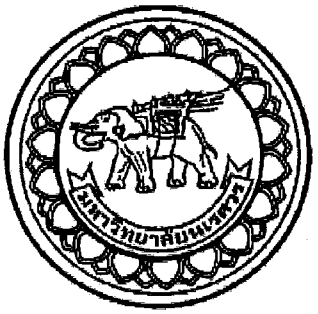


การตรวจสอบคุณภาพกำลังไฟฟ้าโดย
การแปลงเวฟเล็ต

Verifies Power Quality by using

Wavelet TransForm

นาย ต่อศักดิ์ บุญพรม รหัส 45362795

นาย ธนาพันธ์ บัลลังก์นาค รหัส 45362829

นาย ภูริชยุต สุกายะ รหัส 45363009

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 25 W.A. 2553
เลขทะเบียน I 501 5029
เลขเรียกหนังสือ ปริ
มหาวิทยาลัยนเรศวร M 237ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต 2548.

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2548

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน การตรวจสอบคุณภาพกำลังไฟฟ้าโดย
โปรแกรม แมทแลบ/เวฟเล็ต

ผู้ดำเนินโครงงาน นาย ต่อศักดิ์ บุญพรม รหัส 45362795
นาย ธนาพันธ์ บัลลังก์นาค รหัส 45362829
นาย ภูริ์ชยุต สุกายะ รหัส 45363009

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2548

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์)

.....กรรมการ
(ดร. สมยศ เกียรติวินิชวิไล)

.....กรรมการ
(ดร. อัครพันธ์ วงศ์กังแห)

หัวข้อโครงงาน การตรวจสอบคุณภาพกำลังไฟฟ้าโดยการแปลงเวฟเล็ต

ผู้ดำเนินโครงงาน นายต่อศักดิ์ บุญพรม รหัส 45362795
นายธนาพันธ์ บัลลังก์นาค รหัส 45362829
นายภูริ์ชยุต สุกายะ รหัส 45363009

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2549

.....

บทคัดย่อ

การจัดทำโครงงานนี้เป็นการใช้โปรแกรมแมทแลบ/ซิมูลิงค์จำลองระบบไฟฟ้าที่เป็นปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้า โดยมีการสร้างสัญญาณไฟฟ้าในโปรแกรมซิมูลิงค์ซึ่งมีการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีขนาด 220โวลต์ 380โวลต์ และ 22 กิโลโวลต์ ที่ความถี่ 50 เฮิร์ต เพื่อที่จะได้ทราบลักษณะการเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่มีหลายสภาวะ แต่มีความถี่เดียวกัน และนำข้อมูลที่ได้จากซิมูลิงค์มาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเวฟเล็ต เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยการแปลงเวฟเล็ตมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับตรวจสอบปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าจริง

Project Title Verifies Power Quality by using Wavelet TransForm

Name	Mr.Torsak	Bunprom	ID. 45362795
	Mr.Thanapan	Bunlungnak	ID. 45362829
	Mr.Pouchayut	Sukaya	ID. 45363009
Project Advisor	Mr.Piyadanai	Pachanapan	
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic Year	2006		

.....

ABSTRACT

This project develops power quality verify by using MATLAP/WAVELET program.Power system modelling and power quality cases is generated by using SIMULINK. This system consist of voltage source 220 V , 380V and 22 KV and transmission line , load. Frequency is only 50Hz ,The Power quality signal is analyzed by WAVELET to verify a case of power quality problems.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีทางผู้จัดทำใคร่ขอแสดงความขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้กรุณาให้แนวความคิด ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำโครงงาน ตลอดจนกรุณาเอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ อีกทั้งยังช่วยแนะนำแหล่งข้อมูลในการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม ทำให้เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงงานของผู้จัดทำเป็นอย่างมาก

คณะผู้จัดทำโครงงาน
นายต่อศักดิ์ บุญพรม
นายธนาพันธ์ บัลลังก์นาค
นายภูริ์ชยุต สุกายะ

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงานวิจัย	ก
บทคัดย่อ(ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ)	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 แผนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เรื่องน่ารู้ต่างๆเกี่ยวกับคุณภาพไฟฟ้า	3
2.1 คุณภาพกำลังไฟฟ้า	3
2.2 ปัญหาคุณภาพไฟฟ้า	4
2.2.1 ไฟเกิน (Over Voltag)	4
2.2.2 ไฟตก(Under Voltag)	4
2.2.3 ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions)	5
2.2.4 ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell)	5
2.2.5 ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag)	6
2.2.6 ไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption)	6
บทที่ 3 ทฤษฎีเวฟเล็ต	8
3.1 การแปลงฟูเรียร์	8
3.2 การแปลง ชอร์ทไทม์ฟูเรียร์	11

สารบัญ (ต่อ)

3.3 การแปลงเวฟเล็ต 12

3.3.1 ความหมายของเวฟเล็ต และ เวฟเล็ตแม่ 13

3.3.2 ความหมายของการแปลงเวฟเล็ต 14

3.3.3 ฟังก์ชั่นใน wavelet 1-D ของลักษณะการแปลงเวฟเล็ตใน แมทแลบ/ซิมูลิงค์ 16

บทที่ 4 การสร้างสัญญาณในซิมูลิงค์ 18

4.1 ไฟเกิน (Over Voltage) 18

4.2 ไฟตก (Under Voltage) 19

4.3 ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) 20

4.4 ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) 21

4.5 ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag) 22

4.6 ไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption) 23

การแสดงผลใน Wavelet 1-D 24

บทที่ 5 การวิเคราะห์สัญญาณโดยใช้เวฟเล็ต 26

5.1 ไฟเกิน (Over Voltage) 26

5.2 ไฟตก (Under Voltage) 27

5.3 ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) 28

5.4 ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) 29

5.5 ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag) 30

5.6 ไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption) 31

บทที่ 6 การเปรียบเทียบสัญญาณโดยการแปลงเวฟเล็ต 32

6.1 ไฟเกิน (Over Voltage) 32

6.2 ไฟตก (Under Voltage) 34

6.3 ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) 36

6.4 ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) 38

6.5 ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag) 40

6.6 ไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption) 42

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 7 วิเคราะห์และสรุปผลของโครงงาน 45

7.1 วิเคราะห์ผลการใช้เวฟเล็ต 45

7.2 สรุปผลของโครงงาน 45

7.3 สรุปเชิงชี้แนะ 45

เอกสารอ้างอิง 46

ภาคผนวก 47

ประวัติผู้เขียนโครงงาน 51

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะของการเกิดออสซิลเลตตามมาตรฐาน IEEE 1159-1995	5
3.1 เปรียบเทียบการแปลงฟูเรียร์ การแปลงชอร์ทไทม์ฟูเรียร์ และการแปลงเวฟเล็ต	15

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปคลื่นของแรงดันไฟเกิน	4
2.2 รูปคลื่นของแรงดันไฟตก	4
2.3 รูปคลื่นของแรงดันไฟดับ	5
2.4 รูปคลื่นของแรงดันไฟเกินชั่วขณะ	6
2.5 รูปคลื่นของแรงดันไฟตกชั่วขณะ	6
2.6 รูปคลื่นของแรงดันไฟกระพริบ	7
3.1สัญญาณสเตชันนารีความถี่ 100 , 50 , 25 และ 10 เฮิร์ตซ์	9
3.2 การแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณในรูป 3.1	9
3.3 สัญญาณนอนสเตชันนารีความถี่ 100 , 500 , 25 , 10 เฮริตซ์	10
3.4 การแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณในรูป 3.3	10
3.5 สัญญาณที่มีความถี่สูงเป็นช่วงสั้น ๆ	13
3.6 (a) ตัวอย่างของเวฟเล็ตโคอิเฟล็ตส์	14
3.7 (b) ตัวอย่างของเวฟเล็ตดาวบิชีล์	14
3.8 ตัวอย่างสัญญาณในเวฟเล็ต	16
4.1 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟเกิน	18
4.2 รูปคลื่นของแรงดันไฟเกิน	19
4.3 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟตก	19
4.4 รูปคลื่นของแรงดันไฟตก	20
4.5 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟดับ	20
4.6 รูปคลื่นของแรงดันไฟดับ	21
4.7 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟเกินชั่วขณะ	21
4.8 รูปคลื่นของแรงดันไฟเกินชั่วขณะ	22
4.9 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟตกชั่วขณะ	22
4.10 รูปคลื่นของแรงดันไฟตกชั่วขณะ	23
4.11 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟดับชั่วขณะ	23
4.12 รูปคลื่นของแรงดันไฟดับชั่วขณะ	24
4.13 ไดอะแกรมเวฟเล็ต 1- D	25
5.1 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟเกิน	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.2 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟตก	27
5.3 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟดับ	28
5.4 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟเกินชั่วขณะ	29
5.5 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟตกชั่วขณะ	30
5.6 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟดับชั่วขณะ	31
6.1 เวฟเล็ตไฟเกินแรงดัน 220 โวลต์	32
6.2 เวฟเล็ตไฟเกินแรงดัน 380 โวลต์	33
6.3 เวฟเล็ตไฟเกินแรงดัน 22k โวลต์	33
6.4 เวฟเล็ตไฟตกแรงดัน 220 โวลต์	34
6.5 เวฟเล็ตไฟตกแรงดัน 380 โวลต์	35
6.6 เวฟเล็ตไฟตกแรงดัน 22 k โวลต์	35
6.7 เวฟเล็ตไฟดับแรงดัน 220 โวลต์	36
6.8 เวฟเล็ตไฟดับแรงดัน 380 โวลต์	37
6.9 เวฟเล็ตไฟดับแรงดัน 22k โวลต์	37
6.10 เวฟเล็ตไฟเกินชั่วขณะแรงดัน 220 โวลต์	38
6.11 เวฟเล็ตไฟเกินชั่วขณะแรงดัน 380 โวลต์	39
6.12 เวฟเล็ตไฟเกินชั่วขณะแรงดัน 22k โวลต์	39
6.13 เวฟเล็ตไฟตกชั่วขณะแรงดัน 220 โวลต์	40
6.14 เวฟเล็ตไฟตกชั่วขณะแรงดัน 380 โวลต์	41
6.15 เวฟเล็ตไฟตกชั่วขณะแรงดัน 22k โวลต์	41
6.16 เวฟเล็ตไฟดับชั่วขณะแรงดัน 220 โวลต์	42
6.17 เวฟเล็ตไฟดับชั่วขณะแรงดัน 380 โวลต์	43
6.18 เวฟเล็ตไฟดับชั่วขณะแรงดัน 22k โวลต์	43

บทที่1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันการไฟฟ้าหรือผู้ใช้ไฟฟ้าได้ให้ความสำคัญกับคุณภาพไฟฟ้ามากขึ้น เนื่องจากในระบบไฟฟ้าและโดยเฉพาะในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมได้มีการใช้อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีสูงกว่าเดิมในอดีต ซึ่งคุณลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ดังกล่าวจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงต่อกระแสและแรงดัน คือ ถ้ามีขนาดและรูปร่างผิดเพี้ยนไปจากสภาพการจ่ายไฟปกติ ซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์มีการทำงานผิดพลาดหรือเกิดการชำรุดเสียหายขึ้นได้ ซึ่งเป็นปัญหาทางคุณภาพไฟฟ้า ที่ต้องมีการป้องกันและแก้ไข

ปัญหาของคุณภาพของพลังงานนั้นเป็นปัญหาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปัญหากับอุปกรณ์ที่มีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นการแก้ไขปัญหาของคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่ใช้คุณสมบัติของการตรวจสอบโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต วิธีการจำลองสัญญาณไฟฟ้าที่มีปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าชนิดต่างๆ สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมแมทแลบ/ซิมูลิงค์ และใช้การแปลงเวฟเล็ตเพื่อแยกปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้ จากผลการตรวจจับ และ แยกชนิดปัญหาที่ได้นั้นสามารถเป็นข้อมูลให้ผู้ใช้ไฟฟ้าหรือโรงงานต่างๆในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในไฟฟ้า
2. เพื่อศึกษาการนำเอา เวฟเล็ตมาวิเคราะห์ปัญหาลักษณะผิดเพี้ยนของกำลังไฟฟ้า

1.3 ขอบข่ายการทำงานของโครงงาน

1. ศึกษาลักษณะของความผิดเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าดังนี้

ไฟเกิน (Over Voltage) , ไฟตก (Under Voltage) , ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) , ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) , ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag) และไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption)

2. เพื่อศึกษาการนำเอาเวฟเล็ตตรวจสอบปัญหาทางกำลังไฟฟ้าดังนี้

ไฟเกิน (Over Voltage) , ไฟตก (Under Voltage) , ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) , ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) , ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag) และไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	วัน/เดือน/ปี										
	พ.ค.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ค้นคว้าข้อมูล	←	—	→								
ทำการทดลอง				←	—	—	→				
ศึกษาวิเคราะห์								←	→		
สรุปรวบรวมข้อมูล									←	→	
นำเสนอ											↔

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างสัญญาณและจำแนกประเภทของสัญญาณที่ผิดเพี้ยนที่เป็นปัญหาทางคุณภาพกำลังไฟฟ้าดังที่กล่าวมาได้
2. สามารถนำการแปลงเวฟเล็ตมาใช้งานในการจำแนกสัญญาณที่ผิดเพี้ยนที่เป็นปัญหาทางคุณภาพกำลังไฟฟ้าดังที่กล่าวมาได้
3. ตรวจสอบการเกิดสัญญาณที่ผิดเพี้ยนที่เป็นปัญหาทางคุณภาพกำลังไฟฟ้าดังที่กล่าวมาได้

บทที่ 2
เรื่องน่ารู้ต่างๆเกี่ยวกับคุณภาพไฟฟ้า

2.1 คุณภาพกำลังไฟฟ้า (Power Quality)

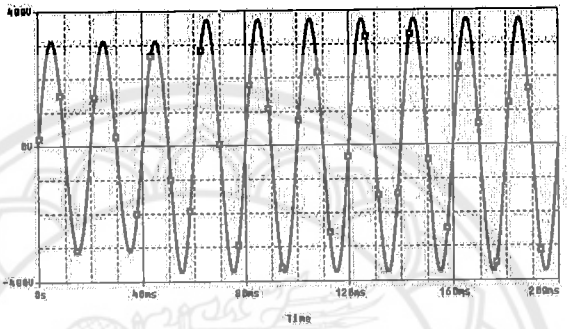
คุณภาพกำลังไฟฟ้า เป็นเรื่องของความแน่นอนในการจ่ายกำลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายหลัก (การไฟฟ้า) นิยามของคุณภาพไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC และ IEEE จะมีความหมายถึง ลักษณะของกระแสและแรงดัน และความถี่ ของแหล่งจ่ายไฟในสภาวะปกติที่ไม่ทำให้อุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า มีการทำงานที่ผิดพลาด หรือ เสียหาย ในปัจจุบันเรื่องของคุณภาพกำลังไฟฟ้าเป็นที่สนใจและนำมาพิจารณากันมาก เนื่องจากสาเหตุใหญ่ๆ คือ กระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีเทคโนโลยีสูงซึ่งมีความไวในการตอบสนองต่อคุณภาพกำลังไฟฟ้ามากกว่าในอดีต โดยเฉพาะอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์กำลัง , การเพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ไฟฟ้าในการปรับ/เพิ่มประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า เช่น การต่อชุดตัวเก็บประจุ (Capacitor Bank) ซึ่งจะทำให้เกิดฮาร์มอนิกที่สูงมากขึ้นในระบบกำลัง , ระบบไฟฟ้าในปัจจุบันมีการต่อเชื่อมโยงถึงกัน ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบมีปัญหาหรือจ่ายฮาร์มอนิกเข้าสู่ระบบ จะทำให้อุปกรณ์ หรือระบบข้างเคียงได้รับผลกระทบด้วย , ตัวผู้ใช้ทราบถึงเรื่องของคุณภาพไฟฟ้ากันมากขึ้น เพราะมีผลกระทบต่อการทำงานที่เป็นอยู่ เป็นต้น

สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าที่ทำให้คุณภาพกำลังงานไฟฟ้าเสียไปนั้นเราอาจจะแบ่งแยกสาเหตุออกได้หลายรูปแบบ เช่นปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ฟ้าผ่า,ความผิดพลาดในระบบส่งกำลังของแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก, การทำงานของอุปกรณ์ ประเภทสวิตชิ่ง (Switching) การทำงานของอุปกรณ์ประเภทไม่เป็นเชิงเส้น , การต่อกราวด์ (Grounding) ในระบบไม่ถูกต้อง เป็นต้น เมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของกำลังงานไฟฟ้าขึ้นย่อมจะทำให้ลักษณะของรูปคลื่น แรงดัน, กระแส ตลอดจนความถี่ของระบบไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นเราเรียกรวมว่าเป็น “ปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้า” ดังนั้นสามารถนิยาม และพิจารณาถึงมลภาวะทางไฟฟ้าได้ดังนี้

2.2 ปัญหาคุณภาพไฟฟ้า

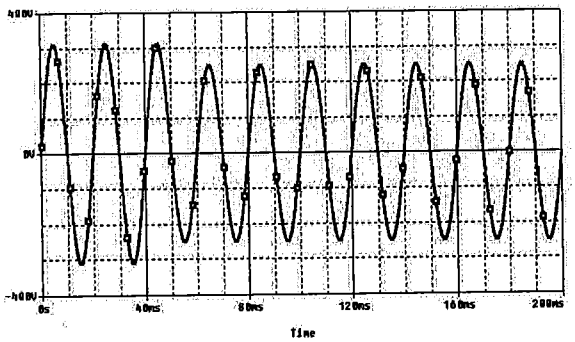
คือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า แล้วทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ โหลด ไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ หรือ อาจเกิดปัญหาให้โหลดเสียหายได้ โดย เราสามารถแบ่งมลภาวะทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในระบบสายส่งกำลังแบบ 220 โวลต์อาร์เอ็มเอส (V_{RMS}) ความถี่ 50 เฮิรตซ์ (Hertz) ออกตามลักษณะได้ 6 ประเภทคือ

2.2.1 ไฟเกิน (Over Voltage) เป็นสภาวะที่แรงดันไฟฟ้ามีค่าสูงเพิ่มขึ้นเป็นระยะเวลานาน โดยอาจจะมีสาเหตุต่างๆกัน เช่น เกิดจากตำแหน่งใช้งานที่ใกล้แหล่งจ่ายไฟฟ้า เกิดจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เกิดจากการปลดโหลดขนาดใหญ่ออกจากระบบ การสวิตชิ่งตัวเก็บประจุเข้าระบบ หรือ การปรับ แทป (Tab) ของหม้อแปลงไม่เหมาะสม เป็นต้น โดย " *ลักษณะของแรงดันไฟเกินจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าเกินกว่า 242 - 264* V_{RMS} *ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที* " ซึ่งจะมีผลกระทบต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่อใช้งานอยู่ให้มีคุณภาพเสื่อมลง และ มีอายุใช้งานสั้นลง ลักษณะของการเกิดไฟเกินแสดงรูปคลื่นได้ดังรูปที่ 2.1



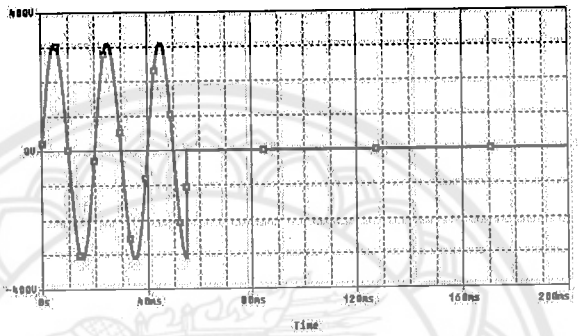
รูปที่ 2.1 รูปคลื่นของแรงดันไฟเกิน

2.2.2 ไฟตก (Under Voltage) เป็นสภาวะที่แรงดันไฟฟ้ามีค่าลดต่ำลงเป็นระยะเวลานาน โดยอาจจะเกิดได้จากหลายสภาวะ เช่น การใช้กำลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำลังงานสูง ตำแหน่งใช้งานอยู่ไกลจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า เกิดจากการต่อโหลดขนาดใหญ่เข้าสู่ระบบ การสวิตชิ่งตัวเก็บประจุออกจากระบบ เป็นต้น โดย " *ลักษณะแรงดันไฟตกจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าต่ำกว่า 176 - 198* V_{RMS} *ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที* " ซึ่งส่งผลให้เครื่องใช้ไฟฟ้าไม่สามารถทำงานได้ดี หรือ อาจจะดึงกระแสสูงขึ้น (Overload) ทำให้เกิดความเสียหาย หรือ อายุใช้งานสั้นลง ลักษณะของการเกิดไฟตกแสดงรูปคลื่นได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 รูปคลื่นของแรงดันไฟตก

2.2.3 ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) เป็นสภาวะที่แหล่งจ่ายกำลังงานทางไฟฟ้าหยุดจ่ายกำลังงานทำให้ไม่มีแรงดันปรากฏในสายกำลัง โดยอาจจะมีสาเหตุเกิดมาจากแหล่งจ่ายกำลังงานได้รับความเสียหาย หรือ มีการลัดวงจรในสายกำลัง ทำให้อุปกรณ์ป้องกันมีการตัดวงจรแหล่งจ่ายไฟออกถาวร โดย *" ลักษณะแรงดันไฟดับจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล(RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าลดลงเป็น 0 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที "* ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องใช้ไฟฟ้าหยุดทำงานทันที ถ้าเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์อาจจะสร้างความเสียหายแก่ข้อมูล หรืออุปกรณ์หน่วยความจำได้ ลักษณะไฟดับแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 รูปคลื่นของแรงดันไฟดับ

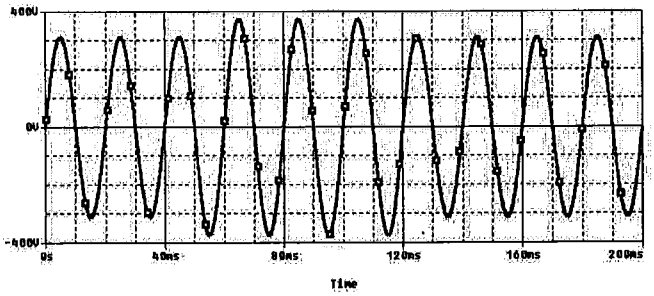
จากมาตรฐาน IEEE 1159-1995 มีการแบ่งการเกิดออสซิลเลตของสายกำลังในสภาวะชั่วครู่ตามขนาดของแรงดัน และช่วงระยะเวลาที่เกิดขึ้นดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะของการเกิดออสซิลเลตตามมาตรฐาน IEEE 1159-1995

ลักษณะการออสซิลเลต	ความถี่	ช่วงเวลาในการเกิด	ขนาดแรงดันเมื่อคิดตามแหล่งจ่าย 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์
ความถี่ต่ำ (Low Frequency)	< 5 kHz	0.3-50 ms	88 โวลต์
ความถี่ปานกลาง (Medium Frequency)	5-500 kHz	5-20 ms	176 โวลต์
ความถี่สูง (High Frequency)	0.5-5 MHz	0-5 ms	88 โวลต์

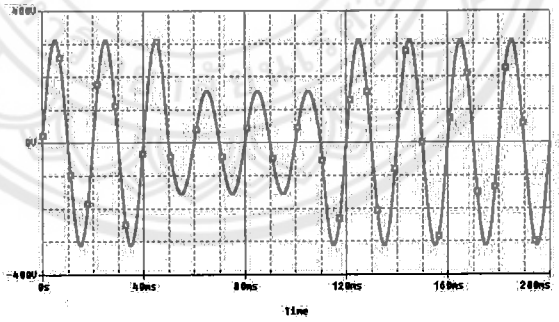
2.2.4 ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) เป็นปรากฏการณ์ที่แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากการใช้งานของชุดตัวเก็บประจุ (Capacitor Bank) ทำให้มีผลกับอุปกรณ์หรือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการความต่อเนื่องของแรงดัน เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยอาจจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์หยุดทำงาน (Hang) หรือ เกิดการรีเซ็ต (Reset) ได้เช่นเดียวกัน โดย *" ลักษณะไฟ*

เกินชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผลของสายกำลังมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 242 - 396 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลิวินาที – 1 นาที " แสดงได้ดังรูปที่ 4



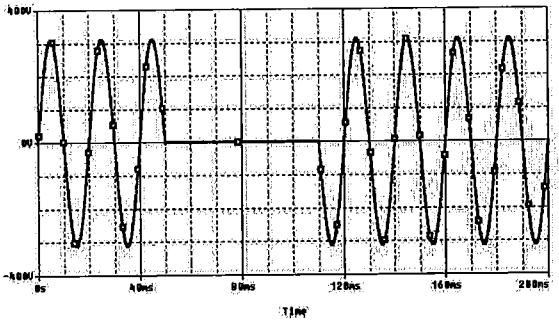
รูปที่ 2.4 รูปคลื่นของแรงดันไฟเกินชั่วขณะ

2.2.5 ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag) เป็นปรากฏการณ์ที่แรงดันไฟฟ้าขาดหายไปในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากการใช้งานมอเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งต้องการกระแสสูงกว่าปกติประมาณ 10 เท่า ในขณะเริ่มทำงาน ทำให้มีผลกับอุปกรณ์ หรือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการความต่อเนื่องของแรงดัน เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ โดยอาจจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์หยุดทำงาน (Hang) หรือ เกิดการรีเซ็ต (Reset) ได้ โดย *" ลักษณะไฟตกชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผลของสายกำลังมีค่าลดลงอยู่ระหว่าง 22 - 198 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลิวินาที – 1 นาที "* แสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 รูปคลื่นของแรงดันไฟตกชั่วขณะ

2.2.6 ไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption) เป็นปรากฏการณ์ที่แรงดันไฟฟ้าขาดหายไปในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากการลัดวงจรภายในระบบ ทำให้อุปกรณ์ป้องกันทำการตัดวงจรชั่วคราว ทำให้อุปกรณ์ หรือ เครื่องใช้ไฟฟ้าหยุดทำงานได้ โดย *" ลักษณะไฟดับชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผลของสายกำลังมีค่าลดลงต่ำกว่า 22 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลิวินาที – 1 นาที "* แสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 2.6 รูปคลื่นของแรงดันไฟกระพริบ

บทที่ 3
ทฤษฎีเวฟเล็ต

เนื่องมาจากเวฟเล็ตและการแปลงเวฟเล็ตเป็นแนวคิดใหม่ที่เพิ่งเกิดขึ้นเพื่อไว้ใช้กับสัญญาณหรือภาพที่ต้องการทั้งข้อมูลทางด้านเวลาและความถี่โดยการแปลงเวฟเล็ตได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ไม่สามารถกระทำได้ในการแปลงฟูเรียร์(Fourier Transform) และการแปลงชอร์ทไทม์ฟูเรียร์แต่การแปลงเวฟเล็ตก็มีความคล้ายคลึงกับทั้งการแปลงฟูเรียร์และการแปลงชอร์ทม์ฟูเรียร์จึงขอกล่าวถึงการแปลงฟูเรียและการแปลงชอร์ไทม์ฟูเรียร์ไว้ด้วยพอสังเขป

3.1 การแปลงฟูเรียร์ (Fourier transform, FT)

เป็นรูปแบบหนึ่งของการแปลงสัญญาณเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ โดยจะแปลงสัญญาณจากโดเมนของเวลาไปอยู่ในโดเมนของความถี่

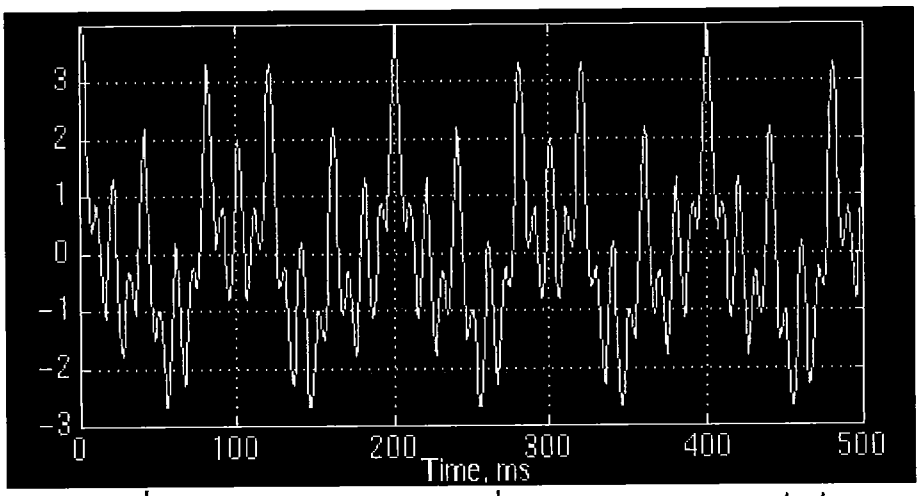
ฟูเรียร์ทรานสฟอร์มใช้หลักการว่าคลื่นใด ๆ เกิดจากการบวกคลื่นไซนูซอยด์หลาย ๆ ความถี่หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกัน

$$X(f) = \int_{-\alpha}^{\alpha} X(t) \cdot e^{-2j\pi ft}\, dt \qquad (3\text{-}1)$$

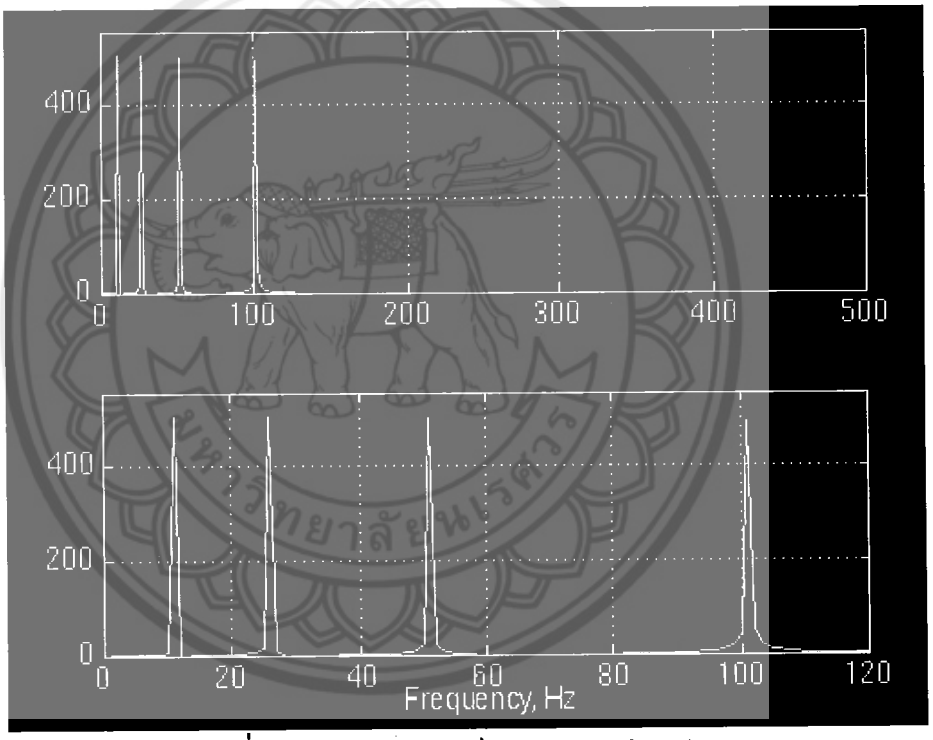
$$X(t) = \int_{-\alpha}^{\alpha} X(f) \cdot e^{2j\pi ft}\, df \qquad (3\text{-}2)$$

สมการ (3-1) เป็นสมการแปลงสัญญาณให้เป็นการแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณนั้นซึ่งจากสมาการจะเห็นว่า ถ้าสัญญาณมีความถี่ใดที่ตรงกับคลื่นไซนูซอยด์ (Sinusoidal wave) ความถี่ f แล้วจะให้ผลคูณมีค่ามาก แสดงเป็นขนาดลูกคลื่นสูงสุดในโดเมนความถี่ของการแปลงฟูเรียร์ และสมการ (3-2) เป็นสมการการแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณนั้นกลับเป็นสัญญาณ

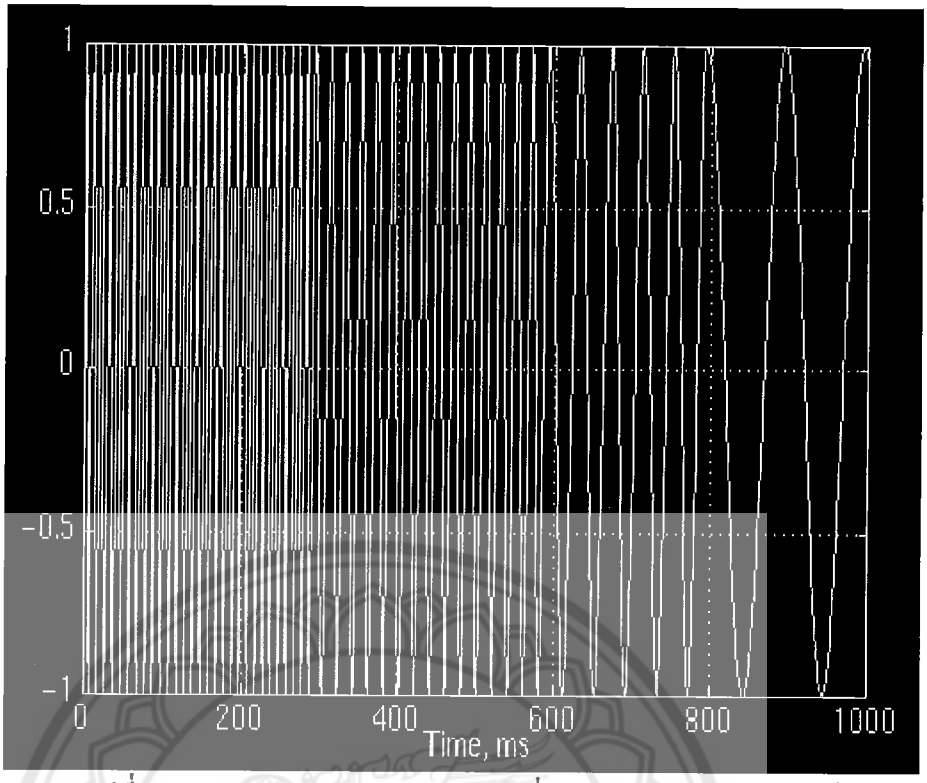
การแปลงฟูเรียร์องสัญญาณทำให้ทราบความถี่ของสัญญาณนั้น ๆ แต่ไม่ทราบเวลาที่เกิดความถี่นั้น ๆ ดังแสดงในรูป 3.1 , 3.2 , 3.3 , 3.4



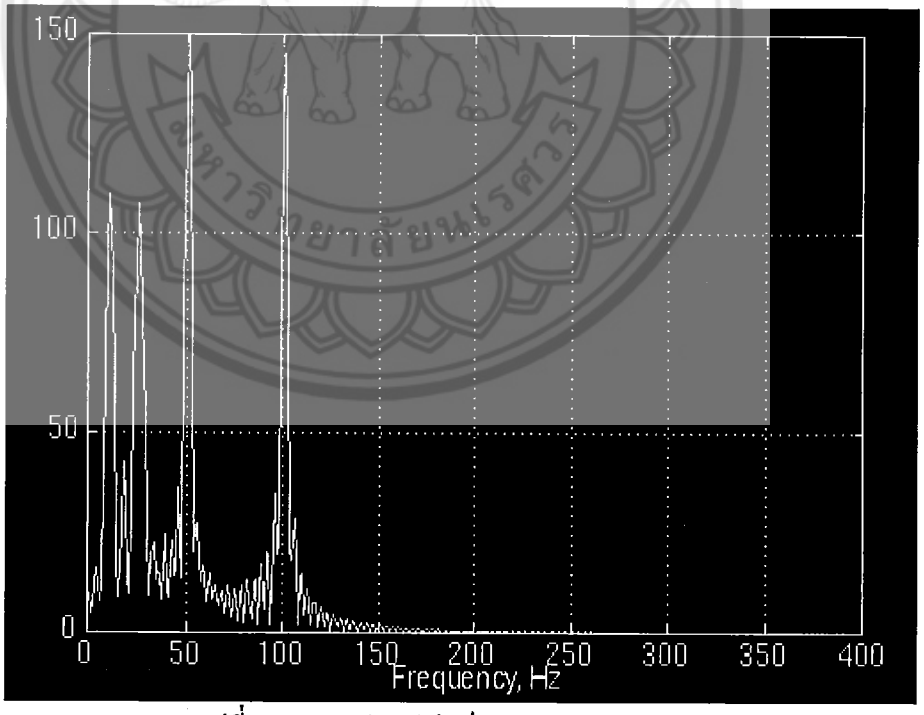
รูปที่ 3.1 สัญญาณเสเตชันนารีความถี่ 100 , 50 , 25 และ 10 เฮิร์ตซ์



รูปที่ 3.2 การแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณในรูป 3.1



รูปที่ 3.3 สัญญาณนอนสเตชันนารีความถี่ 100 , 500 , 25 , 10 **เฮริตซ์**



รูปที่ 3.4 การแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณในรูป 3.3

รูป 3.1 แสดงสัญญาณที่ความถี่ไม่เปลี่ยนไปตามเวลา คือความถี่ทุก ๆ ความถี่ที่มีในสัญญาณจะอยู่ทุก ๆ เวลาในสัญญาณ เรียกสัญญาณเช่นนี้ว่า สัญญาณสเตชันนารี (Stationary signal) จะเห็นว่าสัญญาณในรูป 3.1 และ 3.3 มีความถี่เดียวกันแต่มีรูปสัญญาณไม่เหมือนกัน ก็ยังคงมีการแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณซึ่งแสดงในรูป 3.2 และ 3.4 เหมือนกัน (ดูเฉพาะค่าขนาดลูกคลื่นสูงสุดของการแปลงฟูเรียร์ โดยไม่ดูค่าย่อยอื่น ๆ) เนื่องมาจากว่าการแปลงฟูเรียร์บอกได้เฉพาะข้อมูลของความถี่แต่ไม่บอกข้อมูลของเวลา จึงทำให้ทราบว่าสัญญาณนี้มีความถี่นี้อยู่ไม่ทราบว่าความถี่ใดเกิดที่เวลาใด ดังนั้นการแปลงฟูเรียร์จึงไม่เหมาะกับการวิเคราะห์ที่ต้องการทราบข้อมูลของเวลาด้วย เช่นการวิเคราะห์สัญญาณนอนสเตชันนารี (non-stationary signal) ดังรูป 3.3 ถ้าผู้วิเคราะห์ต้องการทราบช่วงเวลาที่เกิดแต่ละความถี่ ก็ไม่เหมาะที่จะใช้การแปลงฟูเรียร์ จึงเกิดการปรับปรุงการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการแปลงชอร์ไทม์ฟูเรียร์ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลทั้งด้านความถี่และทางด้านเวลา

3.2 การแปลง ชอร์ทไทม์ฟูเรียร์ (Short time Fourier Transform, STFT)

เป็นรูปแบบหนึ่งของการแปลงสัญญาณจากโดเมนของเวลาไปอยู่ในโดเมนของความถี่และเวลาที่เกิดความถี่นั้น ใช้หลักการคล้ายกับการแปลงฟูเรียร์ คือคลื่นใด ๆ เกิดจากการบวกคลื่นไซนูซอยด์หลาย ๆ ความถี่ หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกัน แต่เนื่องจากการแปลงฟูเรียร์เหมาะกับสัญญาณที่เป็นสเตชันนารี ดังนั้นเมื่อทำการแปลงกับสัญญาณนอนสเตชันนารีจึงทำการแบ่งสัญญาณออกเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงสัญญาณย่อย ๆ ที่แบ่งออกมาจะเป็นสัญญาณสเตชันนารี และวิเคราะห์ด้วยการแปลงฟูเรียร์ได้

สัญญาณที่แบ่งออกเป็นช่วง ๆ จะใช้หน้าต่างๆ (Window หรือ compactly supported) ในการแบ่ง โดยจะเริ่มว่างหน้าต่างที่ต้นสัญญาณ จากนั้นจะทำการคำนวณแบบการแปลงฟูเรียร์แล้วเลื่อนหน้าต่างถัดไปเพื่อคำนวณต่อไปจนหมดสัญญาณ การเลื่อนหน้าต่างนี้จะทำให้ได้ข้อมูลของเวลา และการคำนวณแบบการแปลงฟูเรียร์จะทำให้ได้ข้อมูลของความถี่

การแปลงสัญญาณเป็นการแปลงชอร์ทไทม์ฟูเรียร์ (STFT) แสดงได้ดังสมการ (3-3)

$$STFT_x^{(w)}(t',f) = \int [x(t)\cdot w\cdot (t-t')]\cdot e^{-j2\pi ft}\,dt \qquad (3\text{-}3)$$

ฟังกันเกาส์เสียน (Gaussian function)

$$\omega(t) = e^{-at^2/2} \qquad (3\text{-}4)$$

a คือความยาวของหน้าต่าง และ t คือเวลา

ใน STFT จะใช้หน้าต่างที่มีความกว้างเดียวตลอดในการทำการแปลงครั้งหนึ่ง ๆ ทำให้ในสัญญาณหนึ่ง ๆ มีความละเอียดทางด้านเวลาเท่ากันตลอดทั้งสัญญาณ (ความละเอียดแม่นยำของเวลาแม้ว่าจะละเอียดหรือไม่ก็ตาม แต่ความละเอียดจะคงค่าเท่านั้นตลอดทั้งสัญญาณ) และความละเอียดด้านความถี่เท่ากันตลอดทั้งสัญญาณ (ความละเอียดแม่นยำของความถี่แม้ว่าจะละเอียดหรือไม่ก็ตาม แต่ความละเอียดจะคงค่าเท่านั้นตลอดทั้งสัญญาณ) ไม่ว่าสัญญาณนั้นจะมีความถี่เป็นเท่าใดและมีความถี่นั้นอยู่ที่ใด

การใช้หน้าต่างแคบ จะให้ความละเอียด (Resolution) ทางด้านเวลาดี คือสามารถแบ่งเวลาได้ชัดเจนเป็นช่วง ๆ ขณะที่ความละเอียดด้านความถี่ไม่ดี คือในแต่ละช่วงเวลามีความถี่ที่กว้างและไม่ชี้ชัดว่าความถี่ในช่วงเวลานี้เป็นเท่าใด เมื่อหน้าต่างกว้างขึ้น ความละเอียดทางด้านเวลาจะลดลง คือข้อมูลทางด้านเวลาจะคลุมเครือขึ้น ไม่สามรถชี้เวลาได้ชัดเจน ขณะที่ความละเอียดทางด้านความถี่จะเพิ่มขึ้น คือ สามารถระบุความถี่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

สามารถสรุปปัญหาของ STFT ได้ดังนี้

- เมื่อใช้หน้าต่างแคบ ความละเอียดด้านเวลาดี ความละเอียดด้านความถี่ไม่ดี
- เมื่อใช้หน้าต่างกว้าง ความละเอียดด้านเวลาไม่ดี ความละเอียดด้านความถี่ดี และทำให้สัญญาณไม่เป็นสเตชันนารี

จะเห็นว่า มีปัญหาเรื่องความละเอียด ดังนั้นจึงต้องหาวิธีทำการวิเคราะห์ในรูปแบบใหม่ซึ่งก็คือการแปลงเวฟเล็ต

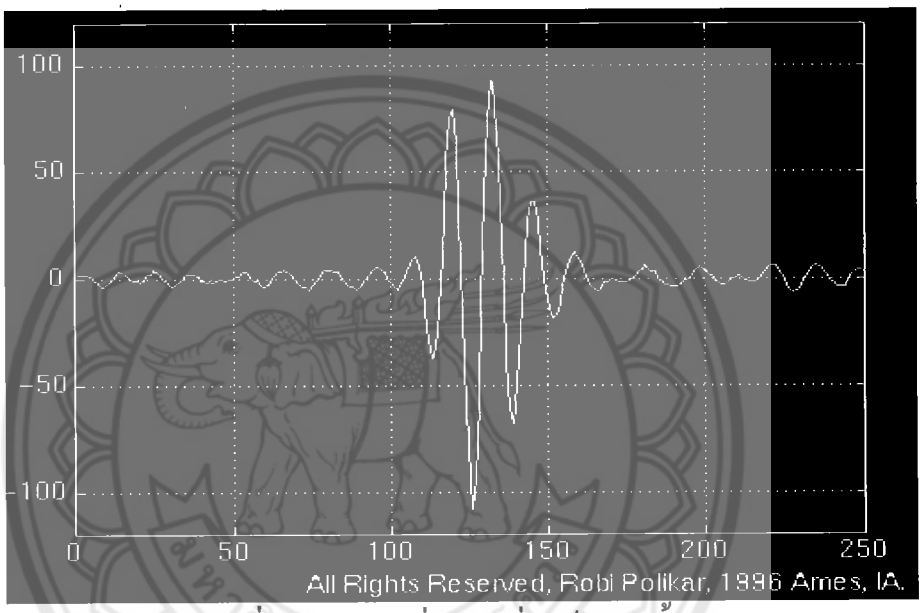
3.3 การแปลงเวฟเล็ต (Wavelet Transform)

จากการวิเคราะห์สัญญาณที่ผ่านมา การแปลงฟูเรียร์ (FT) ให้ข้อมูลเฉพาะความถี่ไม่ได้ให้ข้อมูลของเวลาที่เกิดความถี่นั้น และการแปลงชอร์ทไทม์ฟูเรียร์ (STFT) ให้ข้อมูลทั้งความถี่และเวลา แต่มีปัญหาเรื่องความละเอียดแม่นยำ (Resolution) คือเมื่อให้ความละเอียดของเวลาสูง จะทำให้ความละเอียดของความถี่ต่ำ และเมื่อให้ความละเอียดของความถี่สูง ก็จะทำให้ความละเอียดของเวลาต่ำ จึงได้มีการวิเคราะห์สัญญาณแบบใหม่ที่เรียกว่า การวิเคราะห์แบบมัลติเรสโซลูชัน (multiresolution analysis) หรือ MRA เป็นการวิเคราะห์สัญญาณที่แต่ละช่วงมีความถี่ต่างกัน ด้วยความละเอียด (resolution) ที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์เช่นนี้แตกต่างจากใน STFT ที่วิเคราะห์สัญญาณหนึ่ง ๆ ด้วยความละเอียดด้านเวลาและความถี่ดีหรือไม่ดีเท่า ๆ กันกับทุก ๆ ความถี่ในสัญญาณนั้น

MRA จะให้ความละเอียดดังนี้

- ในช่วงที่เป็นความถี่สูงของสัญญาณ : MRA จะให้ความละเอียดของเวลาดี แต่ให้ความละเอียดของความถี่ไม่ดี
- ในช่วงที่เป็นความถี่ต่ำของสัญญาณ : MRA จะให้ความละเอียดของเวลาไม่ดี แต่ให้ความละเอียดของความถี่ดี

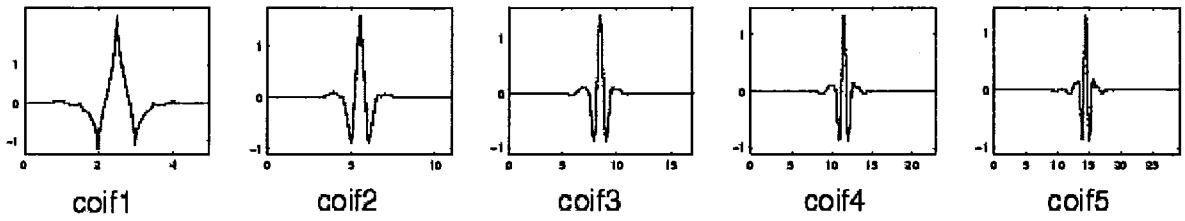
การที่ให้ความละเอียดแตกต่างกันเช่นนี้ เป็นผลดีกับสัญญาณที่มีความถี่สูงเป็นช่วงสั้น ๆ นอกนั้นเป็นความถี่ต่ำ ซึ่งสัญญาณที่พบและนำมาใช้ในความเป็นจริงมักจะอยู่ในลักษณะนี้ดังรูป



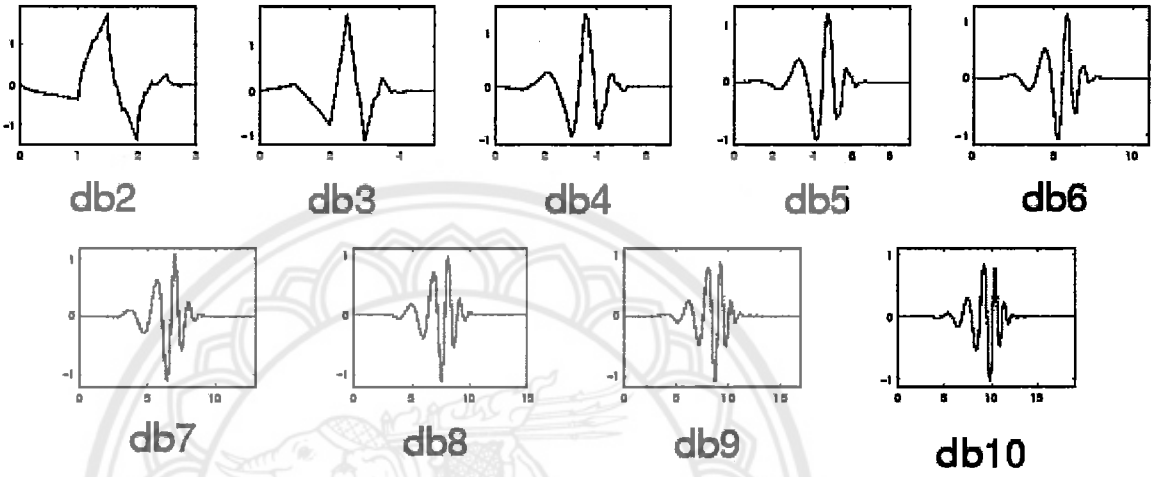
รูปที่ 3.5 สัญญาณที่มีความถี่สูงเป็นช่วงสั้น ๆ

3.3.1 ความหมายของเวฟเล็ต และ เวฟเล็ตแม่

เวฟเล็ต (wavelet) หมายถึง คลื่นเล็ก ๆ ซึ่งมีความยาวจำกัด และมีพลังงานจำกัด [1] ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์สัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ไปตามเวลา (time-varying) หรือสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยฉับพลัน (transient) หรือสัญญาณที่ไม่ได้มีทุกความถี่ในสัญญาณผสมกันอยู่ผสมกันตลอดช่วงสัญญาณ (nonstationary หรือเป็นสัญญาณที่ไม่ได้มีลักษณะเป็นคาบ) เวฟเล็ตทำหน้าที่คล้ายกับฟังก์ชันหน้าต่าง (window function หรือ compactly supported) และฟังก์ชันเอ็กซ์โปเนนเชียล (exponential function) ใน STFT เปรียบเทียบคลื่นรูปไซน์และเวฟเล็ตดาวบิชีล์ เวฟเล็ตแม่ (Mother wavelet) คือตัวเวฟเล็ตต้นแบบที่ใช้เป็นแบบอย่างในการสร้างเวฟเล็ตตัวอื่นๆ จะเป็นยีดหรือหดเวฟเล็ตแม่ ตัวอย่างของเวฟเล็ตแม่เช่น ดาวบิชีล์ (Daubechies), ฮารร์ (Harr), ซิมเล็ตส์(Symiets) , โคอิเฟล็ตส์(Coiflets) , มอร์เล็ต (Moriet), หมวกเม็กซิกัน * (Mexican hat)



รูปที่ 3.6 (a) ตัวอย่างของเวฟเล็ตโคอิเฟล็ตส์



รูปที่ 3.7 (b) ตัวอย่างของเวฟเล็ตดาวบิชีส์

3.3.2 ความหมายของการแปลงเวฟเล็ต

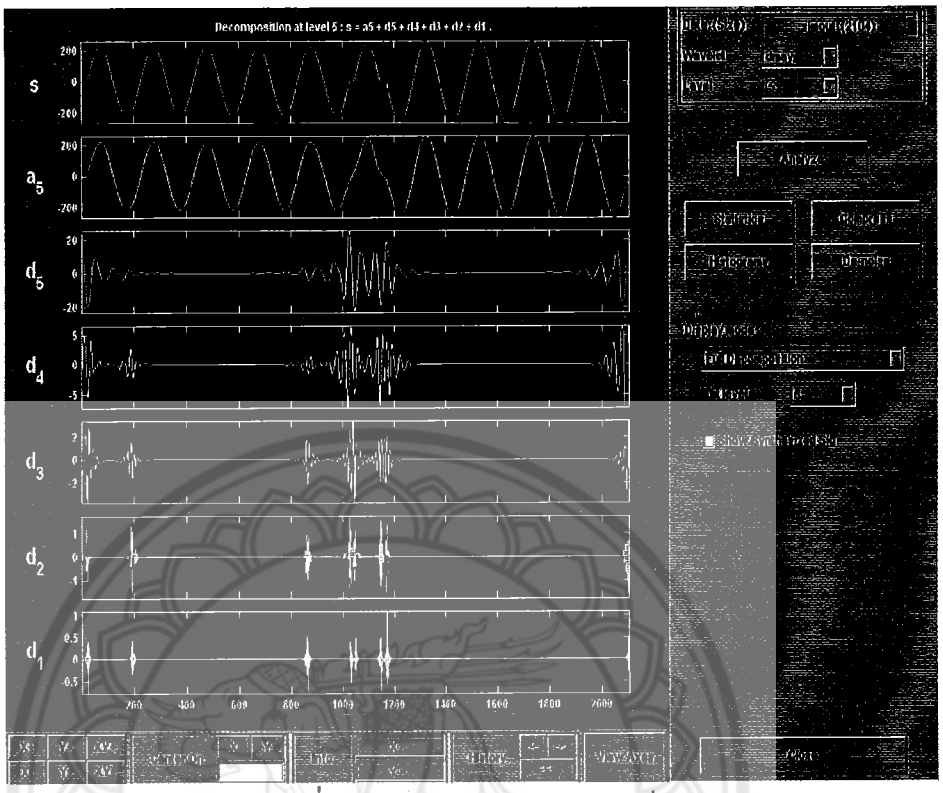
การแปลงเวฟเล็ต คือสัญญาณที่ถูกแปลงให้อยู่ในโดเมน (Domain) ของความถี่และเวลา โดยการนำเอาสัญญาณเดิมซึ่งอยู่ในโดเมนของเวลามาผ่านสมการทรานสฟอร์มและใช้เวฟเล็ตที่เหมาะสม จะได้ผลลัพธ์เป็นการแปลงเวฟเล็ตของสัญญาณเดิม ซึ่งการแปลงเวฟเล็ตนี้ จะบอกได้ถึงความถี่ที่มีในสัญญาณนั้น ๆ และเวลาที่เกิดความถี่นั้นขึ้น

การแปลงเวฟเล็ต (WT) มีความคล้ายคลึงกับการแปลงฟูเรียร์ (FT) และการแปลงชอร์ทไทม์ฟูเรียร์ (STFT) สามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบการแปลงฟูเรียร์ การแปลงชอร์ทไทม์ฟูเรียร์ และการแปลงเวฟเล็ต

FT	STFT	WT
1. ใช้สมการ FT	1. ใช้สมการ STFT	1. ใช้สมการ WT
2. ใช้ฟังก์ชันเอ็กซ์โปเนนเชียล $e^{-2j\pi ft}$ หรือก็คือฟังก์ชัน $\cos(2\pi ft)+j\sin(2\pi ft)$ เป็นแบบสิสฟังก์ชัน (basis function)	2. ใช้ฟังก์เอ็กซ์โปเนนเชียลเป็นเบสิสฟังก์ชัน เหมือนกับ FT และมีการใช้หน้าต่าง $\omega^*(t-t')$	2. ใช้เวฟเล็ต $\psi^*_{\tau,s}(t)$ เป็นเบสิสฟังก์ชัน
3. ใช้หลักการว่าคลื่นใด ๆ เกิดจากการบวกคลื่นไซนูซอยด์หลาย ๆ ความถี่ หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกัน	3. ใช้หลักการแทนคลื่นใด ๆ ด้วยคลื่นไซนูซอยด์บวกกันเหมือน FT แต่แตกต่างกันตรงที่ STFT ทำการแบ่งคลื่นใด ๆ ออกเป็นช่วง ๆ แล้วจึงค่อยคิดทำให้ได้ทั้งเวลาและความถี่ของคลื่นใด ๆ นั้น	3. ใช้หลักการแทนคลื่นใด ๆ ด้วยคลื่นเล็ก ๆ ที่มีความยาวและพลังงานจำกัด (เวฟเล็ต) บวกกัน ทำให้ได้ทั้งเวลาและความถี่ของคลื่นใด ๆ นั้น
4. ได้การแปลงเป็นฟังก์ชันของความถี่ จะทราบว่าในคลื่นใด ๆ นั้นมีความถี่ใดอยู่บ้าง	4. ได้การแปลงเป็นฟังก์ชันของความถี่และเวลาจะทราบว่าในคลื่นใด ๆ มีความถี่ใดอยู่ที่เวลาใด โดยความละเอียดของเวลาและความถี่จะเท่ากันทุก ๆ ความถี่ในคลื่นหนึ่ง ๆ	4. ได้การแปลงเป็นฟังก์ชันของความถี่และเวลาจะทราบว่าในคลื่นใด ๆ มีความถี่ใดอยู่ที่เวลาใด โดยความละเอียดของเวลาและความถี่จะเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ในคลื่นดังความละเอียดของ MRA ที่กล่าวไว้ข้างต้น
5. ไม่เป็น MRA	5. ไม่เป็น MRA	5. เป็น MRA

3.3.3 ฟังก์ชั่นใน Wavelet 1-Dของลักษณะการแปลงเวฟเล็ตใน แมทแลบ/ซิมูลิงค์



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างสัญญาณในเวฟเล็ต

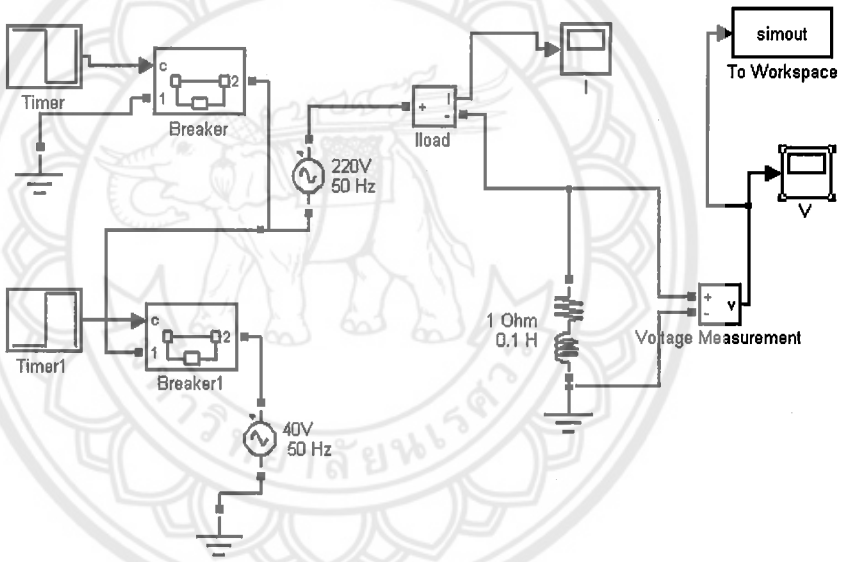
- Data (Size) เป็นฟังก์ชั่นที่บอกถึงขนาดของสัญญาณที่นำเข้ามาในเวฟเล็ตนั้นมีขนาดเท่าใด
- Wavelet เป็นฟังก์ชั่นที่เราต้องการใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณ ในที่นี้เราเลือกใช้ฟังก์ชั่น dmey ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางด้านความถี่ โดยสามารถตรวจจับสัญญาณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความถี่แม้เพียงเล็กน้อยได้
- Level เป็นฟังก์ชั่นที่กำหนดย่านความถี่ที่ต้องการวิเคราะห์ว่าต้องการความละเอียดมากน้อยเพียงใด
- Analyze เมื่อได้ทำการเลือกฟังก์ชั่นทั้ง 3 ฟังก์ชั่นตามต้องการดังที่ได้กล่าวข้างต้นแล้วจึงกดปุ่ม Analyze เพื่อทำการวิเคราะห์สัญญาณ
- Statistics เป็นฟังก์ชั่นสำหรับต้องการทราบข้อมูลทางสถิติของการวิเคราะห์สัญญาณ
- Compress เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับบีบอัดข้อมูล

- Histrograms เป็นฟังก์ชั่นที่ เป็นกราฟแท่งแสดงค่าสถิติของสัญญาณทางด้านความถี่
- De-noise เป็นฟังก์ชั่นที่สามารถแยกคลื่นรบกวนออกจากสัญญาณได้

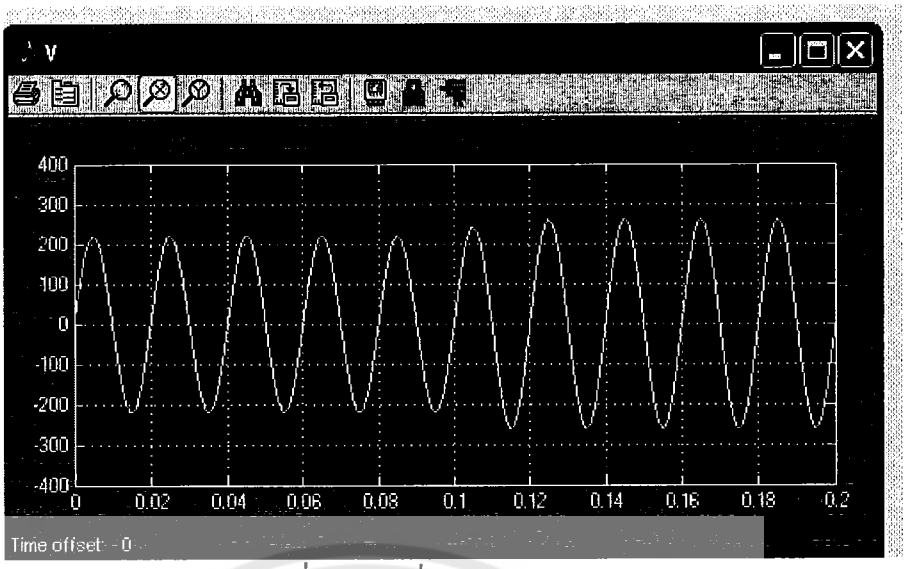
บทที่ 4
การสร้างสัญญาณในซิมูลิงค์

สัญญาณที่สร้างขึ้นนี้เป็นการจำลองปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เพื่อจะนำสัญญาณที่ได้นี้ไปวิเคราะห์สัญญาณโดยการแปลงเวฟเล็ต

4.1 ไฟเกิน(Over Voltage) ลักษณะของแรงดันไฟเกินจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าเกินกว่า 242 - 264 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



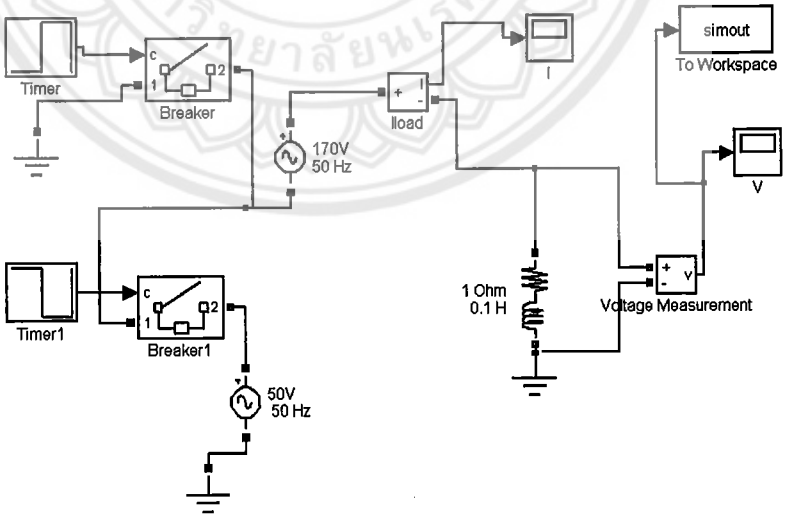
รูปที่ 4.1 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟเกิน



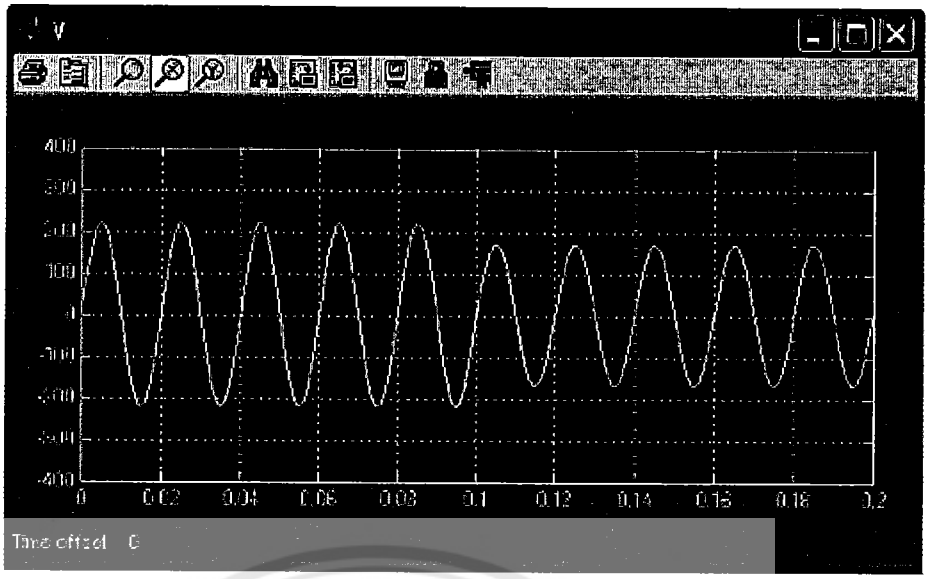
รูปที่ 4.2 รูปคลื่นของแรงดันไฟเกิน

สวิตช์ (S) จากเดิมที่อยู่ในสภาวะเปิด แรงดันในระบบยังเป็น 220 โวลต์อยู่แต่เมื่อเวลาผ่านไป 0.1 วินาทีสวิตช์ (S) ปิดลงทำให้แรงดันในระบบเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 40 โวลต์เป็น 260 โวลต์จึงทำให้เกิดสภาวะไฟเกิน

4.2 ไฟตก (Under Voltage) ลักษณะแรงดันไฟตกจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าต่ำกว่า 176 - 198 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



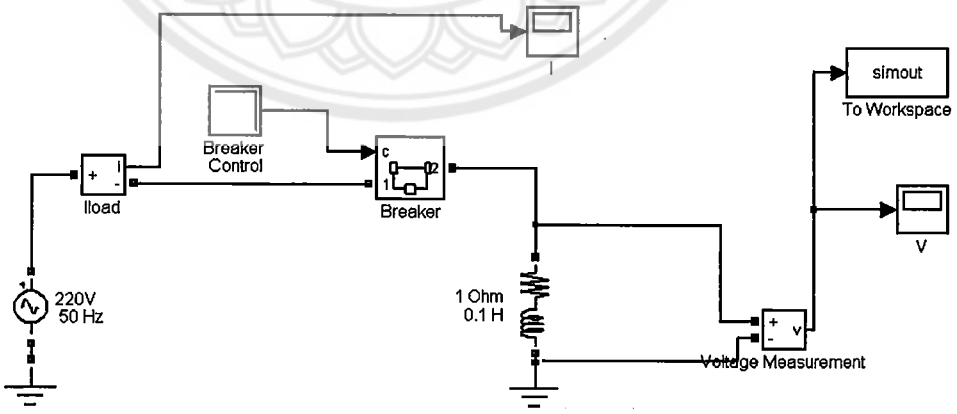
รูปที่ 4.3 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟตก



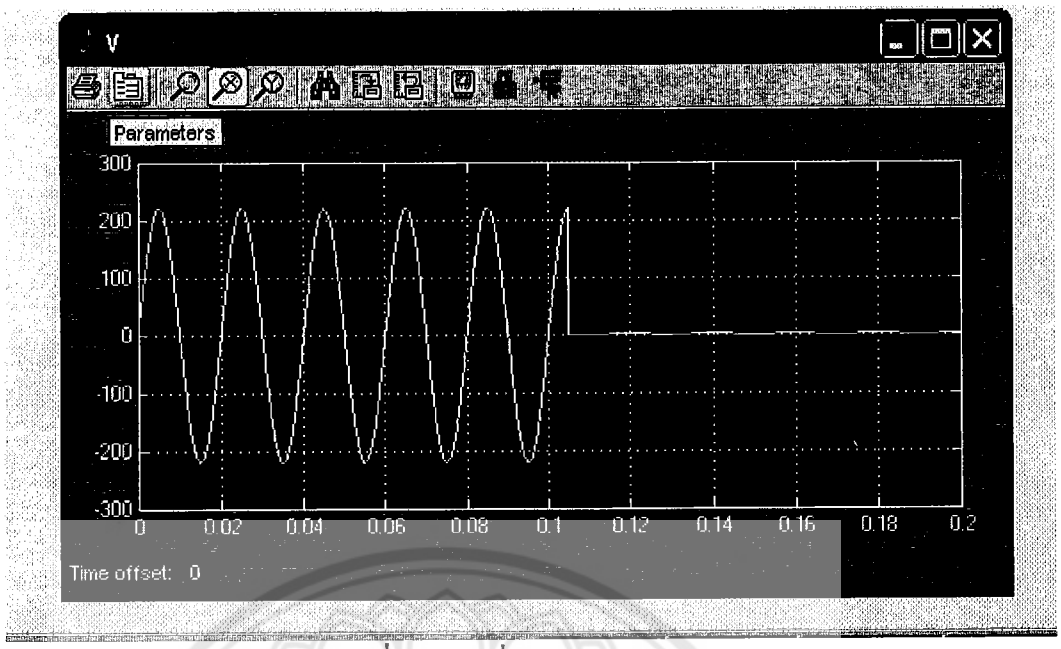
รูปที่ 4.4 รูปคลื่นของแรงดันไฟตก

จากเดิมที่ระบบมีแรงดันในระบบ 220 โวลต์ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 0.1 วินาทีสวิตช์ (S) ที่จากเดิมอยู่ในสภาวะปิดอยู่ก็จะเปิดลงทำให้แรงดันในระบบเหลือเพียง 170 โวลต์ จึงทำให้เกิดสภาวะไฟตก

4.3 ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) ลักษณะแรงดันไฟดับจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าลดลงเป็น 0 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



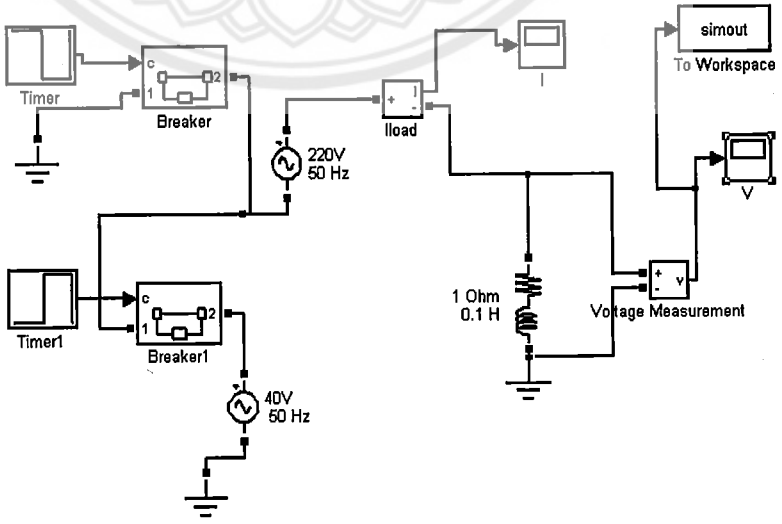
รูปที่ 4.5 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟดับ



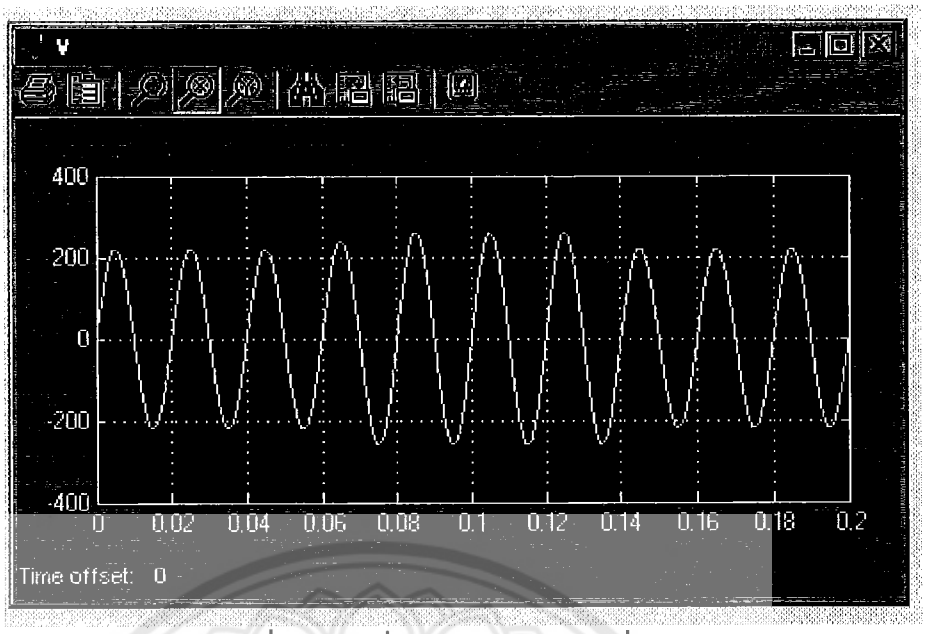
รูปที่ 4.6 รูปคลื่นของแรงดันไฟดับ

ที่สภาวะปกติระบบมีแรงดันเท่ากับ 220 โวลต์ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 0.1 วินาทีจากเดิมที่สวิตช์อยู่ในสภาวะปิด สวิตช์จะเปิดออกทำให้แรงดันภายในระบบเป็น 0 โวลต์ จึงทำให้เกิดสภาวะไฟดับ

4.4 ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) ลักษณะไฟเกินชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผลของสายกำลังมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 242 - 396 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที - 1 นาที



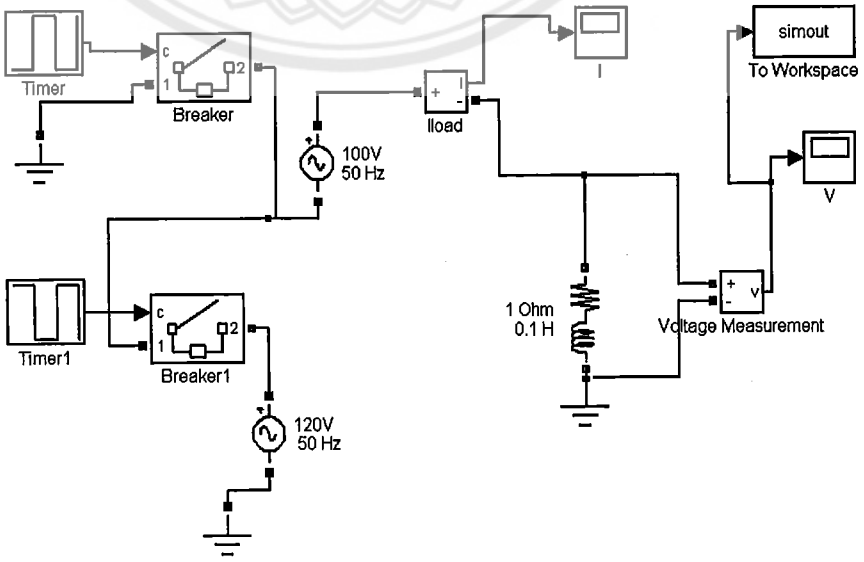
รูปที่ 4.7 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟเกินชั่วขณะ



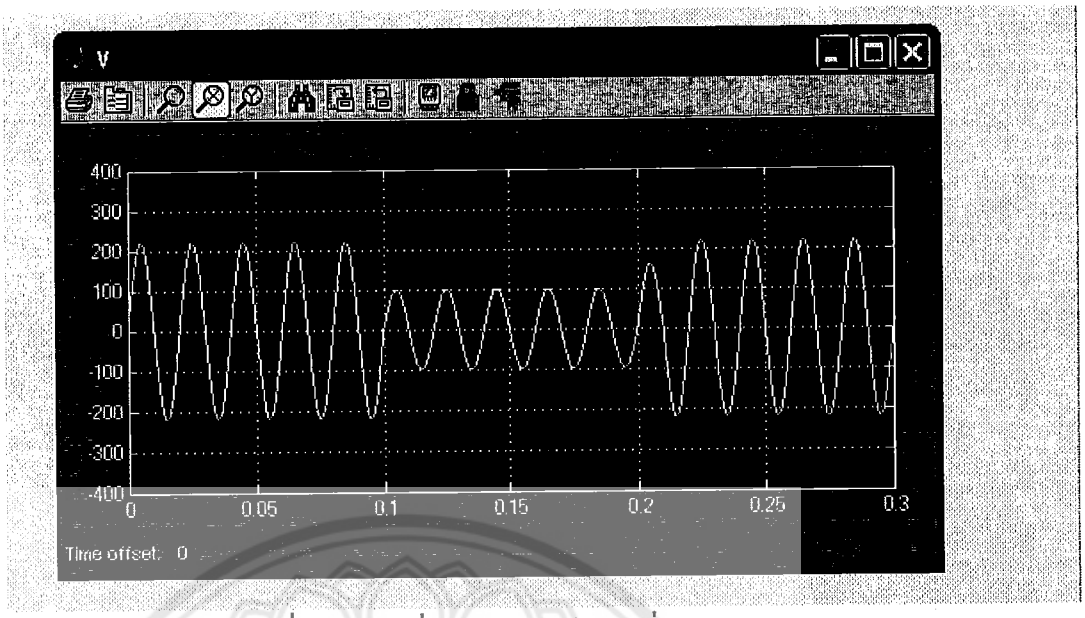
รูปที่ 4.8 รูปคลื่นของแรงดันไฟเกินชั่วขณะ

จากเดิมที่สภาวะปกติมีแรงดันภายในระบบ220โวลต์ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 0.05 วินาที ไทม์เมอร์สวิตช์ (S) จะปิดเพื่อจ่ายแรงดัน 40โวลต์ให้กับระบบ จนเวลาผ่านไป 0.15 วินาที ไทม์เมอร์สวิตช์ (S) จะเปิดออกเพื่อหยุดการจ่ายแรงดันให้กับระบบ จึงทำให้เกิดสภาวะไฟเกินชั่วขณะ

4.5 ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag) ลักษณะไฟตกชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผลของสายกำลังมีค่าลดลงอยู่ระหว่าง 22 - 198 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที – 1 นาที



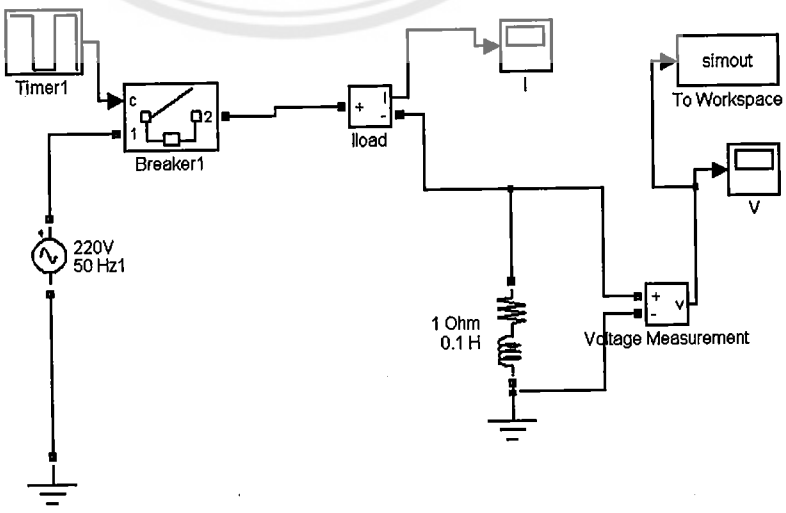
รูปที่ 4.9 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟตกชั่วขณะ



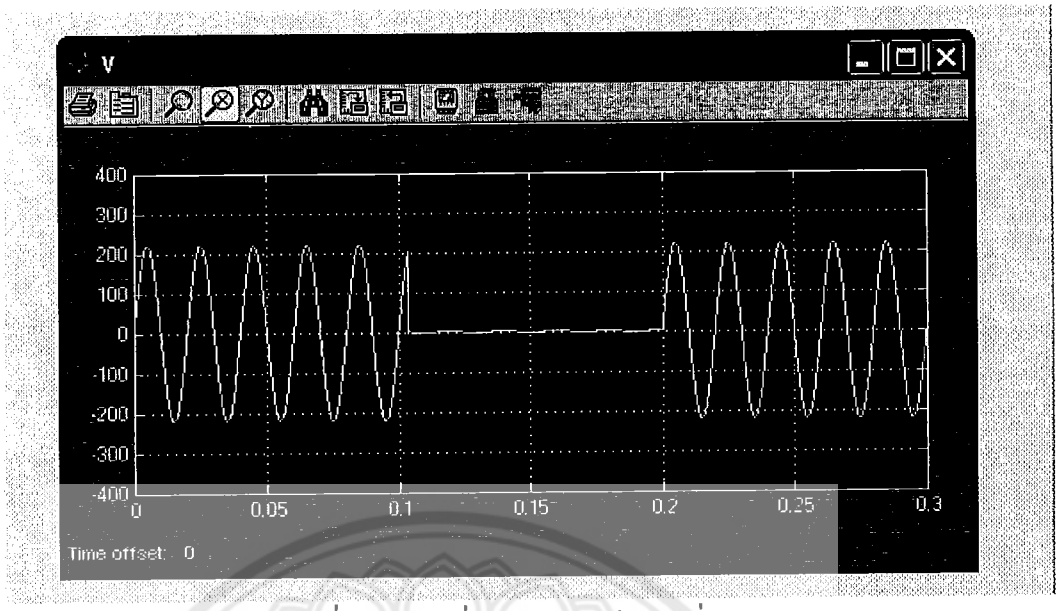
รูปที่ 4.10 รูปคลื่นของแรงดันไฟตกชั่วขณะ

ในสภาวะปกติไทม์เมอร์สวิตช์ทั้ง 2 ตัวจะอยู่ในสภาวะปิดเพื่อจ่ายแรงดันขนาด 220 โวลต์ให้กับระบบแต่เมื่อเวลาผ่านไป 0.1 วินาทีไทม์เมอร์สวิตช์ตัวที่จ่ายแรงดัน120โวลต์จะเปิดออกทำให้แรงดันตกลงเหลือเพียง 100 โวลต์จนเมื่อถึงเวลา 0.2 วินาที ไทม์เมอร์สวิตช์ตัวที่จ่ายแรงดัน 120 โวลต์ก็จะปิดเพื่อจ่ายไฟให้ระบบมีแรงดันรวม220โวลต์อีกครั้งทำให้เกิดสภาวะไฟตกชั่วขณะได้

4.6 ไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption) ลักษณะไฟดับชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผลของสายกำลังมีค่าลดลงต่ำกว่า 22 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที – 1 นาที



รูปที่ 4.11 แบบจำลองระบบไฟฟ้าของแรงดันไฟดับชั่วขณะ



รูปที่ 4.12 รูปคลื่นของแรงดันไฟดับชั่วขณะ

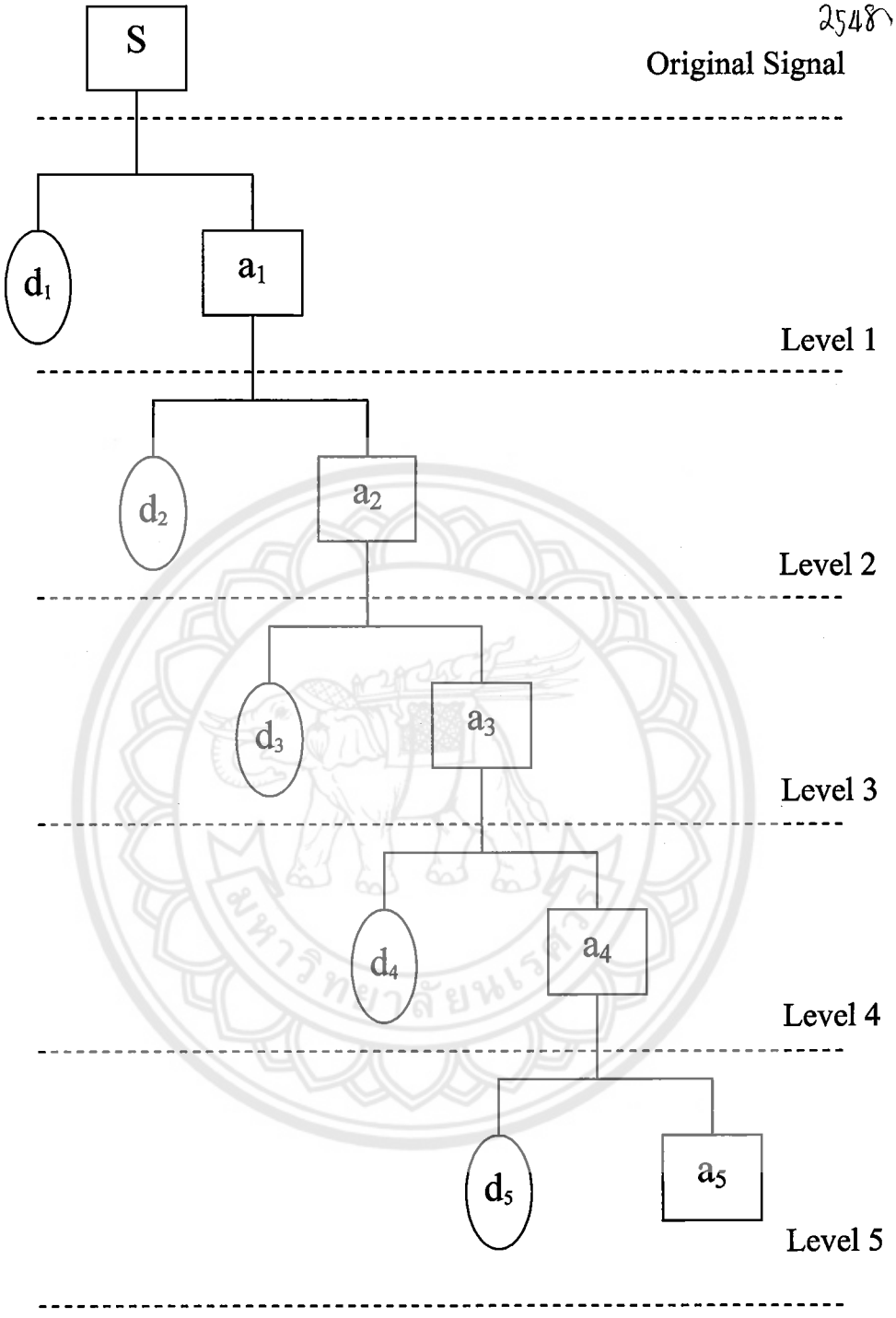
จากเดิมที่ในระบบมีแรงดัน220โวลต์สวิตช์อยู่ในลักษณะปิดวงจรและ**ไทม์เมอร์สวิตช์จะเปิดออก**ที่เวลา0.1วินาที และ ปิดลงอีกครั้งที่เวลา0.2วินาที จึงทำให้เกิดสภาวะ**ไฟดับชั่วขณะ**

การแสดงผลใน Wavelet 1-D

ใช้วิธี **dmey** แบบ 5 level

- S คือ สัญญาณที่มาจากซิมูลิ้งค์นำเข้ามาในเวฟเล็ต
- a_5 เป็นการตรวจจับสัญญาณที่เกิดการแปลงทางด้านความถี่ที่อยู่ในช่วง 0Hz ถึง 100Hz
- d_5 เป็นการตรวจจับสัญญาณที่เกิดการแปลงทางด้านความถี่ที่อยู่ในช่วง 100Hz ถึง 200Hz
- d_4 เป็นการตรวจจับสัญญาณที่เกิดการแปลงทางด้านความถี่ที่อยู่ในช่วง 200Hz ถึง 400Hz
- d_3 เป็นการตรวจจับสัญญาณที่เกิดการแปลงทางด้านความถี่ที่อยู่ในช่วง 400Hz ถึง 800Hz
- d_2 เป็นการตรวจจับสัญญาณที่เกิดการแปลงทางด้านความถี่ที่อยู่ในช่วง 800Hz ถึง 1600Hz
- d_1 เป็นการตรวจจับสัญญาณที่เกิดการแปลงทางด้านความถี่ที่อยู่ในช่วง 1600Hz ถึง 3200Hz

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
15045029
ช.ก.
ค237ก
2548

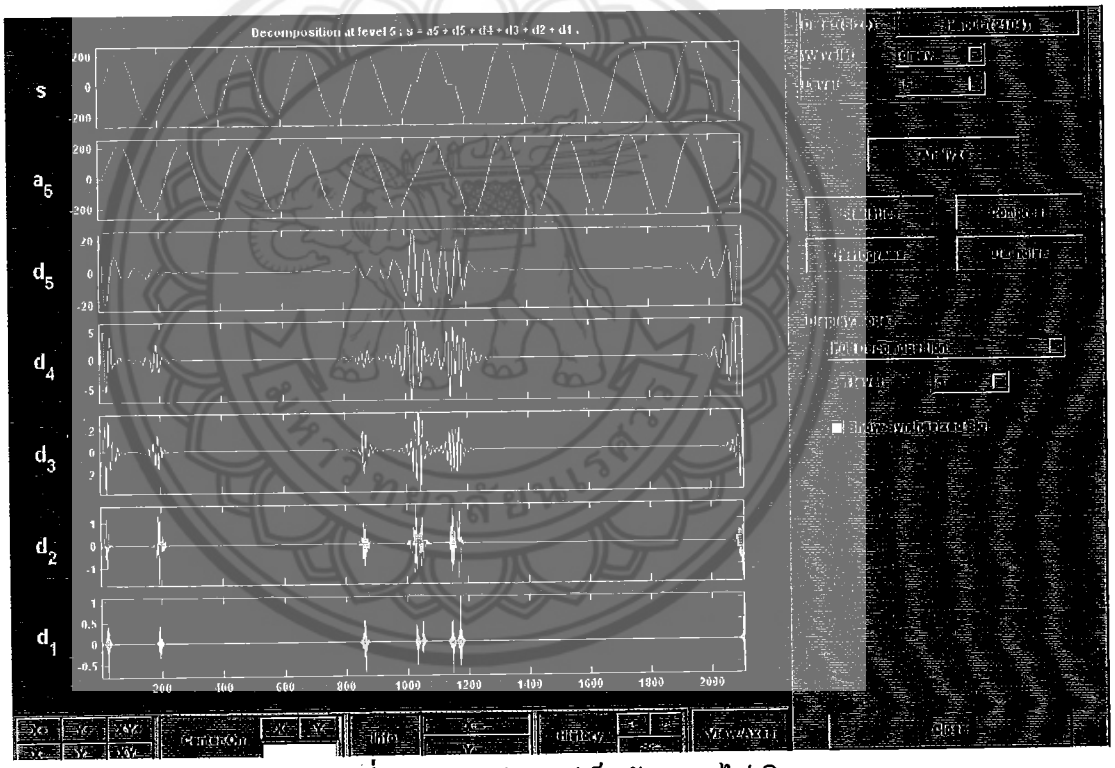


รูปที่ 4.13 ไดอะแกรมเวฟเล็ต 1- D

บทที่ 5
การวิเคราะห์สัญญาณโดยใช้เวฟเล็ต

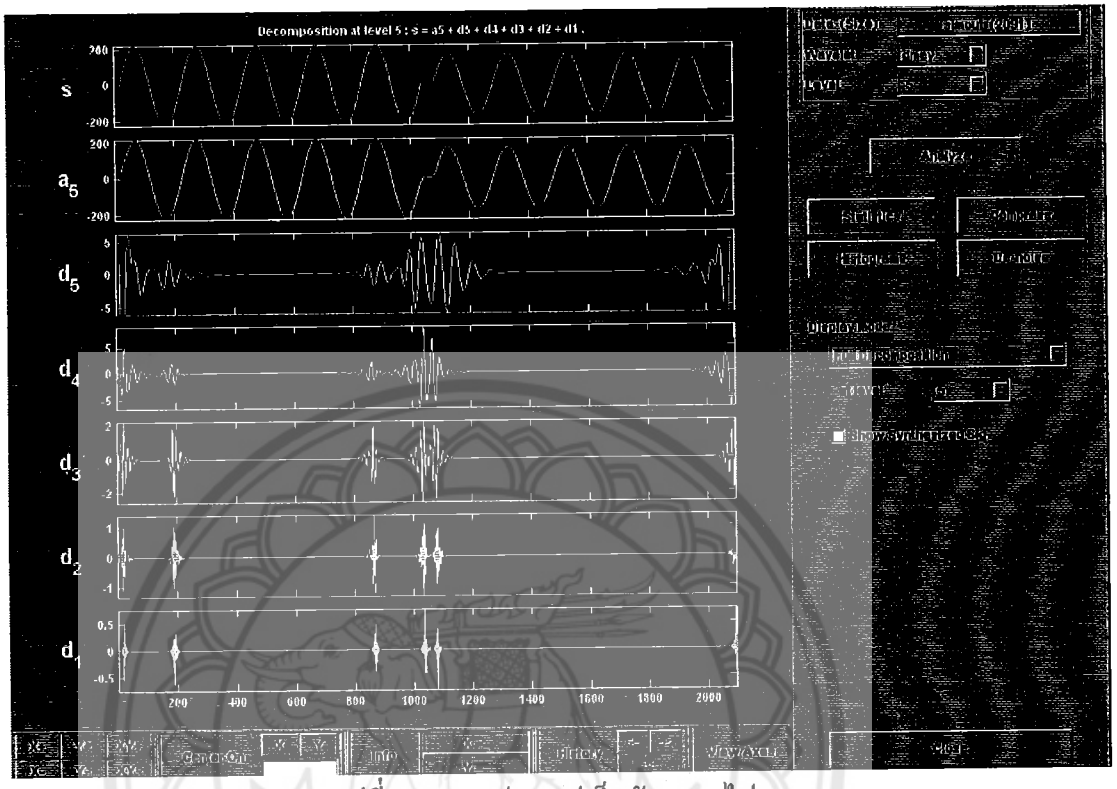
ในการวิเคราะห์สัญญาณทางคุณภาพกำลังไฟฟ้าทั้ง 6 สัญญาณจะทำการพิจารณาที่ ช่วงความถี่ d1 ซึ่งเป็นช่วงความถี่ 1600Hz ถึง 3200Hz ทำให้สามารถทราบได้ว่าระบบไฟฟ้ามีปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าเกิดขึ้น

5.1 ไฟเกิน (Over Voltage) ลักษณะของแรงดันไฟเกินจะวัดได้จากการที่ค่าอาร์เอ็มเอส (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าเกินกว่า 242 - 264 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



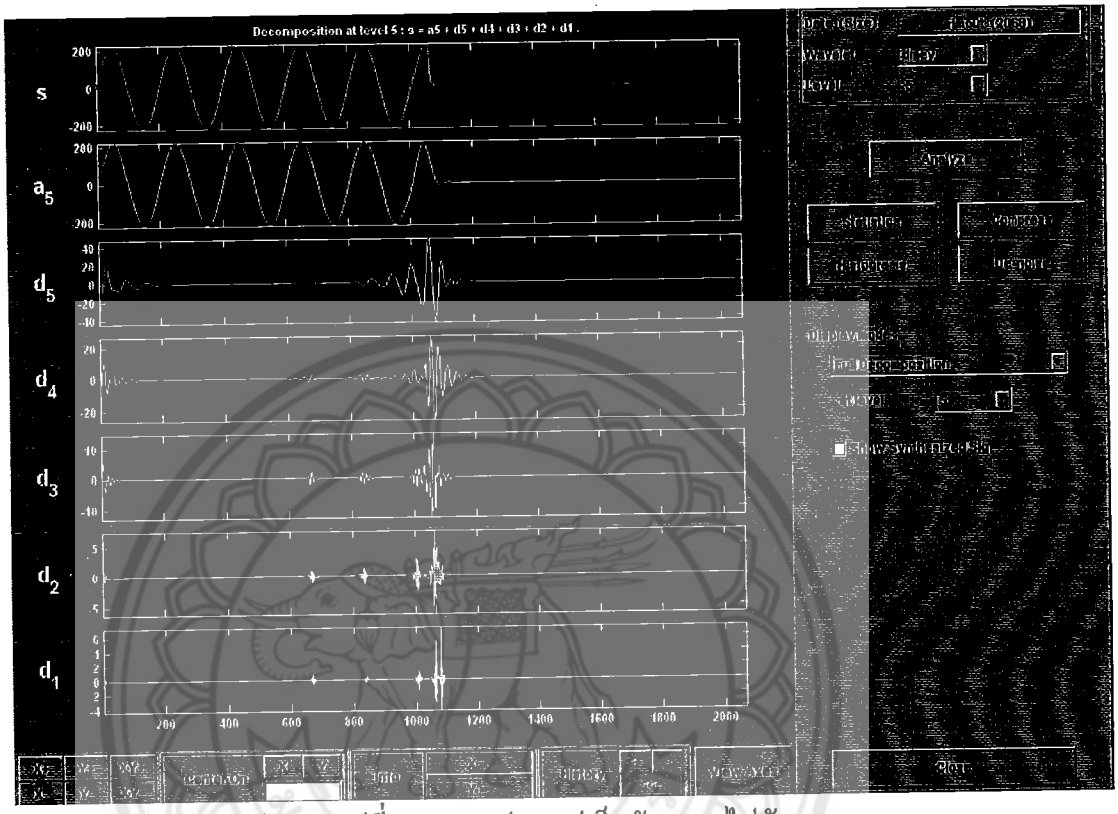
รูปที่ 5.1 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟเกิน

5.2 ไฟตก (Under Voltage) ลักษณะแรงดันไฟตกจะวัดได้จากการที่ค่าอาร์เอ็มเอส (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าต่ำกว่า 176 - 198 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



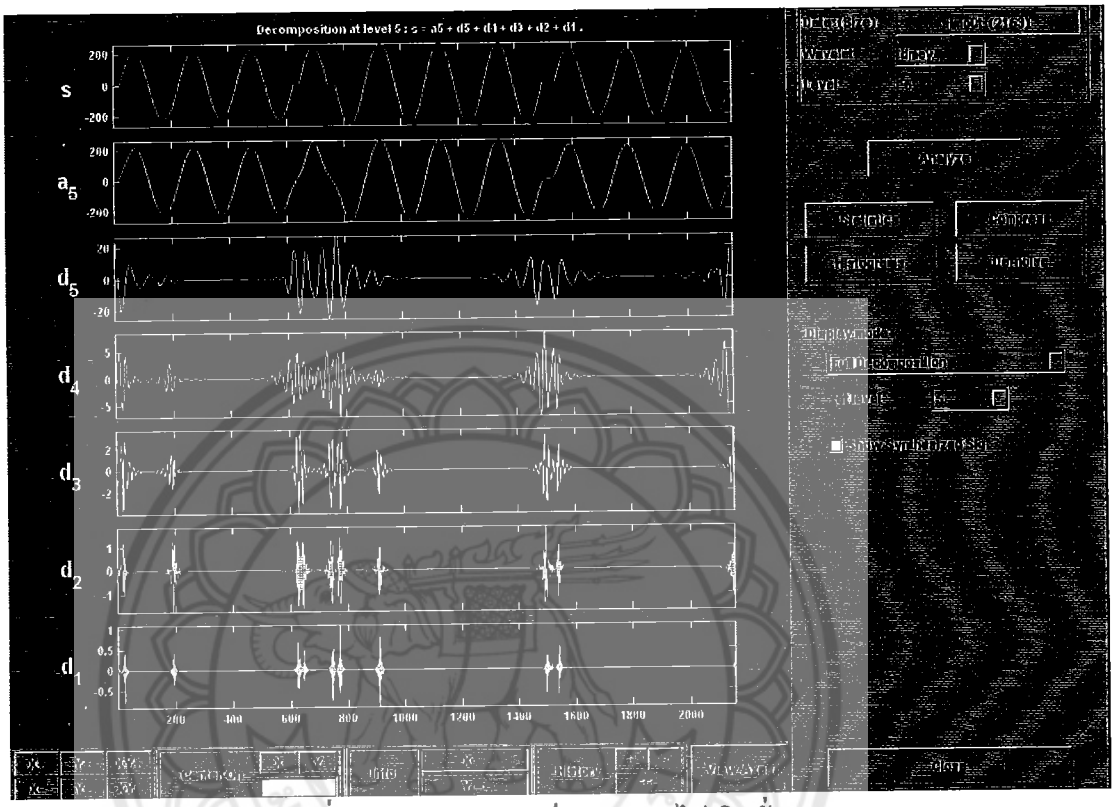
รูปที่ 5.2 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟตก

5.3 ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) ลักษณะแรงดันไฟดับจะวัดได้จากการที่ค่าอาร์เอ็มเอส (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าลดลงเป็น 0 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



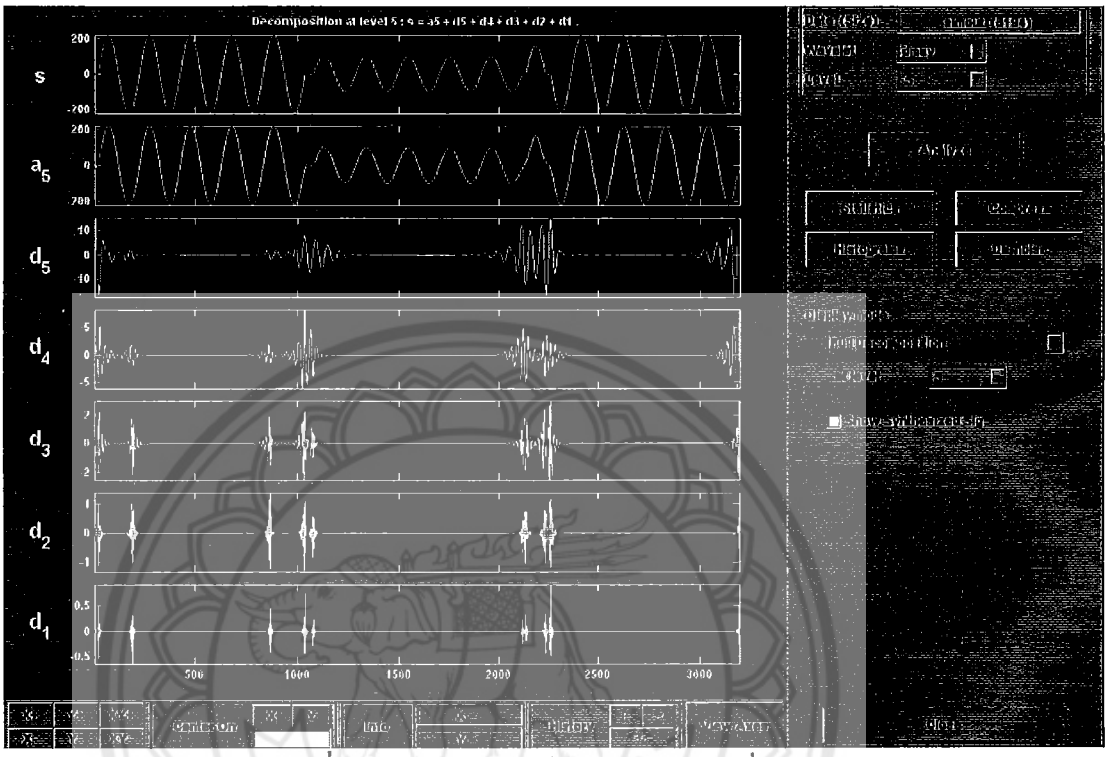
รูปที่ 5.3 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟดับ

5.4 ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) ลักษณะไฟเกินชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันอาร์อีมเอส (RMS) ของสายกำลังมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 242 - 396 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที - 1 นาที



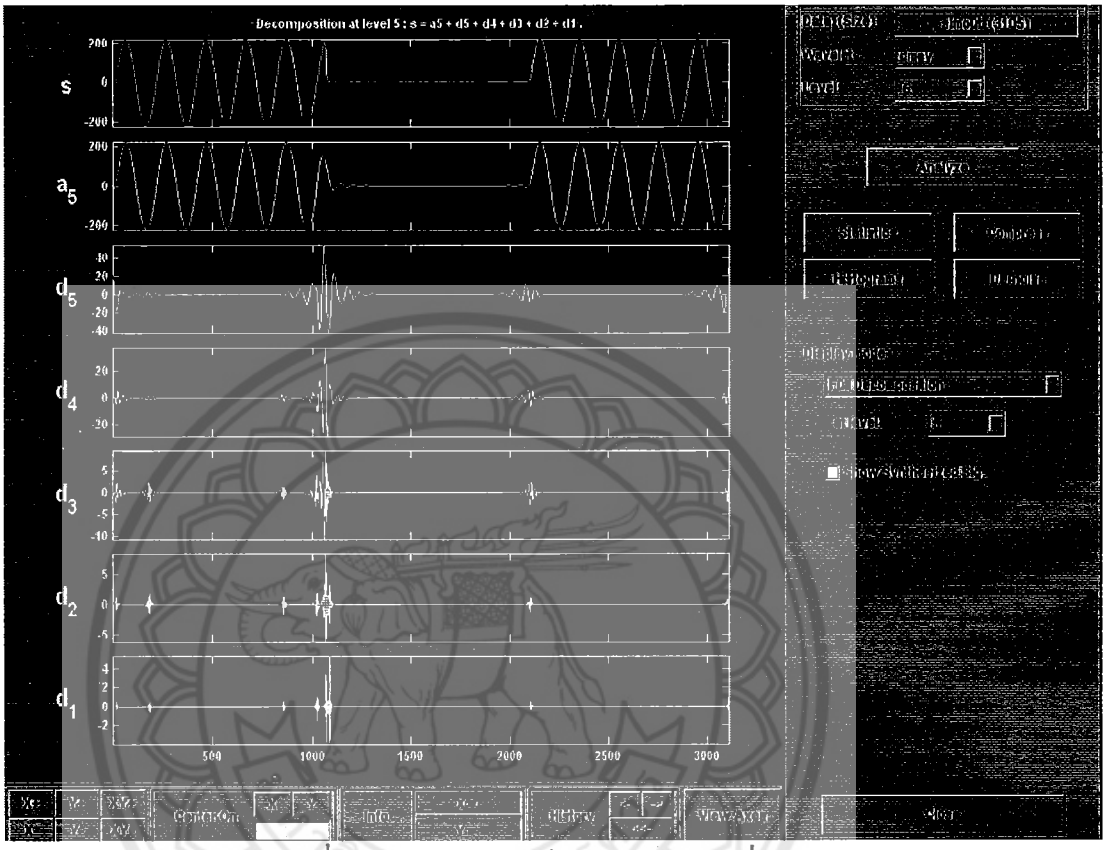
รูปที่ 5.4 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟเกินชั่วขณะ

5.5 ไฟตกชั่วขณะ (Voltage Sag) ลักษณะไฟตกชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันอาร์เอ็มเอส (RMS) ของสายกำลังมีค่าลดลงอยู่ระหว่าง 22 - 198 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลิวินาที – 1 นาที



รูปที่ 5.5 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟตกชั่วขณะ

5.6 ไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption) ลักษณะไฟดับชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันอาร์อีมเอส (RMS) ของสายกำลังมีค่าลดลงต่ำกว่า 22 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที – 1 นาที



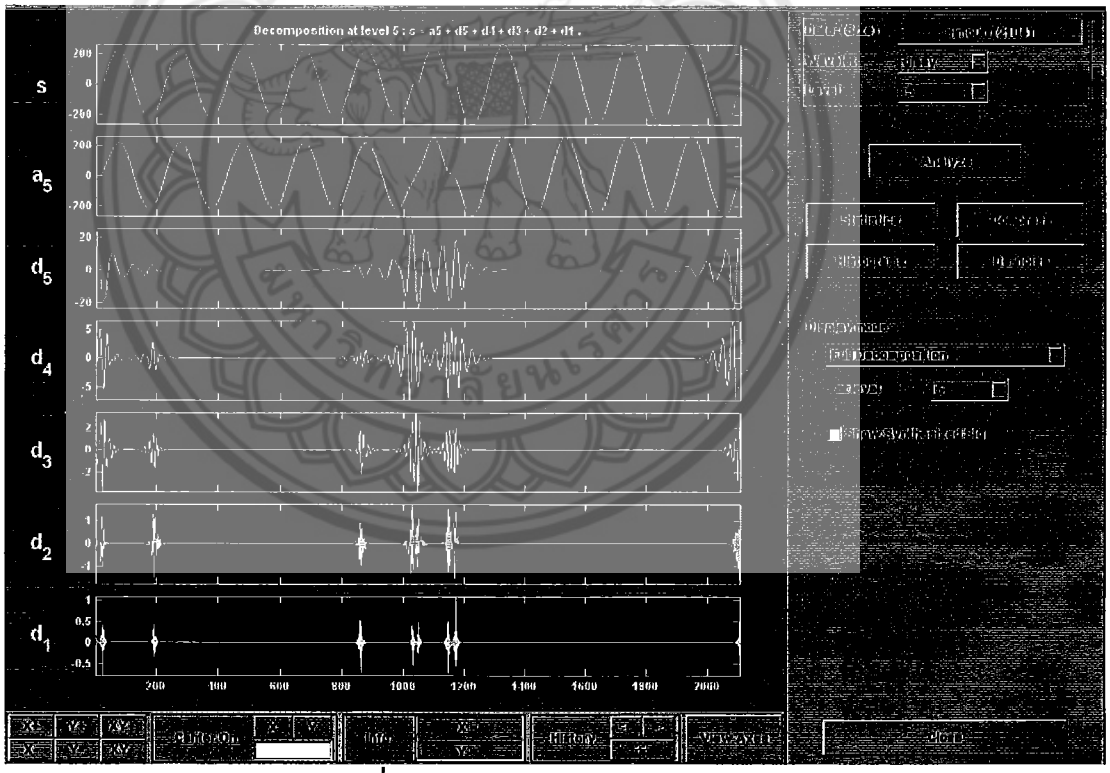
รูปที่ 5.6 การแปลงเวฟเล็ตสัญญาณไฟดับชั่วขณะ

จากการวิเคราะห์สัญญาณโดยการแปลงเวฟเล็ตที่ย่านความถี่ d_1 พบว่าทุกสัญญาณเมื่อเกิดความถี่เปลี่ยนแปลงขึ้น เวฟเล็ตสามารถตรวจพบความผิดปกติในระบบไฟฟ้าได้ จึงทำให้ทราบได้ว่าเกิดปัญหาทางคุณภาพไฟฟ้าขึ้นในระบบไฟฟ้า

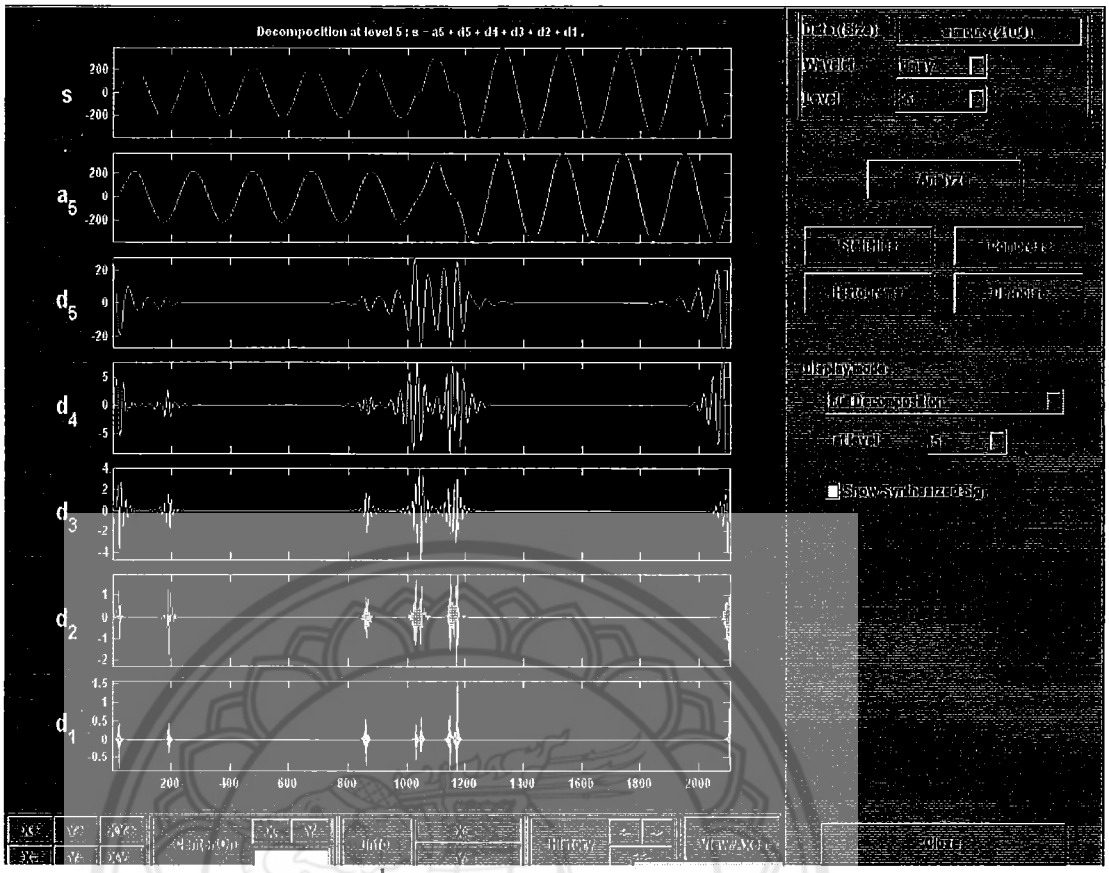
บทที่ 6
การเปรียบเทียบสัญญาณโดยการแปลงเวฟเล็ต

ในที่นี้จะเป็นการเปรียบเทียบสัญญาณที่แตกต่างกัน 220V 50Hz , 380V 50Hz และ 22kV 50Hz เพื่อที่จะศึกษาการและอธิบายการทำงานของเวฟเล็ตว่ามีการทำงานอย่างไร ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้จริงในสภาวะที่แตกตางกัน และ สามารถนำไปใช้งานทางด้านการตรวจสอบคุณภาพกำลังได้คุณภาพกำลังได้

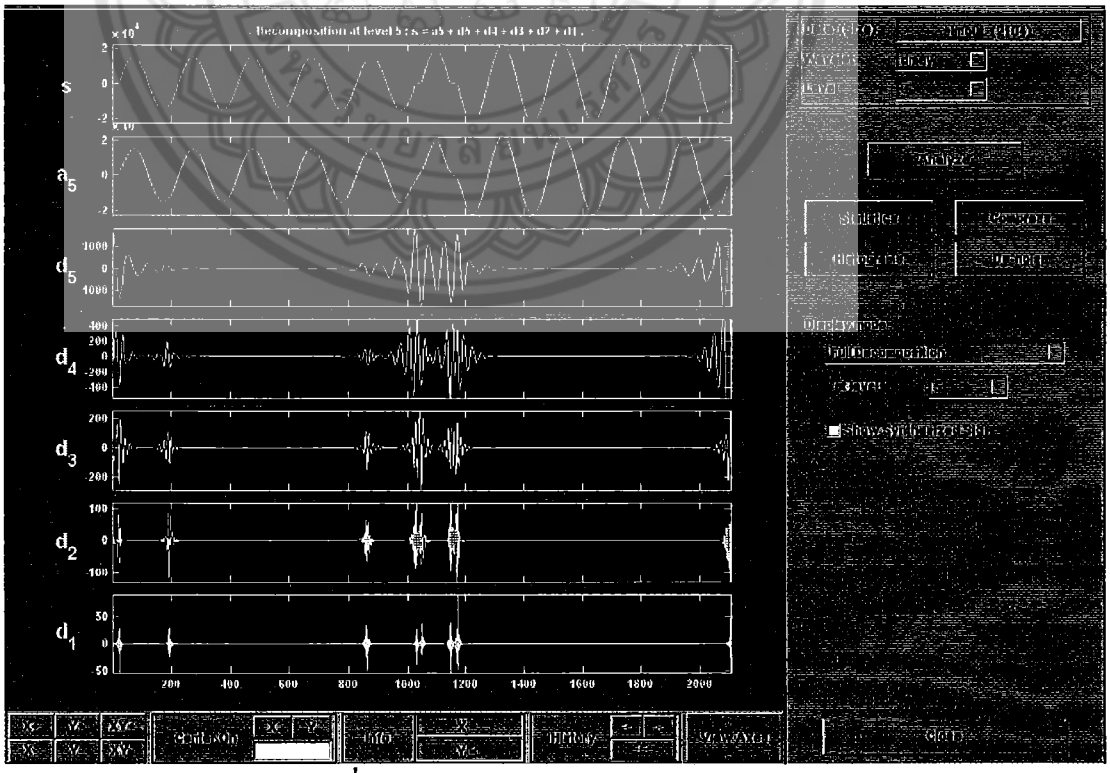
6.1 ไฟเกิน (Over Voltage) ลักษณะของแรงดันไฟเกินจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าเกินกว่า 242 - 264 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



รูปที่ 6.1 เวฟเล็ตไฟเกินแรงดัน 220 โวลต์

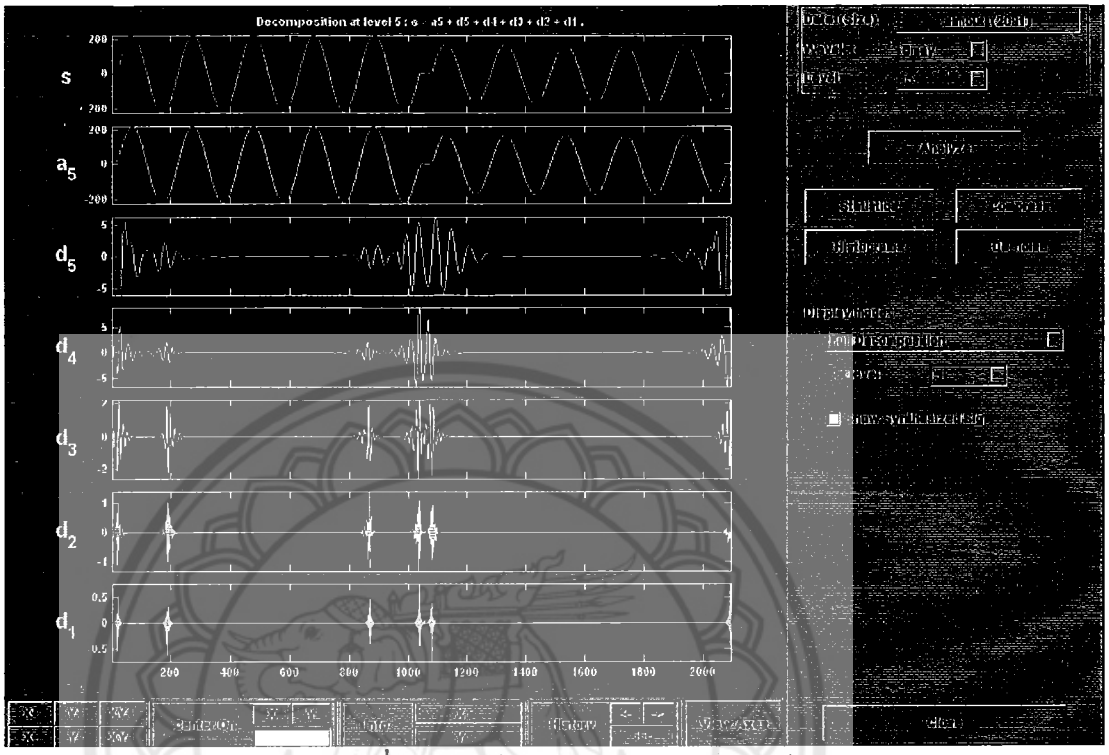


รูปที่ 6.2 เวฟเล็ตไฟเกินแรงดัน 380 โวลต์

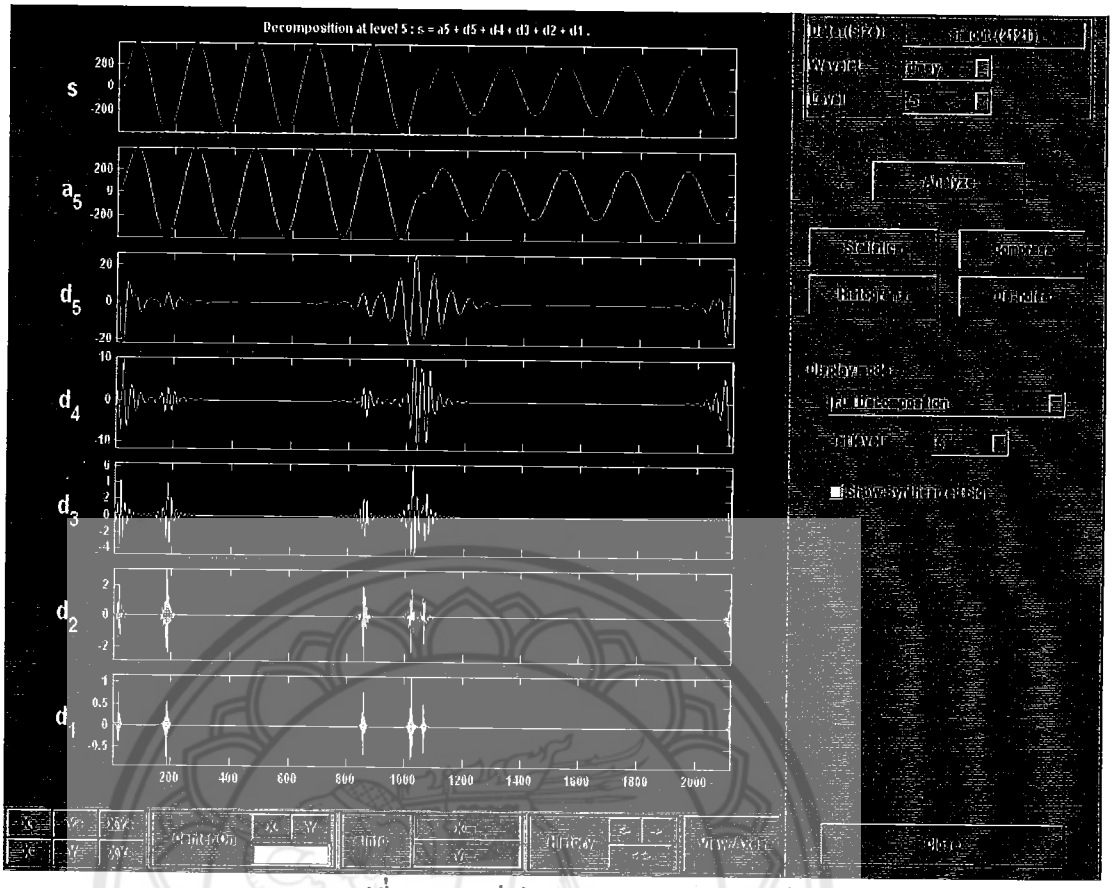


รูปที่ 6.3 เวฟเล็ตไฟเกินแรงดัน 22 กิโลโวลต์

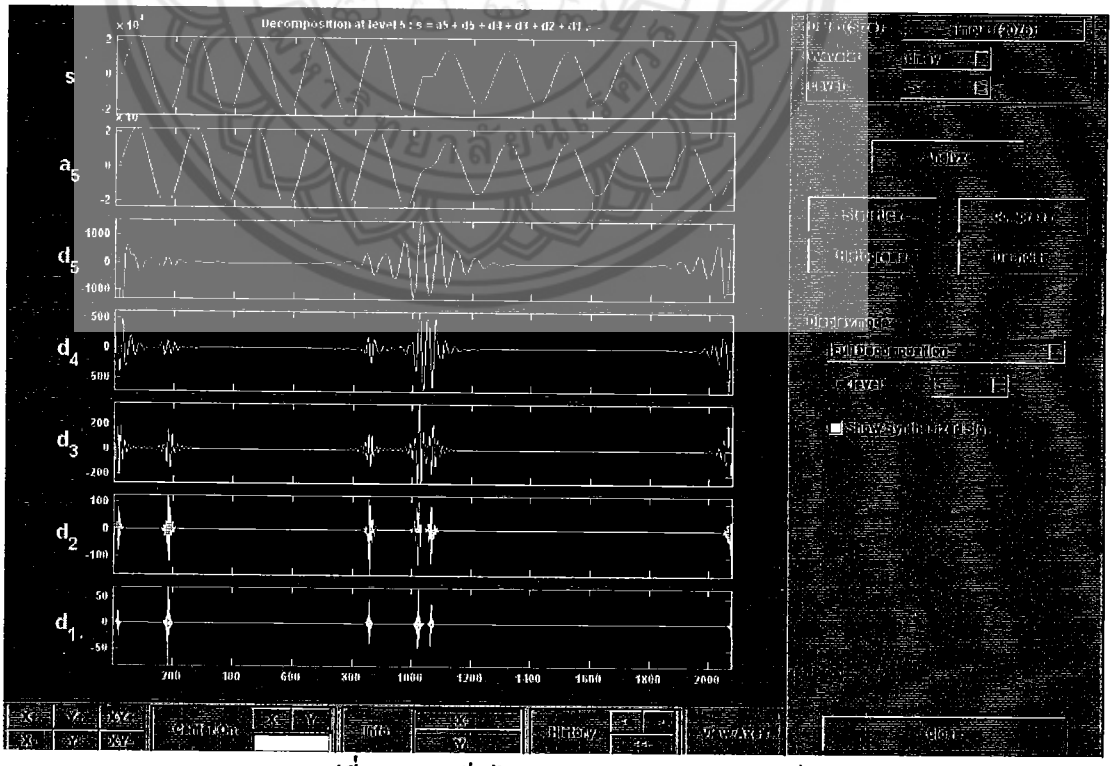
6.2 ไฟตก (Under Voltage) ลักษณะแรงดันไฟตกจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าต่ำกว่า 176 - 198 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



รูปที่ 6.4 เวฟเล็ตไฟตกแรงดัน 220 โวลต์

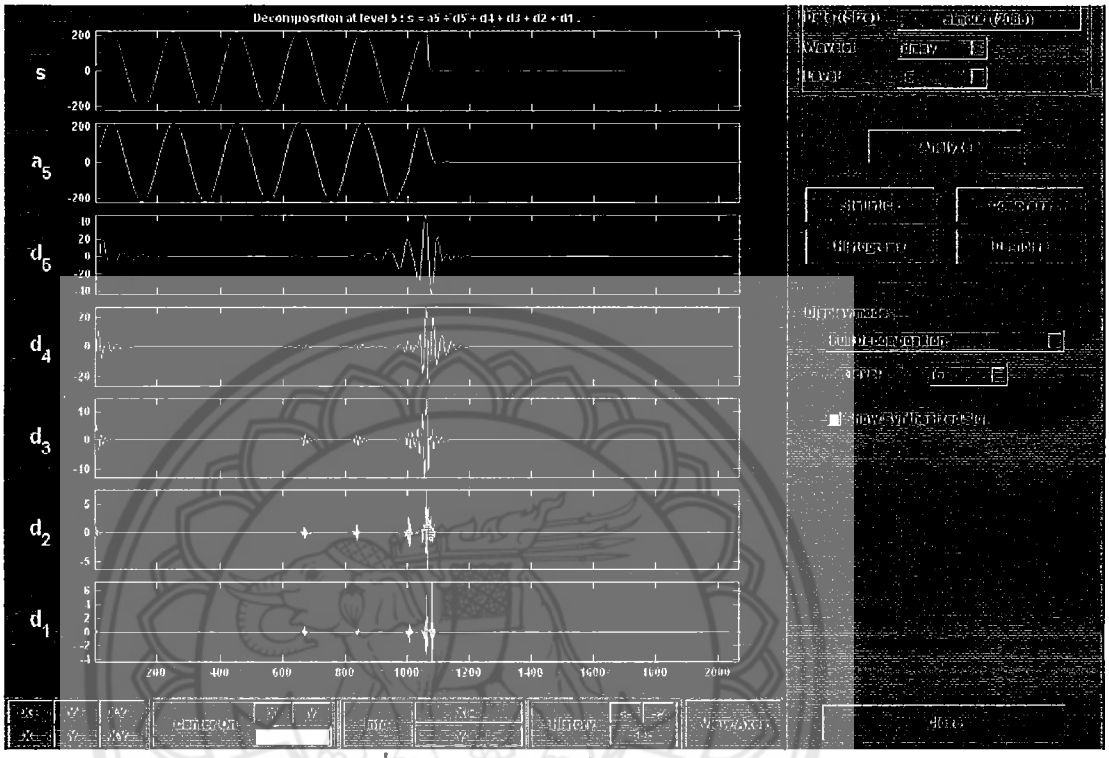


รูปที่ 6.5 เวฟเล็ตไฟตกแรงดัน 380 โวลต์

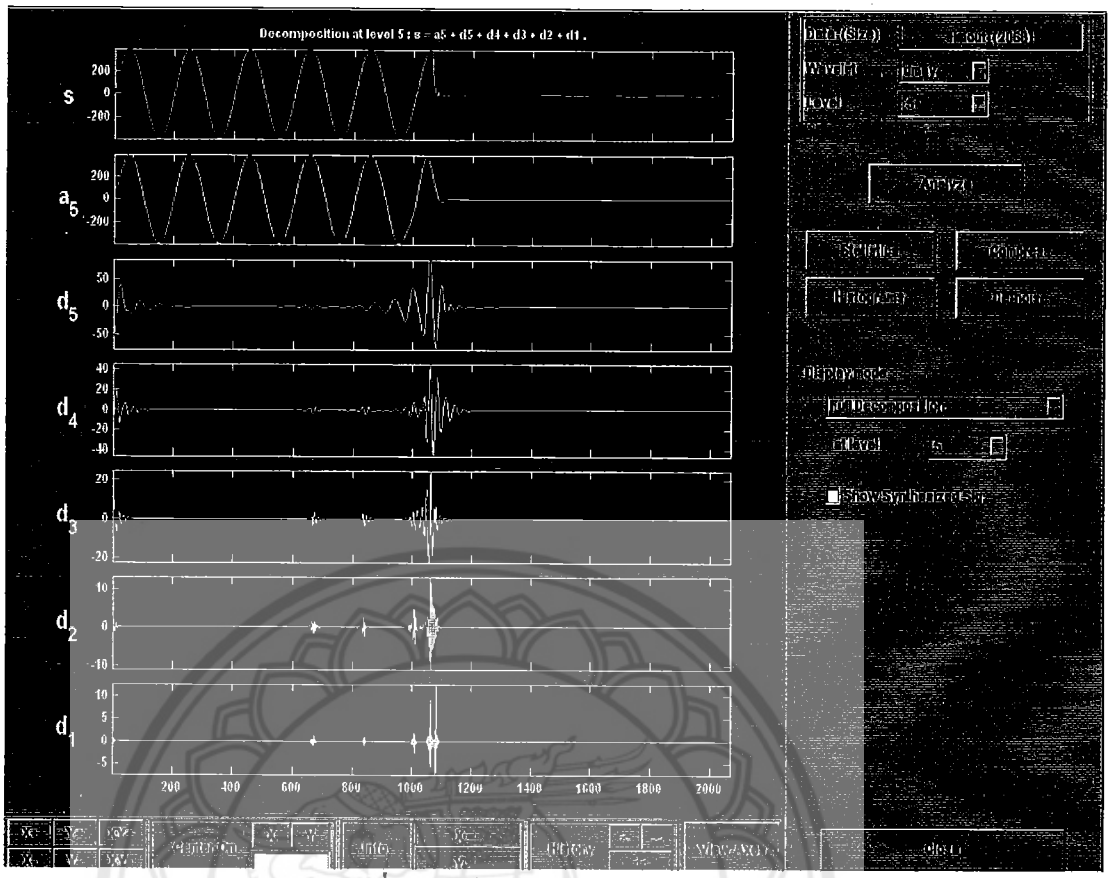


รูปที่ 6.6 เวฟเล็ตไฟตกแรงดัน 22 กิโลโวลต์

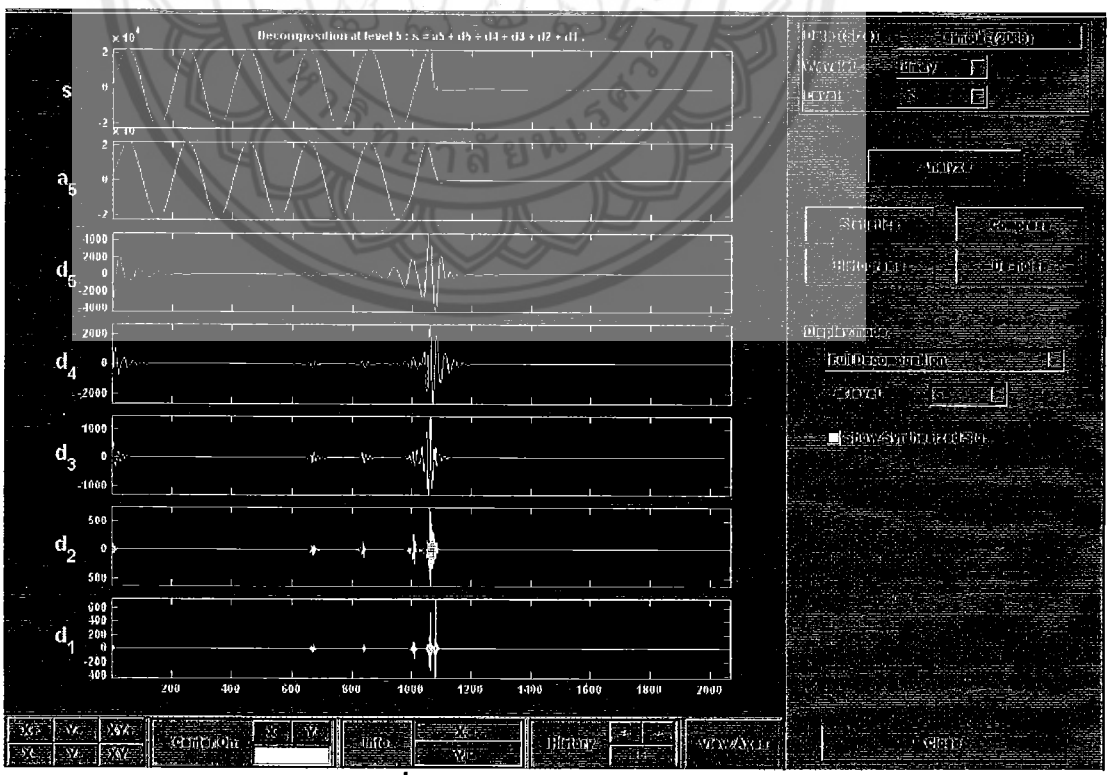
6.3 ไฟดับ (Blackout หรือ Sustained Interruptions) ลักษณะแรงดันไฟดับจะวัดได้จากการที่ค่าประสิทธิผล (RMS) ของแรงดันในสายกำลังมีค่าลดลงเป็น 0 V_{RMS} ในช่วงเวลานานกว่า 1 นาที



รูปที่ 6.7 เวฟเล็ตไฟดับแรงดัน 220 โวลต์

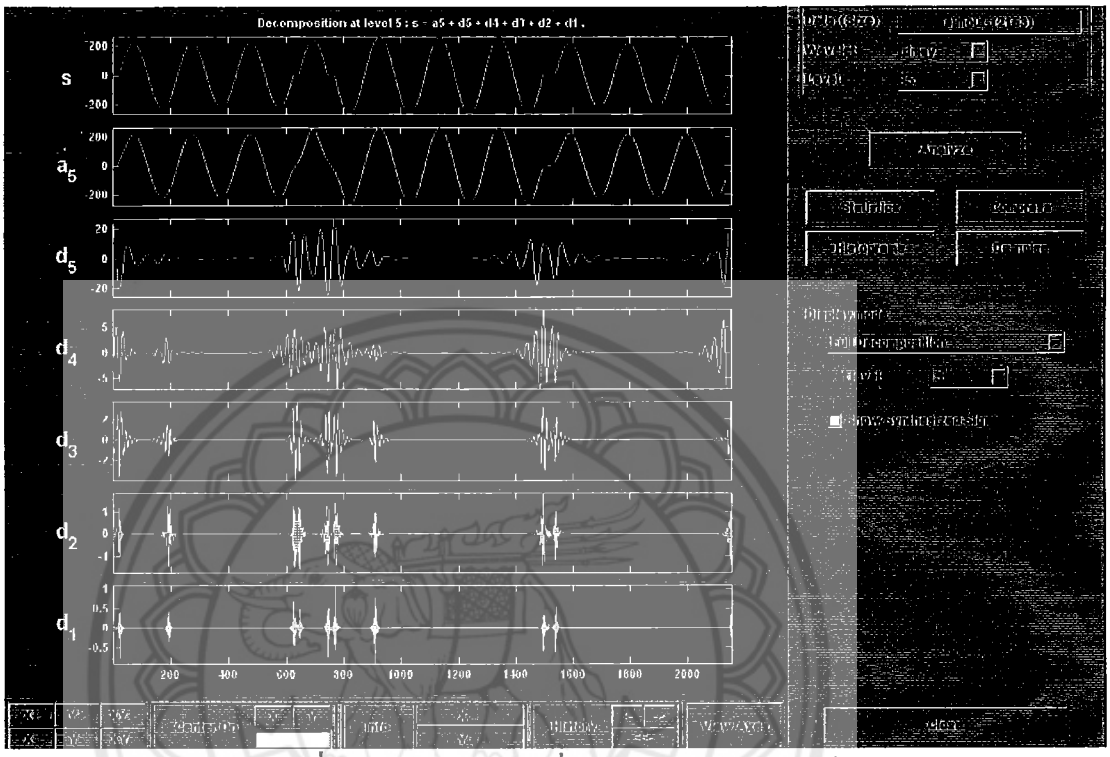


รูปที่ 6.8 เวฟเล็ตไฟดับแรงดัน 380 โวลต์

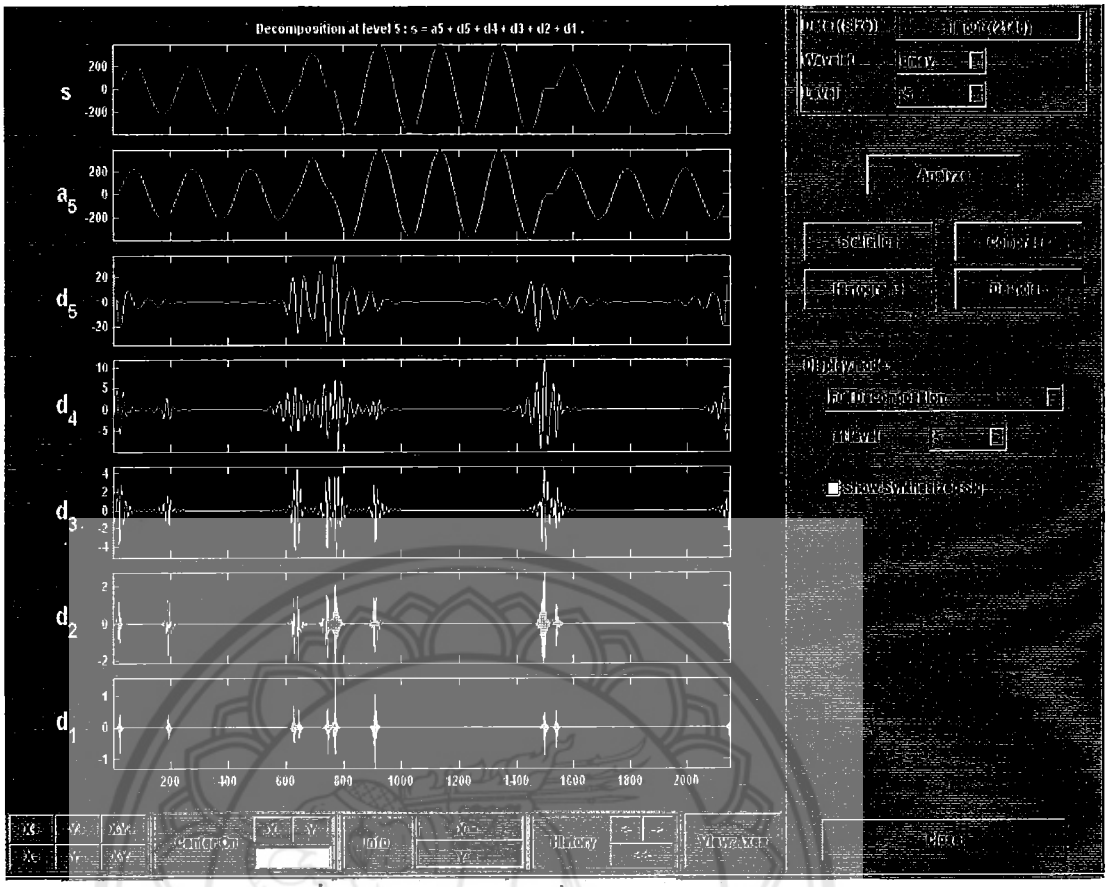


รูปที่ 6.9 เวฟเล็ตไฟดับแรงดัน 22 กิโลโวลต์

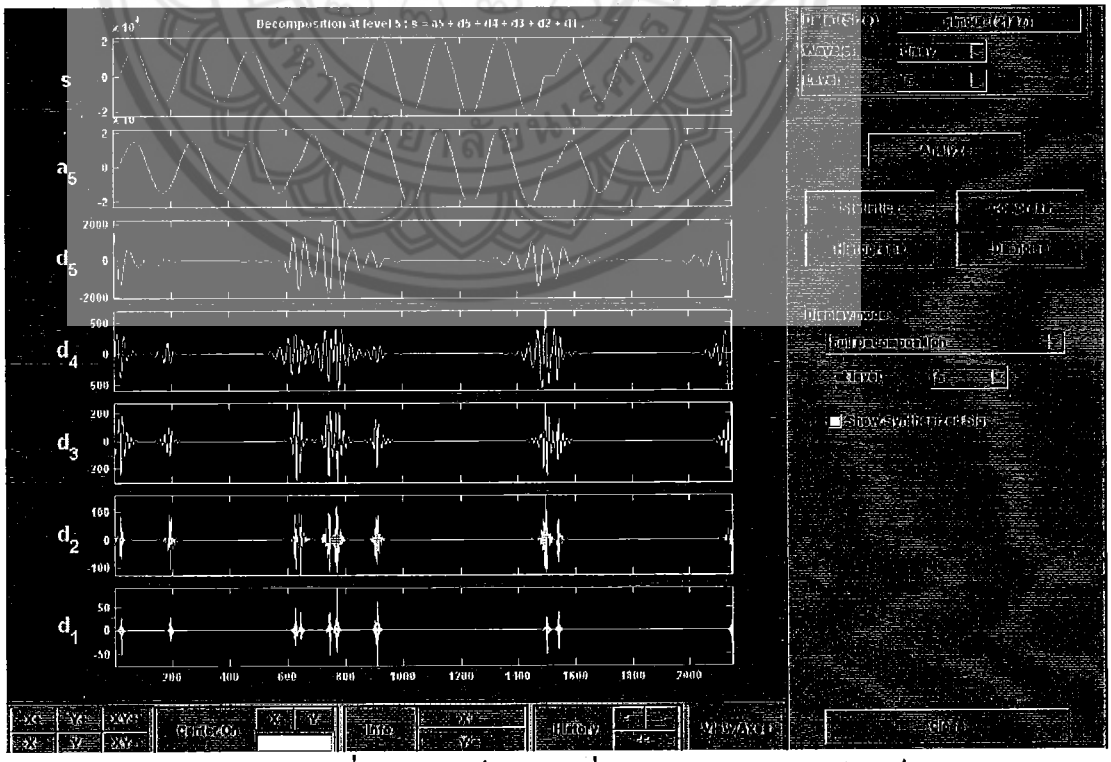
6.4 ไฟเกินชั่วขณะ (Voltage Swell) ลักษณะไฟเกินชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผล (RMS) ของสายกำลังมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 242 - 396 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที - 1 นาที



รูปที่ 6.10 เวฟเล็ตไฟเกินชั่วขณะแรงดัน 220 โวลต์

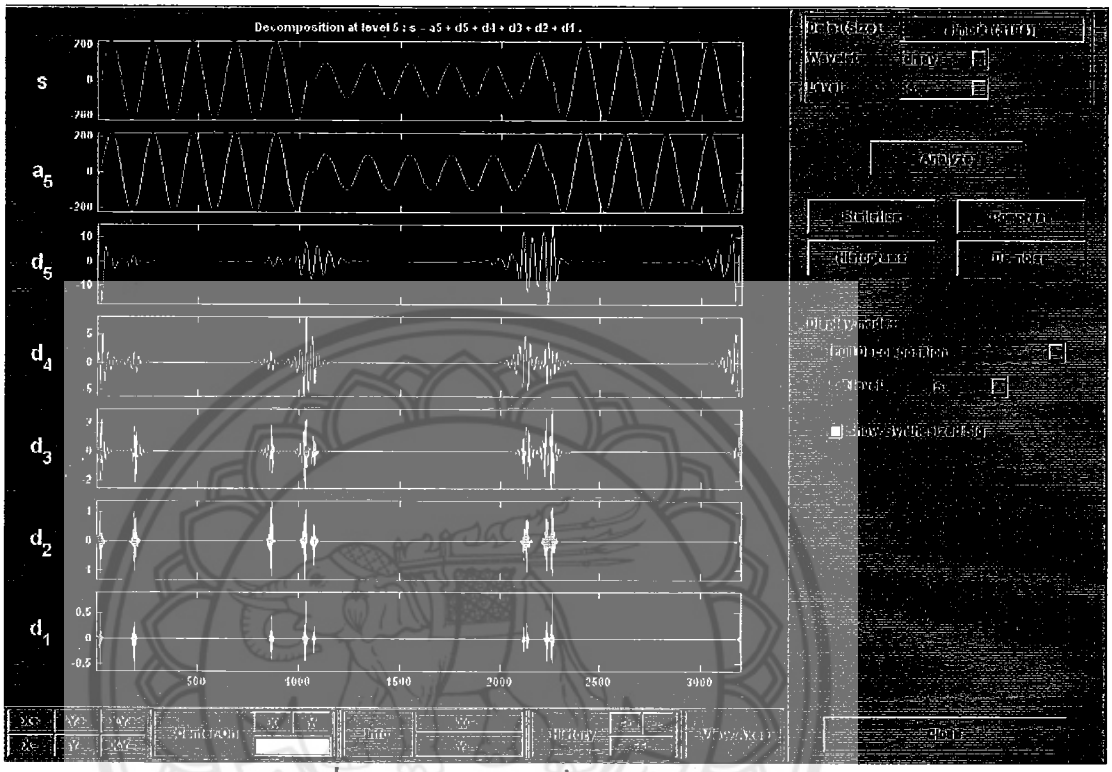


รูปที่ 6.11 เวฟเล็ตไฟเกินชั่วขณะแรงดัน 380 โวลต์

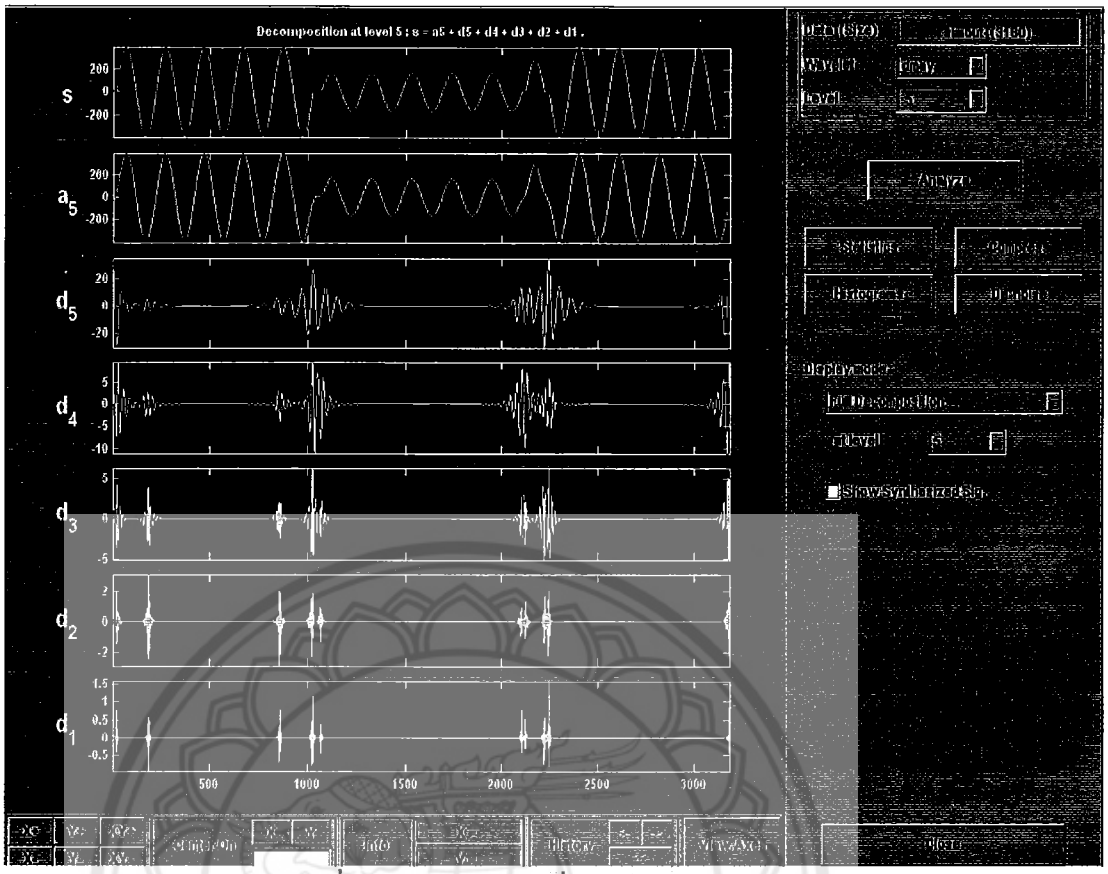


รูปที่ 6.12 เวฟเล็ตไฟเกินชั่วขณะแรงดัน 22 กิโลโวลต์

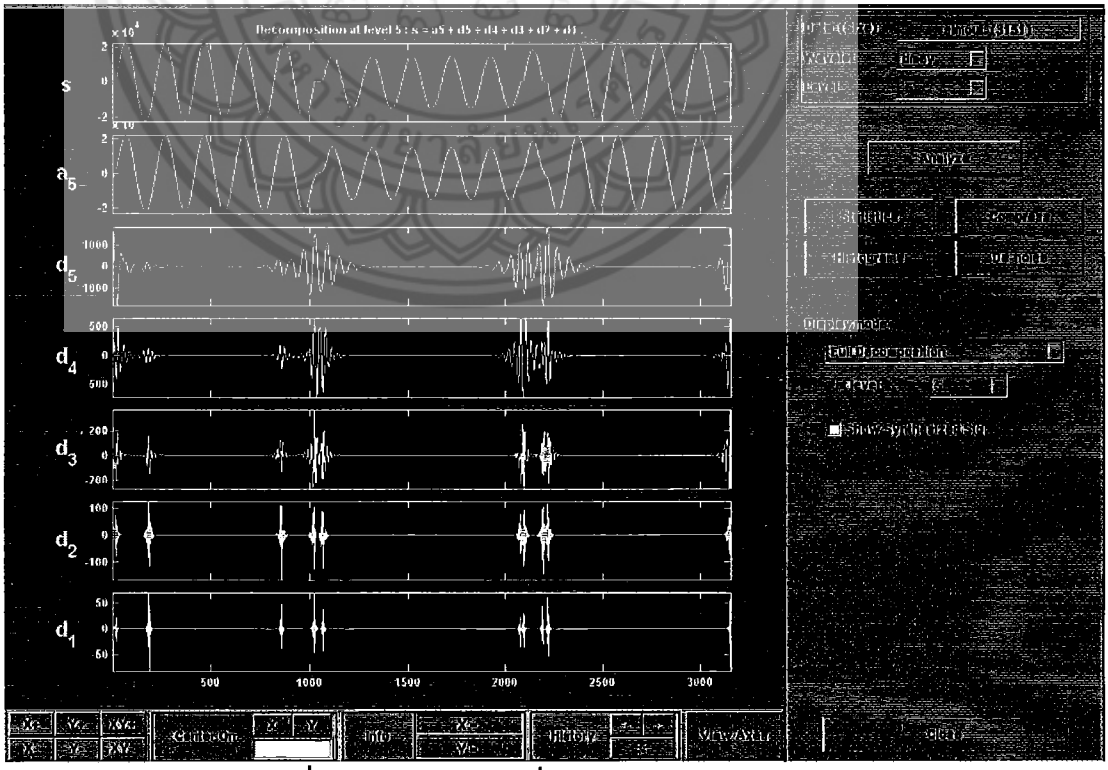
6.5 ไฟตกชั่วขณะ(Voltage Sag)ลักษณะไฟตกชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผล (RMS) ของสายกำลังมีค่าลดลงอยู่ระหว่าง 22 - 198 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที – 1 นาที



รูปที่ 6.13 เวฟเล็ตไฟตกชั่วขณะแรงดัน 220 โวลต์

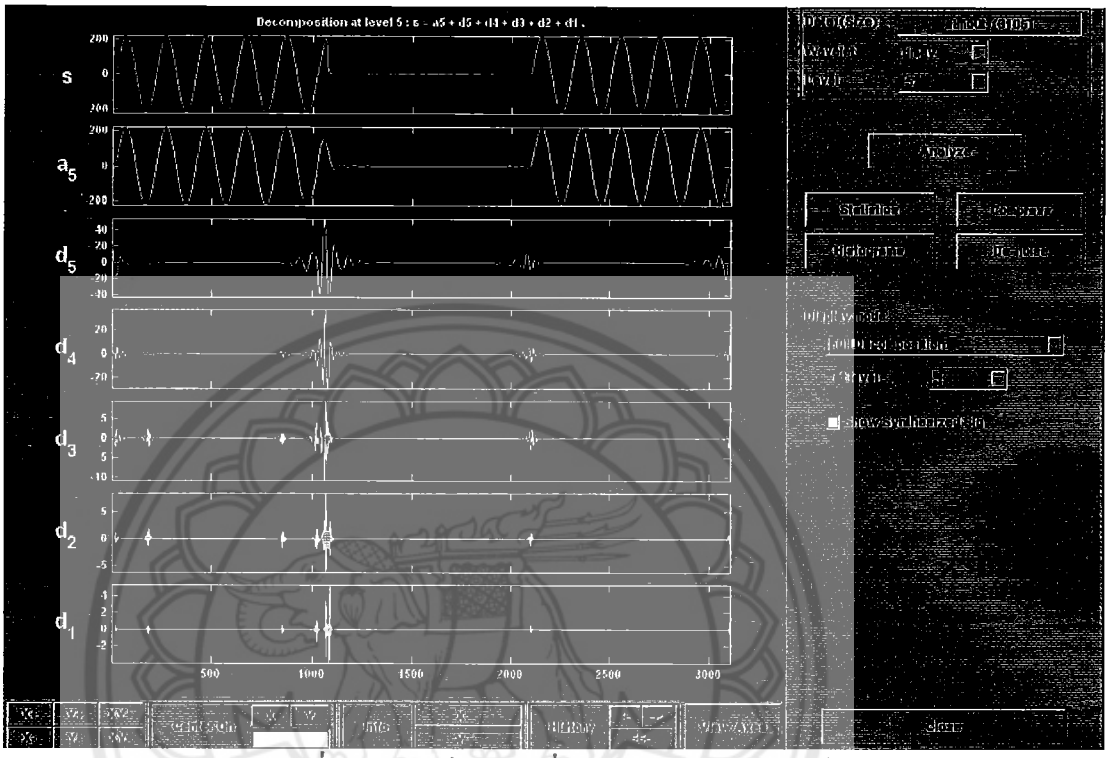


รูปที่6.14 เวฟเล็ตไฟตกชั่วขณะแรงดัน 380 โวลต์

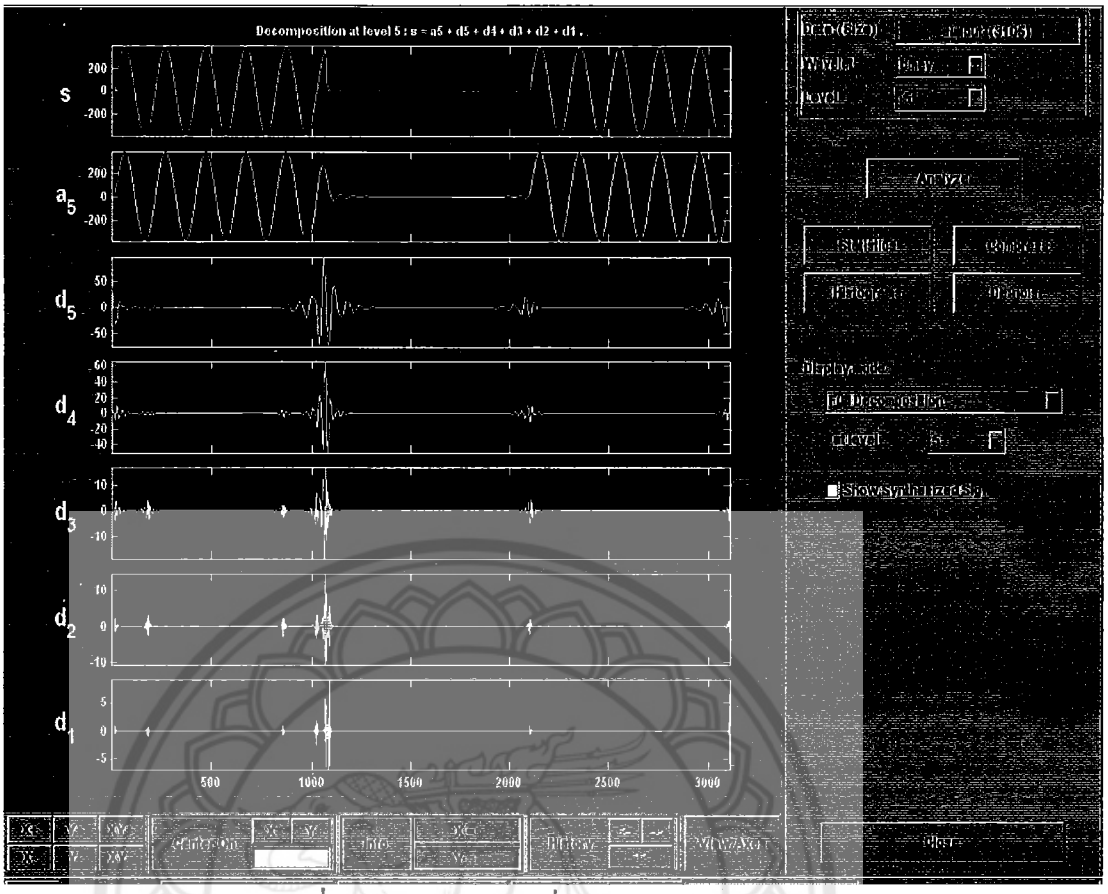


รูปที่ 6.15 เวฟเล็ตไฟตกชั่วขณะแรงดัน 22 กิโลโวลต์

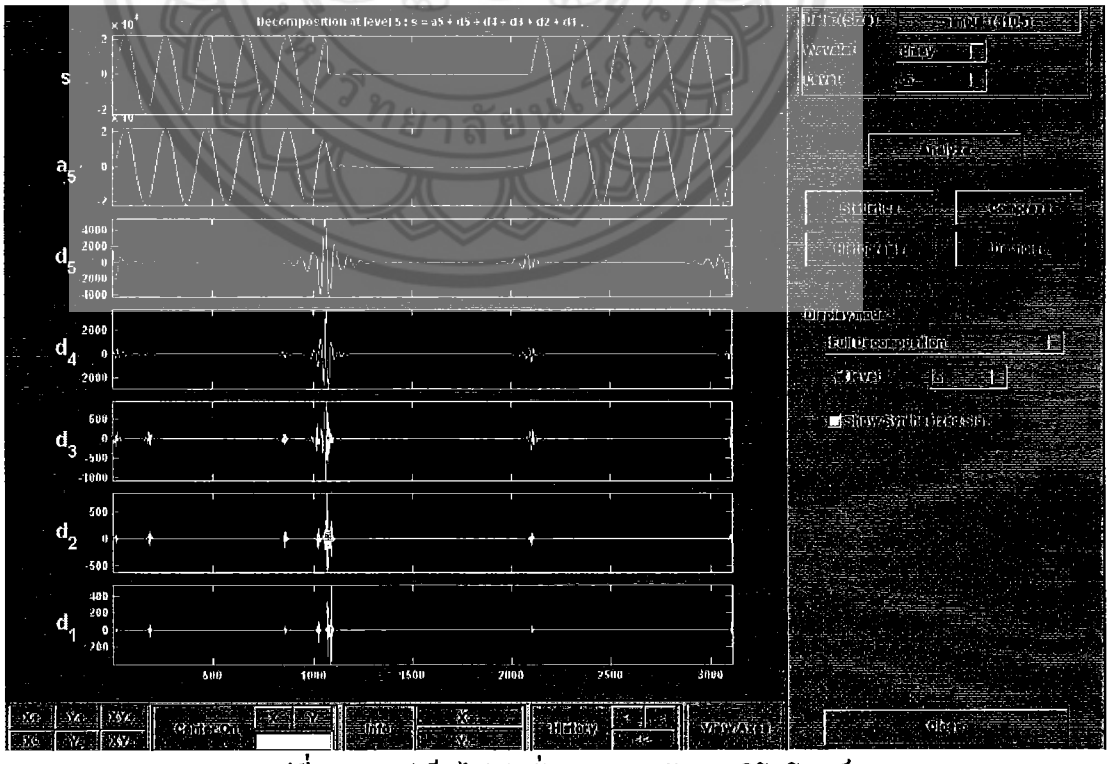
6.6 ไฟดับชั่วขณะ หรือ ไฟกระพริบ (Short Interruption) ลักษณะไฟดับชั่วขณะจะคิดจากการที่แรงดันประสิทธิผล (RMS) ของสายกำลังมีค่าลดลงต่ำกว่า 22 V_{RMS} ในช่วงเวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที – 1 นาที



รูปที่ 6.16 เวฟเล็ตไฟดับชั่วขณะแรงดัน 220 โวลต์



รูปที่ 6.17 เวฟเล็ตไฟดับชั่วขณะแรงดัน 380 โวลต์



รูปที่ 6.18 เวฟเล็ตไฟดับชั่วขณะแรงดัน 22 กิโลโวลต์

จากการทดสอบเปรียบเทียบสัญญาณที่มีปัญหาทางด้านคุณภาพไฟฟ้าเหมือนกันแต่มีแรงดันที่แตกต่างกันจะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์สัญญาณโดยใช้เวฟเล็ตในช่วงความถี่ d1 พบลักษณะการตรวจจับสัญญาณที่สร้างขึ้น มีลักษณะคล้ายกันมาก ดังนั้นจะสามารถสรุปได้ว่าแรงดันไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า เราจึงสามารถใช้ข้อมูลทางด้านการวิเคราะห์โดยการใช้เวฟเล็ตนี้ ไปตรวจสอบปัญหาคุณภาพกำลังไฟฟ้าได้ทุกระดับแรงดัน

บทที่ 7
วิเคราะห์และสรุปผลของโครงงาน

7.1 วิเคราะห์ผลการใช้เวฟเล็ต

จากการใช้เวฟเล็ตในการวิเคราะห์สัญญาณทำให้สามรถพบได้ว่าระบบไฟฟ้ามีการเกิดปัญหาทางด้านคุณภาพไฟฟ้าขึ้น และ เวฟเล็ตยังสามารถทำงานได้ในระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าแตกต่างกัน จึงทำให้สามารถนำไปเป็นข้อมูลสำหรับตรวจสอบคุณภาพกำลังไฟฟ้าในระบบที่มีแรงดันแตกต่างกันได้ทุกชนิด

7.2 สรุปผลของโครงงาน

สามารถสร้างสัญญาณปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าได้ แล้ว นำสัญญาณที่ได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้เวฟเล็ต และ สามารถตรวจปัญหาทางด้านคุณภาพไฟฟ้าในเวฟเล็ตได้

7.3 สรุปเชิงชี้แนะ

จากการศึกษาโครงงานพบว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบปัญหาคุณภาพทางกำลังไฟฟ้าได้ โดยการใช้เวฟเล็ตตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในองค์กรต่างๆ ว่าภายในหนึ่งวันว่าเวฟเล็ตสามารถตรวจพบปัญหาทางคุณภาพไฟฟ้าเป็นอย่างไรบ้าง เมื่อได้ข้อมูลที่เวฟเล็ตตรวจสอบได้ภายในหนึ่งวันแล้ว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์กับข้อมูลที่แสดงไว้ในโครงงานนี้ ก็จะทราบได้ทันทีว่าช่วงเวลาใดที่เกิดปัญหาทางคุณภาพไฟฟ้าขึ้น และ คาดคะเนถึงสาเหตุที่เกิดปัญหาทางคุณภาพไฟฟ้านั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดแล้วก็ทำการบันทึกไว้เป็นสถิติประจำวันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบ แก้ไขปัญหาทางคุณภาพกำลังไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว เพื่อลดและกำจัดปัญหาทางคุณภาพกำลังไฟฟ้าซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบไฟฟ้าต่างๆในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์.**คู่มือ MATLAB ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี** : อินโฟเพรส.2543.

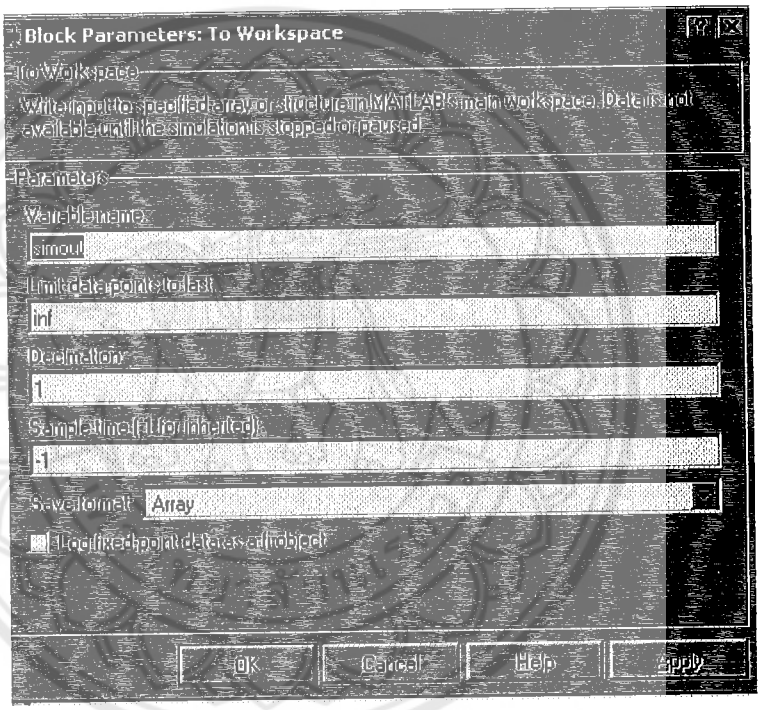
[2] J.M.Combes A.Grossmann Ph.Tchamitchian(Eds.). **Wavelets Time-Frequency Method and Phase Space.**Berlin: Springer-Verlag.1990.

[3] Randy K Young.**WAVELET THEORY AND ITS 3 APPLICATIONS**.Newyork: KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS.1993

ภาคผนวก

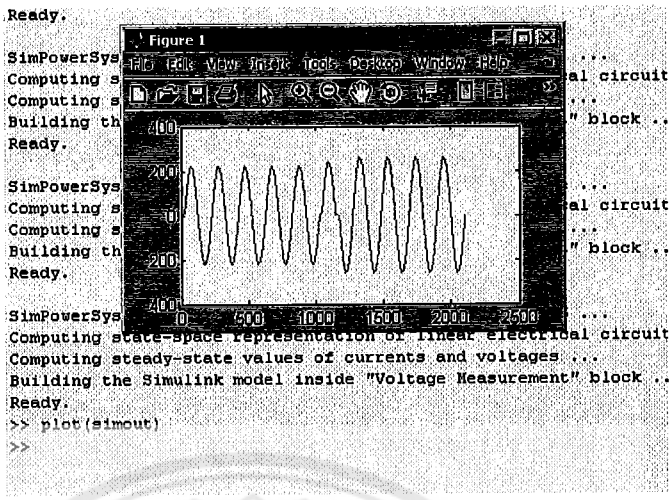
การนำลักษณะสัญญาณจากซิมูลิงค์เข้าสู่เวฟเล็ต

1. การใช้ simmulink นั้นจะได้สัญญาณใน scope โดยจะสามารถนำเข้าสู่ mathlab ด้วยการใช้ simout โดยจะใช้ เป็นตัวแปรข้อมูลแบบ array ดังรูป

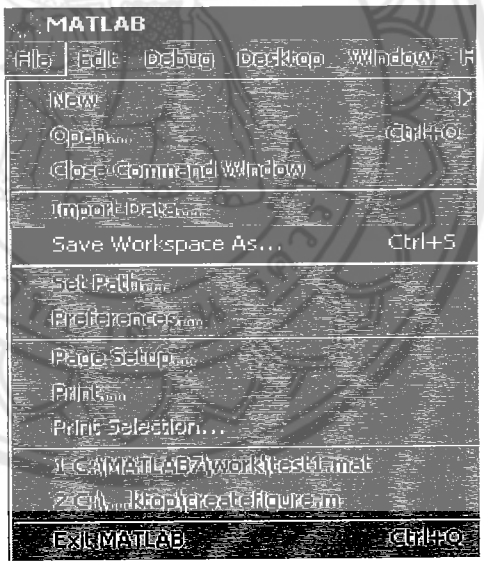


2. เมื่อ run simmulink ข้อมูลที่อยู่ใน scope จะถูกส่งให้กับตัวแปร ใน mathlab ด้วย โดยจะใช้คำสั่ง plot (simout) เพื่อ plot graph ดูสัญญาณว่าเป็นสัญญาณที่เราต้องการหรือไม่

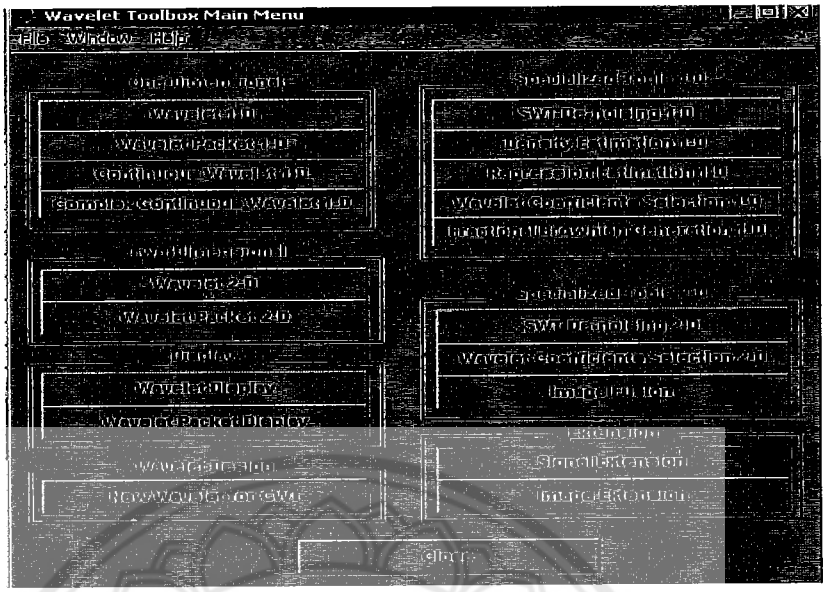
```
>>Plot (simout)
```



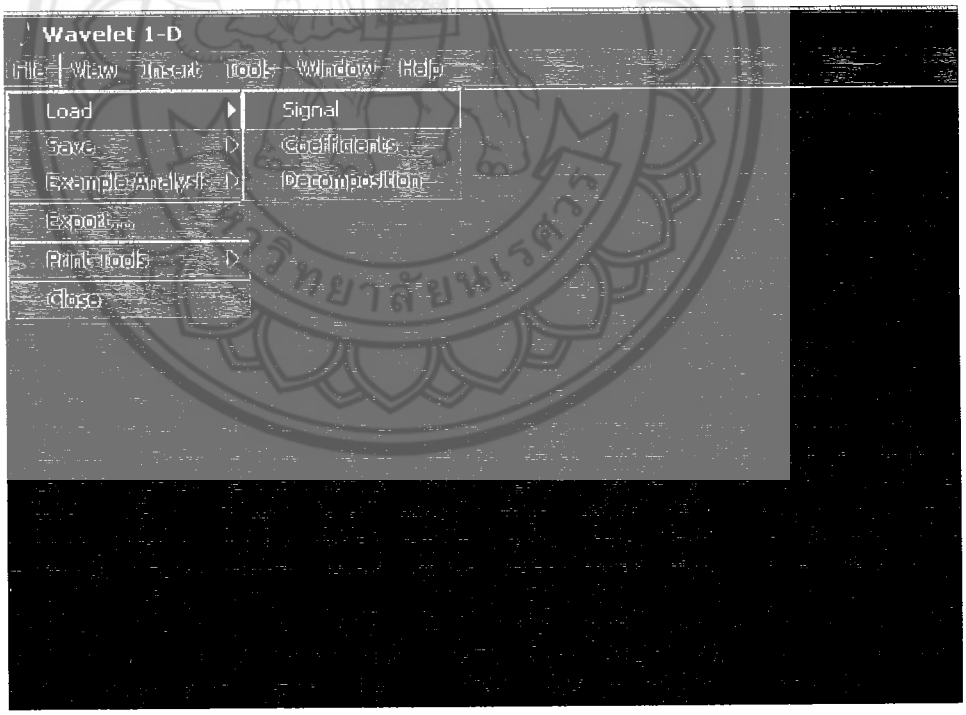
3. การนำข้อมูลเข้า wavelet จะต้องเป็น file.mat ซึ่งเราสามารถ save ข้อมูลนี้หลังจากใช้คำสั่ง plot (simout) แล้วโดยจะ save เป็น file.mat

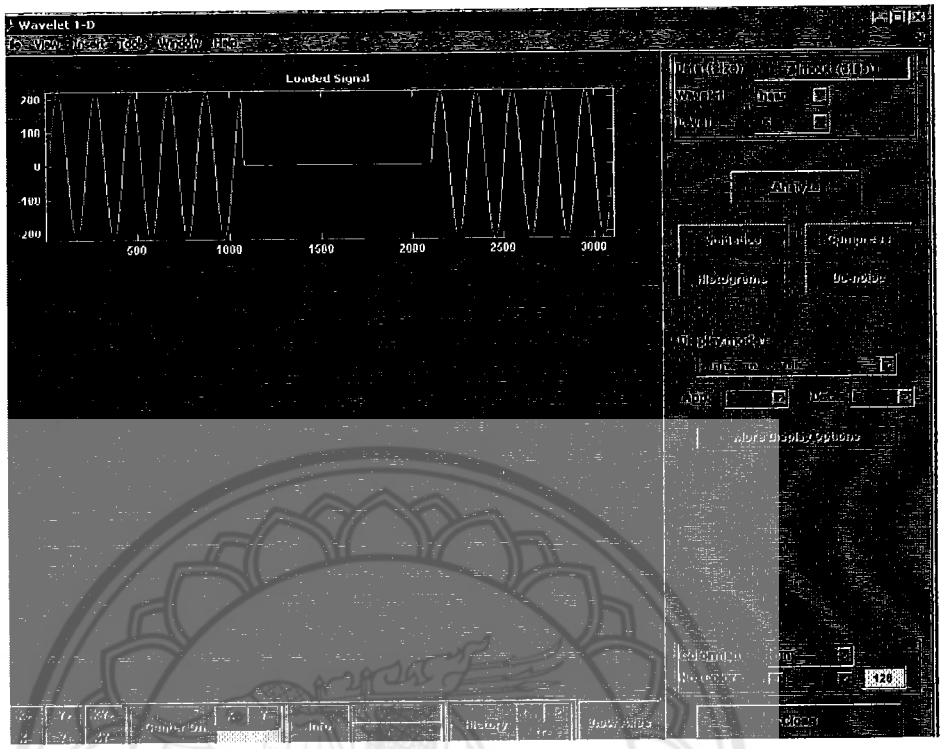


4. run เมนู wavelet โดยพิมพ์คำว่า >>wavemenu แล้ว enter จะปรากฏเมนูของ wavelet ขึ้นมาแล้วเลือกการวิเคราะห์ที่เราต้องการ แล้วเลือก wavelet 1-D



5. Load สัญญาณที่เรา save ไว้เป็น file.mat ขึ้นมา





6. หลังจากนั้นเปลี่ยน ฟังก์ชั่นของเวปเล็ตจากเดิมที่เป็น hear ให้เป็น dmey แล้วให้กดปุ่ม Analyze จะได้สัญญาณตามต้องการ