,3

ค่า Rise-time/ Full-time ช่วงขาลงของสัญญาณ



ค่า duty cycle



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าตัวประกอบแอนเทนน่า (Antenna Factor)

(AF) เป็นค่าที่ทำให้สมดุลย์ระหว่างค่า Vout และ ความเข้มสนามไฟฟ้า

ค่าที่วัดได้จริง = ค่าที่วัดจากเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม – กำลังขยายของPreamp + ค่าสูญเสียของสาย + AF

หมายเหตุ * ค่าสูญเสียของสายประมาณ 0.5 dB ซึ่งมีผลต่อระบบน้อยมากจึงไม่นำมาคิดด้วย

ค่ากำลังขยายของPreamp = 25 dB

ค่า AF ขึ้นอยู่กับค่าความถี่ซึ่งแบ่งเป็น 5 ช่วงดังนี้

Frequency (MHz)	30	100	500	850	1k
AF	54	43	32	31	25
H (dBμV) ที่ input power เป็น 0 dB	101	98	94	93	98

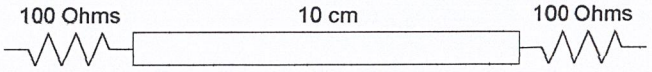
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

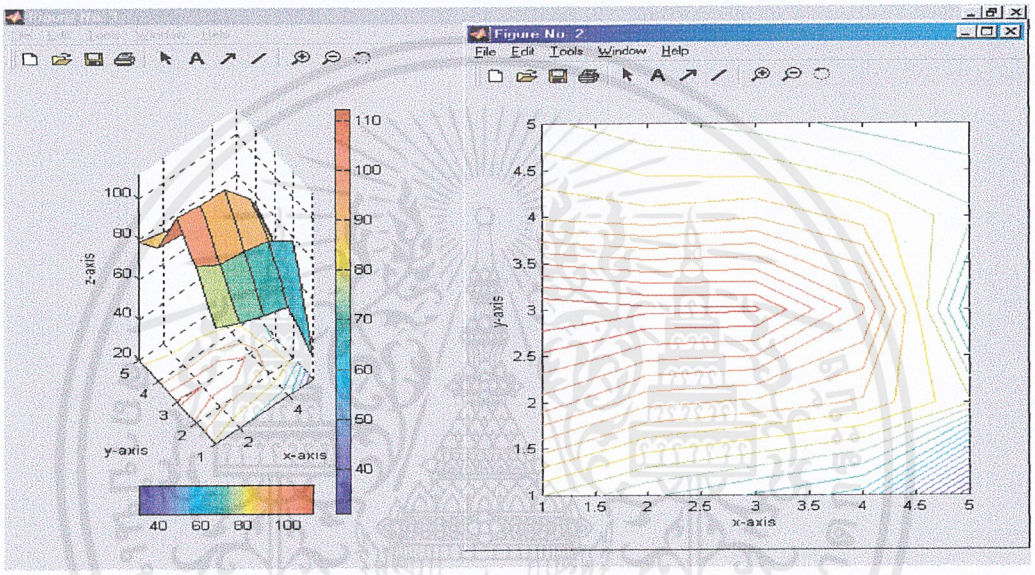
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเปรียบเทียบผลการสแกนระหว่างการสแกนอัตโนมัติกับการควบคุมด้วยมือ

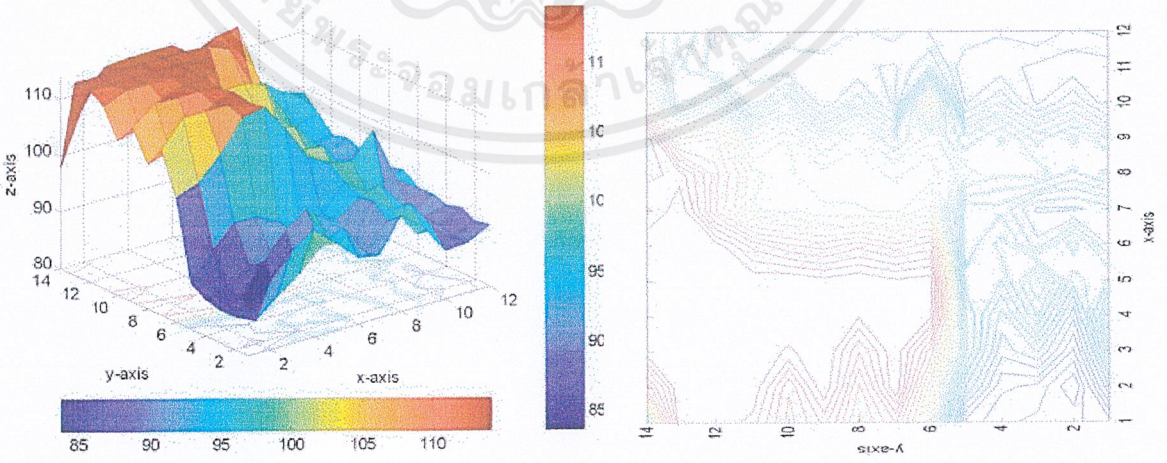
4.2.1วงจรที่ใช้ในการทดลองรูปที่ 1 ความถี่ 30MHz, ดิวตี้ไซเคิล 50%, ไรซไทม์ 2.78 nS



รูปภาพแสดงการสแกนด้วยมือ

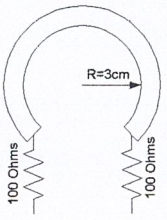


รูปภาพแสดงการสแกนด้วยเครื่องสแกนอัตโนมัติ

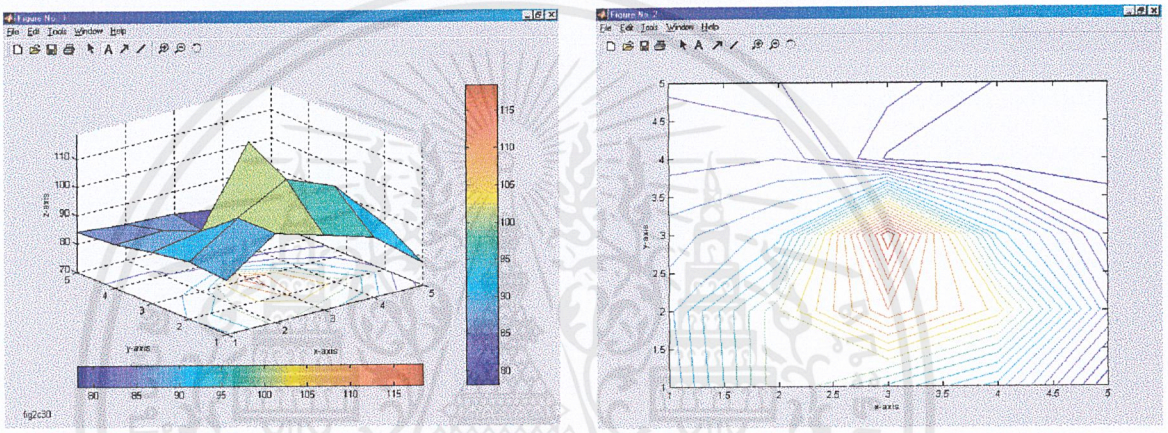


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

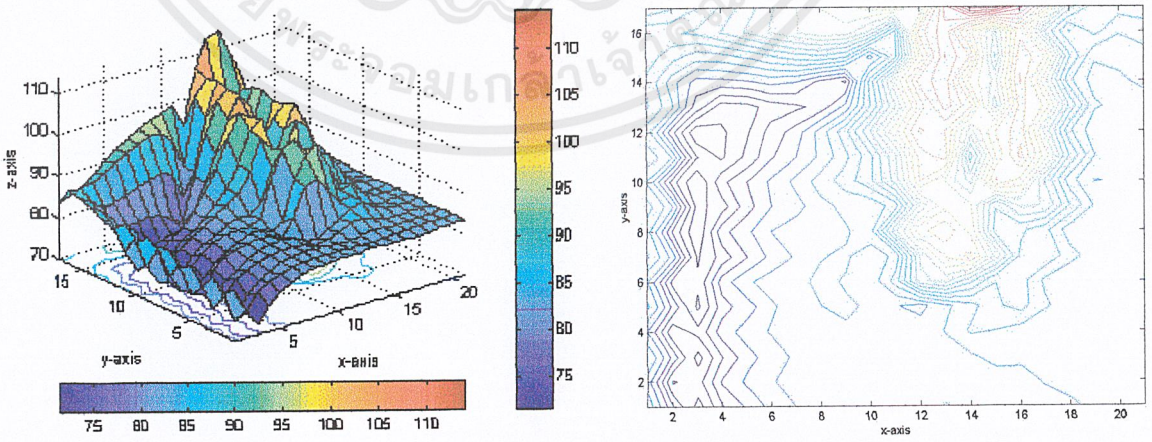
4.2.2วงจรที่ใช้ในการทดลองรูปที่ 2 ความถี่ 30MHz, ดิวตี้ไซเคิล 50%, ไรซไทม์ 2.78 nS



รูปภาพแสดงการสแกนด้วยมือ



รูปภาพแสดงการสแกนด้วยเครื่องสแกนอัตโนมัติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปการดำเนินงาน

จากการศึกษาและทดลองของโครงงานนี้ ได้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้างทางเครื่องกล ส่วนวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์ และ ส่วนควบคุม โดยในส่วนเครื่องกลเป็นการทำงานในรูปแบบลักษณะของงานกลึงบอลสกรูซึ่งต้องอาศัยฝีมือของผู้กลึงและความละเอียด โครงสร้างฐานวงจรให้มีขนาดตามต้องการ ส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการติดต่อกับคอมพิวเตอร์มีลักษณะงานในการต่อวงจรขับสเตปมอเตอร์และงานกัดแผ่นปริ้น

ส่วนควบคุม เราใช้คอนโทรลเลอร์คอนโทรลเลอร์ MCS-52 เบอร์ 89C52 และเขียนโปรแกรมแอสเซมบลี ควบคุมการส่งพัลซ์ในการขับสเตปมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปตามระยะทางที่เรากำหนด การเขียนโปรแกรมในภาษาสูง เพื่อทำการติดต่อกับอุปกรณ์การวัดความเข้มสนามแม่เหล็กและแสดงรูปกราฟฟิกในที่นี้ได้อาศัยโปรแกรม Visual Basic และ Matlab โดยทั้ง 3 ส่วนจะมีการทำงานที่สัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

ปัญหาหลักในการดำเนินงานแบ่งออกได้ดังนี้

1. โครงสร้างทางเครื่องกล มักพบว่าต้องอาศัยเวลามากในการทำชิ้นงานให้ได้รูปตามต้องการ สถานที่ และเวลาทำการมีอย่างจำกัด จึงทำให้การดำเนินงานได้ไม่เต็มที่
2. โครงสร้างทางอิเล็กทรอนิกส์ มักพบปัญหาจากการประกอบวงจรเล็ก ๆ น้อย ๆ บนบอร์ด รวมถึงในการหาซื้ออุปกรณ์ที่ต้องการบางอย่างหาได้ยากจึงต้องมีการนำเอาอุปกรณ์อื่นดัดแปลงมาใช้งานแทน เช่น ต้องการ ไอซีขับสเตปมอเตอร์ซึ่งไม่มีเบอร์ที่ต้องการในท้องตลาดจึงต้องสร้างวงจรขับเอง
3. โครงสร้างทางส่วนควบคุม เป็นส่วนในการเขียนโปรแกรมซึ่งบางครั้งในการเขียนซอฟแวร์มีการทำงานไม่สัมพันธ์กับฮาร์ดแวร์ อาจเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของโปรแกรม ซึ่งมาจากความประมาทหรือขาดความรอบคอบของผู้เขียนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการดำเนินงานและพัฒนาในอนาคต

เนื่องจากในโครงงานนี้มีเป้าหมายเพื่อทำการเคลื่อนที่สเตปมอเตอร์ให้เป็นไปตามระยะทางที่เราต้องการได้อย่างแม่นยำ ในแนวแกน XY ก่อน พร้อมทั้งตรวจสอบความเข้มสนามแม่เหล็กโดยการควบคุมจากคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปประมวลผลและแสดงผลทางจอภาพในรูปกราฟฟิก

นอกจากนี้โครงงานยังรูปแบบการทำงานในลักษณะเป็นเครื่องตรวจสอบสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนโดยอัตโนมัติและหาแหล่งที่เกิดความผิดปกติบนแผงวงจรเพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งที่แน่นอนและป้องกันได้อย่างทันท่วงที ในการป้องกันอีกส่วนหนึ่งที่สามารถลดระดับการรบกวน ก็คือการชีลด์บนกล่องวงจรเพื่อเป็นการลดการรบกวนภายในเครื่องมือ การแสดงผลในรูปกราฟนั้นช่วยให้สามารถเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นได้ง่ายและประหยัดเวลาอีกด้วย

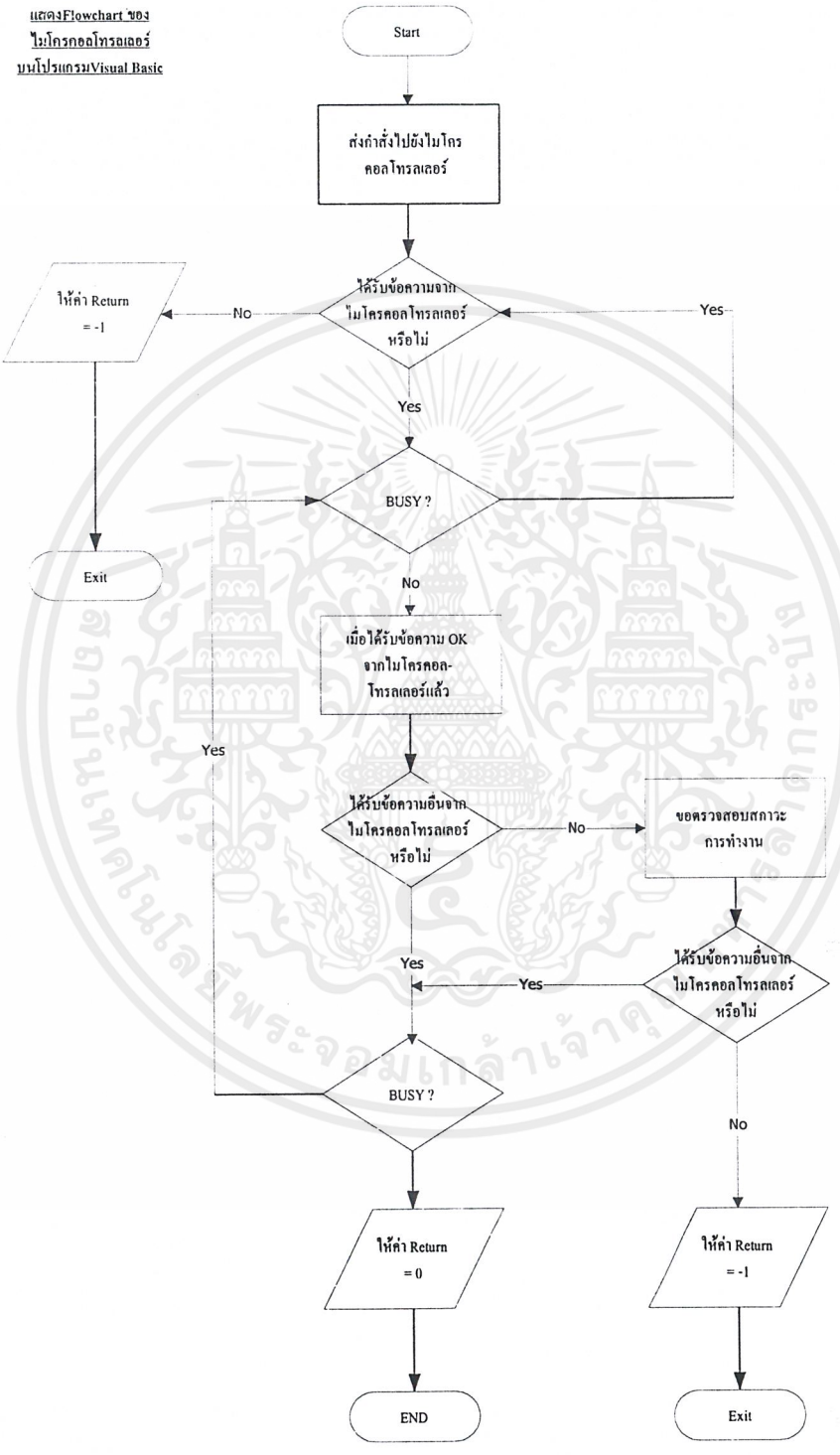
ข้อเสนอแนะ อาจมีการพัฒนาจากระบบโต๊ะ 2 มิติ เป็นระบบ 3 มิติ และอาจทำกราฟฟิกให้มีลักษณะคล้ายภาพจริงมากขึ้น จากนี้อาจมีการเสริมโปรแกรมเพิ่มเติมเพื่ออรรถประโยชน์เพิ่มขึ้นเช่น สามารถทำการติดต่อทางจอคอมพิวเตอร์ควบคุมการแก้ไขความผิดพลาดบนระบบได้โดยอัตโนมัติบนคีย์บอร์ดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

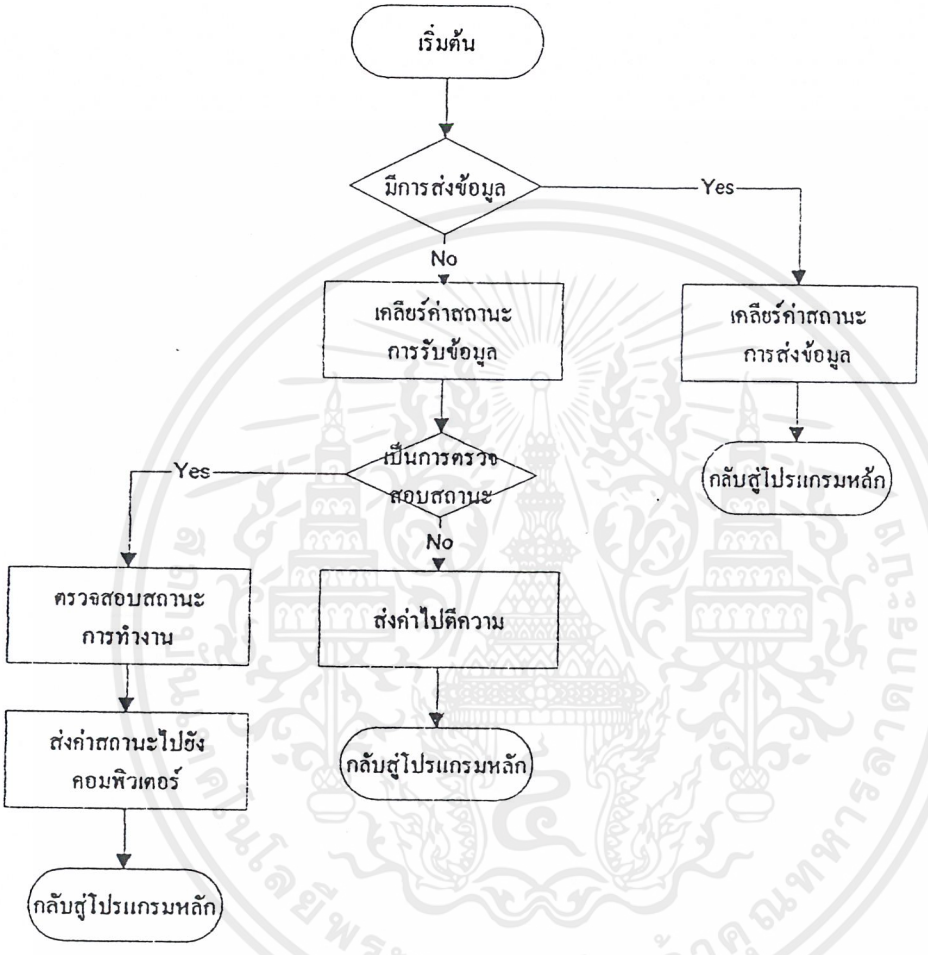
ก.โฟลวชาร์ต



รูปโฟลวชาร์ตที่1

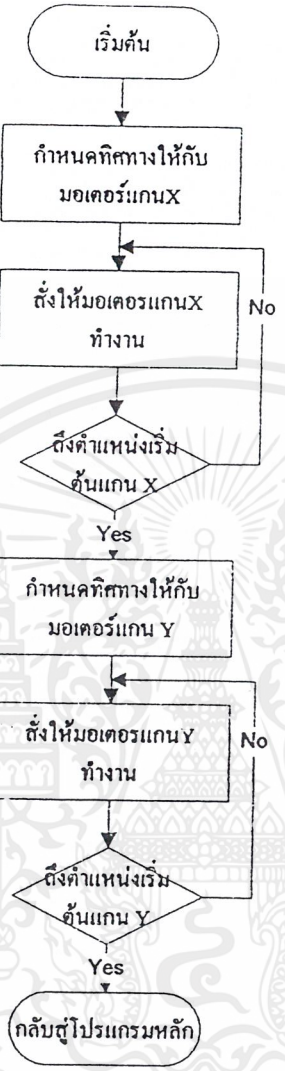
แสดงการควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์จาก Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



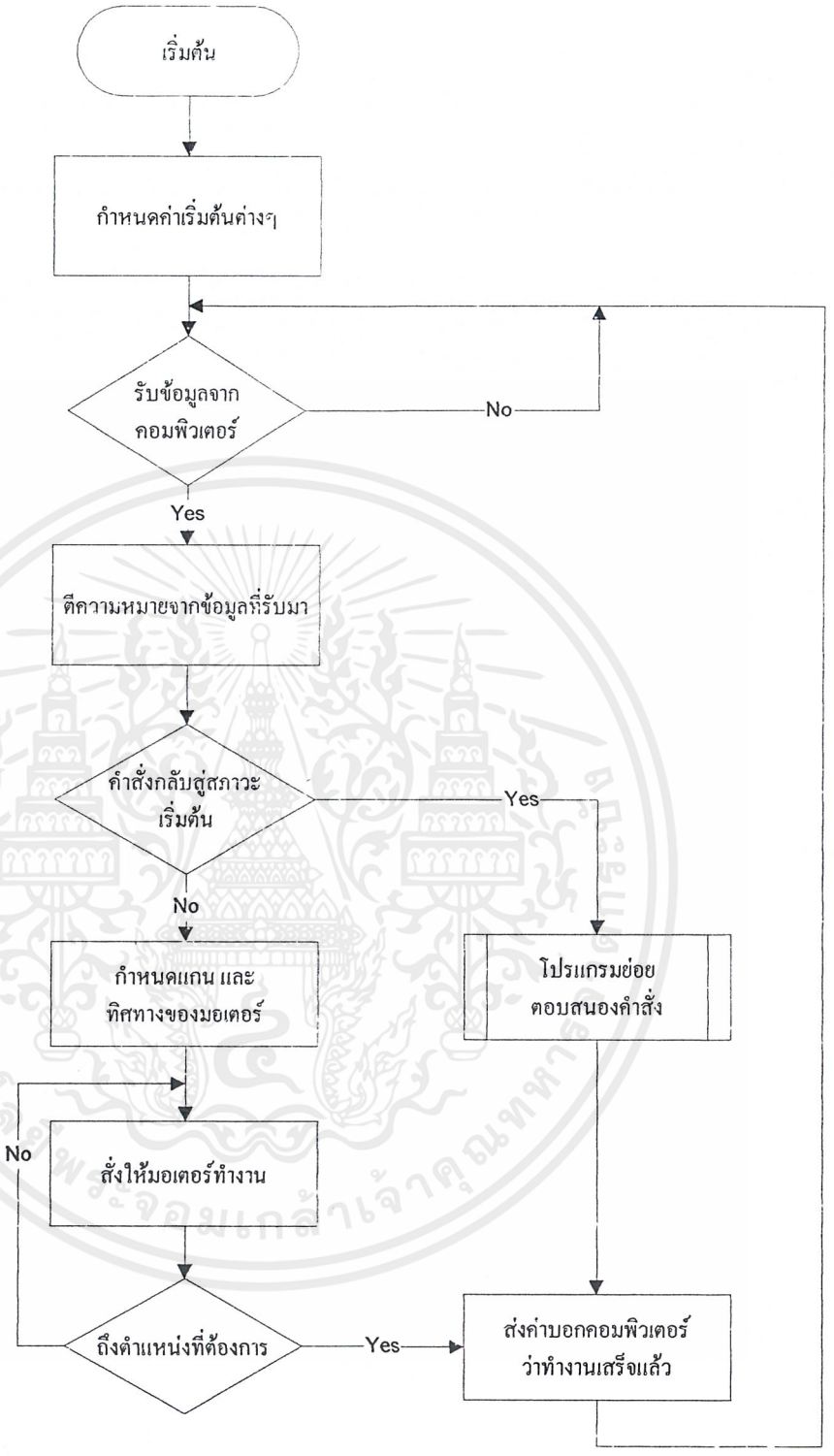
รูปโฟลวชาร์ตที่ 2
แสดงการไหลของโปรแกรมตอบสนอง
การอินเทอร์รัพท์ของพอร์ทอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



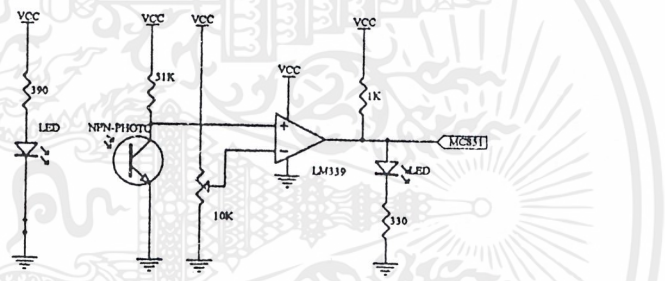
รูป โฟลว์ชาร์ตรูปที่3
แสดการไหลของโปรแกรม
ตอบสนองการอินเทอร์รัปต์ของปุ่มโฮม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



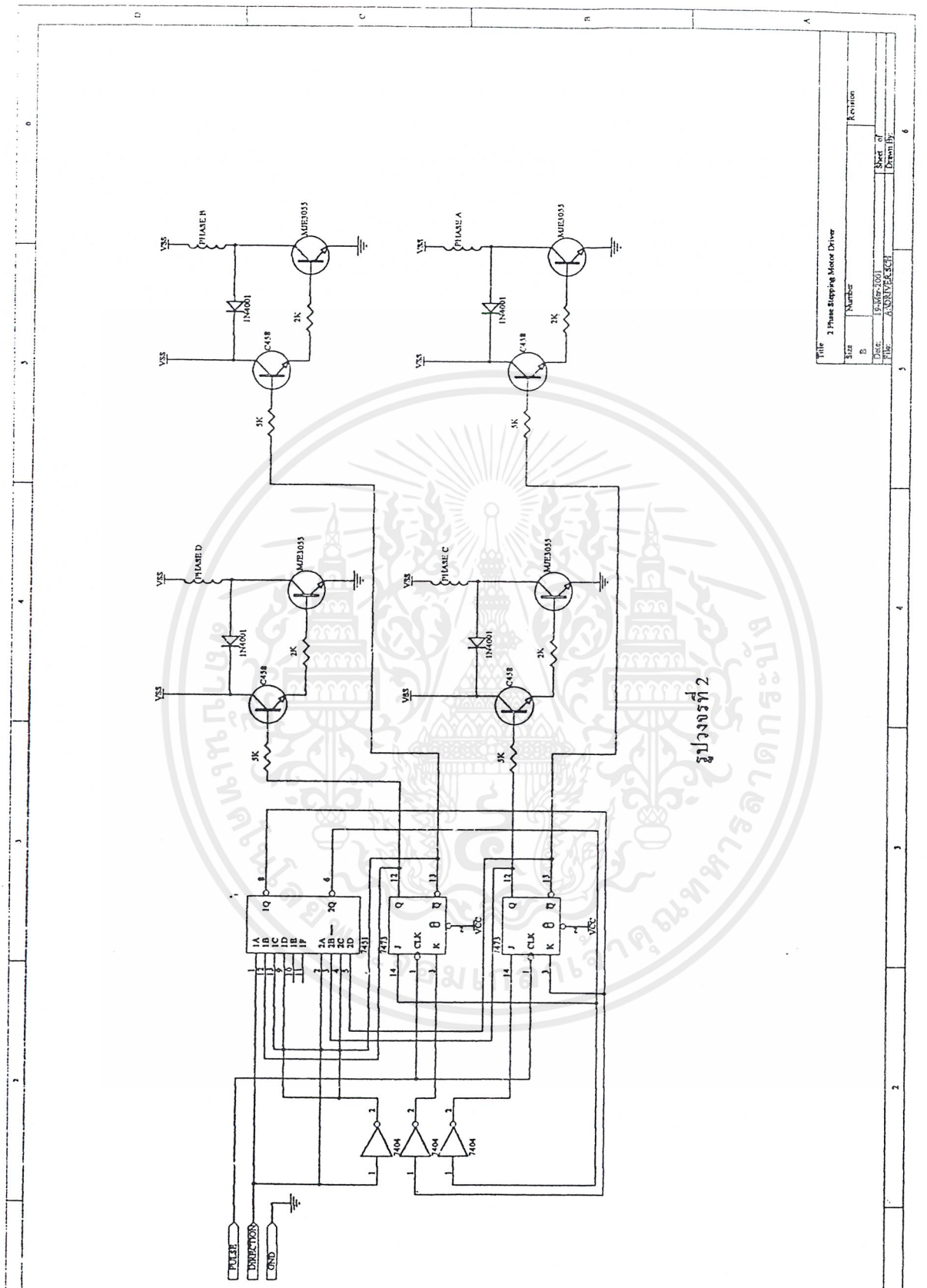
รูปโฟลวชาร์ตที่4
แสดงการไหลของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



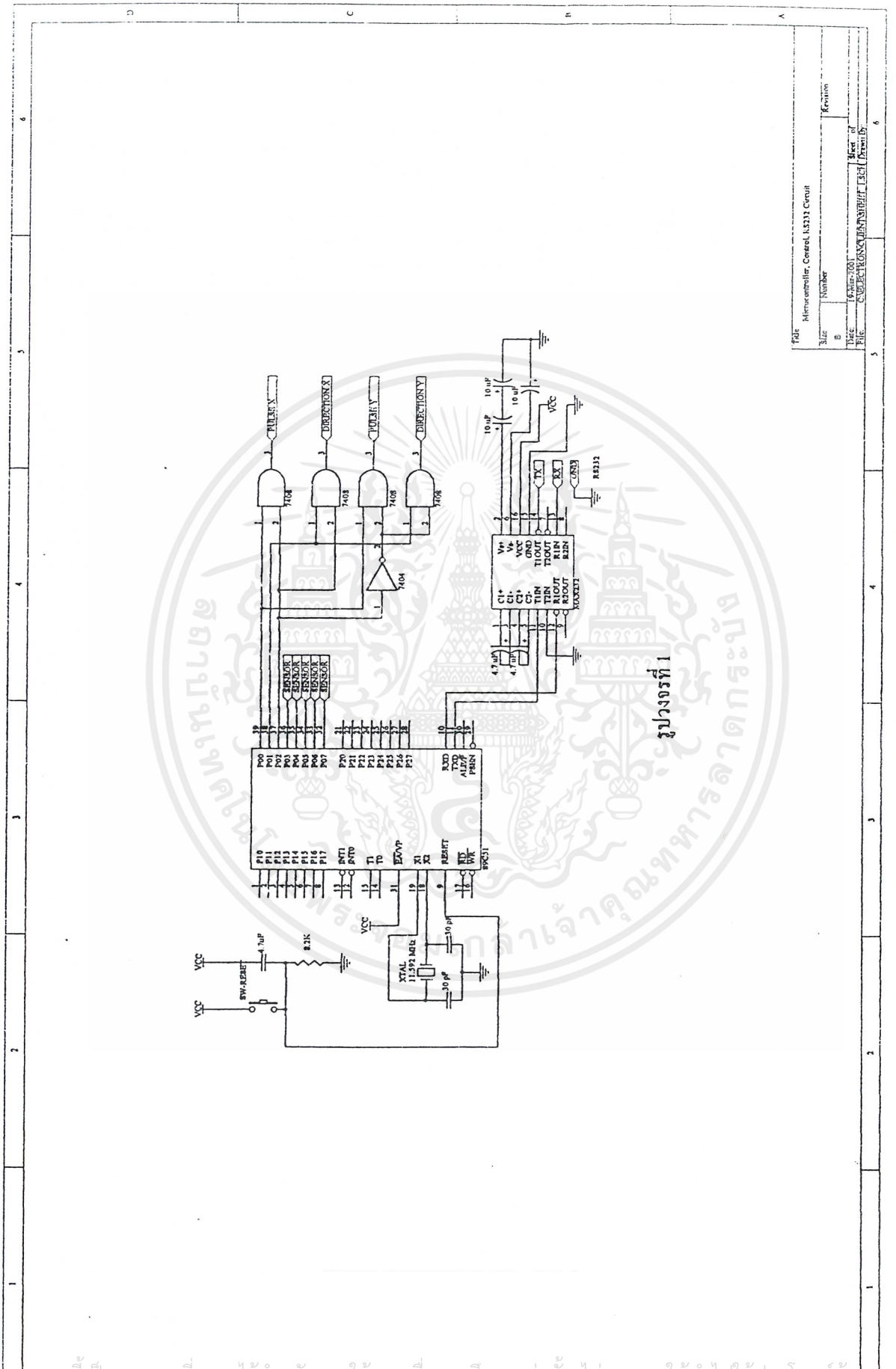
รูปวงจรที่ 3

Title: Sensor and Comparator Circuit			
Size: B	Number		Revision
Date: 19-Mar-2001		Sheet of	
File: A:\SENSOR.SCH		Drawn By:	



รูปวงจรที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปวงจรที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม

ส่วนประกอบของเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัม

ด้านหน้าของ panel

แสดงส่วนประกอบและรายละเอียดดังนี้

NO.	ชื่อ	ความหมายของฟังก์ชั่น
1.	LCD Display	แสดงรูปคลื่นและข้อมูลแบบสีและสามารถเคลื่อนย้ายได้
2.	Softkey Menu Display area	มี 6 ซอฟแวร์อธิบายปุ่มคีย์
3.	CLR Key	เคลียร์หรือแสดงthe softkey menu display
4.	Softkeys	6 คีย์ฟังก์ชั่นของแต่ละรายการโดยส่งผลไปยัง softkey menu item
5.	INPUT connector	U4941 ชนิดN (50Ω)ส่วนU4941N(75Ω) สัญญาณอินพุทมีช่วงความถี่ระหว่าง 9 kHz – 2.2 GHz, +27dBm ระดับสูงสุด,+_50VDC มากที่สุดใน U4941 ส่วน 134 dBμV,+_50VDC ใน U4941N
6.	CENTER key	เลือกความถี่ศูนย์กลางในโหมดอินพุท
7.	SPAN key	เลือกช่วงกว้างความถี่ในโหมดอินพุท
8.	REF LEVEL key	เลือกระดับอ้างอิงในโหมดอินพุท
9.	START key	เลือกช่วงกวาดข้อมูลที่ความถี่เริ่มต้น
10.	MENU key	เลือกรายการสำหรับเซตค่าเริ่มต้น,ตรวจสอบทางวีดีโอ,สแกนเสียงและสี
11.	STOP key	เลือกช่วงกวาดข้อมูลที่ความถี่สิ้นสุด
12.	CPL key	ติดตั้งฟังก์ชั่นคู่ควบ เช่น ความละเอียดของช่วงกว้าง(Bandwidth) ช่วงกว้างของวีดีโอ, ช่วงเวลาในการกวาดและจุดสนใจ
13.	TRACE key	ควบคุมส่วนแสดงรูปคลื่น
14.	USER key DEFINE key (SHIFT + USER)	เรียกนิยามฟังก์ชั่นมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

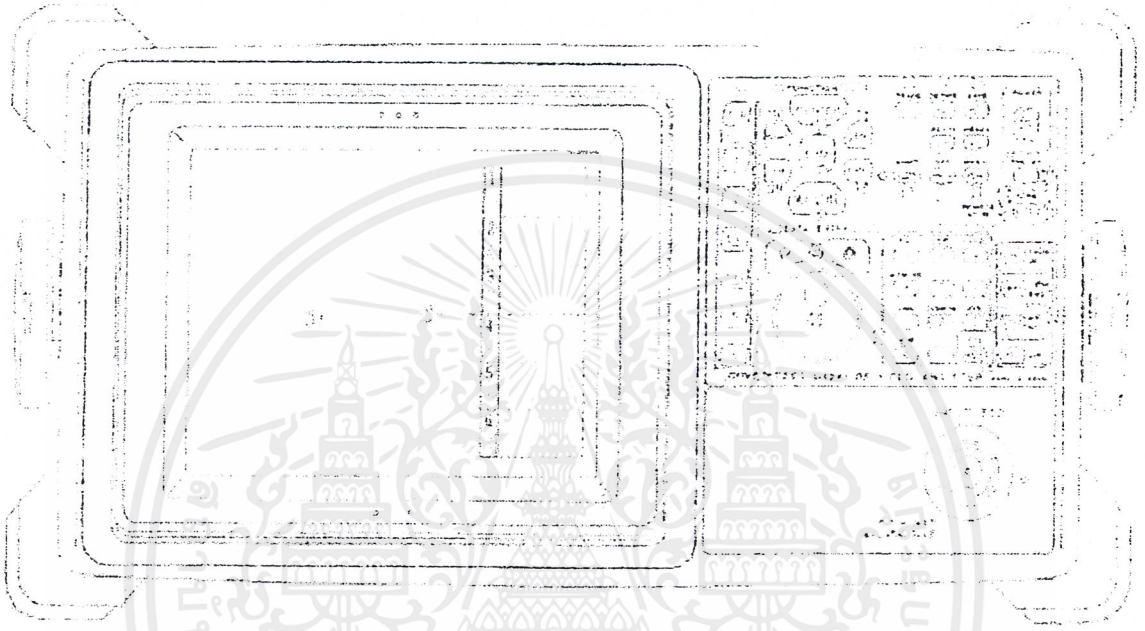
15.	RCL key SAVE key (SHIFT + RCL)	ติดตั้งโหมดและรูปคลื่นในการ์ดหน่วยความจำและเก็บข้อมูลปัจจุบันไว้
16.	POWER key	เปิด/ปิด
17.	MEAS1 key	เลือกเปิด/ปิด ในpreamplifier และฟังก์ชันนับ
18.	MEAS2 key	เลือก ADJ,CBW,dB 3 คำสั่งในการปรับสิ่งรบกวนในการวัด
19.	SHIFT key	กดโหมด shift (ใช้กับหลายฟังก์ชั่นคีย์) จะแสดงไฟ LED เมื่ออยู่ในโหมดshift
20.	MKR key OFF key (SHIFT + MKR)	แสดงจุดสังเกตบนจอ/ซ่อนจุดสังเกต
21.	PEAK key MKR key (SHIFT + PEAK)	ย้ายจุดสังเกตไปยังระดับสูงสุด ซึ่งอาจจะใช้ร่วมกับฟังก์ชั่นอื่นด้วย เช่น ความถี่ศูนย์กลาง
22.	PRESET key	คืนค่าเริ่มต้นให้กับเครื่องวิเคราะห์
23.	REMOTE key	แสดงไฟเมื่อเครื่องวิเคราะห์กำลังถูกรีโหมด และกำหนดที่อยู่ของ GPIB
24.	LCL key ADRS key (SHIFT + LCL)	ไปยังบริเวณควบคุมจากการควบคุมรีโหมดและกำหนดที่อยู่ของ GPIB
25.	key (step key)	เพิ่มหรือลด ข้อมูลอินพุท
26.	(data knob)	หมุนปรับหาข้อมูลอินพุท
27.	NUMERIC key Pad (Extended Function Keys)	เลขฐาน10จาก 0ถึง9 และกำหนดที่อยู่ของGPIB
	MW key (SHIFT +0)	ติดตั้งหน้าต่างการวัด(measurement window)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	EMC key (SHIFT +1)	ประมวลผลฟังก์ชั่น EMC
	CONFIG key (SHIFT +2)	ตั้งค่าเครื่องวิเคราะห์
	UTIL key (SHIFT +3)	ประมวลผลยูทิลิตี้ฟังก์ชั่น
	MEM key (SHIFT +4)	การ์ดหน่วยความจำทำงาน
	CAL key (SHIFT +5)	ปรับค่าเครื่องวิเคราะห์(calibrate the analyzer)
	COPY key (SHIFT+8)	คัดลอก
	LABEL key (SHIFT +9)	ใส่ข้อความในหน้าจอ
28.	BS key	Backspace เพื่อแก้ไขตัวเลข
29.	UNITS key	เลือกกำหนดหน่วย
	GHz key	ความถี่ในหน่วย GHz ในระดับ +dBm
	MHz key	ความถี่ในหน่วย MHz ในระดับ –dBm เวลาเป็นนาที
	kHz key	ความถี่ในหน่วย kHz ในระดับ mV เวลาเป็นวินาที
	Hz key	ความถี่ในหน่วย Hz เวลาเป็นμsec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพแสดงภาพด้านหน้าของ PANEL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

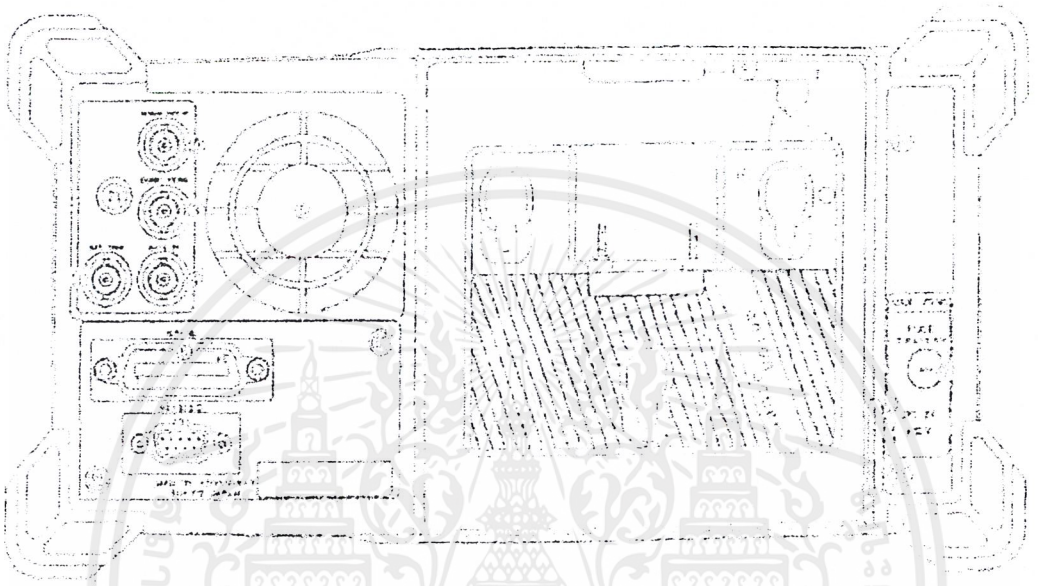
ด้านหลัง panel

แสดงส่วนประกอบและรายละเอียดดังนี้

NO.	ชื่อ	ความหมายของฟังก์ชั่น
1.	EXT TRIG Connector	TTL อินพุท ควบคุมการเริ่มต้นกวาดข้อมูล, ที่ขาแอกทีฟ สามารถเลือกได้ทั้งขาขึ้นและขาลง,ความต้านทานอินพุท 10 Ω
2.	10 MHz REF IN Connector	สัญญาณอ้างอิง 10 MHz ,ระดับ +8 ถึง 16 dB.n ความต้านทาน อินพุท 50 Ω
3.	COMP VIDEO Connector	ส่วนประกอบของ วีดีโอเอาท์พุท, 1V p-p ความต้านทางเอาท์พุท 75 Ω มาตราฐานNTSCและ PALของวีดีโอเอาท์พุท เช่น option ซึ่งมาตราฐานทั้งคู่จะ ไม่ทำงานพร้อมกัน
4.	External Sweep Control	ควบคุมการกวาดข้อมูลและการวัด TTLระดับสูงจะอนุญาติการ ควบคุม, TTL ระดับต่ำจะหยุดการควบคุม
5.	Cooling Fan	ระบายความร้อนให้กับเครื่องวิเคราะห์
6.	GP-IB Connector	ตัวติดต่อ GPIB สำหรับควบคุมจากภายนอก หรือ พริ้นเตอร์, พลอตเตอร์
7.	RS-232 Connector	ตัวติดต่อ สำหรับติดต่อกับตัวควบคุมภายนอกเมื่อรีโหมดควบคุม ของเครื่องวิเคราะห์มีการใช้ GPIB อินเตอร์เฟส
8.	Battery Mount	แบตเตอร์รี่ หรือ AC/DC adapter
9.	FUSE	ฟิวส์ สำหรับ แหล่งจ่ายไฟ DC ภายนอก
10.	DC IN Connector	จุดต่อสายจากแหล่งจ่ายไฟ DC ภายนอก ช่วงแรงดันอินพุท : +10V ถึง +16V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพแสดงภาพด้านหลังของ PANEL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

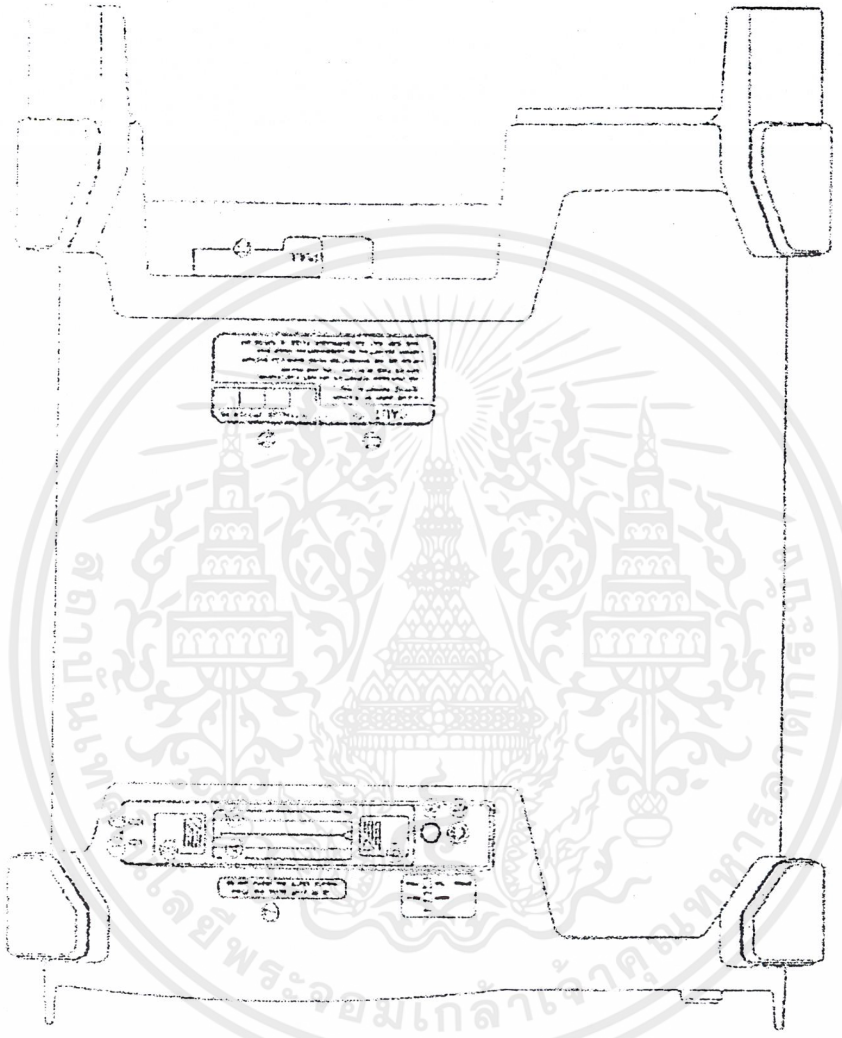
ด้านบน panel

แสดงส่วนประกอบและรายละเอียดดังนี้

NO.	ชื่อ	ความหมายของฟังก์ชั่น
1.	Drive A Lamp	มีแสงไฟเมื่อการ์ดหน่วยความจำ A ถูกใช้
2.	Drive B Lamp	มีแสงไฟเมื่อการ์ดหน่วยความจำ B ถูกใช้
3.	Drive B Eject	กดปุ่มสำหรับตัดการ์ดหน่วยความจำ B ออก
4.	Drive A Slot	สอดการ์ดหน่วยความจำ A
5.	Drive B Slot	สอดการ์ดหน่วยความจำ B
6.	Drive A Eject	กดปุ่มสำหรับตัดการ์ดหน่วยความจำ A ออก
7.	คำเตือน ห้ามกดปุ่ม Eject ในขณะ Drive Lamp ทำงาน	
8.	Volume and Intensity Knob	ตัวหมุนเพื่อควบคุมความสว่างและระดับเสียงจากตัวตรวจสอบ AM/FM
9.	Ear Phone Connector	ใช้หูฟังสำหรับ 8Ω และตัวตรวจสอบ AM/FM
10.	Option List	จำนวนตัวเลือกในรายการ
11.	คำเตือน - การเปิดเข้าภายในตัวเครื่องต้องเป็นผู้ที่ได้รับการอพรมเท่านั้น - สำหรับการป้องกันอันตรายจากไฟจะใช้ฟิวส์ที่มีชนิดและอัตราเดียวกัน - ไม่ควรใช้แหล่งจ่ายไฟธรรมดาหรือแบตเตอร์รี่ - ก่อนจะทำการติดต่อหรือไม่ ต้องแน่ใจว่าอุปกรณ์ต้องปิดแล้ว	
12.	Battery or AC/DC Adapter detachment lever	ถอดออกจากแบตเตอร์รี่หรือAC/DC adapter

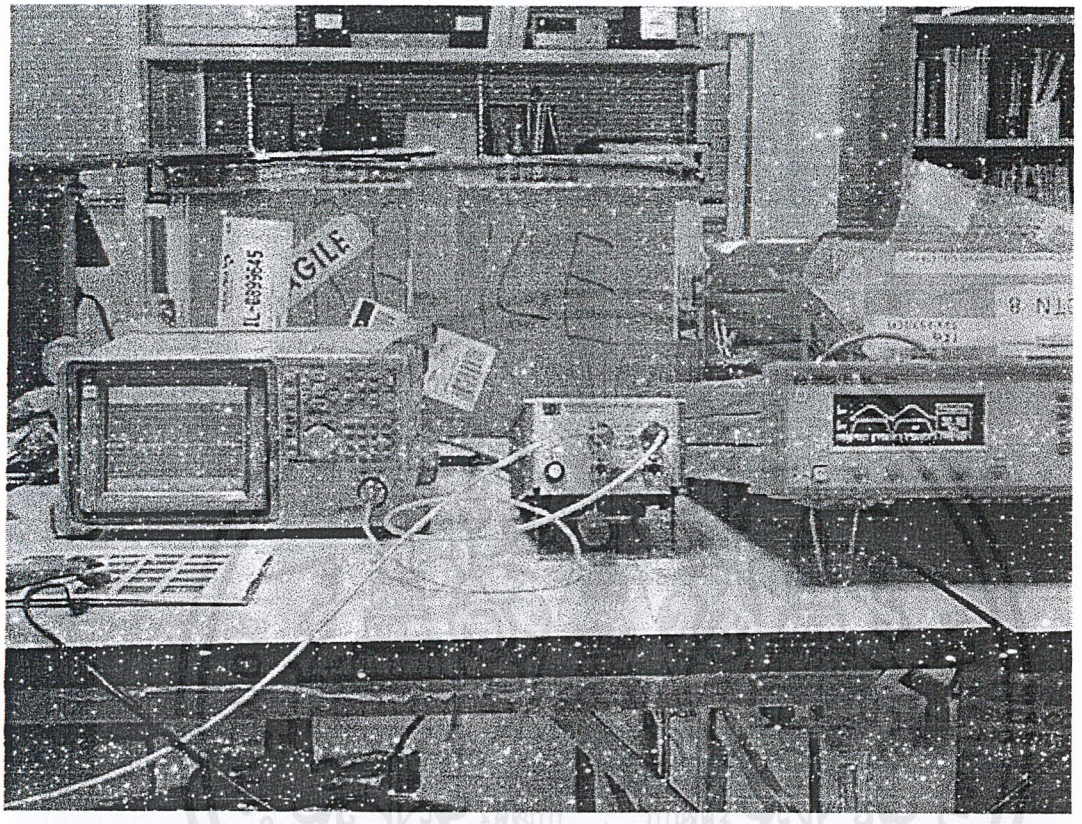
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

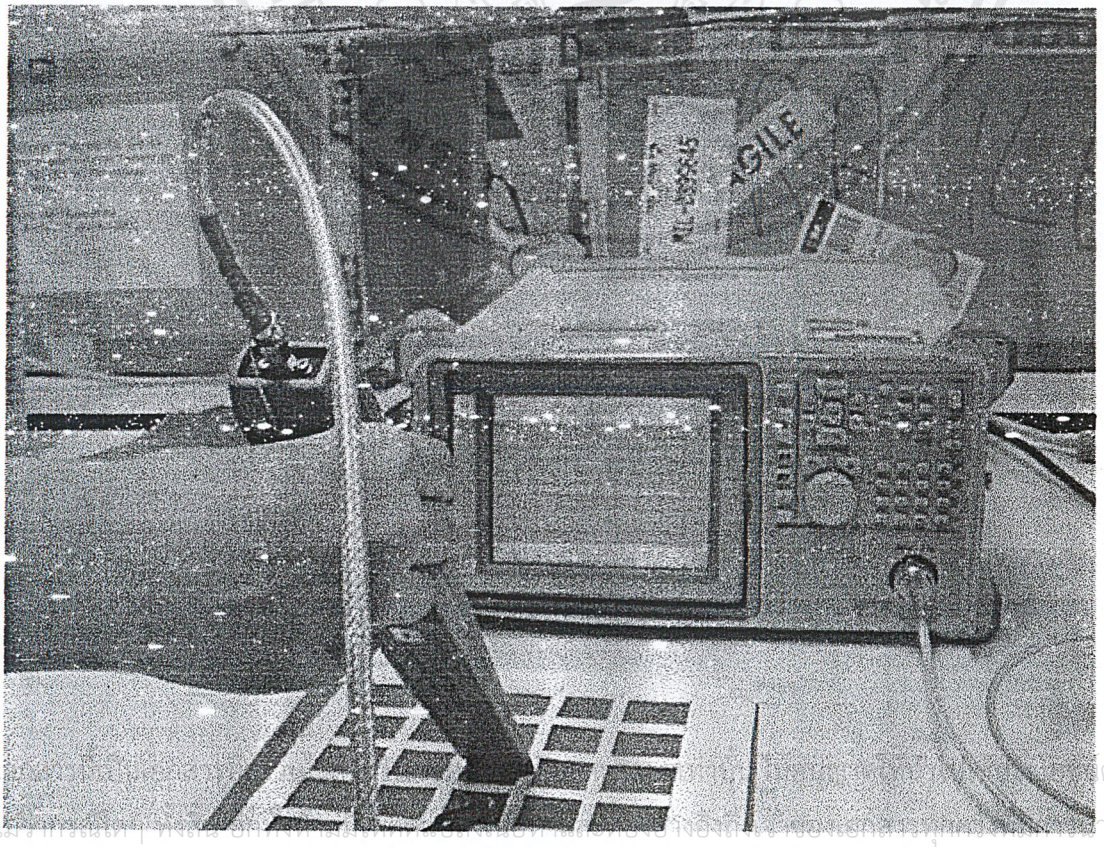
รูปภาพแสดงภาพด้านบนของ PANEL



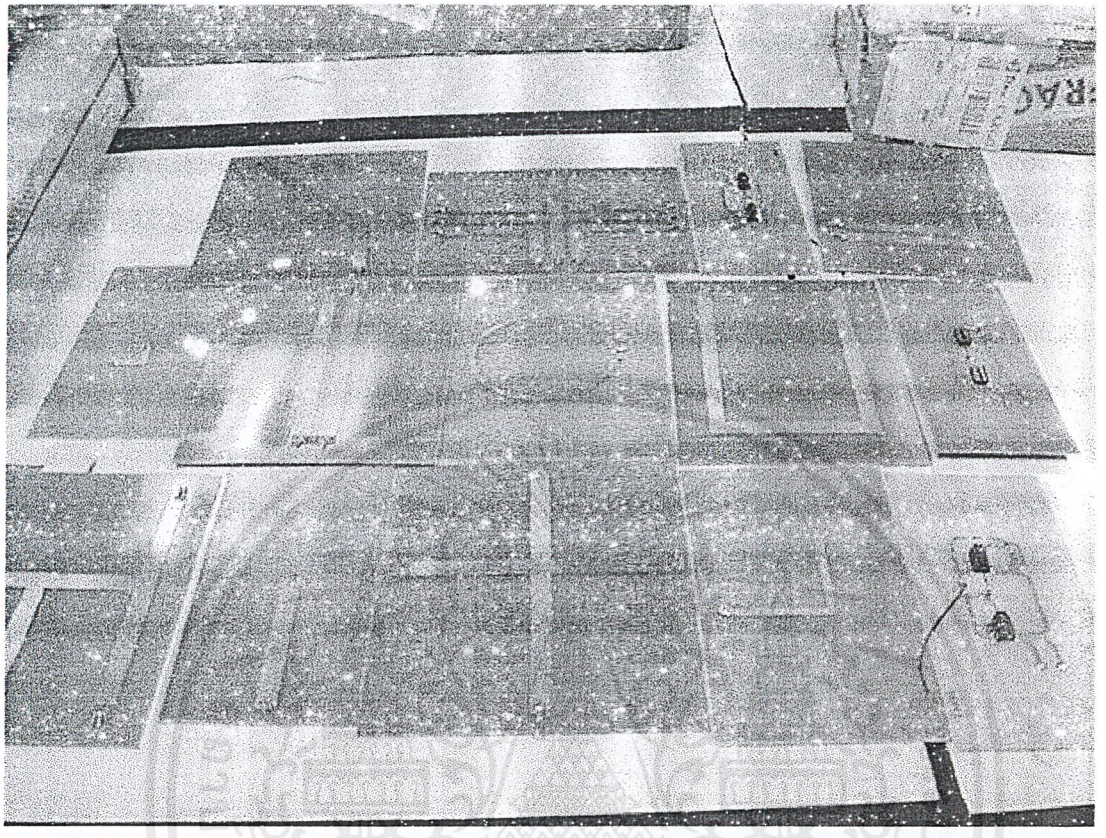
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

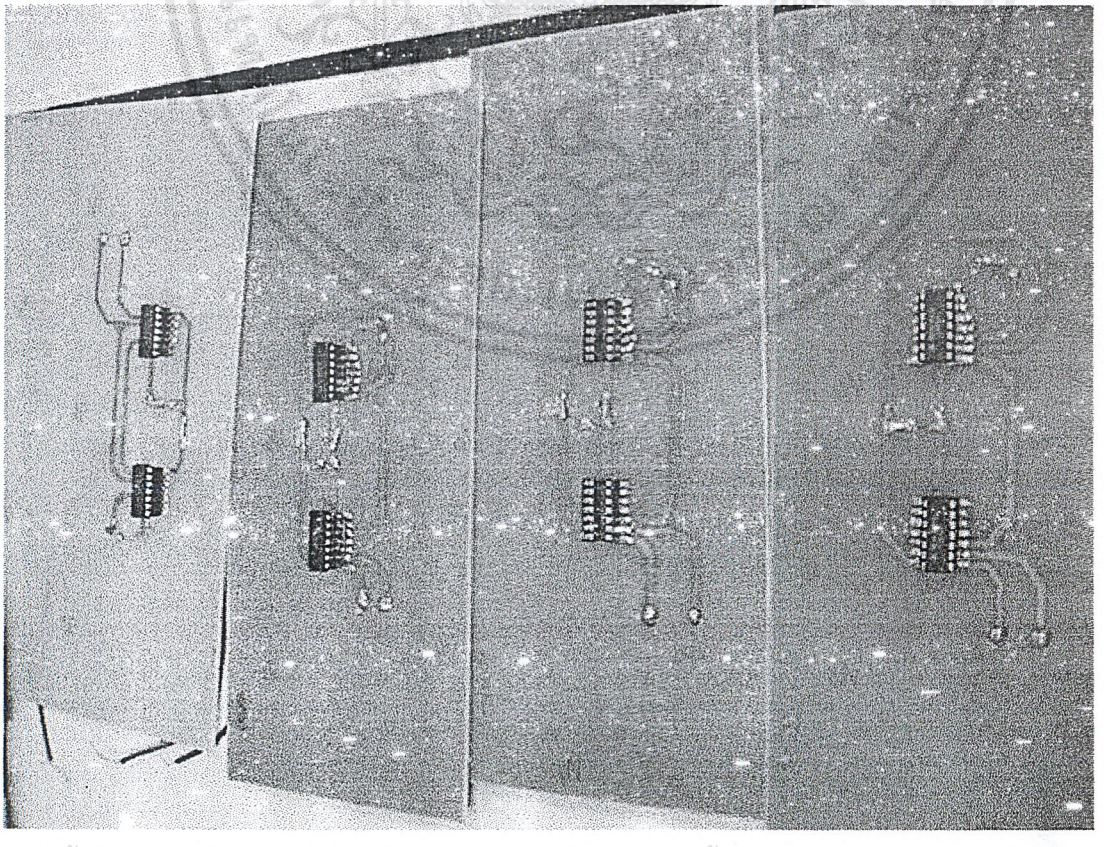
ค. ภาพถ่ายประกอบการทดลอง





ด้านการค้า





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น ต้องขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้วิชาความรู้แก่ศิษย์จนกระทั่งประสบผลสำเร็จด้วยดีและโดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. โยธิน เปรมปราณีรัชต์ และ อาจารย์สุมิตร พนาอุดมทรัพย์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและชี้แนะเกี่ยวกับการทำปริญญานิพนธ์มาเป็นอย่างดีและได้ตรวจสอบแก้ไขจนปริญญาฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่ม และขอขอบคุณ คุณไกรสร อัญชลีวรพันธุ์ , คุณ ชนาเนตร์ ชวรางกูร และ คุณอำนาจ ฤชุโฆษิตสวัสดิ์ รุ่นพี่ที่คอยให้คำปรึกษาและให้ความร่วมมือทั้งทางด้านอุปกรณ์และทฤษฎีปฏิบัติ และขอขอบใจในน้ำใจของเพื่อน ๆ

ท้ายนี้ที่สำคัญต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง คุณพ่อและคุณแม่ที่ให้โอกาสในการศึกษาคอยให้ความช่วยเหลือและกำลังใจมาโดยตลอด

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงและแหล่งข้อมูล

Jeffrey P. Mills , " Electromagnetic Interference Reduction In Electronic System " , PTR Prentice Hall , New Jersey , U.S.A ,1993

J.W. Molyneux-Child , " EMC SHIELDING MATERIALS " , Second Edition , Newnes , England ,1997

Mark Terrien," THE HP 11940A CLOSE FIELD PROBE",Hewlett Packard Company,47 p. ,1986

" U4941 SERIES RF FIELD ANALYZER INSTRUCION MANUAL",

1-1to 8-23 p.,1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้