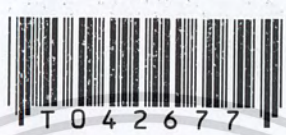
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การวิเคราะห์สเปคตรัมของปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น



โดย
นางสาววันวิสา ชัชวงษ์
นายเสกสรรค์ บัญญัติศิลป์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42677
วัน, เดือน, ปี 6 มิ.ย. 2545

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การวิเคราะห์สเปคตรัมของปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น

โดย นางสาววันวิสา ชัชวงษ์
นายเสกสรรค์ บัญญัติศิลป์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.อรลาภ แสงอรุณ
ผศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

ปีการศึกษา 2543

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

.....

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
( )
.....ประธานกรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์สเปคตรัมของปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น

โดย

นางสาววันวิสา ชัชวงษ์

นายเสกสรรค์ บัญญัติศิลป์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.อรลาภ แสงอรุณ

ผศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์สเปคตรัมของปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น โดยใช้โปรแกรม MATLAB เริ่มต้นจากนำข้อมูลมาทำการแปลงฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม เพื่อให้สัญญาณอยู่ในรูปของ Frequency domain ซึ่งในโปรแกรมจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ ส่วนในการรับข้อมูลเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์, ส่วนของการแสดงสัญญาณให้ออกมาในรูปของแกนเวลาและแกนความถี่ และส่วนที่แสดงถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ถึงปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น แล้วนำมาสรุปมาเป็นทฤษฎี และใช้ศึกษาในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analysis Amplitude Scintillation Spectra

By

Miss.Vanvisa Chutchavong

Mr.Sakesan Bunyadsin

Advisor

Asst.Prof.Ornlarp Sangaroon

Asst.Prof.Dr.Attasit Lasakul

Academic Year 2000

Abstract

This thesis presents the analysis amplitude scintillation spectra by MATLAB. Our process starts from receive data and transfer to fast fourier transform for analysis to frequency domain of signal. This program is consists of the sections for data to analysis, the section of present to time domain and frequency domain and the section of present to standard deviation. All those, that for analysis to scintillation phenomena and then is make to the summary for the theory and use to study in the next step

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.อรลาภ แสงอรุณ ที่ให้โอกาส และความช่วยเหลือแนะนำต่าง ๆ พร้อมทั้งเอกสาร จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่าง ๆ แนวทางการแก้ไขปัญหา ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณนายสรพงษ์ แซ่เตีย ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด ขอขอบคุณหอสมุดกลาง ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา และมารดา ที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านทุนการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.4 แนวความคิด	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	3
บทที่ 2 ปรากฏการซินทิลเลชั่น (Scintillation Phenomena)	4
2.1 ความหมายของซินทิลเลชั่น	4
2.2 รายละเอียดการวัดข้อมูล	4
2.3 วิธีการวิเคราะห์	5
2.4 สมการที่ใช้วิเคราะห์ปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น	5
บทที่ 3 การประมวลผลของสัญญาณไฟฟ้า (Digital Signal Processing)	6
3.1 ทำไมต้อง Digital Signal Processing	6
3.2 ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง	6
3.3 การแก้ไขปัญหาด้าน Signal Processing	7
3.3.1 คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับสัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลา	8
3.3.2 คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา	10
บทที่ 4 ทฤษฎีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (Fast Fourier Transform)	11
4.1 ทฤษฎีดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (The Discrete Fourier Transform)	11
4.2 ทฤษฎีฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (Fast Fourier Transform)	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2.1 การคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์	15
4.2.2 ตัวอย่างการคำนวณหาฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	15
บทที่ 5 MATLAB ที่ใช้ในฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	21
บทที่ 6 ผลการทดลอง	24
6.1 ลักษณะการเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหันของสัญญาณ	24
6.2 Time-domain และ Frequency-domain	24
6.3 วิธีการนำข้อมูล (data) เข้ามาใช้ในโปรแกรม	26
6.4 กราฟแสดงความถี่ที่เกิดปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น	27
6.5 การลดทอนเนื่องจากฝนและการกระเพื่อมในการแพร่กระจายคลื่นของแอมปลิจูด	29
บทที่ 7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	31
7.1 สรุปผลการวิเคราะห์	31
7.2 ปัญหาที่พบ	31
7.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา	32
7.4 แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรม	32
ภาคผนวก ก.	33
คู่มือการใช้โปรแกรม	34
ภาคผนวก ข.	56
โปรแกรมการวิเคราะห์	57
หนังสืออ้างอิง	117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 3.1 สรุปหัวข้อหลัก ๆ เกี่ยวกับสัญญาณ 2 ประเภท	8
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบจำนวนการคำนวณระหว่างดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มและฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	16
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	19
ตารางที่ 5.1 รูปแบบการใช้งานฟังก์ชัน fft	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของสัญญาณดาวเทียมที่นำมาวิเคราะห์	5
รูปที่ 3.1 ระบบประมวลผลสัญญาณดิจิตอลพื้นฐาน	7
รูปที่ 3.2 ระบบในโดเมนเวลา	8
รูปที่ 3.3 ระบบที่เป็น linear time invariant	9
รูปที่ 3.4 การคอนโวลูชั่นแบบไม่ต่อเนื่อง	10
รูปที่ 4.1 ดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	11
รูปที่ 4.2(ก) การหาค่า 8 จุดฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	14
รูปที่ 4.2(ข) การหาค่า 8 จุดฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	14
รูปที่ 4.2(ค) หลักการคำนวณโดยใช้บัตเตอร์ฟลายเดียว	15
รูปที่ 4.3(ก) อินพุท 16 จุดฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	16
รูปที่ 4.3(ข) เอาท์พุทของ 16 จุดฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	16
รูปที่ 4.3(ค) การสุ่มข้อมูลต่าง ๆ จากฟังก์ชัน COS (3t) + SIN (10t)	17
รูปที่ 4.3(ง) ฟังก์ชันซายน์, โคซายน์ และผลลัพท์ที่ได้จากฟูเรียร์ทรานฟอร์ม	18
รูปที่ 4.3(จ) วิธีการหาฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม 32 จุด	18
รูปที่ 5.1 แสดงวิธีการแปลงฟูเรียร์โดยใช้คำสั่ง fft	22
รูปที่ 5.2 การหาค่าฟูเรียร์โดยใช้คำสั่ง fft	23
รูปที่ 6.1(ก) ลักษณะของสัญญาณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน	24
รูปที่ 6.1(ข) ลักษณะของสัญญาณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในขณะฝนตก	24
รูปที่ 6.2(ก) แสดงสัญญาณดาวเทียมในย่าน C-Band ที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับทาง Time-domain	25
รูปที่ 6.2(ข) แสดงสัญญาณดาวเทียมในย่าน C-Band ที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับทาง Frequency-domain	25
รูปที่ 6.3 แสดงข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel	26
รูปที่ 6.4 แสดงข้อมูลจำนวน 60,000 ค่า ที่ load มาจาก Notepad	27
รูปที่ 6.5 แสดงข้อมูลในย่าน C-Band เป็น Spectrum ใน Frequency-domain	28
รูปที่ 6.6 แสดงการปรับ Scale Magnitude และ Scale Frequency	28
รูปที่ 6.7 แสดงกราฟ Power Spectral Density Function	29

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในยุคปัจจุบันคอมพิวเตอร์ ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากมายต่อชีวิตความเป็นอยู่ในแทบจะทุก ๆ ด้าน ก็ว่าได้ คอมพิวเตอร์จะถูกนำไปใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น ด้านวิศวกรรมทางการแพทย์ และงานอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ โดยเฉพาะงานทางด้านวิศวกรรมนั้น คอมพิวเตอร์จะถูกนำมาใช้แทบจะทุกสาขา ไม่ว่าจะเป็นด้านการสื่อสาร งานด้านการออกแบบโครงสร้าง งานประมวลผลภาพ ตลอดจนถึงงานด้านเอกสารในสำนักงานที่มีการติดต่อเชื่อมโยงเครือข่ายของข้อมูลเป็นระบบที่เรียกว่า Office automation และในปัจจุบันได้เริ่มเข้าสู่ยุคของการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีข่าวสาร ความสามารถของคอมพิวเตอร์ถูกวัดด้วยความเร็วในการประมวลผล และเวลาที่ใช้ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่อง และแหล่งข้อมูล

การติดต่อสื่อสารในระยะทางที่ห่างไกลนั้นสามารถส่งผ่านข้อมูลข่าวสารได้โดยผ่านทางสัญญาณดาวเทียม ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย เป็นต้นว่า ข้อมูลภาพถ่ายทางดาวเทียมสามารถนำมาใช้ในการพัฒนา และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ภาพสภาพแวดล้อมของโลก การสำรวจหรือพยากรณ์ในระยะทางไกล ซึ่งปัญหาอย่างหนึ่งในการติดต่อสื่อสารผ่านดาวเทียมคือ การผิดเพี้ยนหรือการจางหายของสัญญาณ เป็นผลให้การรับส่งข้อมูลข่าวสารเกิดอุปสรรคเนื่องจากข้อมูลขาดความชัดเจนหรืออาจจะได้ข้อมูลที่ผิดจากความเป็นจริงเลยก็ได้

เราสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุหรือช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณอย่างกระทันหันที่เรียกว่าซินทิลเลชั่น (Scintillation) นี้ได้โดยการวิเคราะห์สเปกตรัมของสัญญาณว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ ซึ่งเราจะประยุกต์ใช้โปรแกรม MATLAB และทฤษฎีการประมวลผลของสัญญาณที่เรียกว่า Digital Signal Processing เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ อีกทั้งยังใช้ทฤษฎีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (Fast Fourier Transform) ในการคำนวณหาสเปกตรัมของสัญญาณซินทิลเลชั่นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลกระทบจากสภาพแวดล้อมของภูมิอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหันของสัญญาณดาวเทียมในย่าน C-Band และย่าน Ku-Band

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อหาช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหันของสัญญาณ หรือเป็นช่วงที่เกิดซินทิลเลชั่นซึ่งทำให้ที่ภาครับรับสัญญาณได้ไม่ถูกต้อง ผิดเพี้ยนไปจากเดิม

3. สามารถแสดงช่วงที่เกิดซินทิลเลชั่นได้ด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความถี่ กับค่าสูงสุดของระดับสัญญาณ (peak to peak) จากสัญญาณดาวเทียมที่บันทึกได้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณอย่างกระทันหัน โดยมีจุดมุ่งหมายของงานวิจัยคือ เพื่อหาค่าความถี่ในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น หรือช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหันของสัญญาณ

2. พัฒนาขีดความสามารถของโปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป คือ สามารถแก้ไขปัญหารูปสัญญาณในช่วงที่มีความถี่ต่ำได้

1.4 แนวความคิด

เราได้ทำการตรวจสอบค่าสูงสุดของระดับสัญญาณ ซึ่งเป็นแฟคเตอร์ที่สามารถใช้วิเคราะห์ปรากฏการณ์ซิลทิลเลชั่นไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณของซิลทิลเลชั่นจะเล็กหรือใหญ่ ถึงแม้ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสัญญาณที่เล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงในระหว่างวันทั้งสองจะต่างกัน

การเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณในช่วงเวลาสั้น ๆ (ประมาณ 1 ชั่วโมง) จะลักษณะเป็นการแจกแจงธรรมดา (Normal Distribution) ดังนั้นในโครงงานนี้เราใช้ค่าสูงสุดของระดับสัญญาณเป็นหลักในการหาค่าการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณของซินทิลเลชั่น แต่สัญญาณซินทิลเลชั่นเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลอย่างมาก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาช่วงความถี่ที่เกิดปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น ซึ่งจะหาลักษณะพิเศษของมันเฉพาะในช่วงที่เกิดซินทิลเลชั่น เพื่อที่จะทราบลักษณะของสัญญาณที่เกิดปรากฏการณ์ซิลทิลเลชั่นแต่ละชนิด จำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อมูลในหลาย ๆ วันหรือหลาย ๆ เดือน เพื่อแสดงคุณลักษณะของซินทิลเลชั่นนั้น ๆ ว่าน่าจะเป็นสภาพภูมิอากาศแบบใด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทราบถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณดาวเทียมที่มีผลกระทบจากสภาวะแวดล้อมของอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป

2. สามารถทำการวิเคราะห์หาช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหันของสัญญาณดาวเทียมซึ่งแสดงด้วยค่าความถี่กับค่าสูงสุดของระดับสัญญาณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากข้อมูลที่เก็บบันทึกและศึกษาวิเคราะห์ได้ ใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขระบบของการส่งสัญญาณดาวเทียมอันมีสาเหตุมาจากการจางหายของสัญญาณได้

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่าง ๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

- บทที่ 2 ปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้ คือ ความหมายของซินทิลเลชั่น, รายละเอียดของการวัดข้อมูล, วิธีการวิเคราะห์, สมการที่ใช้วิเคราะห์ปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น

- บทที่ 3 การประมวลผลของสัญญาณไฟฟ้า กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับการประมวลผลของสัญญาณไฟฟ้า, ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง, การแก้ปัญหาด้าน Signal Processing ซึ่งประกอบด้วยคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับสัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลา และคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา

- บทที่ 4 ทฤษฎีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม ประกอบด้วย ทฤษฎีดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์ม และทฤษฎีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

- บทที่ 5 โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม จะแสดงตัวอย่างของการแปลงฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มด้วย MATLAB

- บทที่ 6 ผลการทดลอง ประกอบด้วย ลักษณะการเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน, Time – domain และ Frequency – domain, กราฟแสดงความถี่ที่เกิดปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น, การลดทอนเนื่องจากฝน และการกระเพื่อมในการแพร่กระจายคลื่นของแอมปลิจูด

- บทที่ 7 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ประกอบด้วย การสรุปผลการวิเคราะห์, ปัญหาที่พบ, แนวทางการแก้ปัญหา และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโปรแกรม

- ภาคผนวก ก คู่มือการใช้โปรแกรม MATLAB

- ภาคผนวก ข โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น
(Scintillation Phenomena)

2.1 ความหมายของซินทิลเลชั่น

ซินทิลเลชั่น (Scintillation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงอย่างกระทันหันของระดับสัญญาณเนื่องจากชั้นบรรยากาศตลอดเส้นทางการแพร่กระจายสัญญาณ จากดาวเทียมไปยังสถานีภาคพื้นดิน อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการจางหาย (Fading) ได้ โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร เช่นประเทศไทย สัญญาณที่รับในย่าน Ku-Band ซึ่งในปัจจุบันใช้จานสายอากาศที่มีขนาดเล็ก จะได้รับผลกระทบจากการเกิดปรากฏการณ์ซินทิเลชั่นเนื่องจากชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ (Troposphere) อยู่หลายเดซิเบล (dB) และสัญญาณที่รับในย่าน C-Band มุมเงยของจานสายอากาศที่อยู่สถานะต่ำจะทำให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับมุมเงยสูง ดังนั้นต้องตรวจสอบเงื่อนไขแต่ละข้ออย่างละเอียด เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนาระบบและเป็นข้อพิจารณาในการควบคุมกำลังอย่างเหมาะสม โดยคาดการณ์จากข้อมูลแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณอย่างกระทันหันในแต่ละวัน

2.2 รายละเอียดการวัดข้อมูล

การทำงานเริ่มจากทำการรับสัญญาณดาวเทียมจากดาวเทียมไทยคม 2 ซึ่งทำการวัดที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เส้นแวงที่ 100.8 องศาตะวันออก เส้นรุ้งที่ 13.76 องศาเหนือ เข้ามาที่เครื่องรับสัญญาณแต่เนื่องจากสัญญาณความถี่ขาลง (Down link) ของสัญญาณดาวเทียมนั้นมีความถี่สูงมากคือในช่วง 3.7-4.2 GHz สำหรับสัญญาณย่าน C-Band และความถี่สูงถึง 11.7-12.2 GHz สำหรับความถี่ย่าน Ku-Band ดังนั้นจึงไม่สามารถนำเอาสัญญาณจาก LNB ของภาครับสัญญาณมาใช้เป็นอินพุทของเครื่องบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณดาวเทียมได้โดยตรง ดังนั้นจึงใช้สัญญาณจากภาค Automatic Gain Control (AGC) แทน ซึ่ง AGC นี้จะเป็นตัวควบคุมอัตราการขยายของภาคต่าง ๆ หลังจากนั้นสัญญาณดังกล่าวจะเข้ามาที่เครื่องบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณดาวเทียม เครื่องบันทึกสัญญาณก็จะทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณ แต่หน่วยความจำของเครื่องบันทึกมีจำนวนจำกัด ดังนั้นจึงต้องนำมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วิธีการวิเคราะห์

นำสัญญาณดาวเทียมในช่วงที่มีการเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน (Scintillation) ในความถี่ย่าน C-Band และความถี่ย่าน Ku-Band ซึ่งสัญญาณดังกล่าวมีลักษณะดังรูปที่ 2.1 มาทำการวิเคราะห์ ซึ่งในการทดลองนี้ได้กำหนดช่วงเวลาในการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) ของข้อมูลไว้ที่ 48 จุดต่อนาที เพื่อให้มีความมั่นใจว่าระบบจะทำงานได้ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลที่บันทึกได้นำมาคำนวณหาค่าความถี่กับค่าสูงสุดของระดับสัญญาณ (Peak to Peak) ทุก ๆ 5000 ค่าแล้วหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าทั้งสอง แล้วตรวจสอบคุณลักษณะของสัญญาณ

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของสัญญาณดาวเทียมที่นำมาวิเคราะห์

2.4 สมการที่ใช้วิเคราะห์ปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น

จากลักษณะสัญญาณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน (Scintillation) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เราจะนำมาวิเคราะห์หาค่าความถี่ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าสูงสุดของระดับสัญญาณ (Peak to Peak) ในแต่ละค่า ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากหลักการที่ว่า

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมรับค่าได้ 48 ค่า / นาที

หรือรับได้ 48 ค่า / 60 วินาที

เพราะฉะนั้น 1 ค่า ใช้เวลา 1.25 วินาที จึงมีความถี่เป็น 0.8 Hz

สรุปได้ว่า $Ts = 1.25$ sec

$Fs = 1 / Ts = 0.8$ Hz

จากหลักการทฤษฎีสุ่มตัวอย่าง คือ

$$fs \geq 2f1$$

เพราะฉะนั้น ความถี่ $f1 = 0.4$ Hz

หลังจากนั้นก็นำค่าความถี่ และค่าสูงสุดของระดับสัญญาณ (peak to peak) ที่ได้มาแสดงในลักษณะกราฟเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของค่าทั้งสองเพื่อนำไปเป็นข้อสรุปต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การประมวลผลของสัญญาณไฟฟ้า
(Digital Signal Processing)

3.1 ทำไมต้อง Digital Signal Processing

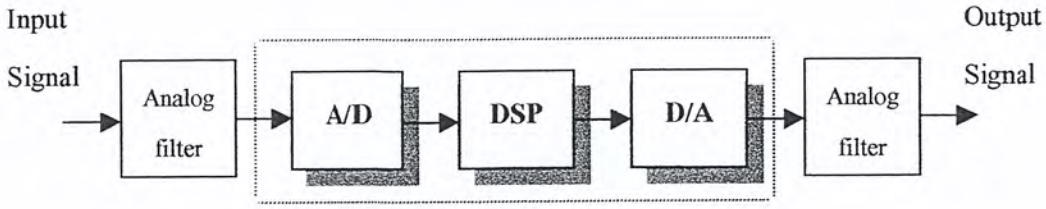
ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ในแทบจะทุก ๆ ด้าน คอมพิวเตอร์ได้ถูกใช้เป็นเครื่องตัดสินใจแทนมนุษย์อยู่เสมอ มันได้เปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และการบริโภคของมนุษย์

วิทยาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเครื่องประเภทพีซี (Personal Computer) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแต่ก่อนมาก ทั้งทางด้านความจุของหน่วยความจำ และความเร็วในการประมวลผล แต่ราคากลับต่ำลงเรื่อย ๆ ทำให้การศึกษาเรื่องของการประมวลผลของสัญญาณไฟฟ้านั้น สามารถทำได้ง่ายขึ้น เพราะสามารถนำเอาคอมพิวเตอร์มาประมวลผลได้ ซึ่งนับเป็นข้อดีอย่างหนึ่งของการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ เพราะสามารถที่จะพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็วเพราะมีข้อมูลเดิมอยู่ในหน่วยความจำตลอดเวลา อีกทั้งยังสามารถสร้างหรือเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์โดยการเขียนโปรแกรมไว้ในคอมพิวเตอร์ สามารถจำลองดูผลการทำงาน, บันทึกผลไว้ประมวลต่อไปได้ปัจจุบันมีอุปกรณ์เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลสัญญาณโดยฮาร์ดแวร์ ซึ่งจะมีความเร็วสูงมาก และได้พัฒนาความเร็วสูงไปเรื่อย ๆ ซึ่งมีมากมายหลายแบบตามคุณสมบัติของผู้ใช้ นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมสำเร็จรูปเกี่ยวกับการประมวลสัญญาณ เช่น MATLAB, Mathematica เป็นต้น ซึ่งมีระบบแสดงผล graphics ที่น่าสนใจ ง่ายต่อการทำความเข้าใจ จึงสามารถนำไปใช้ในการศึกษาและประยุกต์ใช้งานจริง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้นผู้ที่สนใจก็จะสามารถศึกษาด้วยตนเองได้แม้ที่บ้าน

3.2 ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง

การประมวลผลสัญญาณดิจิตอลด้วยคอมพิวเตอร์นั้น สัญญาณไฟฟ้าที่จะถูกประมวลผลจะต้องถูกเปลี่ยนให้ไปเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน เราสามารถทำได้โดยการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) สัญญาณหรือเรียกอีกอย่างว่า การทำ A/D (Analog to Digital) จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งต่อไปประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ เมื่อประมวลผลเสร็จผลที่ได้ก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นอนาล็อก (Digital to Analog) อีกครั้งเพื่อไปใช้งานต่อไป หรืออาจจะถูกเก็บไว้ที่หน่วยความจำเพื่อใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในอนาคตก็ได้ ซึ่งสามารถสรุปได้ง่าย ๆ ดังรูปที่ 3.1 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ระบบประมวลผลสัญญาณดิจิตอลพื้นฐาน

ในรูปจะเห็นว่าจะมีอนาล็อกฟิลเตอร์อยู่สองส่วนด้วยกัน ส่วนหน้าจะเป็นอนาล็อกฟิลเตอร์ที่ทำหน้าที่จำกัดความถี่ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการทำการประมวลผลเท่านั้นผ่านสู่ A/D ส่วนฟิลเตอร์ที่ส่วนหลังจะเป็นอนาล็อกฟิลเตอร์ที่ทำหน้าที่ลดผลของ Sharp Transition ของส่วน D/A

เราได้ทราบแล้วว่าการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลนั้น ในเบื้องต้นต้องมีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) สัญญาณอนาล็อกก่อน ซึ่งความถี่ในการสุ่มตัวอย่างโดยไม่ทำให้สัญญาณสูญเสียข้อมูลสำคัญไปนั้น ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างของแชนนอน (Shannon) กล่าวไว้ว่า "สัญญาณควรจะถูกสุ่มตัวอย่างด้วยความถี่ Sampling ที่มีค่ามากกว่าหรือประมาณ 2 เท่าของความถี่สูงสุดที่เราจะทำการประมวลผล" หากเราให้สัญญาณอินพุทเป็น f_i และความถี่ Sampling เป็น f_s เราก็จะได้สมการง่าย ๆ คือ

$$f_s \geq 2f_i$$

โดยทั่วไปเราอาจสุ่มตัวอย่างด้วยค่าความถี่ $f_s = 2f_i$ พอดีค่าความถี่นี้มีชื่อเรียกว่า " ความถี่ไนควิสต์ " (Nyquist frequency) ในทางปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงผลของปรากฏการณ์ไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinearity) ที่อาจเกิดจากการสุ่มตัวอย่าง เรามักใช้ความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง f_s มากกว่าค่าความถี่ไนควิสต์ขึ้นไป ส่วนจะมีค่าเท่าใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะงาน ไม่ได้มีการกำหนดค่าแน่นอน

ตามทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างของ แชนนอน นั้นเห็นได้แล้วว่าการจะสุ่มตัวอย่างสัญญาณได้ถูกต้องก็ต่อเมื่อต้องรู้ค่าแถบความปฏิบัติงานของสัญญาณ หรือพูดอีกนัยหนึ่ง สัญญาณต้องมีแถบความถี่ปฏิบัติงานจึงจะทำการสุ่มตัวอย่างได้ ดังนั้นในบางครั้งเพื่อให้มั่นใจว่าสัญญาณที่ทำการประมวลผล ถูกประมวลผลอย่างถูกต้อง ในภาคแรกของระบบประมวลผลสัญญาณดิจิตอล จึงต้องมีวงจรฟิลเตอร์ไว้เป็นตัวกำหนดความถี่ปฏิบัติงานของสัญญาณ ดังที่ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 3.1

3.3 การแก้ปัญหาด้าน Signal Processing

ในหัวข้อนี้จะกล่าวคร่าว ๆ ถึงวิชา Signal Processing เพื่อเป็นพื้นฐานแก่หัวข้อต่อไป ซึ่งวิชานี้มีหัวข้อหลัก ๆ คือ สัญญาณดังนี้คือระบบและคณิตศาสตร์ที่ใช้ ใน Signal Processing นั้นสามารถแบ่งสัญญาณได้เป็น 2 พวกใหญ่

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลา (Continuous - time Signal)
2. สัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา (Discrete - time Signal)

สามารถสรุปถึงหัวข้อหลัก ๆ ที่เกี่ยวกับสัญญาณ 2 ประเภทดังกล่าวได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 สรุปหัวข้อหลัก ๆ เกี่ยวกับสัญญาณ 2 ประเภท

	สัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลา	สัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา
การแทน	ODE	DE (Difference Equation)
การ transform	Laplace Transform	Z-transform
โดเมนเวลา	Convolution	Discrete Convolution
โดเมนความถี่	Fourier Transform	Discrete Fourier Transform + Fast Fourier Transform

3.3.1 คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับสัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลา

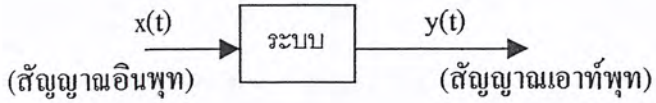
ในการศึกษาและวิเคราะห์สัญญาณนั้น จำเป็นต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น สัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลาอันหนึ่ง อาจแสดงในรูปของ Ordinary Differential Equation (ODE) จากนั้นก็จะมีวิธีการแปลง (transform) สัญญาณจากโดเมนหนึ่ง (เช่น โดเมนเวลา) ไปอยู่ในอีกโดเมนหนึ่ง (โดเมนความถี่) การแปลงดังกล่าวช่วยทำให้การวิเคราะห์สัญญาณง่ายขึ้น

1) การแทนสัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลาในโดเมนความถี่

นอกจาก X(t) สามารถแทนด้วยการแปลงลาปลาซแล้ว มันยังสามารถแมปเข้าสู่โดเมนความถี่ โดยใช้ฟูเรียร์ซีรีส (Fourier Series) และฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (Fourier Transform) ซึ่งจะกล่าวในภายหลังในรายละเอียด

2) การแทนสัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลาในโดเมนเวลา

ก่อนอื่นมาพิจารณาระบบ (system) ซึ่งบางครั้งในวิชา Signal Processing จะอ้างถึงเป็น filter ดังรูป



รูปที่ 3.2 ระบบในโดเมนเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแบ่งคร่าว ๆ ได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ

1. ระบบที่เป็นเชิงเส้น (Linear) และระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear) ระบบที่เป็นเชิงเส้นนั้นสามารถใช้หลักการวางซ้อน (Superposition) ได้ส่วนระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น จะไม่สามารถใช้ได้

2. ระบบที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time invariant) และระบบที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time varying) ในระบบที่เป็นแบบ Time invariant นั้น ถ้ามีการเลื่อนหรือล่าช้าทางเวลาในด้านเอาท์พุทของระบบที่เท่ากัน ส่วนระบบแบบ Time varying จะไม่เป็นเช่นนั้น

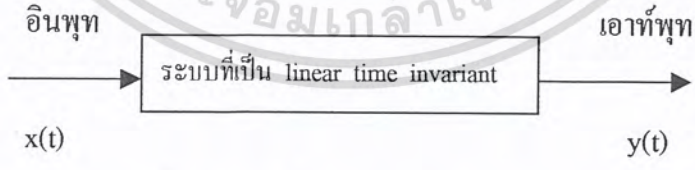
3. ระบบที่มีความจำ (Memory) และระบบที่ไม่มีความจำ (Memoryless) ระบบที่มีความจำ เช่น network ทางไฟฟ้า ที่มีตัวเก็บประจุ (C) หรือตัวเหนี่ยวนำ (L) ซึ่งจำเป็นต้องทราบเงื่อนไขเริ่มต้น (initial condition) ส่วนระบบที่ไม่มีความจำ เช่น network ทางไฟฟ้า ที่มีแต่ความต้านทานอย่างเดียว (ไม่มีอดีต)

4. ระบบ Causal หรือ nonanticipatory และระบบ non-causal หรือ anticipatory ในระบบแบบ causal นั้น อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเอาท์พุท ส่วนระบบ non-causal นั้น สัญญาณเอาท์พุท เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอินพุท ส่วนระบบ non-causal นั้น สัญญาณเอาท์พุทอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุทก็ตาม

ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วระบบที่เราพิจารณาจะถือเป็นระบบแบบ linear time-invariant

3) การคอนโวลูชั่น (Convolution)

เป็นหลักการที่สำคัญอันหนึ่งใน Signal processing บางครั้งจะถูกเรียกว่า การกรองแบบเชิงเส้น (linear filtering) ถ้าพิจารณาระบบที่เป็น linear time invaviant ดังรูป



รูปที่ 3.3 ระบบที่เป็น linear time invariant

ณ เวลาที่ t = τ และระบบมีการตอบสนองอิมพัลส์ (Impulse Response) = h(t) จะได้

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)h(t-\tau)d\tau$$

หรือเขียนย่อเป็น $y(t) = h(t) * x(t)$

โดย * = การคอนโวลูชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา (Discrete - time Signal)

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สัญญาณที่มีความต่อเนื่องทางเวลาสามารถใช้แบบจำลอง ของ ODE และจากนั้นอาจถูกแทนด้วยการแปลงลาปลาซ หรือการแปลงฟูเรียร์ เพื่อการวิเคราะห์เชิงสัญญาณเช่นกัน เราสามารถใช้ ODE แบบไม่ต่อเนื่อง (discrete ODE) และการแปลงแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete transform) กับสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา

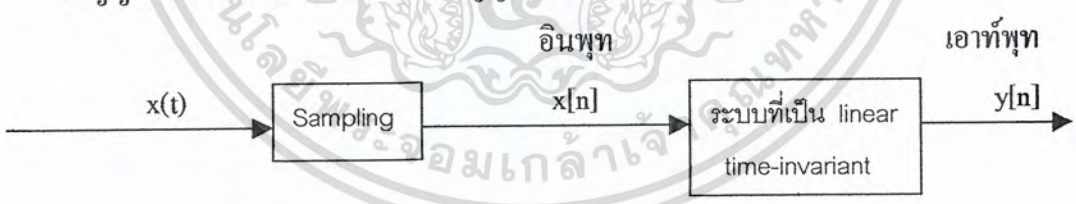
1) การแทนสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลาในโดเมนความถี่

จากที่กล่าวไว้การแปลงฟูเรียร์สามารถแปลงสัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลาให้อยู่ในโดเมนความถี่ได้ การใช้การแปลงฟูเรียร์ที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Fourier Transform (DFT)) จึงถูกนำมาใช้แทน

นอกจากนี้จากการที่นาย Cooley และ Turkey ได้ค้นพบวิธีการแปลงฟูเรียร์แบบเร็ว (Fast Fourier Transform (FFT)) ซึ่งเป็นการดัดแปลง DFT ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถให้เกิดผลหรือทำได้ในทางดิจิตอลคอมพิวเตอร์ และนำมาวิเคราะห์สัญญาณได้เป็นอย่างดี อาจนับได้ว่า FFT เป็นพื้นฐานของ Discrete-time Signal Processing (DSP)

2) การแทนสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลาในโดเมนเวลา

เช่นกันกับในสัญญาณที่ต่อเนื่องทางเวลา เราจะพิจารณาถึงการคอนโวลูชั่น แต่เป็นการคอนโวลูชั่นแบบไม่ต่อเนื่องทางเวลา (Discrete - time Convolution) อาจสรุป ได้ดังรูป



รูปที่ 3.4 การคอนโวลูชั่นแบบไม่ต่อเนื่องทางเวลา

ณ n = j และระบบมีการตอบสนองอิมพัลส์ = h[n] จะได้

$$y[n] = \sum_{j=0}^{\infty} h[n-j]x[j]$$

หรือเขียนย่อเป็น $y[n] = h[n] * x[n]$

โดย * = การคอนโวลูชั่น (ของสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลา)

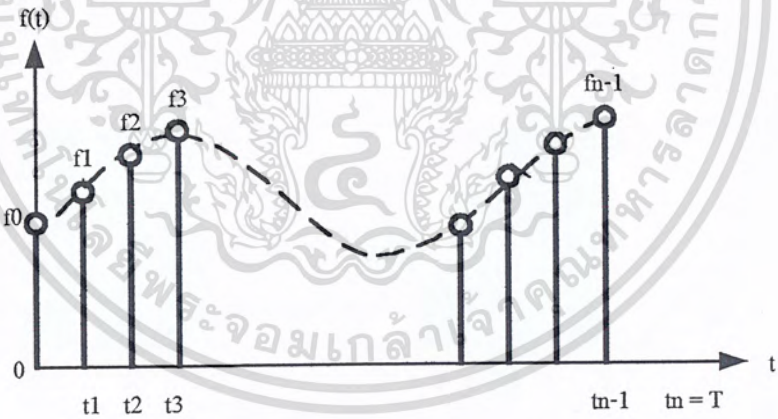
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ทฤษฎีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม
(Fast Fourier Transform)

ทฤษฎีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มเป็นการคำนวณฟูเรียร์เพื่อให้สามารถคำนวณได้เร็วขึ้นโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการคำนวณทั้งหมด ในการที่จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มจะต้องศึกษาทฤษฎีดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มเสียก่อน

4.1 ทฤษฎีดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (The Discrete Fourier Transform)

ดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มเป็นการแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่อง โดยข้อมูลที่เราสุ่มเข้ามาจะต้องเริ่มจากค่า "0" จนถึงค่า "T" ดังรูปที่ 4.1 โดยให้ค่า N เป็นจำนวนการสุ่มข้อมูลทั้งหมด โดยมีค่า t_n เป็นเวลาในการสุ่มข้อมูล และค่า f_n เป็นค่าของฟังก์ชั่นต่อเนื่องตามการสุ่มของ t_n ใด ๆ



รูปที่ 4.1 ดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

โดยข้อมูลจะอยู่ที่ตำแหน่ง n = 0, 1, 2, 3,....., N-1 สามารถเขียนสมการดีสคีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มได้

$$F_k = \sum_{n=0}^{N-1} f_n e^{-jk\omega_o n} \qquad \text{โดยค่า } k = 0 \text{ ถึง } N-1 \qquad (4.1)$$

ดังนั้นจะได้ค่าอินเวอร์สฟูเรียร์ทรานฟอร์มดังนี้

$$f_n = \frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} F_k e^{jk\omega_o n} \qquad \text{โดยค่า } n = 0 \text{ ถึง } N-1 \qquad (4.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่า $\omega_o = 2\pi/N$ และการแปลงค่าดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มจากสมการ (4.1) ต้องทำการคำนวณเป็นจำนวน N^2 โดยข้อมูลต้องอยู่ในรูปของจำนวนเชิงซ้อนเพื่อให้คอมพิวเตอร์คำนวณได้ง่าย จากสมการ (4.2) สามารถใช้ทฤษฎีของอูเลอร์ (Euler's) มาคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$e^{\pm ja} = \cos a \pm j \sin a$$

แทนสูตรของอูเลอร์ลงในสมการ (4.1) และ (4.2) จะได้

$$F_k = \sum_{n=0}^{N-1} [f_n \cos(k\omega_o n) - jf_n \sin(k\omega_o n)] \tag{4.3}$$

$$f_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} [F_k \cos(k\omega_o n) + jF_k \sin(k\omega_o n)] \tag{4.4}$$

จากสมการ (4.3) และ (4.4) สามารถนำไปเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าฟูเรียร์ต่อไป

4.2 ทฤษฎีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (Fast Fourier Transform)

ทฤษฎีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มเป็นการพัฒนามาจากดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มเพื่อให้มีการคำนวณเร็วขึ้น ซึ่งดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มต้องการข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณเป็นจำนวน N^2 แต่ฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มจะใช้ข้อมูลในการคำนวณประมาณ $N \log_2 N$

ฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มจะคำนวณเร็วกว่าดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มประมาณ 10 เท่า โดยจะใช้วิธีการแบบบัตเตอร์ฟลายหรือวิธีการของคูเลย์ - ตูคีย์ (Cooly – Tukey algorithm)

โดยสมมุติให้ $N = 2^M$ โดย M เป็นค่าจริงใด ๆ จะได้ $F_k = X(k)$, $f_n = x(n)$ จะได้สมการใหม่ดังนี้

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j(2\pi/N)nk} \tag{4.5}$$

ถ้าให้ $e^{-j(2\pi/N)nk} = W^{nk}$ ได้สมการใหม่ดังนี้

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W^{nk} \tag{4.6}$$

แบ่งสมการ (4.6) ได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N/2-1} x(2n) W_N^{nk} + \sum_{n=0}^{N/2-1} x(2n+1) W_N^{(2n+1)k} \tag{4.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N แทนขนาดความยาวของการสุ่มตัวอย่าง และแทนสมการทั้งสองด้วยสมการคู่และสมการคี่ได้สมการใหม่คือ

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N/2-1} x_{ev}(n) W_{N/2}^{nk} + \sum_{n=0}^{N/2-1} x_{od}(n) W_{N/2}^{nk} \qquad (4.8)$$

or $$X(k) = X_{ev}(k) + W_{N/2}^{k} X_{od}(k) \qquad (4.9)$$

ในการนี้จะใช้ N/2 จุดเท่านั้นเพื่อคำนวณหาค่า X(k) โดย k ต้องมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง N-1 อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของสมการคู่ และสมการคี่หาได้จาก

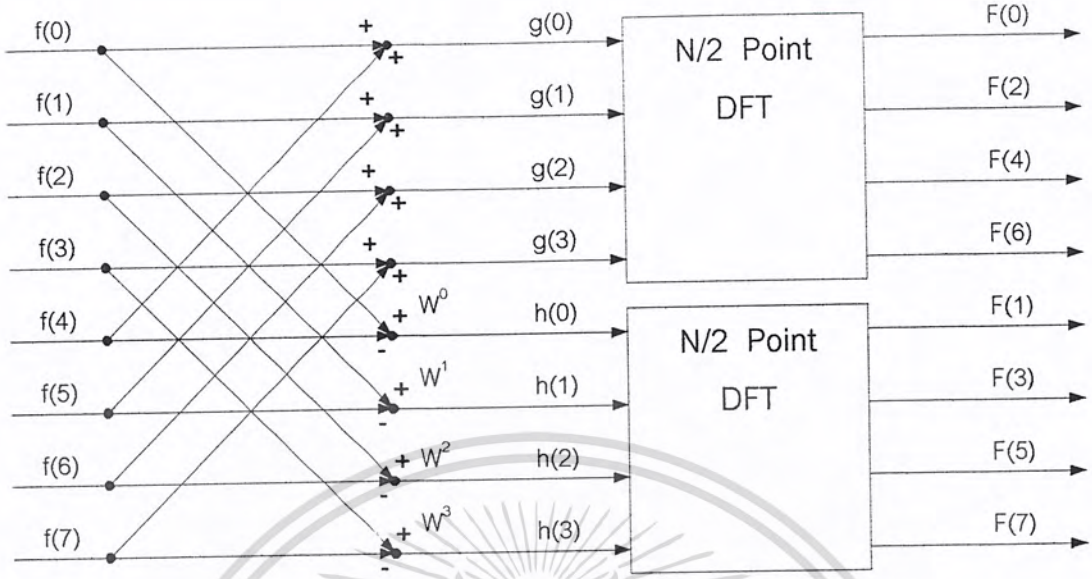
$$X_{ed}(k) = X_{ev}(k - \frac{N}{2}) \rightarrow for\ \frac{N}{2} \le k \le (N-1) \qquad (4.10)$$

ผลลัพธ์ของการแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่องสามารถทำซ้ำ ๆ จนกระทั่งเหลือข้อมูลแค่ตัวเดียวโดยต้องมีอินพุท 2 ตัวเพื่อใช้ในการคำนวณตลอดเวลา

$$\Lambda(k) = \lambda(0) + \lambda(1)\, e^{-j2\pi k/2}$$
$$= \lambda(0) + \lambda(1) \quad \text{or all k, for k even, for k odd ตามลำดับ}$$
$$= \lambda(0) + \lambda(1)$$

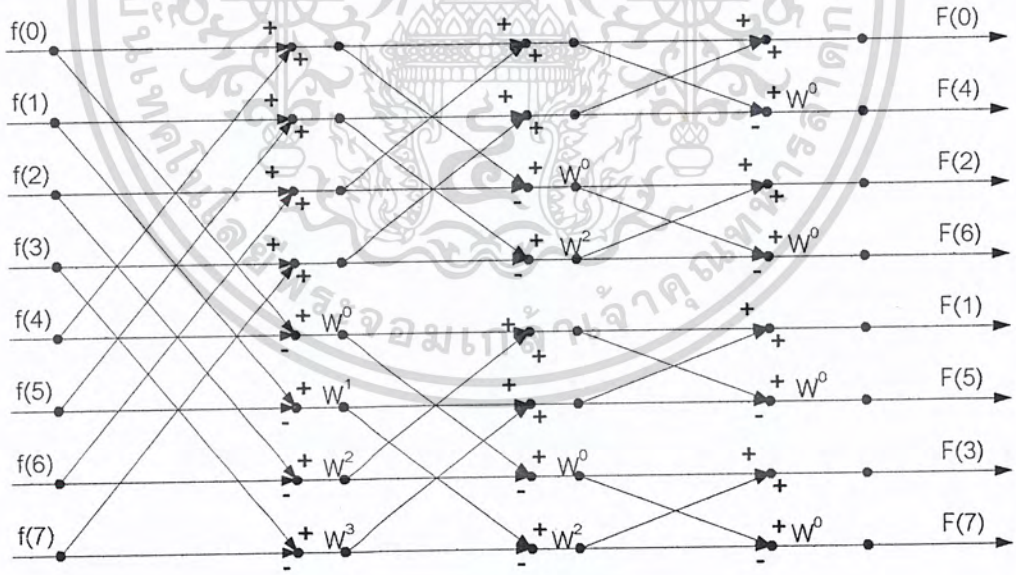
สำหรับการหาค่าฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มจะใช้แค่ 2 จุดในการคำนวณหาค่าของฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มที่สมบูรณ์จะต้องมีการคูณด้วยแฟคเตอร์ที่เหมาะสม ค่า "W" โดยค่า W จะต้องเริ่มจาก W^0 to $W^{N/2-1}$ ในรูปที่ 4.2 แสดงกราฟของฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม 8 จุด โดยต้องคำนวณหาค่าต่าง ๆ ตามวิธีการของบัตเตอร์ฟลายให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2(ก) การหาค่า 8 จุดฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

สำหรับการเริ่มต้นคำนวณต้องทราบค่าของ N ที่จะใช้ในการคำนวณ จากรูปที่ 4.2 จะใช้ค่า N = 8 และจะใช้ค่า g_n และ h_n ที่คำนวณได้เป็นจำนวน N/2 จุด โดยมีค่า W^n มาคูณกับค่า h_n ดังรูปที่ 4.1 และจะคำนวณในลำดับต่อไปดังรูปที่ 4.2(ข)



รูปที่ 4.2(ข) การหาค่า 8 จุดฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

จากรูปที่ 4.2(ข) เมื่อคำนวณช่วงแรกเสร็จจะคำนวณช่วงที่ 2 ต่อโดยมีวิธีการคำนวณดังรูป และจะใช้ข้อมูลในการคำนวณทั้งสิ้นประมาณ $N \log_2 N$ สามารถหาจำนวนของบัตเตอร์ฟลายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนบัตเตอร์ฟลาย = $N/2 \log_2 N$

โดย $N/2$ = จำนวนแถวของบัตเตอร์ฟลาย (มี 2 อินพุท)

$\log_2 N$ = จำนวนหลักของบัตเตอร์ฟลาย

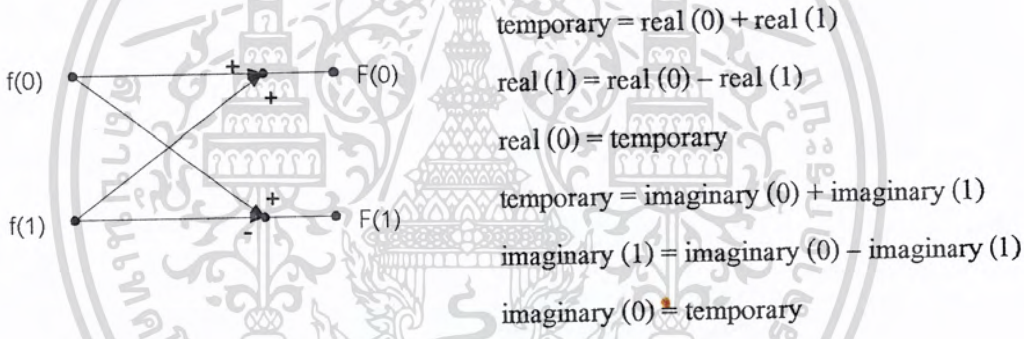
แต่ละบัตเตอร์ฟลายต้องมี 2 อินพุทเท่านั้น

4.2.1 การคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์

ในการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์จะต้องทำการแปลงฟังก์ชั่นเอ็กโปเนนท์เชียลให้เป็นฟังก์ชั่นตรีโกณมิติจากสูตร

$$e^{\pm ja} = \cos a \pm j \sin a$$

เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้เขียนไม่รู้จักฟังก์ชั่นเอ็กโปเนนท์เชียล ในการคำนวณจะยกตัวอย่างมาแค่บัตเตอร์ฟลายเดียว และต้องมีการเก็บค่าไว้ชั่วคราว ดังรูปที่ 4.2(ค)



รูปที่ 4.2(ค) หลักการคำนวณโดยใช้บัตเตอร์ฟลายเดียว

จากรูปที่ 4.2(ค) จะได้ค่า $F(0) = f(0) + f(1)$

$F(1) = f(0) - f(1)$

โดยข้อมูลที่ได้จะมีทั้งค่าจริงและค่าจินตภาพ

4.2.2 ตัวอย่างการคำนวณหาฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> เป็นการหาค่า 16 จุดฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม โดยมีการสุ่มข้อมูล 16 จุด และมีค่าสัญญาณดังนี้

$$x(n) = \cos[2\pi(4n/16)]$$

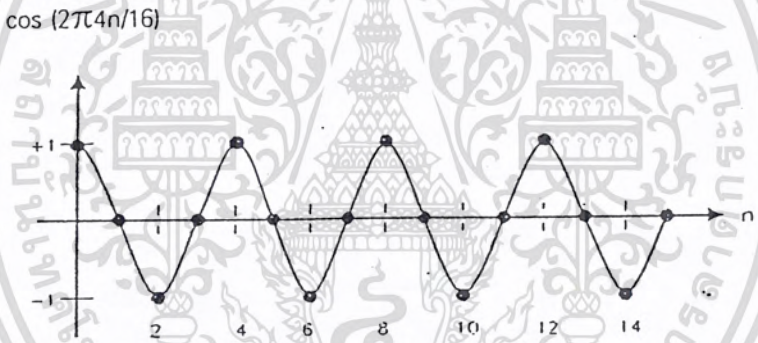
จะเปรียบเทียบจำนวนบัตเตอร์ฟลายแบบดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มและฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม ที่ใช้ในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบจำนวนการคำนวณระหว่างดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มและฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

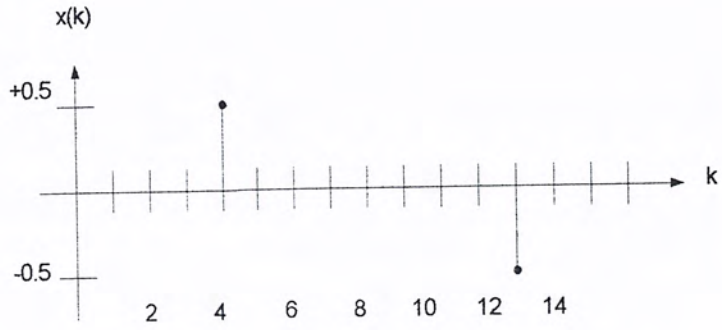
Length of Transform (N)	DFT Operations (N^2)	FFT Operations ($N \log_2 N$)
8	64	24
16	256	64
32	1024	160
64	4096	384
128	16384	896

จากตัวอย่างมีค่าแอมปลิจูด "1" และสัญญาณเป็นค่าจริง ส่วนค่าจินตภาพเป็น "0" การสุ่มข้อมูลดูได้จากรูปที่ 4.3(ก) มีจำนวนข้อมูล 16 จุด ตั้งแต่ x0 – x15



รูปที่ 4.3 (ก) อินพุท 16 จุดฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

โดยค่าเอาท์พุทที่ได้จะแสดงในรูปที่ 4.3(ข) ซึ่งมีค่า k = 4 โดยมีขนาดแอมปลิจูด 0.5 และที่ k = 12 มีขนาดแอมปลิจูด –0.5



รูปที่ 4.3(ข) เอาท์พุทของ 16 จุดฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สำหรับสัญญาณที่ได้ในรูปของความถี่โดยใช้ฟูเรียร์ทรานฟอร์มคิด จะได้

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \cos(2\pi f_o t) e^{-j2\pi ft} dt$$

แปลงให้อยู่ในรูปของเอ็กโปเนนท์เชียล (Exponential) ได้

$$X(f) = \frac{1}{2}\int_{-\infty}^{+\infty} \exp[j2\pi(f_o - f)t]dt - \frac{1}{2}\int_{-\infty}^{+\infty} \exp[-j2\pi(f_o + f)t]dt$$

ผลลัพธ์จะได้ที่ k = 4 มีขนาดแอมปลิจูด 0.5 และที่ k = 12 มีขนาดแอมปลิจูด -0.5 โดยที่ k = 4 จะมีค่า f = fo และที่ k = 12 จะมีค่า f = -fo ตามรูปที่ 4.3(ข) เช่นเดียวกัน

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> จงหาความถี่จากสัญญาณต่อไปนี้

$$f(t) = \cos(3t) + \sin(10t)$$

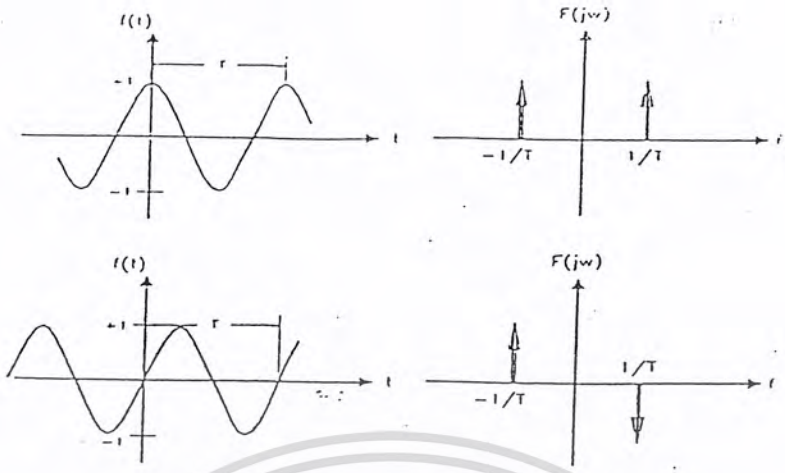
มีการสุ่มข้อมูลมา 32 จุด เวลาที่ใช้ในการสุ่มข้อมูลทั้งหมด = $2\pi/32$ โดยมีการสุ่มข้อมูลดังรูปที่ 4.3(ค)

รูปที่ 4.3(ค) การสุ่มข้อมูลต่าง ๆ จากฟังก์ชั่น cos (3t) + sin (10t)

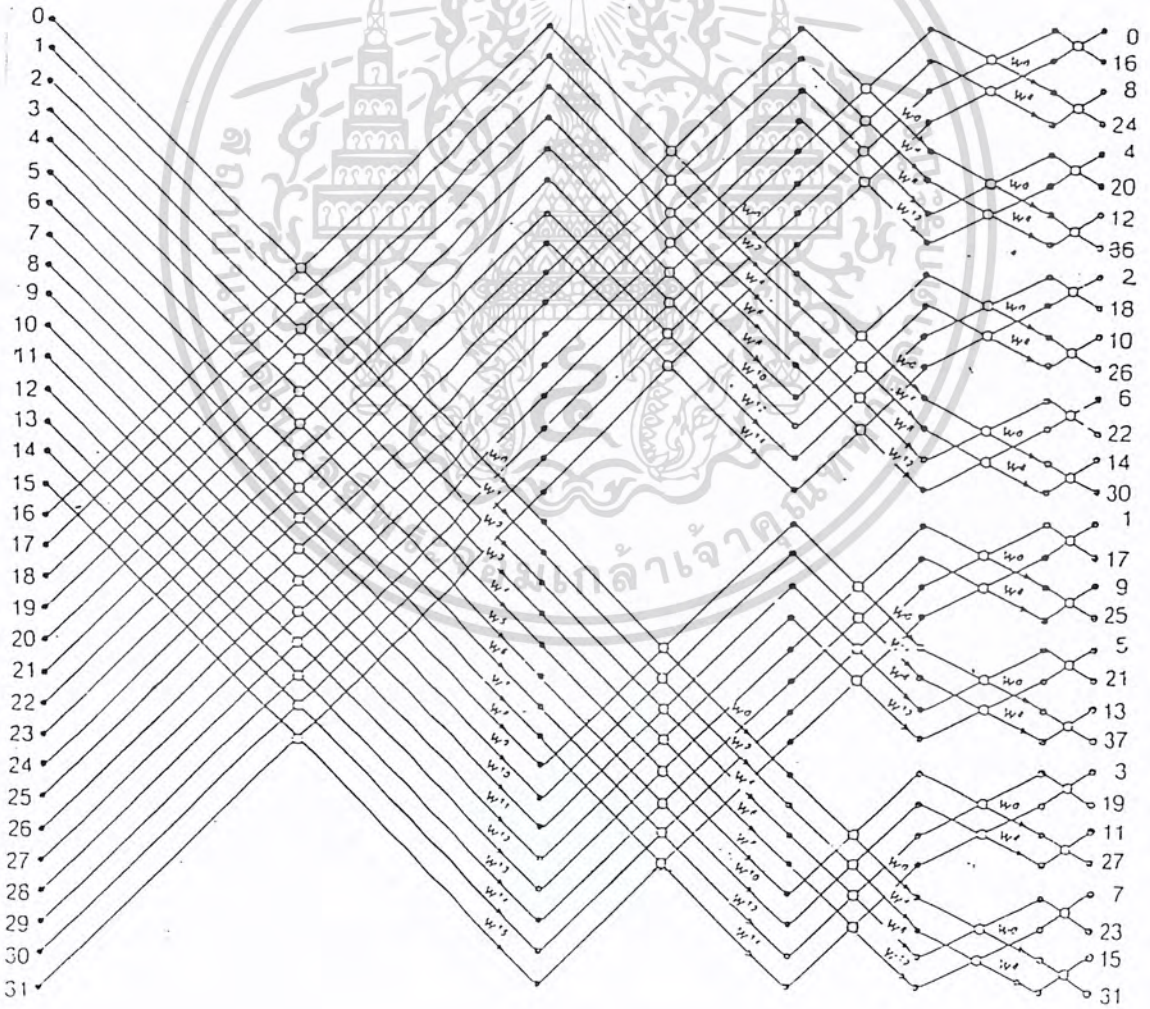
เมื่อทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มจะได้ค่าโคซายน์ (Cosine) มีค่าเป็นบวกอยู่ที่ตำแหน่ง $\pm$ 1/T โดยเป็นค่าจริงอยู่บนแกนความถี่และฟังชั่นซายน์ (sin) จะได้ค่าบวกและลบอยู่ที่ตำแหน่ง –1/T และ 1/T โดยจะเป็นค่าจินตภาพอยู่บนแกนความถี่ดังรูปที่ 4.3(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42677



รูปที่ 4.3(ง) ฟังชั่นซายน์, โคซายน์ และผลลัพธ์ที่ได้จากฟูเรียร์ทรานฟอร์ม



รูปที่ 4.3(จ) วิธีการหาฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม 32 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคำนวณโดยใช้วิธีฟูเรียร์ทรานฟอร์มจะได้ข้อมูลต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.3(ฉ)

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

index	f(t)	real	imaginary	frequency
0	1.000	-.0000	0.000	0
1	1.755	-0.000	0.000	1/2π
2	-0.324	0.000	-0.000	2/2π
3	-0.578	0.500	0.000	3/2π
4	0.0293	-0.000	-0.000	4/2π
5	-1.363	-0.000	-0.000	5/2π
6	-1.631	-0.000	-0.000	6/2π
7	0.368	-0.000	-0.000	7/2π
8	-0.00	-0.000	-0.000	8/2π
9	-0.368	-0.000	-0.000	9/2π
10	1.631	0.000	0.500	10/2π
11	1.363	-0.000	0.000	11/2π
12	-0.293	-0.000	0.000	12/2π
13	0.578	-0.000	0.000	13/2π
14	0.324	-0.000	0.000	14/2π
15	-1.755	-0.000	0.000	15/2π
16	-1.000	-0.000	0.000	-16/2π
17	0.092	-0.000	-0.000	-15/2π
18	-1.090	-0.000	-0.000	-14/2π
19	-0.188	-0.000	-0.000	-13/2π
20	1.707	-0.000	-0.000	-12/2π
21	0.598	-0.000	-0.000	-11/2π
22	0.217	0.000	0.500	-10/2π
23	1.479	-0.000	0.000	-9/2π
24	0.000	-0.000	0.000	-8/2π
25	-1.479	-0.000	0.000	-7/2π
26	-0.217	-0.000	0.000	-6/2π
27	-0.598	-0.000	0.000	-5/2π
28	-1.707	-0.000	0.000	-4/2π
29	0.188	0.500	-0.000	-3/2π
30	1.090	0.000	0.000	-2/2π
31	-0.092	-0.000	-0.000	-1/2π

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหาค่าฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มโดยใช้วิธีการแบบบัตเตอร์ฟลายนั้น จะใช้วิธีการหาค่าต่าง ๆ ตามรูปที่ 4.2 โดยจะต้องรู้ว่าสุ่มสัญญาณมากี่จุดและต้องหาค่า W มาให้ครบทุกค่าและวิธีการนี้ต้องการอินพุทแค่ 2 อินพุท โดยค่าอินพุทที่ได้จะแบ่งเป็น อัปเปอร์อินพุท (Upper Input) และโลเวอร์อินพุท (Lower Input) และจะได้ค่าเอาท์พุท 2 ค่าเช่นกันคือ อัปเปอร์เอาท์พุท (Upper Output) และโลเวอร์เอาท์พุท (Lower Output) สมมุติให้มีบัตเตอร์ฟลายแค่ตัวเดียวจะได้

$$\text{อัปเปอร์เอาท์พุท} = \text{อัปเปอร์อินพุท} + \text{โลเวอร์อินพุท}$$

$$\text{โลเวอร์เอาท์พุท} = W\,(\text{อัปเปอร์อินพุท} - \text{โลเวอร์อินพุท})$$

ถ้ามีบัตเตอร์ฟลายหลายตัวจะมีการคำนวณที่ยุ่งยากกว่านี้ โดยในการคำนวณจะทำเป็นขั้นตอนตามรูปที่ 4.2(ก), 4.2(ข) และ 4.2(ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
MATLAB ที่ใช้ในฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

โปรแกรม MATLAB ได้มีฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับการคำนวณหาค่าการแปลงฟาสต์ฟูเรียร์คือ ฟังก์ชั่น fft ซึ่งมีวิธีการในการคำนวณหาค่าผลลัพธ์จะสอดคล้องกับกระบวนการในการคำนวณจากสมการต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ในทฤษฎีของฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม รูปแบบการใช้งานฟังก์ชั่น fft เป็นดังนี้

ตารางที่ 5.1 รูปแบบการใช้งานฟังก์ชั่น fft

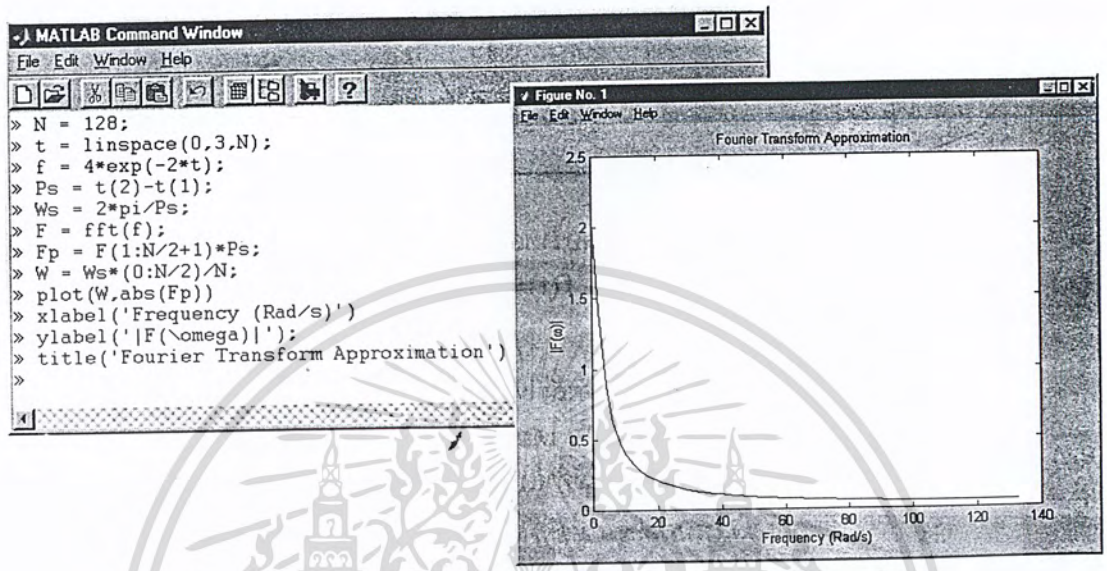
คำสั่ง	รายละเอียด
fft(A)	การหาค่าการแปลงดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (DFT) ของเวกเตอร์ A เมื่อ A คือเวกเตอร์ที่แทนจุดของสัญญาณในโดเมนเวลาโดยมีเงื่อนไขว่าถ้าความยาวของเวกเตอร์ A มีความยาวเท่ากับ 2^n เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก โปรแกรม MATLAB จะใช้กระบวนการแปลงฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์มถ้าความยาวของเวกเตอร์ A มีความยาวไม่เท่ากับ 2^n เมื่อ n เป็นจำนวนเต็มบวก โปรแกรม MATLAB จะใช้กระบวนการแปลงดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์มซึ่งช้ากว่าการแปลงฟาสต์ฟูเรียร์ทรานฟอร์ม
fft(A,N)	การหาค่าการแปลงดีสครีทฟูเรียร์ทรานฟอร์ม (DFT) ของเวกเตอร์ A ที่ให้ค่าผลลัพธ์จากการแปลงมีความยาวเท่ากับ N เมื่อ A คือเวกเตอร์ที่แทนจุดของสัญญาณในโดเมนเวลา และ N คือจำนวนจุดของเอาท์พุทที่ต้องการโดยถ้าเวกเตอร์ A มีจุดสัญญาณน้อยกว่า N ก็จะทำการเพิ่มค่าศูนย์ให้กับเวกเตอร์ A จนมีจำนวนจุดสัญญาณเท่ากับ N ถ้าเวกเตอร์ A มีจุดสัญญาณมากกว่า N ก็จะทำการตัดค่าของเวกเตอร์ A โดยมีจำนวนจุดสัญญาณเท่ากับเวกเตอร์ N

ตัวอย่างที่ 5.1 จงหาการแปลงฟูเรียร์ของฟังก์ชั่น

$$f(t)=\begin{cases}4e^{-2t} & t\geq 0\\ 0 & t<0\end{cases}$$

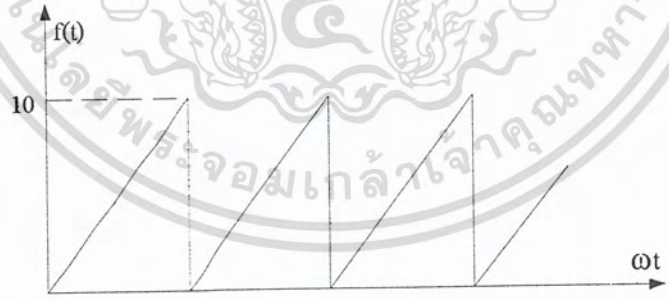
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ กำหนดค่าตัวแปรต่างๆ และใช้คำสั่ง fft เพื่อหาค่าการแปลงฟูเรียร์บนหน้าต่างคำสั่งได้ดังนี้



รูปที่ 5.1 แสดงวิธีการแปลงฟูเรียร์โดยใช้คำสั่ง fft

<u>ตัวอย่างที่ 5.2</u> จงหาฟูเรียร์ของรูปข้างล่างนี้

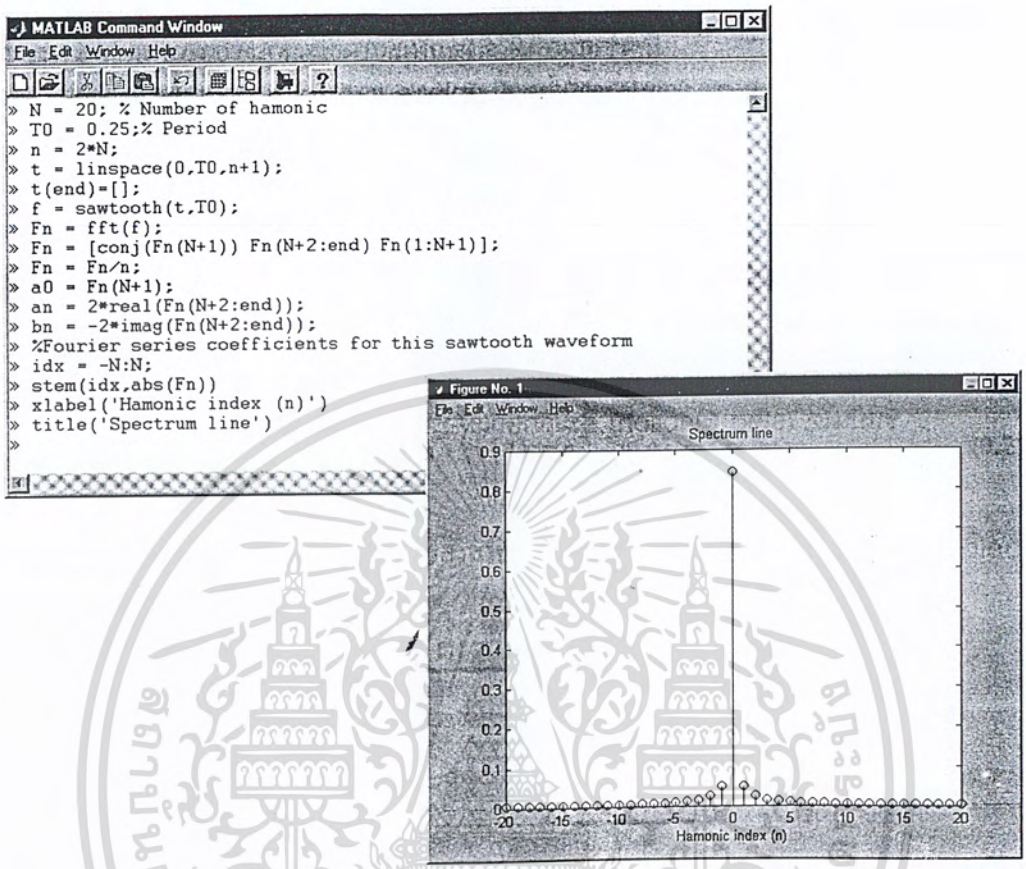


วิธีทำ จากรูปจะได้ฟังก์ชั่น

$$f(t) = \frac{10}{0.25}t \qquad \text{เมื่อ} \qquad 0 < t < 0.25$$

กำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ และใช้คำสั่ง fft เพื่อหาค่าการแปลงฟูเรียร์บนหน้าต่างคำสั่งได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



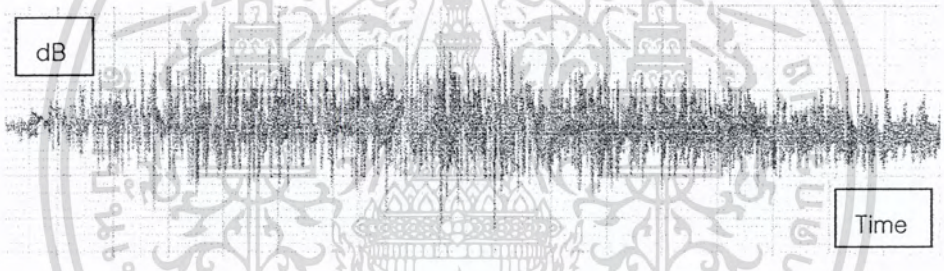
รูปที่ 5.2 การหาค่าฟูเรียร์โดยใช้คำสั่ง fft

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

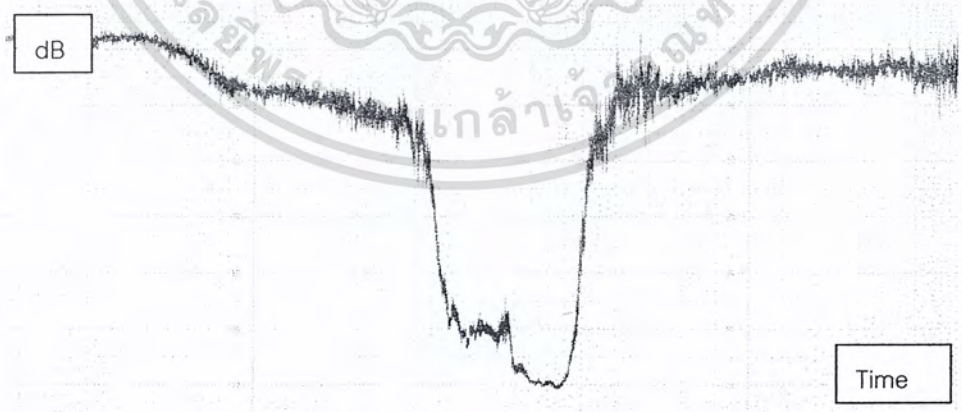
บทที่ 6
ผลการทดลอง

6.1 ลักษณะการเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหันของสัญญาณ

จากข้อมูลที่เก็บบันทึกและได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหันของสัญญาณดาวเทียมในความถี่ย่าน C-Band และความถี่ย่าน Ku-Band พบว่ารูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน (Scintillation) มีลักษณะที่คล้ายกันในแต่ละวัน โดยมีระดับการเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ อย่างมีลักษณะสมมาตรกัน ดังแสดงในรูปที่ 6.1(ก) ส่วนในรูปที่ 6.1(ข) เป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน (Scintillation) และการลดทอนระดับสัญญาณในขณะที่มีฝนตก



รูปที่ 6.1 (ก) ลักษณะของสัญญาณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน

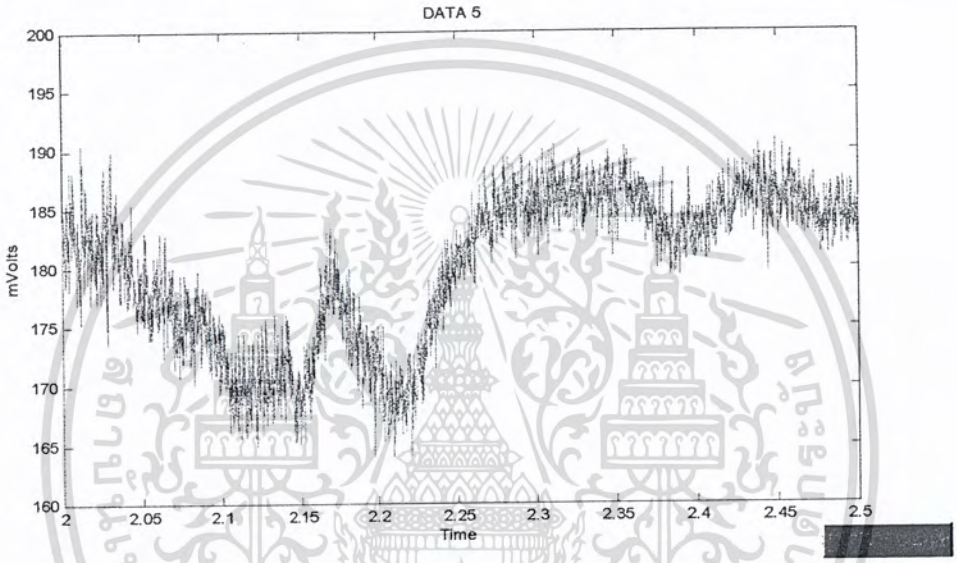


รูปที่ 6.1 (ข) ลักษณะของสัญญาณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในขณะฝนตก

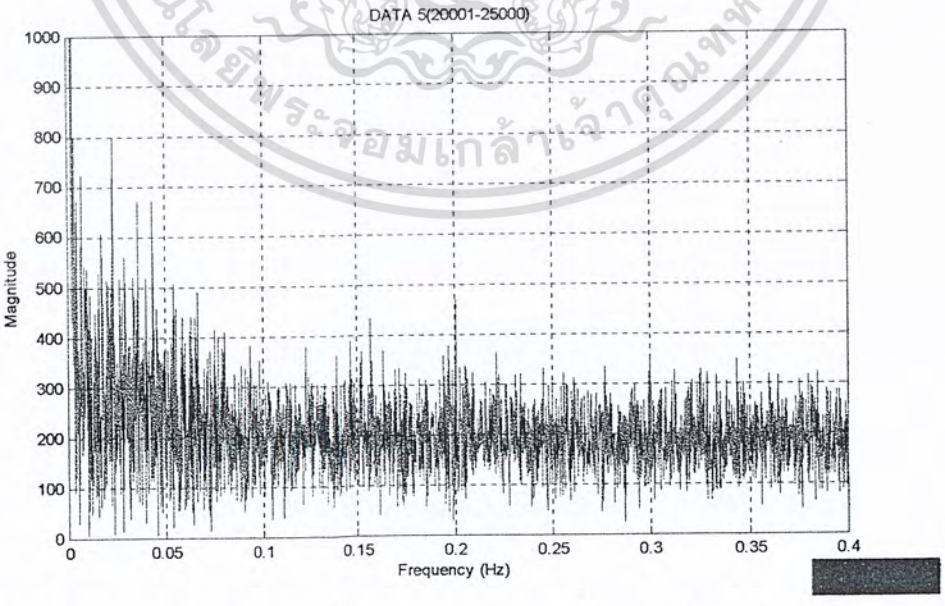
6.2 Time-domain และ Frequency-domain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏการซินทิลเลชั่น (Scintillation Phenomena) หรือลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหันของสัญญาณ สามารถที่จะวิเคราะห์ได้ 2 แบบ คือ Time-domain และ Frequency-domain แต่ในการทดลองนี้ได้ชี้ให้เห็นว่าการวิเคราะห์ทางด้าน Frequency-domain จะเห็นได้ชัดเจนกว่า และรู้ว่าที่ตำแหน่งใดหรือช่วงไหนที่เกิดปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่นขึ้น ซึ่งเราสามารถบอกเป็นความถี่ที่เกิดซินทิลเลชั่นได้ จะยกตัวอย่างเปรียบเทียบทั้ง 2 แบบได้ดังแสดงในรูปที่ 6.2(ก) และรูปที่ 6.2 (ข) ซึ่งเป็นสัญญาณทางด้าน Time-domain และ Frequency-domain ตามลำดับ



รูปที่ 6.2(ก) แสดงสัญญาณดาวเทียมในย่าน C-Band ที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับทาง Time-domain

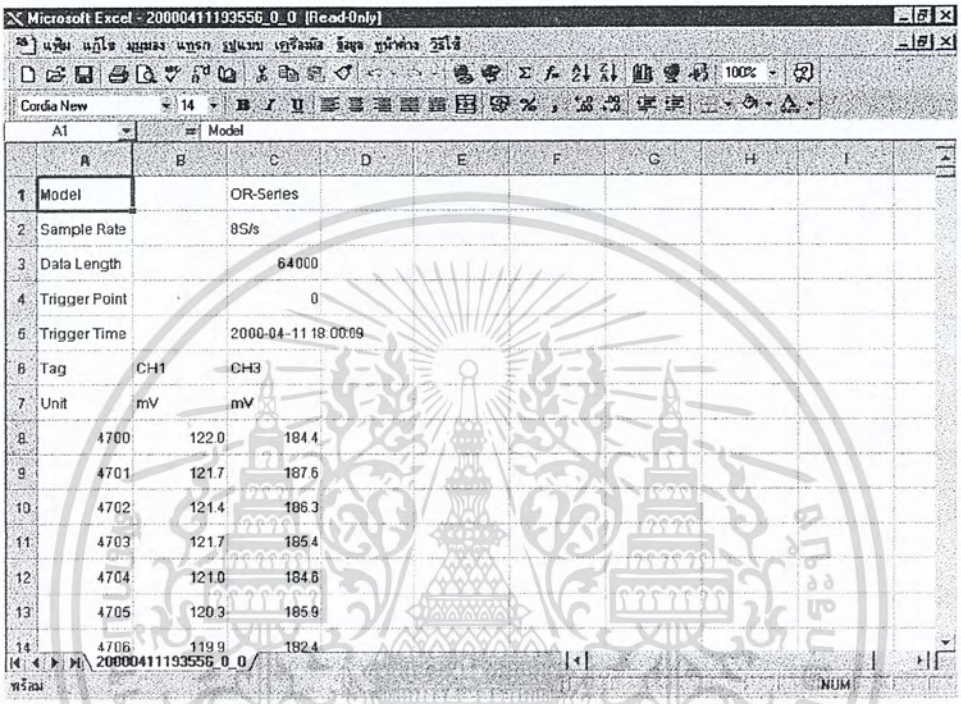


รูปที่ 6.2(ข) แสดงสัญญาณดาวเทียมในย่าน C-Band ที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับทาง Frequency-domain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 วิธีการนำข้อมูล (data) เข้ามาใช้ในโปรแกรม

- ขั้นแรกนำข้อมูล (data) จากเครื่องบันทึกสัญญาณดาวเทียมมาเก็บไว้ในโปรแกรม Microsoft Excel

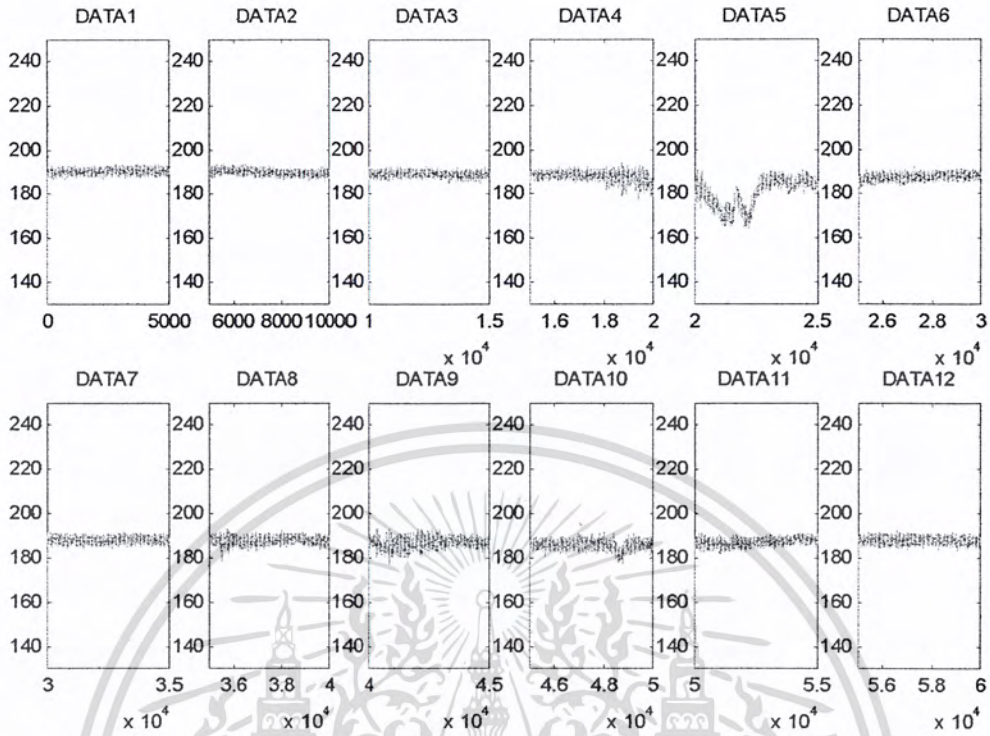


รูปที่6.3 แสดงข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel

- ขั้นที่สองให้ COPY ข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel มาใส่ในโปรแกรม Notepad ทีละ 5,000 ค่า
- ขั้นที่สามเมื่อข้อมูลอยู่ใน Notepad แล้วให้เราเพิ่มข้อมูลในบรรทัดแรก หรือตัวแรกเป็น 0 เพราะจะช่วยแก้ปัญหาในย่านความถี่ต่ำได้เป็นอย่างดี
- ขั้นที่สี่ทำการ SAVE ข้อมูลเป็นจุด .txt แล้วนำไปใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์ด้วย MATLAB โดยใช้คำสั่ง load

Data = [load(ชื่อไฟล์.txt)]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่6.4 แสดงข้อมูลจำนวน 60,000 ค่า ที่ load มาจาก Notepad

6.4 กราฟแสดงความถี่ที่เกิดปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่น

จากหัวข้อที่ 6.3 ทำให้ทราบว่าควรจะแสดงข้อมูล (data) ในทาง Frequency–domain ซึ่งทาง Frequency-domain นั้นจะใช้หลักของ Digital Signal Processing (DSP) เข้ามาช่วยในการพิจารณา คือ เรื่องระบบประมวลผลสัญญาณดิจิตอลพื้นฐาน จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling)

ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างของแชนนอน (Shannon) กล่าวไว้ว่า "สัญญาณควรจะถูกสุ่มตัวอย่างด้วยความถี่ Sampling ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่าของความถี่สูงสุดที่เราจะทำการประมวลผล"

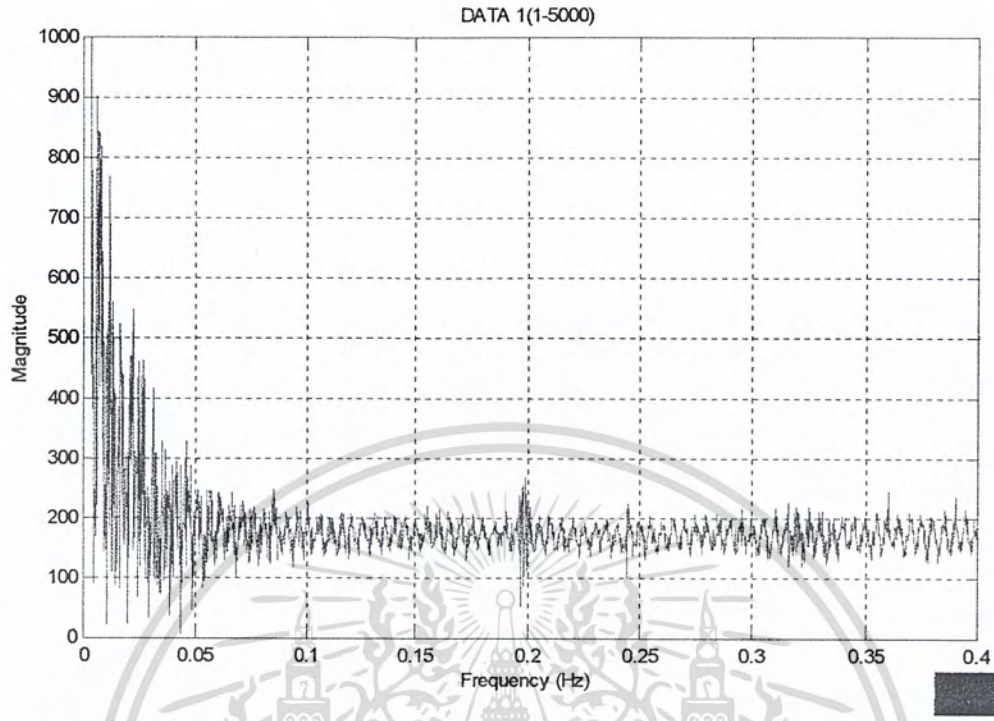
$$f_s \geq 2f_1$$

เมื่อ fs เป็นความถี่ Sampling

f1 เป็นความถี่อินพุท

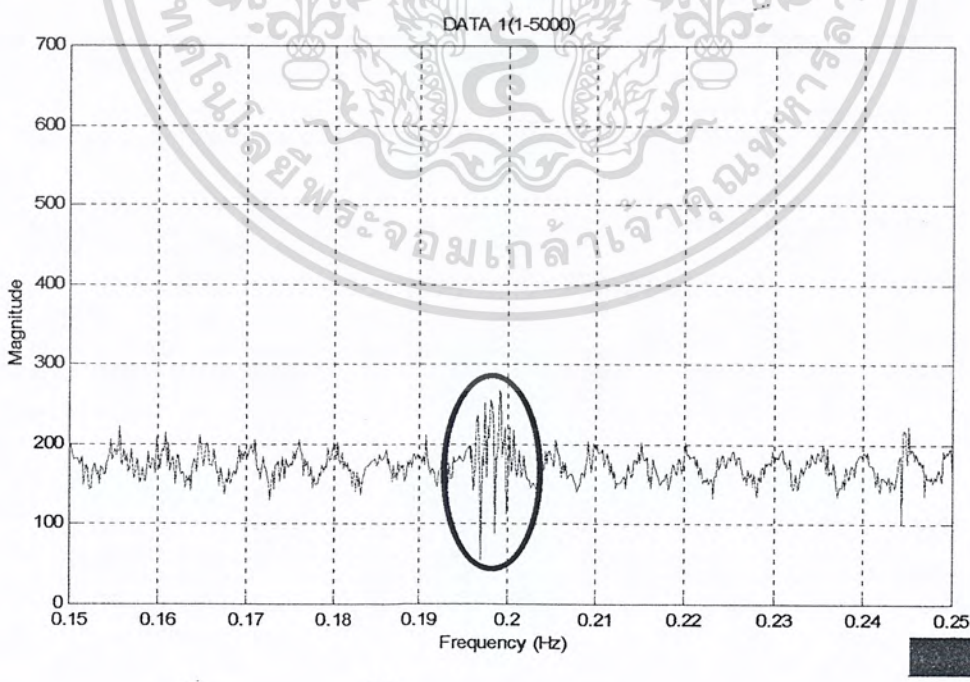
ในโปรแกรมการวิเคราะห์นี้เราจะใช้การสุ่มตัวอย่างด้วยค่าความถี่ fs = 2f1 พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.5 แสดงข้อมูลในย่าน C-Band เป็น Spectrum ใน Frequency-domain

จากรูปที่ 6.5 ให้ทำการปรับ Scale ทั้งแกน X (Magnitude) และแกน Y (Frequency) เพื่อที่ได้มองเห็นช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 6.6

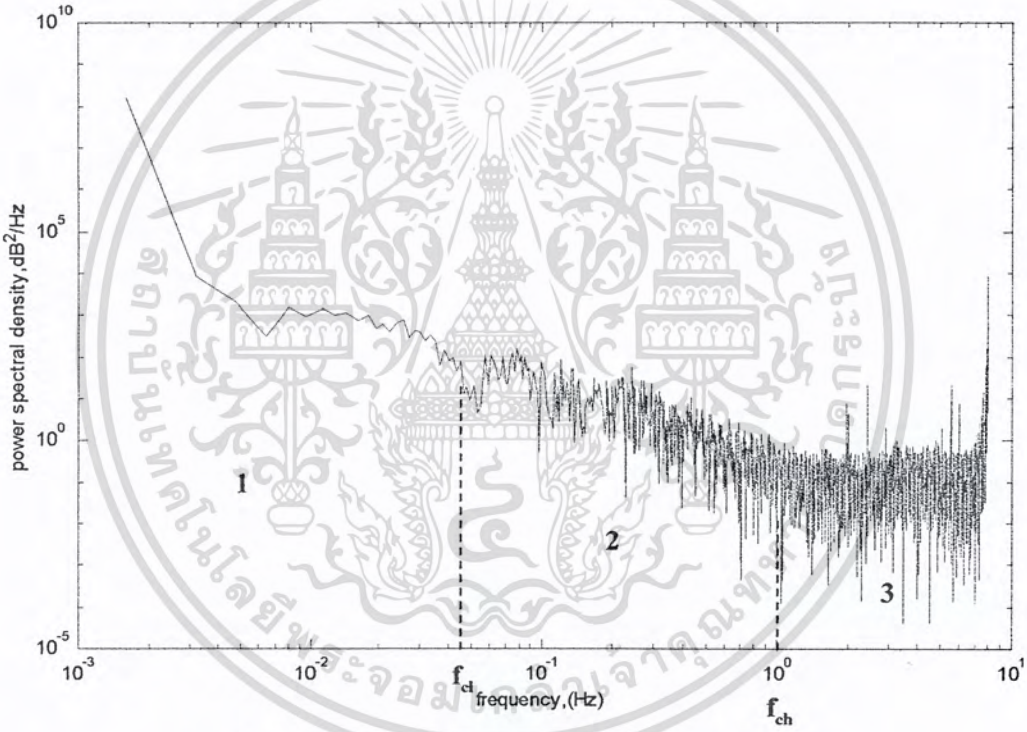


รูปที่6.6 แสดงการปรับ Scale Magnitude และ Scale Frequency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่6.6 สามารถบอกได้ว่า ช่วงความถี่ประมาณ 0.195 – 0.205 Hz เกิดปรากฏการณ์ซินทิลเลชั่นเนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยน ซึ่งอาจจะเกิดฝนตก ดังนั้นในการวิเคราะห์ควรจะกระทำหลาย ๆ ข้อมูล หรือหลาย ๆ วันเพื่อหาข้อสรุปว่า ถ้าสภาพภูมิอากาศเป็นแบบฝนตกจะมีรูปสัญญาณ (Spectrum) ในลักษณะใด และถ้าสภาพภูมิอากาศเป็นแบบฟ้าโปร่งมีรูปสัญญาณ (Spectrum) ในลักษณะใด

6.5 การลดทอนเนื่องจากฝน และการกกระเพื่อมในการแพร่กระจายคลื่นของแอมปลิจูด



รูปที่ 6.7 แสดงกราฟ Power Spectral Density Function

จากรูปที่ 6.7 จะแสดง Power Spectral Density (PSD) Function ของการลดทอนเนื่องจากฝนตก และการกระเพื่อมของแอมปลิจูดที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน โดยที่ PSD function นี้เป็นที่ประเมินได้ โดยใช้ขบวนการวิเคราะห์ข้อมูลมาตรฐาน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงส่วนที่แตกต่างกัน 3 ส่วน คือ ส่วนแรกจากความถี่เริ่มต้นที่เกิดขึ้นจนถึง f_{cl} โดยฟังก์ชันที่ได้จะมีลักษณะลาดต่ำลง สำหรับส่วนที่ 2 คือจากความถี่ f_{cl} จนถึงความถี่ f_{ch} ซึ่งจะเห็นว่ามีการกระเพื่อมเล็กน้อย และลาดต่ำลงมา สำหรับส่วนสุดท้ายคือความถี่ที่มากกว่า f_{ch} ขึ้นไปจะเห็นว่า PSD function จะมีลักษณะที่ลดน้อยลงไปอีก พร้อมกับเกิดการกระเพื่อมตามไปด้วย ซึ่งฟังก์ชันในส่วนที่ 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้ จะมีลักษณะคล้าย ๆ กับการกระเพื่อมของแอมปลิจูดขณะที่ท้องฟ้าโปร่ง ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่า การลดทอนเนื่องจากฝนในขณะนั้น ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงเท่าใดนักต่อ PSD function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการนำข้อมูลที่ได้มาจากเครื่องบันทึกสัญญาณดาวเทียม มาวิเคราะห์ปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน (Scintillation) ของสัญญาณในทาง Frequency-domain พบว่าปรากฏการณ์นี้สามารถเกิดขึ้นได้ในช่วงที่มีฝนตก ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการจางหายของสัญญาณเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณอย่างกะทันหัน และ การลดทอนของสัญญาณ (Attenuation) ซึ่งเกิดเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของชั้นบรรยากาศ เมฆ หมอก และฝน ตลอดเส้นทางการแพร่กระจายคลื่น ทำให้ที่ภาครับสัญญาณได้รับสัญญาณผิดเพี้ยนไปจากสัญญาณที่ภาคส่ง

การวิเคราะห์ทาง Frequency-domain จะมีการคำนวณหาค่าความถี่ที่เกิดซินทิลเลชั่น เพื่อที่จะได้ทำการแก้ไขในระดับต่อไปได้ง่ายขึ้น ซึ่งสมการที่ควรรู้ คือ

$$F_s \geq 2F_1$$

$$T_s = 1.25 \text{ sec/sampling}$$

$$F_s = 0.8 \text{ Hz}$$

$$F_1 = 0.4 \text{ Hz}$$

7.2 ปัญหาที่พบ

1. ในช่วงเวลาที่เกิดปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงระดับสัญญาณอย่างกระทันหัน (Scintillation) ของสัญญาณดาวเทียมนั้น ไม่สามารถระบุสภาพอากาศได้แน่ชัดมากนัก

2. ขนาดหน่วยความจำ (Memory) ของเครื่องบันทึกสัญญาณมีขนาดน้อยเกินไป ทำให้ข้อมูลที่บันทึกได้ไม่มีความต่อเนื่องในบางช่วง

3. กราฟที่พริ้นท์ออกทางเครื่องพิมพ์ (Printer) ที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์นั้น ยังมีขนาดค่อนข้างเล็กอยู่บ้าง

4. ไฟล์ข้อมูลที่นำมาจากเครื่องบันทึกสัญญาณนั้นเป็นไฟล์ข้อมูลชนิดอ่านอย่างเดียว (Read Only) ทำให้ต้องนำมาทำการแก้ไขก่อนทำการวิเคราะห์

5. ขนาดหน่วยความจำ (Memory) ของเครื่องคอมพิวเตอร์มีขนาดจำกัด ซึ่งทำให้แสดงข้อมูลได้ทีละไม่มาก และไม่ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 แนวทางการแก้ปัญหา

1. หาวิธีตรวจสอบสภาพอากาศในขณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับอย่างกระทันหัน (Scintillation)

2. หาวิธีเพิ่มหน่วยความจำ (Memory) ของเครื่องบันทึกสัญญาณ หรือทำให้เครื่องบันทึกสามารถบันทึกได้อัตโนมัติและต่อเนื่อง

3. ทำการแก้ไขไฟล์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องบันทึกให้เป็นแบบแก้ไขได้ (Active) ก่อนที่จะนำไฟล์ข้อมูลไปทำการวิเคราะห์

4. เพิ่มหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือใช้คอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูง

7.4 แนวทางการปรับปรุงพัฒนาโปรแกรม

1. พัฒนาปรับปรุงโปรแกรมวิเคราะห์ให้สามารถประมวลผลได้เร็วขึ้นกว่าเดิม

2. พัฒนาปรับปรุงโปรแกรมวิเคราะห์โดยทำให้สามารถแบ่งแยกการลดทอนเนื่องจากฝนและการกระเพื่อมในการแพร่กระจายคลื่นของแอมปลิจูด

3. พัฒนาการนำข้อมูลไปใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์ ให้มีจำนวนข้อมูลที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้ MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้โปรแกรม MATLAB

1. การใช้ MATLAB

ซอฟต์แวร์ของ MATLAB ได้ผลิตออกมาหลายเวอร์ชั่นตั้งแต่เวอร์ชั่นต่ำ ๆ เช่น student version ซึ่งข้อจำกัดของเวอร์ชั่นต่ำ ๆ ก็เป็นเรื่องของคำสั่งที่ใช้ได้อาจถูกจำกัดในเรื่องของเวกเตอร์หรือเมตริกซ์ ไม่สามารถทำกราฟฟิกได้ แต่ก็มีข้อดี คือ ไม่ต้องการพื้นที่หน่วยความจำที่มาก และไม่จำเป็นต้องใช้ Math-Coprocessor ซึ่งคอมพิวเตอร์รุ่นต่ำ ๆ บางตัวไม่มี ดังนั้นจึงเหมาะกับผู้ที่เริ่มต้นศึกษาเป็นครั้งแรก ส่วนในเวอร์ชั่นที่สูงขึ้น (Professional Version) จะเหมาะกับผู้ที่มีพื้นฐาน MATLAB มาบ้างแล้ว แต่ความต้องการของคอมพิวเตอร์ก็สูงขึ้นตามไปด้วย

2. ชุดคำสั่งพื้นฐาน

การเข้าสู่ MATLAB มีวิธีการดังนี้

1. ให้เลือก MATLAB program จากเมนูใน Operating system ของคุณ คุณจะเห็น

MATLAB prompt (>>)

2. ถ้าคุณใช้ MATLAB เป็นครั้งแรกให้ใช้คำสั่ง "Demo" เพื่อดูลักษณะการทำงานของ MATLAB จะได้พบ list รวมทั้งตัวอย่างที่คุณสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง

3. คำสั่งที่คุณจะออกจาก MATLAB ก็คือ Quit หรือ Exit

4. ถ้าต้องการที่จะ Save ข้อมูลก่อนจะเลิกการทำงาน จะใช้คำสั่ง "save" คอมพิวเตอร์ก็จะเก็บบันทึกข้อมูลต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะเก็บใน file ชื่อ MATLAB.mat

5. เมื่อออกจากเครื่องและต้องการใช้โปรแกรมอีกครั้ง สามารถเรียก file ที่ save แล้วมาใช้ได้ใหม่โดยที่ใช้คำสั่ง "Load"

MATLAB ใช้หน้าต่าง 2 หน้าต่าง

1. หน้าต่างคำสั่ง (Command Window) ถูกใช้เพื่อป้อนคำสั่งและข้อมูล เพื่อพิมพ์ผลข้อมูล

2. หน้าต่างกราฟฟิค (Graphics Window) ถูกใช้ในการ Plot ข้อมูลบนระบบแกน

ทั้งสองหน้าต่างจะถูกเคลียร์เมื่อเริ่มการใช้ MATLAB

1. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์ Command Window ในระหว่างการทำงาน ให้ใช้คำสั่ง "clc"

2. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์หน้าต่างกราฟฟิค ใช้คำสั่ง "clg"

3. ถ้าต้องการที่จะเคลียร์พื้นที่ทำงาน (Workspace) ซึ่งบรรจุค่าตัวแปรต่าง ๆ ทั้งหมด ใช้คำสั่ง "clear"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถ้าต้องการยกเลิกคำสั่งในขณะที่คอมพิวเตอร์กำลังทำงานอยู่ ให้กด Control key และกดอักษร “c” เพื่อยกเลิกการทำงานใน MATLAB

5. MATLAB เป็นรูปแบบภาษาที่ไวต่อชนิดของอักขระ หมายความว่าเราสามารถที่จะกำหนดค่าหนึ่งค่าให้กับตัวแปรชื่อ “HELLO” และอีกตัวแปรชื่อ “hello” ถ้าต้องการที่จะยกเลิกคุณสมบัติข้อนี้ ก็สามารถใช้คำสั่ง “casesen off” และใช้ “casesen” เพื่อให้กลับไปมีคุณสมบัติเหมือนเดิม

6. คำสั่ง “who” จะใช้ในการแสดงรายการของตัวแปรที่คุณได้กำหนด

7. คำสั่ง “whos” จะใช้ในการแสดงตัวแปรที่ได้กำหนด ตามด้วยขนาดของมัน

8. คำสั่ง “size” จะถูกใช้เพื่อถามขนาดของเมตริกซ์

9. คำสั่งของ MATLAB โดยปกติจะถูกป้อนแยกบรรทัด ถึงแม้ว่าหลาย ๆ Statements จะสามารถป้อนเข้าไปในบรรทัดเดียวกันได้ โดยที่ Statements เหล่านั้นถูกแยกโดย “;”

10. เครื่องหมาย “%” จะถูกใช้เพื่ออธิบายให้ผู้ที่ดูโปรแกรมอ่าน ซึ่ง MATLAB จะไม่ดำเนินการข้อความที่ตามด้วยเครื่องหมายนี้

11. คำสั่ง “help” เป็น facility command ที่มีความจำเป็นใน MATLAB เมื่อใช้คำสั่ง “help” list ของหัวข้อ help จะปรากฏขึ้น ทำให้สามารถที่จะเลือก topic ที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติมได้

12. นอกจากการป้อนคำสั่งผ่านแป้นพิมพ์โดยตรง ยังสามารถเก็บชุดคำสั่งใน file ที่มีนามสกุล “.m”

13. คำสั่ง “echo” จะทำให้ M-Files แสดงคำสั่งที่ได้ทำไป

14. คำสั่ง “what” จะแสดงรายชื่อ (Directory) ที่ list ของ M-Files ที่มีอยู่ใน Directory ในแผ่นดิสก์ของคุณ

15. คำสั่ง “type” จะแสดง content ของ file name ที่ถูกใช้ด้วยคำสั่งนี้จะไม่มีนามสกุลคำสั่งสมมุติว่า file นั้นเป็น M-Files

3. แฟ้มข้อมูล (Data Files)

เมตริกซ์สามารถที่จะถูกกำหนดจากข้อมูลที่ได้เก็บใน data file ของ MATLAB data files มีสองแบบที่แตกต่างกันนั่น คือ MAT-files และ ASCII files

1. MAT.files จะบรรจุข้อมูลที่ถูกเก็บในหน่วยความจำในรูปของเลขฐานสอง

2. ASCII files จะบรรจุข้อมูลที่ถูกเก็บในหน่วยความหน่วยจำในรูปของอักขระ ASCII MAT-files จะเก็บข้อมูลได้ดีกว่าเมื่อเราต้องการที่จะใช้โดย MATLAB โปรแกรม แต่ในบางครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ASCII-file ก็มีความจำเป็น ถ้าข้อมูลถูกแบ่ง (โดยการนำเข้าหรือส่งออก) ด้วยโปรแกรมอื่นนอกเหนือจาก MATLAB MAT-file จะถูกเขียนขึ้นโดยใช้ MATLAB โปรแกรม โดยใช้คำสั่ง "save" ซึ่งบรรจุ filename และ เมตริกซ์ซึ่งถูกบรรจุในไฟส์ ซึ่งสกุลจะถูกใส่ต่อท้ายชื่อไฟล์โดยอัตโนมัติ (.mat) ดังอย่างเช่น

save infor A B;

จะ save เมตริกซ์ A และ B ในไฟล์ชื่อ infoe.mat
เมื่อต้องการที่จะเรียกไฟส์นี้มาใช้ใหม่อีกสามารถทำได้โดยใช้คำสั่งดังนี้

load infor;

ASCII data file ที่จะถูกใช้ด้วย MATLAB โปรแกรม จะต้องบรรจุเฉพาะข้อมูลที่เป็นตัวเลขเท่านั้น และแต่ละแถวของไฟล์ต้องมีจำนวนตัวเลขที่เหมือนกัน ไฟล์สามารถสร้างขึ้นมาโดยใช้ word processing และนอกจากนี้ยังสามารถสร้างโดยการ run โปรแกรมที่ถูกเขียนในภาษาคอมพิวเตอร์ สามารถสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม MATLAB โดยใช้รูปแบบของคำสั่ง save ดังนี้

save infor.dat x/ascii;

ชื่อไฟล์ในภาษา ASCII จะมีชื่อสกุลเป็น ".dat" เพื่อเป็นการง่ายที่จะแยกมันจาก MAT-files และ M-files

คำสั่ง load ตามด้วยชื่อของไฟล์จะอ่านข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในรูปของเมตริกซ์ด้วยชื่อเดียวกันกับ data file ตัวอย่างเช่น

load infor.dat;

ค่าของข้อมูลจะถูกเก็บโดยอัตโนมัติโดยเมตริกซ์ชื่อ "infor"

4. Input จากผู้ใช้ (User Input)

ค่าของเมตริกซ์สามารถป้อนโดยผ่านแป้นพิมพ์ได้โดยการใช้คำสั่ง "Input" ซึ่งจะแสดง text string ให้พิจารณาดูคำสั่งต่อไปนี้

x = input ("Enter x =");

เมื่อคำสั่งนี้ได้ถูกกระทำ text string "Enter x =" ก็จะปรากฏบนจอภาพ ผู้ใช้ก็สามารถป้อนผ่านข้อมูลผ่านทางแป้นพิมพ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การพิมพ์ตัวอักษรหรือค่าเมตริกซ์

คำสั่ง "disp" ใช้แสดงคำพูดที่ถูกปิดล้อมด้วยเครื่องหมายคำพูด มันสามารถใช้พิมพ์รายละเอียดของเมตริกซ์หนึ่งโดยที่ไม่ต้องพิมพ์ชื่อของเมตริกได้ด้วย ดังนั้นถ้าสเกล่าหนึ่งชื่อ "Voltage" บรรจุค่าของแรงดันไฟฟ้าในหน่วยของโวลต์ เราก็สามารถที่จะพิมพ์ค่าบนบรรทัดเดียวตามด้วยหน่วยบนบรรทัดถัดมา โดยการใช้คำสั่งดังนี้

disp (voltage) ; disp (volts)

ถ้าค่าของ voltage คือ 15 ผลที่ออกมาจะเป็น

15

volts

6. ส่วนรูปแบบของเอาท์พุท

คำสั่ง "fprintf" จะช่วยให้สามารถควบคุม output ที่จะออกมาได้ดีกว่าคำสั่ง "disp" ยิ่งกว่านั้น การพิมพ์ทั้งข้อความและค่าของเมตริกซ์ ยังสามารถจะระบุรูปแบบในการพิมพ์ค่าออกมาได้ด้วย รูปแบบของคำสั่งนี้โดยทั่วไป คือ

fprintf (format , matrices)

รูปแบบ (format) จะบรรจุรูปแบบของข้อความที่ต้องการ

โดยปกติข้อความจะต้องอยู่ในเครื่องหมายคำพูด เพื่อจะพิมพ์ตามด้วยเมตริกซ์ที่ถูก list ภายในเครื่องหมายคำพูด ตัวกำหนด %e , %f และ %g จะถูกใช้เพื่อแสดงค่าของเมตริกซ์ที่ถูกพิมพ์

ถ้า %e ถูกใช้ ค่าจะถูกพิมพ์ในรูปของ exponential

%f ถูกใช้ ค่าจะถูกพิมพ์ในรูปของ fixed point หรือเลขทศนิยม

%g ขึ้นอยู่กับว่า %e หรือ %f รูปแบบไหนสั้นกว่า

ถ้า string "n" จะปรากฏใน format บรรทัดที่ถูกระบุไปจนถึงจุดนั้น จะถูกพิมพ์และส่วนที่เหลือของข้อมูลจะถูกพิมพ์บนบรรทัดถัดไป format ควรจบด้วย "\n" เสมอ เพื่อว่า output จะจบบรรทัดเดียวในตัวมันเอง

7. การคำนวณค่าโดยใช้คุณสมบัติของเมตริกซ์

1) ค่าเฉพาะ (Special Values)

Pi ค่าของ π จะถูกเก็บโดยอัตโนมัติในตัวแปรชื่อ pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Inf ค่าของ ∞ จะถูกเก็บโดยอัตโนมัติในตัวแปรชื่อ inf

NaN ซึ่งมีความหมายว่า Not-a-number จะเกิดขึ้นเมื่อไม่กำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ตั้งขึ้นมา หรือเกิดขึ้นมาจากการหาร 0 ด้วย 0 ซึ่งในทางคณิตศาสตร์ถือว่าไม่มีความหมาย ซึ่งหาค่าไม่ได้

i,j ซึ่งทั้งสองตัวแปรนี้โดยส่วนใหญ่จะถูกพบในเรื่องจำนวนเชิงเส้น ซึ่งมันจำถูกกำหนดค่าไว้เท่ากับ $\sqrt{-1}$

Clock จะเปลี่ยนค่าเวลาปัจจุบันซึ่งจะอยู่ในรูปของเวกเตอร์แถว

Ans เป็นอักขระพิเศษซึ่งจะเก็บค่านี้ได้จากการคำนวณในกรณีนี้ หมายถึงว่า การคำนวณนั้นไม่กำหนดว่าจะเก็บไว้ในชื่อตัวแปรใด

2) การดำเนินการกับค่าคงที่ (Scalar Operations)

ตารางที่ ก.1 การดำเนินการกับค่าคงที่

การดำเนินการ	รูปแบบพีชคณิต	รูปแบบทาง MATLAB
การบวก	a+b	a+b
การลบ	a-b	a-b
การคูณ	axb	a*b
การหารทางขวา	$\frac{a}{b}$	a/b
การหารทางซ้าย	$\frac{b}{a}$	a\b
การยกกำลัง	a^b	a^b

8. ลำดับความสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ลำดับความสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นสิ่งจำเป็นมากเพราะ ถ้าการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ไม่เรียงตามลำดับที่ต้องการย่อมจะทำให้การคำนวณนั้นผิดพลาดได้ ซึ่งลำดับความสำคัญของตัวการทางคณิตศาสตร์นั้นสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ ก.2 ลำดับความสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับความสำคัญ	การดำเนินการ
1	วงเล็บ
2	เลขยกกำลังและเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา
3	การคูณและการหารจากนั้นเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา
4	การบวกและการลบและเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา

9. ข้อจำกัดในการคำนวณ

1. สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ ช่วงของค่าจะเริ่มจาก 10^{-308} ถึง 10^{308} ซึ่งน่าจะเพียงพอสำหรับการคำนวณ

2. แต่ผลการคำนวณนั้นเป็นไปได้ที่ผลจะออกมานอกเหนือจากช่วงนี้ เช่น

```
a = 2.5 e 200;
b = 1.0 e 200;
c = a*b;
```

สมมุติว่าช่วงของค่าอยู่ระหว่าง 10^{-308} ถึง 10^{308} ค่าของ a และ b อยู่ในช่วงนี้ แต่ค่าของ c อยู่นอกช่วงดังนั้นความผิดพลาดนี้จึงเรียกว่า ผลของเลขยกกำลังเกินขอบเขตที่จำกัด exponent overflow ซึ่งหมายความว่า ค่านั้นโตเกินไปที่จะเก็บใน memory ของเครื่องใน MATLAB ผลของเลขยกกำลังเกินขอบเขตที่จำกัดจึงเท่ากับ ∞

ส่วน exponent underflow หรือผลที่ได้น้อยกว่าขอบเขตที่จำกัดนั้นเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการคำนวณที่ได้ค่าน้อยเกินไปกว่าที่จะเก็บในหน่วยความจำ เช่น

```
a = 2.5 e –200;
b = 1.0 e 200;
c = a/b;
```

ซึ่งผลการคำนวณจะได้ c = 2.5 e -400 ดังนั้นเลขยกกำลังที่ได้จะน้อยกว่า ค่าที่น้อยที่สุดใน MATLAB ผลของการยกกำลังจึงเป็น 0

ซึ่งทราบกันดีว่าการหารด้วย 0 เป็นการดำเนินการที่ไม่ถูกต้อง ผลของการหารด้วย 0 ใน MATLAB จะเป็น ∞ MATLAB จะพิมพ์ warning message เพื่อเตือนผู้ใช้งานให้ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ข้อคำสั่งสายงานควบคุม (Control Flow)

1) Relation and Logic Operator

1. relation operator

น้อยกว่า	ใช้สัญลักษณ์	<
มากกว่า	ใช้สัญลักษณ์	>
มากกว่าหรือเท่ากับ	ใช้สัญลักษณ์	>=
เท่ากับ	ใช้สัญลักษณ์	==
ไม่เท่ากับ	ใช้สัญลักษณ์	~=

2. logic operator

และ (and)	ใช้สัญลักษณ์	&
หรือ (or)	ใช้สัญลักษณ์	|
ไม่ (Not)	ใช้สัญลักษณ์	~

ข้อควรระวัง

- วงเล็บจะมีผลต่อลำดับของการกระทำ
- จะต้องเป็นประโยคที่สมบรูณ์เท่านั้นจึงจะใช้ logical operator ได้
- จำนวนที่ไม่เท่ากับ 0 MATLAB จะถือว่าเป็นค่าจริง

2) คำสั่ง if

จากเงื่อนไขที่เป็นไปได้ทั้ง 1 (จริง) หรือ 0 (เท็จ) เราสามารถ นำมันมาใช้ได้กับคำสั่ง if และมีรูปแบบดังนี้

```
if    เงื่อนไข (จริงหรือเท็จ)
      ข้อคำสั่ง
end
```

ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงก็จะกระทำข้อคำสั่งแต่ถ้าเป็นเท็จจะกระโดดไปที่ end เช่น

```
if    x~=0
      y=4/x
end
```

คือถ้า x ไม่เท่ากับ 0 แล้ว y จะมีค่าเท่ากับ 4 หารด้วย x

- คำสั่ง if ซับซ้อนมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบางกรณีต้องการให้มี การตัดสินใจหลายทางและมีการทดสอบเงื่อนไขจากบนลงล่าง จนพบเงื่อนไขที่เป็นจริงก็จะกระทำข้อคำสั่งนั้น สามารถทำได้โดยมีรูปแบบดังนี้

```
if          เงื่อนไข1
                ข้อคำสั่ง1
            if  เงื่อนไข2
                ข้อคำสั่ง2
            end
            ข้อคำสั่งที่3
        end
        คำสั่งที่4
```

- *คำสั่ง if-else*

เป็นคำสั่งที่ช่วยให้สามารถกระทำชุดข้อคำสั่งอันหนึ่งถ้าพบว่าเงื่อนไขเป็นจริงและกระทำอีกชุดคำสั่งหนึ่งถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จมีรูปแบบดังนี้

```
if      เงื่อนไข1
        ข้อคำสั่ง1
else
        ข้อคำสั่ง2
end
```

ถ้าเงื่อนไข1 เป็นจริงก็จะไปทำข้อคำสั่ง1 แต่ถ้าเป็นเท็จจะไปทำข้อคำสั่ง2

- *คำสั่ง if-elseif (มีชื่อเรียกอีกอย่างคือ Case structure)*

ในกรณีที่มีคำสั่ง if-else ที่ซ้อนกันอยู่หลาย ๆ ชั้น อาจเป็นการยากที่จะตัดสินว่าเงื่อนไขไหนเป็นจริงหรือเท็จเพื่อให้ง่ายต่อการกระทำคำสั่งแบบนี้สามารถใช้ถ้อยแถลง if-elseif ซึ่งถ้อยแถลง if-elseif มีรูปแบบดังนี้

```
if      เงื่อนไข1
        ข้อคำสั่ง1
elseif  เงื่อนไข2
        ข้อคำสั่ง2
elseif  เงื่อนไข3
        ข้อคำสั่ง3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end
```

พบว่าคำสั่ง if-elseif นี้ช่วยให้หลีกเลี่ยงการใช้คำสั่ง if-else ที่ซับซ้อนกันอยู่ซึ่งทำให้ยากต่อการตัดสินว่าจริงหรือเท็จ

- ***ลูป (loop)***

ลูปที่กระทำคำสั่งลักษณะวนรอบใน MATLAB มีอยู่ 2 ประเภทคือ for และ while ซึ่งลักษณะคล้ายกับ loop ของภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป

(a) for ช่วยให้กระทำคำสั่งซ้ำเป็นจำนวนรอบที่คงที่มีรูปแบบดังนี้

```
for     index=expression
        ข้อคำสั่ง
end
```

<u>ข้อควรระวัง</u>

- Index ใน expression จะต้องเป็นตัวแปร
- colon สามารถนำมาสร้างเงื่อนไขกับ expression ได้โดยรูปแบบดังนี้

```
for j = ค่าเริ่มต้น:ค่าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละครั้ง : ขอบเขต
```

(b) while ช่วยให้กระทำคำสั่งซ้ำเป็นจำนวนที่ไม่จำกัดรอบ (infinite) โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของเงื่อนไข มีรูปแบบดังนี้

```
while   expression
        ข้อคำสั่ง
end
```

ข้อคำสั่งจะถูกกระทำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่ง expression เป็นเท็จ (0)

11. การใช้ MATLAB เพื่อพลอตกราฟ

1) กราฟ x-y

มีคำสั่งในการใช้งานดังนี้

title ('text') คำสั่งนี้ใช้เขียนหัวข้อของกราฟ

xlabel ('text') คำสั่งนี้ใช้เขียนข้อความไว้ได้แกน x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ylabel ('text') คำสั่งนี้ใช้เขียนข้อความไว้ใต้แกน y

text (x, y, 'text') คำสั่งนี้ใช้เขียนข้อความไว้ ณ จุด (x, y) ที่ต้องการ

text (x, y, 'text', 'sc') คำสั่งนี้ใช้เขียนข้อความไว้ ณ จุด (x, y) ที่ต้องการโดยมีจุด (0, 0) อยู่ด้านล่างซ้าย และจุด (1, 1) อยู่ด้านขวาบน

gtext ('text') คำสั่งนี้ใช้เขียนข้อความไว้ ณ จุดที่ใช้เมาส์ชี้หรือใช้ลูกศรชี้

grid คำสั่งนี้จะเพิ่มเส้นกริดให้กับกราฟ

plot(x, y) คำสั่งนี้เพื่อพลอตค่า x และ y ลงบนกราฟ

semilogx (x, y) คำสั่งนี้ใช้เพื่อค่า x และ y ลงบนกราฟโดยใช้สเกลแบบลอกการิทึมในแกน x และสเกลแบบธรรมดาในแกน y

semilogy (x, y) คำสั่งนี้ใช้เพื่อค่า x และ y ลงบนกราฟโดยใช้สเกลแบบลอกการิทึมในแกน y และสเกลแบบธรรมดาในแกน x

loglog (x, y) คำสั่งนี้ใช้เพื่อค่า x และ y ลงบนกราฟโดยใช้สเกลแบบลอกการิทึมในแกน x และแกน y

ข้อสังเกต

ควรใช้เครื่องหมาย '.....' ต่อหลังคำสั่งเพื่อความต่อเนื่องก่อนที่ MATLAB จะทำการพลอตกราฟ

12. รายละเอียดปลีกย่อยที่เพิ่มเติมได้ในการพลอตกราฟ

1) เครื่องหมายจุด ลายเส้น และเส้นสี

ใน MATLAB สามารถที่จะพลอตกราด้วยลายเส้นหรือจุดที่มีรูปร่างต่าง ๆ และสีต่าง ๆ ตามต้องการ ได้ดังนี้

เครื่องหมายจุด	ใช้สัญลักษณ์
จุดบวกธรรมดา	.
บวก	+
ดาว	*
วงกลม	o
กากบาท	x

ลายเส้น	ใช้สัญลักษณ์
เส้นประ	- - - -
เส้นจุด	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นประและเส้นจุด	-.-.-.
เส้นทึบ	------

สี	ใช้สัญลักษณ์
ใส	I
เขียว	g
แดง	r
น้ำเงิน	b
ขาว	w

2) การพลอตกราฟหลายเส้น

เป็นไปได้หลายวิธีดังนี้

1. ใช้ multiple arguments ในคำสั่ง plot เช่น

plot (x, y, u, v)

โดยที่ x, y, u และ v เป็นเวกเตอร์ดังนั้น MATLAB ก็จะพลอตกราฟของ x และ y ก่อนหลังจากนั้น จึงจะพลอต กราฟของ u และ v และ MATLAB จะจัดการแทนกราฟทั้ง 2 เส้นนี้ด้วย สัญลักษณ์ที่ต่างกัน

2. ใช้คำสั่ง "Hold" ("hold on" และ "hold off") คำสั่งนี้จะรักษารูปกราฟที่กำลังพลอตอยู่บนจอและพลอตกราฟอีกอันลงบนแกนที่มีอยู่แล้ว

3) การแบ่งสเกล

ถึงแม้ว่า MATLAB จะแบ่งสเกลให้กราฟที่พลอตอย่างอัตโนมัติแต่บางครั้งถ้าต้องการเปรียบเทียบกราฟหลายเส้นมันเป็นการยากที่จะเปรียบเทียบกันถ้าสเกลของแกนไม่เหมือนกัน MATLAB จึงมีคำสั่งช่วยดังนี้

axis คำสั่งนี้จะทำให้กราฟที่จะพลอตตามมาใช้ ค่าของสเกลที่ใช้อยู่ตอนนี้คงอยู่ แต่ถ้ากระทำ คำสั่งนี้อีกครั้งจะกลับสู่สเกลอัตโนมัติ

axis (v) เป็นการกำหนดค่าของแกนโดย v = [Xmin, Xmax, Ymin, Ymax]

axis ('square') axis ('normal') คำสั่งนี้ใช้เพื่อกำหนด aspect ratio ซึ่งสามารถให้เป็น 'square' หรือ 'normal'

4) การแบ่ง windows

ใช้คำสั่ง 'subplot' สามารถแบ่ง window ให้ย่อยลงไปได้เป็นหลาย ๆ subwindows มีรูปแบบของคำสั่งคือ subplot (mnp) โดยที่ค่า m และ n จะเป็นตัวบอกถึง graph window จะถูก

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งเป็น subwindows โดยมีเส้นกริดขนาด mxn และ p จะเป็นตัวบอกถึงว่ากราฟรูปปัจจุบันว่าอยู่ใน subwindow ไหน เช่น

subplot (2, 1, 1),plot (x, y)

จะแบ่ง graph window เป็น 2 ส่วน (ล่างและบน) และกราฟรูปปัจจุบันจะอยู่ข้างบน

5) Graph Screen Input

จะช่วยให้สามารถทราบตำแหน่ง (coordinates) ของจุดต่าง ๆ ในกราฟโดยใช้ mouse หรือ arrow keys: มีรูปแบบดังนี้

[x, y] = ginput

คำสั่งนี้จะช่วยให้เลือกตำแหน่งจุดที่ต้องการทราบโดยใช้ mouse หรือ arrow key โดยไม่จำกัดจำนวนและเก็บค่าไว้ในเวกเตอร์ x และ y ถ้าต้องการหยุดก็กด "return"

[x, y] = ginput [n]

คำสั่งนี้จะช่วยในการเลือกตำแหน่งจุดที่ต้องการโดยใช้ mouse หรือ arrow key เป็นจำนวน n จุดและเก็บค่าไว้ในเวกเตอร์ x และ y ถ้าต้องการหยุดก็กด "return"

6) การควบคุมจอ

มีการควบคุม command window และ graph window ด้วยคำสั่งดังนี้

shg คำสั่งนี้จะแสดง graph window กดคีย์ใด ๆ จะกลับเข้ามาสู่ command window

clg ลบ graph window

clc ลบ command window

home ให้ cursor มาอยู่ในตำแหน่ง Home

7) Graphics Hard Copy

คำสั่งนี้จะช่วยในการให้ได้มาของซึ่ง hard copy แต่ก็จะเปลี่ยนแปลงตามรุ่นของคอมพิวเตอร์ที่ใช้

print คำสั่งนี้จะพิมพ์ plot ปัจจุบันนี้ด้วย high resulution ไปยัง printer

prtsc คำสั่งนี้จะพิมพ์ จอคอมพิวเตอร์โดยมีขนาดความละเอียดเท่ากับที่เห็นในจอ

meta file คำสั่งนี้จะเปิด high-resulution graphics metafiles โดยจะเขียนกราฟที่มีอยู่ในปัจจุบันลงในไฟล์ที่เปิดไว้ ถ้าใช้ meta เฉย ๆ โดยไม่มีชื่อ filename มันก็จะเก็บกราฟไว้ใน filename ที่ตั้งไว้ก่อนหน้านั้น (* ใน student version จะไม่มีคำสั่ง meta)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ทางรูปภาพ

ความหมายของคำว่า ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (user interface) คือการที่ผู้ใช้แทนเครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานปฏิสัมพันธ์กันทั้งทางด้าน hardware และ software การสร้างรูปปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (graphical user interface, GUI) คือการที่ผู้ใช้ปฏิสัมพันธ์กับ object ต่าง ๆ ทางภาพที่ถูกสร้างขึ้นมา เช่น เมนูต่าง ๆ ปุ่มกดต่าง ๆ lists และ object นั้น จะปฏิบัติการตามที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ในเรื่องนี้เราจะศึกษาถึงวิธีการสร้างและควบคุมเมนูปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ เหล่านี้

1) ชนิดของ Control Objects

ชนิดของ Control Objects ที่ MATLAB ได้เตรียมไว้ ด้วยการเลือกโดยการวางตำแหน่งของ pointer แล้วจึงกด mouse (สำหรับ MS-windows ปุ่มซ้าย) มีดังต่อไปนี้

- Push Button

Push Buttons เป็น screen objects เล็ก ๆ ขนาดตามที่เรากำหนด สามารถที่จะเขียนสัญลักษณ์ใด ๆ ตามที่เราต้องการ โดยการเลือกและกดลงไปที่ mouse ณ ตำแหน่งที่ปรากฏจะทำให้ MATLAB ปฏิบัติตามที่เรากำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น

- Start Plot

สัญลักษณ์ที่เราเขียนไว้ คือ "Start Plot" เมื่อกด mouse ไป ณ ตำแหน่งนี้ MATLAB จำปฏิบัติการที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

- Check Boxes

Check Boxes สามารถให้ผู้ใช้เลือกได้มากกว่าหนึ่งทางเลือก ซึ่งในแต่ละทางเลือกคล้ายกับสวิทซ์ ปิด/เปิด แสดงให้เห็นว่าในแต่ละทางเลือก อยู่ตำแหน่ง on หรือ off เมื่อ box นั้นไม่ถูกเลือก check boxes แต่ละอันไม่ขึ้นแก่กัน สามารถเลือกและไม่เลือกจำนวนเท่าไรก็ได้ เมื่อเลือกในแต่ละ box MATLAB จะปฏิบัติตามหน้าที่แต่ละ box นั้น ๆ กำหนดไว้ล่วงหน้า

A.M. Wave Form

Continueous Wave

Diserete Sompling

- Radio Buttons

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คล้ายกับ check boxes แต่สามารถเลือกได้หนึ่งทางเลือกเท่านั้น หากเลือกทางเลือกใหม่ใด ทางเลือกใหม่นั้นจะอยู่ในสภาวะ on ทางเลือกเก่าจะอยู่ในสภาวะ off และ MATLAB จะปฏิบัติตามที่ทางเลือกนั้น ๆ กำหนดไว้ล่วงหน้า

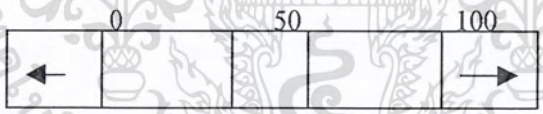
Analog Design

Discrete Design

- ***Sliders***

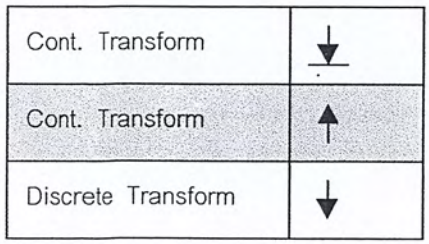
ให้ผู้ใช้เลือกค่าที่อยู่ภายในย่านนั้น เป็นอุปกรณ์ทางอนาลอก แสดงให้เห็นค่าที่เลือกทางรูปภาพ สามารถเปลี่ยนได้ด้วยการเลื่อนตัวชี้ (Indicator) ค่าที่เปลี่ยนไปจะทำให้ MATLAB ปฏิบัติการตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า slider ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่แสดงย่านของค่าที่ให้เลือกได้กดที่ส่งนั้นจะทำให้ค่าเปลี่ยนแปลงไปประมาณ 10%
2. ตัวเลื่อนที่แสดงตำแหน่งสัมพันธ์กับค่าที่เลือก และ
3. ลูกศรที่ปลายทั้งสองข้างของ Indicator กดที่ปุ่มเหล่านี้ จะทำให้ค่าเปลี่ยนแปลงไปประมาณ 1%



- ***Pop – up Menus***

ให้ผู้ใช้สามารถเลือกสิ่งต่าง ๆ ในเมนูได้ โดย Pop-up menus นี้ จะไม่อยู่บน menubar แต่จะอยู่บน window รูปภาพ ตามขนาดและตำแหน่งที่กำหนด เมื่อเลือกสิ่งที่อยู่ในเมนูนี้ จะทำให้ MATLAB ปฏิบัติตามสิ่งที่เลือก



- ***Static Text***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดง text ที่ต้องการให้ปรากฏหนึ่งบรรทัด โดยทั่วไปใช้เป็นสัญลักษณ์ในการรวบกลุ่มของ controls อื่น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้ทราบ หรือแสดงค่าที่สัมพันธ์กับ slider ผู้ใช้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลง text ที่ปรากฏนี้ได้ด้วยการปฏิสัมพันธ์ โดยปกติ static text controls นี้จะใช้กับ sliders และ frames

- Editable Text

เป็น text ที่เปลี่ยนแปลงเวลาได้โดยผู้ใช้สามารถใส่ค่า string เพื่อใช้ใน application ต่างๆ ค่านี้สามารถใส่เพียงบรรทัดเดียวหรือหลาย ๆ บรรทัดได้ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือลบทิ้งได้

- Frames

ทำให้สามารถที่จะล้อมกรอบบริเวณที่ต้องการ ภายใน window รูปภาพ โดยปกติมักจะรวม control ต่าง ๆ ที่อยู่ในลักษณะที่ใช้ร่วมกันอยู่ใน frame เดียวกัน

2) ฟังก์ชัน uicontrol

การควบคุม Object ทางภาพ คือ การที่เราเคลื่อน point บนจอภาพ ด้วย mouse (หรือสิ่งอื่น ๆ) ไปยัง object ทางภาพนั้น และ activate ณ ตำแหน่งทาง pointer ที่ชี้นั้น ทำให้เกิดการปฏิบัติการตามที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ณ object นั้น ๆ ซึ่งเราสามารถสร้าง control ต่าง ๆ ได้หลายลักษณะ ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่แล้ว สำหรับการสร้าง control object จะต้องใช้ฟังก์ชัน uicontrol

```
K = uicontrol ('PropertyName', PropertyValue, ...)
K = uicontrol (kfig, 'ชื่อลักษณะ', ตัวลักษณะ, ...)
```

uicontrol สร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ตามชื่อลักษณะ และตัวลักษณะเป็นคู่ ๆ ไป หากมี argument ตัวแรกนอกเหนือจากนี้ (เช่น kfig) argument ตัวแรกนี้จะเป็น parent ของรูป object ที่ uicontrol จะนำไปแสดงลง

ต่อไปจะเป็นชื่อลักษณะ ตัวลักษณะ และคำอธิบาย (ชื่อลักษณะไม่เป็น case sensitive) ซึ่งมีลักษณะ คือ Background Color Colorspec (ลักษณะสี) เป็นการควบคุมสี กำหนดสีในช่องสี่เหลี่ยมที่สร้างด้วย control กำหนดได้โดยใช้เวกเตอร์ของค่า RGB หรือชื่อสีที่ MATLAB กำหนดไว้ล่วงหน้าแล้วตามตารางที่ ก.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 การกำหนดสีในช่องสี่เหลี่ยมที่สร้างด้วย Control

ค่า RGB	ชื่อสั้น	ชื่อยาว
1,1,0	y	yellow
1,0,1	m	magenta
0,1,1	c	cyan
1,0,0	r	red
0,1,0	g	green
0,0,1	b	blue
1,1,1	w	white
0,0,0	k	black

- *ชื่อลักษณะ Call Back ตัวลักษณะ string*

เป็นปฏิบัติการควบคุม ตัวลักษณะนี้ใช้ได้ถึงแม้ว่าจะเป็น MATLAB expression ใด ๆ ที่ถูก syntax รวมทั้งชื่อของ M-file หรือฟังก์ชัน

- *ชื่อลักษณะ Children ตัวลักษณะ handles*

เป็น Children object uicontrol ต่าง ๆ ไม่มี children ดังนั้นลักษณะนี้จะให้ empty matrix เสมอ

- *ชื่อลักษณะ Fore Ground Color ตังลักษณะ Colorspec*

เป็นสีของ text ให้สีของ text ที่แสดงบน uicontrol object กำหนดให้ดังข้างบน

- *ชื่อลักษณะ Horizontal Alignment ตัวลักษณะ left / center / right*

เป็นการจัดตามแนวนอนของ Label string บอกให้ text ที่เขียนลงไปอยู่ ณ ตำแหน่งโต บน control

- *ชื่อลักษณะ Max ตัวลักษณะ สเกล่า*

เป็นค่าสูงสุดที่กำหนด ลักษณะนี้กำหนดค่าสูงสุดที่ให้เป็นไปได้ในลักษณะของค่า Control สำหรับ ratio button และ check box จะทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เปิด/ปิด ซึ่งใช้แทนลักษณะการตั้งค่า เมื่อ uicontrol อยู่ที่ตำแหน่ง on สำหรับ pop-up menu จะเป็นการให้จำนวนการเลือกที่กำหนดไว้ใน pop-up menu นั้นมากที่สุดที่จะเป็นไปได้ สำหรับ slider ลักษณะค่านี้คือค่าสูงสุดใน slider ที่จะสามารถเลือกได้ default คือ หนึ่ง

- *ชื่อลักษณะ Min ตัวลักษณะ สเกล่า*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่าต่ำสุดที่กำหนด ลักษณะนี้เป็นการกำหนดค่าต่ำสุดที่ให้เป็นไปได้ ในลักษณะของค่าของ Control สำหรับ ratio button และ check box จะทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ เปิด/ปิด ซึ่งใช้แทนลักษณะการตั้งของค่า เมื่อ uicontrol อยู่ที่ตำแหน่ง off สำหรับ slider ลักษณะค่านี้ คือค่าสูงสุดใน slider ที่จะสามารถเลือกได้ default คือ 0

- ***ชื่อลักษณะ Parent ตัวลักษณะ handle***

เป็น Handle ของ object's parent parent ของ uicontrol object คือ object รูปที่ uicontrol แสดงลักษณะในขณะนั้น เราสามารถตั้งลักษณะนี้ได้โดยกำหนด handle ของ parent object แรกในฟังก์ชัน uicontrol (โดยไม่มีคำว่า Parent) เช่น

uicontrol (1, 'Style', 'pushbutton', ..)

หากตัวแรกนี้เป็น gef ฟังก์ชัน gef นี้ จะให้ handle กลับไปยังรูปปัจจุบัน

- ***ชื่อลักษณะ Position ตัวลักษณะ เวกเตอร์ 4 ค่า (1xw4)***

เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของ Object ด้วยการกำหนดขนาดและตำแหน่งของ control ที่ปรากฏ window รูปภาพ ขนาดและตำแหน่งกำหนดโดยค่าในเวกเตอร์ 1x4 ดังนี้

rec = [ซ้าย ล่าง กว้าง สูง]

ซึ่งซ้ายและล่าง เป็นการกำหนดระยะจากมุมซ้ายล่างของ Window รูปภาพไปยังมุมซ้ายล่างของ control object ตามลำดับ ส่วนกว้างและสูงเป็นการกำหนดความกว้างและสูงของขนาดของสี่เหลี่ยมที่จะปรากฏเป็นตัว control รายละเอียดของหน่วยที่สามารถใช้ได้อยู่ในสัญลักษณ์ ชื่อ Units

- ***ชื่อลักษณะ String ตัวลักษณะ string***

สัญลักษณ์ Control เป็นการกำหนดสัญลักษณ์ให้ปรากฏบนตัว control ต่าง ๆ เช่น push buttons, ratio buttons, check boxes และ popup menus สำหรับหลายๆทางเลือกบน popup menu หรือ editable text ป้อนแต่ละ string แยกด้วยเครื่องหมาย | (หรือ) ไปเรื่อย ๆ ตามลำดับ และให้ทั้งหมดอยู่ภายใต้เครื่องหมาย quotes ('... | ...') สำหรับ editable text ลักษณะของ string กำหนดได้โดยการพิมพ์ input จาก user ส่วน sliders จะไม่มีการแสดงสัญลักษณ์

- ***ชื่อลักษณะ Style ตัวลักษณะ pushbutton / ratiobutton / check box / slider/edit / pop-up menu***

ชนิดของ uicontrol object ลักษณะนี้เป็นการกำหนดชนิดของ control ที่เราต้องการจะสร้าง รายละเอียดในหัวข้อ 3.5.1 ที่ผ่านมา

- ***ชื่อลักษณะ Type ตัวลักษณะ string (read only)***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของ Graphics object ลักษณะนี้เป็นการกำหนดชนิดของ graphics object สำหรับ Uicontrol object string ของ type นี้ คือ 'uicontrol'

- *ชื่อลักษณะ Units ตัวลักษณะ pixels / normalized / inches / centimeters / pointes*

หน่วยของการวัด ลักษณะนี้กำหนดหน่วยที่ใช้โดยชื่อลักษณะ Position ทุก ๆ หน่วย จะเริ่มต้นวัดจากมุมซ้ายล่างของ window รูปภาพ หน่วย normalized จะกำหนดมุมซ้ายล่างเป็นจุด (0, 0) และมุมขวาบนเป็นจุด (1.0, 1.0) inches, centimeters, และ points เป็นหน่วย absolute (หนึ่งจุดเท่ากับหนึ่งส่วนเจ็ดสิบสองนิ้ว)

- *ชื่อลักษณะ UserData ตัวลักษณะ เมตริกซ์*

ข้อมูลที่กำหนดโดยผู้ใช้ ข้อมูลนี้สามารถเป็นเมตริกซ์บนจุดใด ๆ ที่เราต้องการให้มีส่วนร่วม Object ที่สร้างขึ้น object ไม่สามารถที่จะใช้ข้อมูลนี้ เราสามารถใช้ได้ด้วยการใช้ฟังก์ชัน get

- *ชื่อลักษณะ Value ตัวลักษณะ สเกลา*

ค่าปัจจุบันของ control ค่าที่เป็นไปได้ของ control นี้ขึ้นอยู่กับชนิดของ control

- Ratio buttons และ check boxes ตั้ง Value ไว้ที่ Max (ปกติเป็น 1) เมื่ออยู่ในสภาวะ on (เมื่อปุ่มถูกกด) และ Min (ปกติเป็น0) เมื่ออยู่ในสภาวะ off (เมื่อปุ่มถูกปล่อย)

- Sliders ตั้ง Value ไว้ที่ตัวเลขที่กำหนด โดย slider bar ซึ่งสัมพันธ์กับขอบเขตที่ตั้งไว้ด้วย Min และ Max

- Popup menus ตั้ง Value ไว้ที่ดัชนีของสิ่งที่ถูกเลือก

- Push buttons และ editable controls ไม่ต้องใช้ชื่อลักษณะนี้

เราสามารถกำหนดชื่อลักษณะ Value นี้ได้ด้วยการปฏิสัมพันธ์ โดยใช้ mouse หรือกำหนดด้วยฟังก์ชัน set การเปลี่ยนแปลงสามารถเห็นได้โดยตรง

- *ชื่อลักษณะ Visible ตัวลักษณะ on/off*

ความสามารถในการมองเห็น object ลักษณะนี้กำหนด object ที่สร้างขึ้นให้ปรากฏบนจอหรือไม่

3) ฟังก์ชันและการสร้าง Menus

การสร้าง Menu สามารถทำได้ด้วยฟังก์ชัน uimenu ตามลักษณะดังนี้

h = uimenu ('Property Name', Property Value, ...)

หรือ Submenu ด้วย

hsub = uimenu (h,'Property Name', Property Value, ...)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชัน uimenu นี้ จะสร้าง menu ให้ปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่ง menu ที่สร้างนี้จะอยู่ส่วนบนของรูป ใน menu bar แต่ละทางเลือกใน menu สามารถที่จะเป็น menu ด้วยตัวเองได้ นั่นคือมี submenu การสร้าง submenu ด้วยการส่ง handle ไปยัง parent menu โดย argument ตัวแรก หากไม่มี menu นั้นกลายเป็น top-level menu ชื่อลักษณะและตัวลักษณะเป็นไปได้ดังนี้

- ***ชื่อลักษณะ Accelerator ตัวลักษณะเป็นตัวอักษร (character)***

ใช้เรียกให้ปฏิบัติการโดยตรงได้จาก Keyboard โดยไม่ต้องเลื่อน mouse ไปที่ menu แล้วกดเรียก key ที่ต้องใช้กด กำหนดไว้ล่วงหน้าตามสั่งบนเครื่อง PC การใช้งาน คือ กด Control key ค้างไว้ แล้วกดอักษรที่ระบุ

- ***ชื่อลักษณะ Callback ตัวลักษณะเป็น string***

ใน Menu ปฏิบัติตามหน้าที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ตามตัวลักษณะ ไม่ว่าจะเป็น MATLAB expression ใด ๆ ที่ถูก syntax รวมทั้งชื่อของ M-file หรือฟังก์ชัน

- ***ชื่อลักษณะ Children ตัวลักษณะเป็น เวกเตอร์ของ handles***

เป็น Children objects children ของ uimenu คือ uimenu อื่น ๆ ที่เป็น submenu

- ***ชื่อลักษณะ Enable ตัวลักษณะเป็น on / off***

เป็นสภาวะให้เลือกได้ / ไม่ได้ ลักษณะจะควบคุมให้เลือกสิ่งใน Menu ได้หรือไม่ได้ หากอยู่ในสภาวะที่ให้เลือกไม่ได้ สัญลักษณ์บน menu จะเป็นสีอ่อน แสดงว่าให้เลือกไม่ได้

- ***ชื่อลักษณะ Label ตัวลักษณะเป็น string***

เป็นสัญลักษณ์ที่เขียนขึ้นบน Object

- ***ชื่อลักษณะ Position ตัวลักษณะเป็น scalar***

เป็นตำแหน่ง Menu สัมพันธ์ กำหนดการวาง menu items หากเป็น top-level menu จะวางจากซ้ายไปขวาบน menu bar ตามค่าที่ระบุไว้ในลักษณะ Position แต่ละ item ภายใน menu ที่กำหนดไว้ จะวางจากบนลงล่างตามค่าที่ระบุไว้ในลักษณะ Position

- ***ชื่อลักษณะ Separator ตัวลักษณะเป็น on / off***

จะลากเส้นตามแนวนอนคั่นระหว่าง Menu item ด้านบน เมื่ออยู่ในสภาวะ on ไม่ใช้ กับ top-level menu

- ***ชื่อลักษณะ Type ตังลักษณะเป็น string (read only)***

ชนิดของ Graphics object สำหรับ uimenu object type คือ string "uimenu"

- ***ชื่อลักษณะ User Data ตัวลักษณะเป็น เมตริกซ์***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่กำหนดโดยผู้ใช้ ข้อมูลนี้สามารถเป็นเมตริกซ์บนจุดใด ๆ ที่เราต้องการให้มีส่วนร่วมกับ Object ที่สร้างขึ้น object ไม่สามารถที่จะใช้ข้อมูลนี้ เราสามารถนำมาใช้ได้ด้วยการใช้ฟังก์ชัน get

- ชื่อลักษณะ Visible ตัวลักษณะเป็น on / off

ความสามารถในการมองเห็น Object ลักษณะนี้กำหนด object ที่สร้างขึ้นให้ปรากฏบนจอภาพหรือไม่

- การสร้าง Top - level Menu

จะต้องกำหนด Handle ในตัวอย่างที่ตามมานี้ จะเป็น top-level menu ที่มีชื่อ File เมื่อต้องการใส่ menu items ลงไปใน File นี้ จะต้องใช้ชื่อ variable ที่กำหนดไว้ทางซ้าย คือ fil_opt

```
File_opt = uimenu (gcf, …
                   'Label', 'File');
```

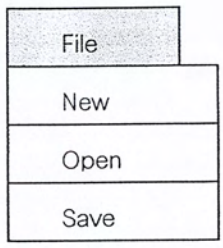
- การสร้าง Menu Items ที่เป็น Submenus

Statement ที่ระบุว่าเป็น submenu จะต้องมี handle ของ menu ที่ submenu นี้ จะแฝงอยู่ ตัวอย่างที่ตามมา main menu คือ File ซึ่ง handle คือ File_opt

```
file_new  = uimenu (file_opt, …
                    'Label', 'New';
file_open = uimenu (file_opt, …
                    'Label', 'Open', …
                    'Separator', 'On');
file_save = uimenu (file_opy, …
                    'Label', 'Save', …
                    'Separator', 'Off');
```

ตัวอย่างนี้จะสร้าง 3 submenus จาก Menu หลัก คือ File ดังแสดงในรูป

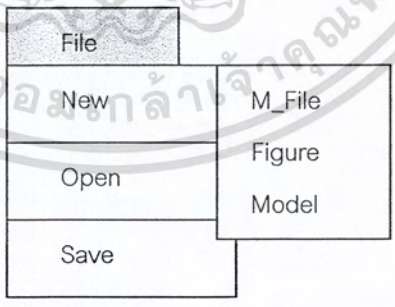
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



- *การสร้าง Menu Items*

เช่นเดียวกับการสร้าง Menu items ของ submenus ยกเว้นแต่ว่า handle คือ handle ของ submenu ที่ menu items นี้จะอยู่ อาจจะมี Separator หรือไม่มีก็ได้

```
M_file = uimenu(file_new, …
                'Label', 'M File', …
               'Callback', 'my M file');
mex_file = uimenu(file_new, …
                'Label', 'Figure', …
                'Callback', 'Figure');
hex_file = uimenu(file_new, …
                'Label', 'Model', …
                'Callback', 'Model');
```



การสร้าง Menu Items ที่มีเครื่องหมาย . ✓

ทำให้ปรากฏเครื่องหมาย / ที่ด้านซ้ายของ Menu items ที่เลือกได้ดังตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
m_file = uimenu (file_new, …
        'Label', 'M  File', …
        'Callback', [ 'my  M  file'…
            'set (m_file, "Checked", "on"),',…
            'set (mex_file, "Checked", "off"),',…
            'set (hex_file, "checked", "off"), ]);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----------**DATA 1** ----------

```
clf
Me_da1 = uimenu(gcf,'Label','Data 1');
   Me_sca1  = uimenu(Me_da1,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley1');
   Me_freq1  = uimenu(Me_da1,'Label','Freq Domain','Callback','freq1');
   Me_den1  = uimenu(Me_da1,'Label','Speatral Density ','Callback','den1');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=0:5000;
Data1 = [load('a1.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([0 5000 120 250]);
title('DATA 1'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA  ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------**DATA 2** ----------

```
clf
Me_da2 = uimenu(gcf,'Label','Data 2');
Me_sca2  = uimenu(Me_da2,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley2');
   Me_freq2  = uimenu(Me_da2,'Label','Freq Domain','Callback','freq2');
   Me_den2  = uimenu(Me_da2,'Label','Speatral Density ','Callback','den2');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=5000:10000;
Data1 = [load('a2.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([5000 10000 120 250]);
title('DATA 2'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');

                ----------DATA 3 ----------
clf
Me_da3 = uimenu(gcf,'Label','Data 3');
   Me_sca3  = uimenu(Me_da3,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley3');
   Me_freq3  = uimenu(Me_da3,'Label','Freq Domain','Callback','freq3');
   Me_den3  = uimenu(Me_da3,'Label','Speatral Density ','Callback','den3');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=10000:15000;
Data1 = [load('a3.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([10000 15000 120 250]);
title('DATA 3'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------**DATA 4**----------

```
clf
Me_da4 = uimenu(gcf,'Label','Data 4');
   Me_sca4  = uimenu(Me_da4,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley4');
   Me_freq4  = uimenu(Me_da4,'Label','Freq Domain','Callback','freq4');
   Me_den4  = uimenu(Me_da4,'Label','Speatral Density ','Callback','den4');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=15000:20000;
Data1 = [load('a4.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([15000 20000 120 250]);
title('DATA 4'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------**DATA 5**----------

```
clf
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_da5 = uimenu(gcf,'Label','Data 5');
   Me_sca5  = uimenu(Me_da5,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley5');
   Me_freq5  = uimenu(Me_da5,'Label','Freq Domain','Callback','freq5');
   Me_den5  = uimenu(Me_da5,'Label','Speatral Density ','Callback','den5');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=20000:25000;
Data1 = [load('a5.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([20000 25000 120 250]);
title('DATA 5'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA  ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------DATA 6 ----------

```
clf
Me_da6 = uimenu(gcf,'Label','Data 6');
   Me_sca6  = uimenu(Me_da6,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley6');
   Me_freq6  = uimenu(Me_da6,'Label','Freq Domain','Callback','freq6');
   Me_den6  = uimenu(Me_da6,'Label','Speatral Density ','Callback','den6');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=25000:30000;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Data1 = [load('a6.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([25000 30000 120 250]);
title('DATA 6'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA  ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------DATA 7----------

```
clf
Me_da7 = uimenu(gcf,'Label','Data 7');
   Me_sca7  = uimenu(Me_da7,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley7');
   Me_freq7  = uimenu(Me_da7,'Label','Freq Domain','Callback','freq7');
   Me_den7  = uimenu(Me_da7,'Label','Speatral Density ','Callback','den7');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=30000:35000;
Data1 = [load('a7.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([30000 35000 120 250]);
title('DATA 7'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DATA 8 ----------

```
clf
Me_da8 = uimenu(gcf,'Label','Data 8');
   Me_sca8  = uimenu(Me_da8,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley8');
   Me_freq8  = uimenu(Me_da8,'Label','Freq Domain','Callback','freq8');
   Me_den8  = uimenu(Me_da8,'Label','Speatral Density ','Callback','den8');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=35000:40000;
Data1 = [load('a8.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([35000 40000 120 250]);
title('DATA 8'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DATA 9 ----------

```
clf
Me_da9 = uimenu(gcf,'Label','Data 9');
   Me_sca9  = uimenu(Me_da9,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley9');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Me_freq9  = uimenu(Me_da9,'Label','Freq Domain','Callback','freq9');
   Me_den9   = uimenu(Me_da9,'Label','Speatral Density ','Callback','den9');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=40000:45000;
Data1 = [load('a9.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([40000 45000 120 250]);
title('DATA 9'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DATA 10 ----------

```
clf
Me_da10 = uimenu(gcf,'Label','Data 10');
   Me_sca10  = uimenu(Me_da10,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley10');
   Me_freq10  = uimenu(Me_da10,'Label','Freq Domain','Callback','freq10');
   Me_den10   = uimenu(Me_da10,'Label','Speatral Density ','Callback','den10');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=45000:50000;
Data1 = [load('a10.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
axis([45000 50000 120 250]);
title('DATA 10'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DATA 11 ----------

```
clf
Me_da11 = uimenu(gcf,'Label','Data 11');
   Me_sca11  = uimenu(Me_da11,'Label','Adjust Scale','Callback','Scalcy11');
   Me_freq11  = uimenu(Me_da11,'Label','Freq Domain','Callback','freq11');
   Me_den11  = uimenu(Me_da11,'Label','Speatral Density ','Callback','den11');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=50000:55000;
Data1 = [load('a11.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([50000 55000 120 250]);
title('DATA 11'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    'Callback','program2');

                    ----------DATA 12 ----------
clf
Me_da12 = uimenu(gcf,'Label','Data 12');
   Me_sca12  = uimenu(Me_da12,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley12');
   Me_freq12  = uimenu(Me_da12,'Label','Freq Domain','Callback','freq12');
   Me_den12  = uimenu(Me_da12,'Label','Speatral Density ','Callback','den12');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=55000:60000;
Data1 = [load('a12.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([55000 60000 120 250]);
title('DATA 12'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');

                    ----------DATA 1_1 ----------
 clf
 Me_da1 = uimenu(gcf,'Label','Data 1');
    Me_sca1  = uimenu(Me_da1,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley1');
    Me_freq1  = uimenu(Me_da1,'Label','Freq Domain','Callback','freq1');
    Me_den1  = uimenu(Me_da1,'Label','Speatral Density ','Callback','den1');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=0:5000;
Data1 = [load('a1.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([0 5000 Ymin Ymax]);
title('DATA 1'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DATA 2_1 ----------

```
clf
Me_da2 = uimenu(gcf,'Label','Data 2');
   Me_sca2   = uimenu(Me_da2,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley2');
   Me_freq2  = uimenu(Me_da2,'Label','Freq Domain','Callback','freq2');
   Me_den2   = uimenu(Me_da2,'Label','Speatral Density ','Callback','den2');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=5000:10000;
Data1 = [load('a2.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([5000 10000 Ymin Ymax]);
title('DATA 2'),...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DATA 3_1 ----------

```
clf
Me_da3 = uimenu(gcf,'Label','Data 3');
   Me_sca3  = uimenu(Me_da3,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley3');
   Me_freq3  = uimenu(Me_da3,'Label','Freq Domain','Callback','freq3');
   Me_den3  = uimenu(Me_da3,'Label','Speatral Density ','Callback','den3');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=10000:15000;
Data1 = [load('a3.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([10000 15000 Ymin Ymax]);
title('DATA 3'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----------DATA 4_1 ----------

```
clf
Me_da4 = uimenu(gcf,'Label','Data 4');
   Me_sca4  = uimenu(Me_da4,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley4');
   Me_freq4  = uimenu(Me_da4,'Label','Freq Domain','Callback','freq4');
   Me_den4  = uimenu(Me_da4,'Label','Speatral Density ','Callback','den4');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=15000:20000;
Data1 = [load('a4.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([15000 20000 Ymin Ymax]);
title('DATA 4'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------DATA 5_1 ----------

```
clf
Me_da5 = uimenu(gcf,'Label','Data 5');
   Me_sca5  = uimenu(Me_da5,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley5');
   Me_freq5  = uimenu(Me_da5,'Label','Freq Domain','Callback','freq5');
   Me_den5  = uimenu(Me_da5,'Label','Speatral Density ','Callback','den5');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=20000:25000;
Data1 = [load('a5.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([20000 25000 Ymin Ymax]);
title('DATA 5'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA  ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------DATA 6_1 ----------

```
clf
Me_da6 = uimenu(gcf,'Label','Data 6');
   Me_sca6  = uimenu(Me_da6,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley6');
   Me_freq6  = uimenu(Me_da6,'Label','Freq Domain','Callback','freq6');
   Me_den6  = uimenu(Me_da6,'Label','Speatral Density ','Callback','den6');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=25000:30000;
Data1 = [load('a6.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([25000 30000 Ymin Ymax]);
title('DATA 6'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------**DATA 7_1** ----------

```
clf
Me_da7 = uimenu(gcf,'Label','Data 7');
   Me_sca7  = uimenu(Me_da7,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley7');
   Me_freq7  = uimenu(Me_da7,'Label','Freq Domain','Callback','freq7');
   Me_den7  = uimenu(Me_da7,'Label','Speatral Density ','Callback','den7');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=30000:35000;
Data1 = [load('a7.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([30000 35000 Ymin Ymax]);
title('DATA 7'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------**DATA 8_1** ----------

```
clf
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_da8 = uimenu(gcf,'Label','Data 8');
   Me_sca8  = uimenu(Me_da8,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley8');
   Me_freq8  = uimenu(Me_da8,'Label','Freq Domain','Callback','freq8');
   Me_den8  = uimenu(Me_da8,'Label','Speatral Density ','Callback','den8');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=35000:40000;
Data1 = [load('a8.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([35000 40000 Ymin Ymax]);
title('DATA 8'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA  ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------DATA 9_1 ----------

```
clf
Me_da9 = uimenu(gcf,'Label','Data 9');
   Me_sca9  = uimenu(Me_da9,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley9');
   Me_freq9  = uimenu(Me_da9,'Label','Freq Domain','Callback','freq9');
   Me_den9  = uimenu(Me_da9,'Label','Speatral Density ','Callback','den9');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=40000:45000;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Data1 = [load('a9.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([40000 45000 Ymin Ymax]);
title('DATA 9'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DATA 10_1 ----------

```
clf
Me_da10 = uimenu(gcf,'Label','Data 10');
   Me_sca10  = uimenu(Me_da10,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley10');
   Me_freq10  = uimenu(Me_da10,'Label','Freq Domain','Callback','freq10');
   Me_den10  = uimenu(Me_da10,'Label','Speatral Density ','Callback','den10');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=45000:50000;
Data1 = [load('a10.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([45000 50000 Ymin Ymax]);
title('DATA 10'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA  ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------**DATA 11_1** ----------

```
clf
Me_da11 = uimenu(gcf,'Label','Data 11');
   Me_sca11  = uimenu(Me_da10,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley11');
   Me_freq11  = uimenu(Me_da10,'Label','Freq Domain','Callback','freq11');
   Me_den11  = uimenu(Me_da10,'Label','Speatral Density ','Callback','den11');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=50000:55000;
Data1 = [load('a11.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([50000 55000 Ymin Ymax]);
title('DATA 10'),...
   xlabel('Time'),...
   ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------**DATA 12_1** ----------

```
clf
Me_da12 = uimenu(gcf,'Label','Data 12');
   Me_sca12  = uimenu(Me_da12,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley12');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Me_freq12  = uimenu(Me_da12,'Label','Freq Domain','Callback','freq12');
   Me_den12   = uimenu(Me_da12,'Label','Speatral Density ','Callback','den12');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.3 0.7 0.1]);
K=55000:60000;
Data1 = [load('a12.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([55000 60000 Ymin Ymax]);
title('DATA 12'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------SCALEY1----------

```
clf
Me_da1 = uimenu(gcf,'Label','Data 1');
   Me_sca1  = uimenu(Me_da1,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley1');
   Me_freq1  = uimenu(Me_da1,'Label','Freq Domain','Callback','freq1');
   Me_den1   = uimenu(Me_da1,'Label','Speatral Density ','Callback','den1');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a1.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
axis([0 5000 Ymin Ymax]);
title('DATA 1'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------SCALEY2 ----------

```
clf
Me_da2 = uimenu(gcf,'Label','Data 2');
   Me_sca2  = uimenu(Me_da2,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley2');
   Me_freq2  = uimenu(Me_da2,'Label','Freq Domain','Callback','freq2');
   Me_den2  = uimenu(Me_da2,'Label','Speatral Density ','Callback','den2');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a2.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([5000 10000 Ymin Ymax]);
title('DATA 2'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'Callback','program2');

----------SCALEY3 ----------

clf
Me_da3 = uimenu(gcf,'Label','Data 3');
  Me_sca3  = uimenu(Me_da3,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley3');
  Me_freq3  = uimenu(Me_da3,'Label','Freq Domain','Callback','freq3');
  Me_den3  = uimenu(Me_da3,'Label','Speatral Density ','Callback','den3');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a3.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([10000 15000 Ymin Ymax]);
title('DATA 3'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');

----------SCALEY4 ----------

clf
Me_da4 = uimenu(gcf,'Label','Data 4');
  Me_sca4  = uimenu(Me_da4,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley4');
  Me_freq4  = uimenu(Me_da4,'Label','Freq Domain','Callback','freq4');
  Me_den4  = uimenu(Me_da4,'Label','Speatral Density ','Callback','den4');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a4.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([15000 20000 Ymin Ymax]);
title('DATA 4'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------SCALEY5 ----------

```
clf
Me_da5 = uimenu(gcf,'Label','Data 5');
   Me_sea5  = uimenu(Me_da5,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley5');
   Me_freq5  = uimenu(Me_da5,'Label','Freq Domain','Callback','freq5');
   Me_den5  = uimenu(Me_da5,'Label','Speatral Density ','Callback','den5');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a5.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([20000 25000 Ymin Ymax]);
title('DATA 5'),...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------SCALEY6 ----------

```
clf
Me_da6 = uimenu(gcf,'Label','Data 6');
   Me_sca6  = uimenu(Me_da6,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley6');
   Me_freq6  = uimenu(Me_da6,'Label','Freq Domain','Callback','freq6');
   Me_den6  = uimenu(Me_da6,'Label','Speatral Density ','Callback','den6');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a6.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([25000 30000 Ymin Ymax]);
title('DATA 6'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----------SCALEY7 ----------

```
clf
Me_da7 = uimenu(gcf,'Label','Data 7');
   Me_sca7  = uimenu(Me_da7,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley7');
   Me_freq7  = uimenu(Me_da7,'Label','Freq Domain','Callback','freq7');
   Me_den7  = uimenu(Me_da7,'Label','Speatral Density ','Callback','den7');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a7.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([30000 35000 Ymin Ymax]);
title('DATA 7'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------SCALEY8 ----------

```
clf
Me_da8 = uimenu(gcf,'Label','Data 8');
   Me_sca8  = uimenu(Me_da8,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley8');
   Me_freq8  = uimenu(Me_da8,'Label','Freq Domain','Callback','freq8');
   Me_den8  = uimenu(Me_da8,'Label','Speatral Density ','Callback','den8');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a8.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([35000 40000 Ymin Ymax]);
title('DATA 8'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------SCALEY9 ----------

```
clf
Me_da9 = uimenu(gcf,'Label','Data 9');
  Me_sca9  = uimenu(Me_da9,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley9');
  Me_freq9  = uimenu(Me_da9,'Label','Freq Domain','Callback','freq9');
  Me_den9  = uimenu(Me_da9,'Label','Speatral Density ','Callback','den9');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a9.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([40000 45000 Ymin Ymax]);
title('DATA 9'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------SCALEY10 ----------

```
clf
Me_da10 = uimenu(gcf,'Label','Data 10');
  Me_sca10  = uimenu(Me_da10,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley10');
   Me_freq10  = uimenu(Me_da10,'Label','Freq Domain','Callback','freq10');
   Me_den10  = uimenu(Me_da10,'Label','Speatral Density ','Callback','den10');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a10.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([45000 50000 Ymin Ymax]);
title('DATA 10'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------SCALEY11 ----------

```
clf
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_da11 = uimenu(gcf,'Label','Data 11');
   Me_sca11  = uimenu(Me_da11,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley11');
   Me_freq11  = uimenu(Me_da11,'Label','Freq Domain','Callback','freq11');
   Me_den11  = uimenu(Me_da11,'Label','Speatral Density ','Callback','den11');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
Data1 = [load('a11.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([50000 55000 Ymin Ymax]);
title('DATA 11'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------**SCALEY12** ----------

```
  clf
Me_da12 = uimenu(gcf,'Label','Data 12');
   Me_sca12  = uimenu(Me_da12,'Label','Adjust Scale','Callback','Scaley12');
   Me_freq12  = uimenu(Me_da12,'Label','Freq Domain','Callback','freq12');
   Me_den12  = uimenu(Me_da12,'Label','Speatral Density ','Callback','den12');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
 Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
Ymin = input('Enter the value of Ymin = ');
Ymax = input('Enter the value of Ymax = ');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Data1 = [load('a12.txt')];
plot(K,Data1,'r'),...
axis([55000 60000 Ymin Ymax]);
title('DATA 12'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');

                    ----------FREQ1 ----------
clf
Me_da1 = uimenu(gcf,'Label','Data 1');
   Me_mag1  = uimenu(Me_da1,'Label','Adjust Scale','Callback','mag1');
   Me_time1  = uimenu(Me_da1,'Label','Time Domain','Callback','data1_1');
   Me_den1  = uimenu(Me_da1,'Label','Speatral Density ','Callback','den1');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a1.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
title('DATA 1(1-5000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
  grid;
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program3');
```

----------FREQ2----------

```
clf
Me_da2 = uimenu(gcf,'Label','Data 2');
   Me_mag2  = uimenu(Me_da2,'Label','Adjust Scale','Callback','mag2');
   Me_time2  = uimenu(Me_da2,'Label','Time Domain','Callback','data2_1');
   Me_den2  = uimenu(Me_da2,'Label','Speatral Density ','Callback','den2');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a2.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 2(5001-10000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');

                    ----------FREQ3----------
clf
Me_da3 = uimenu(gcf,'Label','Data 3');
   Me_mag3  = uimenu(Me_da3,'Label','Adjust Scale','Callback','mag3');
   Me_time3  = uimenu(Me_da3,'Label','Time Domain','Callback','data3_1');
   Me_den3  = uimenu(Me_da3,'Label','Speatral Density ','Callback','den3');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a3.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 3(10001-15000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');


                    ----------FREQ4 ----------
clf
Me_da4 = uimenu(gcf,'Label','Data 4');
   Me_mag4  = uimenu(Me_da4,'Label','Adjust Scale','Callback','mag4');
   Me_time4  = uimenu(Me_da4,'Label','Time Domain','Callback','data4_1');
   Me_den4  = uimenu(Me_da4,'Label','Speatral Density ','Callback','den4');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a4.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 4(15001-20000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------FREQ5 ----------

```
clf
Me_da5 = uimenu(gcf,'Label','Data 5');
   Me_mag5   = uimenu(Me_da5,'Label','Adjust Scale','Callback','mag5');
   Me_time5  = uimenu(Me_da5,'Label','Time Domain','Callback','data5_1');
   Me_den5   = uimenu(Me_da5,'Label','Speatral Density ','Callback','den5');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a5.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 5(20001-25000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    'Callback','program3');

    -
                    ----------FREQ6 ----------
clf
Me_da6 = uimenu(gcf,'Label','Data 6');
   Me_mag6   = uimenu(Me_da6,'Label','Adjust Scale','Callback','mag6');
   Me_time6  = uimenu(Me_da6,'Label','Time Domain','Callback','data6_1');
   Me_den6   = uimenu(Me_da6,'Label','Speatral Density ','Callback','den6');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a6.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 6(25001-30000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----------FREQ7 ----------

```
clf
Me_da7 = uimenu(gcf,'Label','Data 7');
   Me_mag7  = uimenu(Me_da7,'Label','Adjust Scale','Callback','mag7');
   Me_time7  = uimenu(Me_da7,'Label','Time Domain','Callback','data7_1');
   Me_den7  = uimenu(Me_da7,'Label','Speatral Density ','Callback','den7');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a7.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 7(30001-35000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------FREQ8 ----------

```
clf
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_da8 = uimenu(gcf,'Label','Data 8');
   Me_mag8  = uimenu(Me_da8,'Label','Adjust Scale','Callback','mag8');
   Me_time8  = uimenu(Me_da8,'Label','Time Domain','Callback','data8_1');
   Me_den8  = uimenu(Me_da8,'Label','Speatral Density ','Callback','den8');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a8.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 8(35001-40000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------FREQ9 ----------

```
clf
Me_da9 = uimenu(gcf,'Label','Data 9');
   Me_mag9  = uimenu(Me_da9,'Label','Adjust Scale','Callback','mag9');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Me_time9  = uimenu(Me_da9,'Label','Time Domain','Callback','data9_1');
   Me_den9   = uimenu(Me_da9,'Label','Speatral Density ','Callback','den9');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a9.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 9(40001-45000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------FREQ10 ----------

```
clf
Me_da10 = uimenu(gcf,'Label','Data 10');
   Me_mag10  = uimenu(Me_da10,'Label','Adjust Scale','Callback','mag10');
   Me_time10 = uimenu(Me_da10,'Label','Time Domain','Callback','data10_1');
   Me_den10  = uimenu(Me_da10,'Label','Speatral Density ','Callback','den10');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a10.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 10(45001-50000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------**FREQ11** ----------

```
clf
Me_da11 = uimenu(gcf,'Label','Data 11');
   Me_mag11  = uimenu(Me_da11,'Label','Adjust Scale','Callback','mag11');
   Me_time11  = uimenu(Me_da11,'Label','Time Domain','Callback','data11_1');
   Me_den11  = uimenu(Me_da11,'Label','Speatral Density ','Callback','den11');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a11.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 11(50001-55000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------FREQ12----------

```
clf
Me_da12 = uimenu(gcf,'Label','Data 12');
   Me_mag12  = uimenu(Me_da12,'Label','Adjust Scale','Callback','mag12');
   Me_time12  = uimenu(Me_da12,'Label','Time Domain','Callback','data12_1');
   Me_den12  = uimenu(Me_da12,'Label','Speatral Density ','Callback','den12');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a12.txt')];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([0 0.4 0 1000]);
title('DATA 12(55001-60000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
  grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');

                    ----------MAG1----------

clf
Me_da1 = uimenu(gcf,'Label','Data 1');
   Me_mag1  = uimenu(Me_da1,'Label','Adjust Scale','Callback','mag1');
   Me_time1  = uimenu(Me_da1,'Label','Time Domain','Callback','data1_1');
   Me_den1  = uimenu(Me_da1,'Label','Speatral Density ','Callback','den1');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Data1 = [load('a1.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'b');
axis([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 1(1-5000)'),...
  xlabel('Frequency (Hz)'),...
  ylabel('Magnitude'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');

                    ----------MAG2----------
clf
Me_da2 = uimenu(gcf,'Label','Data 2');
   Me_mag2  = uimenu(Me_da2,'Label','Adjust Scale','Callback','mag2');
   Me_time2  = uimenu(Me_da2,'Label','Time Domain','Callback','data2');
   Me_den2  = uimenu(Me_da2,'Label','Speatral Density ','Callback','den2');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a2.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 2(5001-10000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------MAG3----------

```
clf
Me_da3 = uimenu(gcf,'Label','Data 3');
   Me_mag3   = uimenu(Me_da3,'Label','Adjust Scale','Callback','mag3');
   Me_time3  = uimenu(Me_da3,'Label','Time Domain','Callback','data3');
   Me_den3   = uimenu(Me_da3,'Label','Speatral Density ','Callback','den3');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a3.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 3(10001-15000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------MAG4----------

```
clf
Me_da4 = uimenu(gcf,'Label','Data 4');
   Me_mag4   = uimenu(Me_da4,'Label','Adjust Scale','Callback','mag4');
   Me_time4  = uimenu(Me_da4,'Label','Time Domain','Callback','data4');
   Me_den4   = uimenu(Me_da4,'Label','Speatral Density ','Callback','den4');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a4.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 4(15001-20000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------**MAG5**----------

```
clf
Me_da5 = uimenu(gcf,'Label','Data 5');
   Me_mag5  = uimenu(Me_da5,'Label','Adjust Scale','Callback','mag5');
   Me_time5  = uimenu(Me_da5,'Label','Time Domain','Callback','data5');
   Me_den5  = uimenu(Me_da5,'Label','Speatral Density ','Callback','den5');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a5.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 5(20001-25000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program3');
```

----------**MAG6**----------

```
clf
Me_da6 = uimenu(gcf,'Label','Data 6');
   Me_mag6  = uimenu(Me_da6,'Label','Adjust Scale','Callback','mag6');
   Me_time6  = uimenu(Me_da6,'Label','Time Domain','Callback','data6');
   Me_den6  = uimenu(Me_da6,'Label','Speatral Density ','Callback','den6');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a6.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 6(25001-30000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------**MAG7**----------

```
clf
Me_da7 = uimenu(gcf,'Label','Data 7');
   Me_mag7  = uimenu(Me_da7,'Label','Adjust Scale','Callback','mag7');
   Me_time7  = uimenu(Me_da7,'Label','Time Domain','Callback','data7');
   Me_den7  = uimenu(Me_da7,'Label','Speatral Density ','Callback','den7');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a7.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 7(30001-35000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------MAG8----------

```
clf
Me_da8 = uimenu(gcf,'Label','Data 8');
   Me_mag8  = uimenu(Me_da8,'Label','Adjust Scale','Callback','mag8');
   Me_time8 = uimenu(Me_da8,'Label','Time Domain','Callback','data8');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Me_den8   = uimenu(Me_da8,'Label','Speatral Density ','Callback','den8');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a8.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 8(35001-40000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------MAG9----------

```
clf
Me_da9 = uimenu(gcf,'Label','Data 9');
   Me_mag9   = uimenu(Me_da9,'Label','Adjust Scale','Callback','mag9');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Me_time9  = uimenu(Me_da9,'Label','Time Domain','Callback','data9');
   Me_den9   = uimenu(Me_da9,'Label','Speatral Density ','Callback','den9');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a9.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 9(40001-45000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------MAG10----------

```
clf
Me_da10 = uimenu(gcf,'Label','Data 10');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Me_mag10  = uimenu(Me_da10,'Label','Adjust Scale','Callback','mag10');
   Me_time10 = uimenu(Me_da10,'Label','Time Domain','Callback','data10');
   Me_den10  = uimenu(Me_da10,'Label','Speatral Density ','Callback','den10');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a10.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 10(45001-50000)'),...
 xlabel('Time'),...
 ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------**MAG11**----------

```
clf
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_da11 = uimenu(gcf,'Label','Data 11');
   Me_mag11  = uimenu(Me_da11,'Label','Adjust Scale','Callback','mag11');
   Me_time11 = uimenu(Me_da11,'Label','Time Domain','Callback','data11');
   Me_den11  = uimenu(Me_da11,'Label','Speatral Density ','Callback','den11');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a11.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 11(50001-55000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

----------**MAG12**----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
clf
Me_da12 = uimenu(gcf,'Label','Data 12');
   Me_mag12  = uimenu(Me_da12,'Label','Adjust Scale','Callback','mag12');
   Me_time12  = uimenu(Me_da12,'Label','Time Domain','Callback','data12');
   Me_den12  = uimenu(Me_da12,'Label','Speatral Density ','Callback','den12');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
mag = input('Enter the value of Magnitude =');
Xmin = input('Enter the value of Xmin =');
Xmax = input('Enter the value of Xmax =');
set(gcf,'color',[0.8 0.3 0.4]);
Data1 = [load('a12.txt')];
D1 = mean(Data1);
D2 = Data1-D1;
F=fft(D2);
magF=abs(F);
fs = 0.8;
F1 = fs*(0:5000)/5001;
plot(F1,magF,'r'),...
axis ([Xmin Xmax 0 mag]);
title('DATA 12(55000-60000)'),...
  xlabel('Time'),...
  ylabel('mVolts'),...
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program3');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----------DEN1----------

```
clf
Me_da1 = uimenu(gcf,'Label','Data 1');
   Me_sca1  = uimenu(Me_da1,'Label','Time Domain','Callback','data1_1');
   Me_freq1  = uimenu(Me_da1,'Label','Freq Domain','Callback','freq1');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
   set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a1.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DEN2----------

```
clf
Me_da2 = uimenu(gcf,'Label','Data 2');
   Me_sca2  = uimenu(Me_da2,'Label','Time Domain','Callback','data2_1');
   Me_freq2  = uimenu(Me_da2,'Label','Freq Domain','Callback','freq2');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a2.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------**DEN3**----------

```
clf
Me_da3 = uimenu(gcf,'Label','Data 3');
   Me_sca3   = uimenu(Me_da3,'Label','Time Domain','Callback','data3_1');
   Me_freq3  = uimenu(Me_da3,'Label','Freq Domain','Callback','freq3');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a3.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA  ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------DEN4----------

```
clf
Me_da4 = uimenu(gcf,'Label','Data 4');
   Me_sca4   = uimenu(Me_da4,'Label','Time Domain','Callback','data4_1');
   Me_freq4  = uimenu(Me_da4,'Label','Freq Domain','Callback','freq4');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a4.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DEN5----------

```
clf
Me_da5 = uimenu(gcf,'Label','Data 5');
   Me_sca5  = uimenu(Me_da5,'Label','Time Domain','Callback','data5_1');
   Me_freq5  = uimenu(Me_da5,'Label','Freq Domain','Callback','freq5');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a5.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----------DEN6----------

```
clf
Me_da6 = uimenu(gcf,'Label','Data 6');
   Me_sca6  = uimenu(Me_da6,'Label','Time Domain','Callback','data6_1');
   Me_freq6  = uimenu(Me_da6,'Label','Freq Domain','Callback','freq6');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a6.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA ALL',...
   'Callback','program2');
```

----------DEN7----------

```
clf
Me_da7 = uimenu(gcf,'Label','Data 7');
   Me_sca7  = uimenu(Me_da7,'Label','Time Domain','Callback','data7_1');
   Me_freq7  = uimenu(Me_da7,'Label','Freq Domain','Callback','freq7');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a7.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA_ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DEN8----------

```
clf
Me_da8 = uimenu(gcf,'Label','Data 8');
   Me_sca8  = uimenu(Me_da8,'Label','Time Domain','Callback','data8_1');
   Me_freq8  = uimenu(Me_da8,'Label','Freq Domain','Callback','freq8');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a8.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
   'Style','push',...
   'Position',[695 5 100 30],...
   'String','DATA  ALL',...
   'Callback','program2');

                    ----------DEN9----------

clf
Me_da9 = uimenu(gcf,'Label','Data 9');
   Me_sca9  = uimenu(Me_da9,'Label','Time Domain','Callback','data9_1');
   Me_freq9  = uimenu(Me_da9,'Label','Freq Domain','Callback','freq9');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a9.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DEN10----------

```
clf
Me_da10 = uimenu(gcf,'Label','Data 10');
   Me_sca10  = uimenu(Me_da10,'Label','Time Domain','Callback','data10_1');
    Me_freq10  = uimenu(Me_da10,'Label','Freq Domain','Callback','freq10');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
    Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a10.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA ALL',...
    'Callback','program2');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

----------DEN11----------

```
clf
Me_da11 = uimenu(gcf,'Label','Data 11');
   Me_sca11  = uimenu(Me_da11,'Label','Time Domain','Callback','data11_1');
   Me_freq11  = uimenu(Me_da11,'Label','Freq Domain','Callback','freq11');
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a
11.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA  ALL',...
    'Callback','program2');
```

----------DEN12----------

```
clf
Me_da12 = uimenu(gcf,'Label','Data 12');
   Me_sca12  = uimenu(Me_da12,'Label','Time Domain','Callback','data12_1');
   Me_freq12  = uimenu(Me_da12,'Label','Freq Domain','Callback','freq12');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Me_close  = uimenu(gcf,'Label','Close');
   Me_clofig = uimenu(Me_close,'Label','Close Figure','Callback','Close');
set(gcf,'color',[0.6 0.7 0.2]);
F1=8*(1:5000)/5000;
Data1 = [load('a12.txt')];
F=fft(Data1);
magF=abs(F);
pyy1=F.*conj(F)/5000
plot(F1,pyy1(1:5000),'r');
loglog(F1,pyy1(1:5000),'b');
xlabel('frequency,(Hz)')
ylabel('power spectral density,dB^2/Hz')
grid;
pb = uicontrol(gcf,...
    'Style','push',...
    'Position',[695 5 100 30],...
    'String','DATA_ALL',...
    'Callback','program2');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ณรงค์ เหมกรณ์, การสื่อสารดาวเทียม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2533
2. ดร.ประสิทธิ์ ทีฑพุฒิ, การสื่อสารดาวเทียม (Satellite Communication) , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัม, 2537
3. พิชัย ภักดีพานิชเจริญ B.Eng.KMITL (Telecommunication) , ทฤษฎีการใช้งานความถี่ย่านไมโครเวฟ, หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2536
4. Abdulrahman Ali Aboudabra, Yoshiaki Moriya and Masamori Iida, The Signal Level Indication Method for Tropospheric Scintillation of KU- Band, Tokai University, 1996
5. H. Kawaguchi, Y. Moriya, Narong: The 14 th International Telecommunication Symposium, Taiwan 11 (1994) No.1.119-126.
6. รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์, คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์, อินโฟเพรส, 2543
7. ผศ.น.ท.ดร.สุธรรม ศรีเกษม, MATLAB เพื่อการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยรังสิต, 2542
8. อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล ,Digital Signal Processing, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้