สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สร้างแบบจำลองสภาพจริงและการวิเคราะห์

T033871

นายจักรพงษ์	ชูวงษ์วัฒนะ	38054112
นางสาวมนต์ตรา	สัมมาเลิศภัณฑ์	38054144
นางสาวรัชต์ธร	อาชีวะ	38054147

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา2541

หมู่.........................
ทะเบียน......33871......
, เดือน, ปี 17 ก.ย. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REAL SITUATION MODEL & ANALYSIS

MR. JUCKAPONG	CHUWONGWATTANA	38054112
MISS. MONTRA	SAMMALERDPHAN	38054144
MISS. RUTCHATORN	ARCHEEWA	38054147

A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of

The Requirement for the Degree of Bachelor of Science

Department of Mathematics and Computer Science

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1998

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง	สร้างแบบจำลองสภาพจริงและการวิเคราะห์
ชื่อนักศึกษา	นายจักรพงษ์ ชูวงษ์วัฒนะ 38054112
	นางสาวมนต์ตรา สัมมาเลิศภัณฑ์ 38054144
	นางสาวรัชต์ธร อาชีวะ 38054147
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. กาญจนา คำนึงกิจ
	อ. ใจปอง วงศ์สวัสดิ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาประจำปีการศึกษา 2541 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์

รศ. ภัคคินี ชิตสกุล
หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการโครงการพิเศษ

ผศ. กฤษฎา ไตรสุรัตน์
ประธานกรรมการ

รศ.ดร. ไมตรี โพธิ์สุข
กรรมการ

อ. กาญจนา คำนึงกิจ
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ใจปอง วงศ์สวัสดิ์
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ สร้างแบบจำลองสภาพจริงและการวิเคราะห์

นักศึกษา นายจักรพงษ์ ชูวงษ์วัฒนะ

นางสาวมนต์ตรา สัมมาเลิศภัณฑ์

นางสาวรัชต์ธร อาชีวะ

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. กาญจนา คำนึงกิจ

อ. ใจปอง วงศ์สวัสดิ์

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

ภายใต้ยุคแห่งการแข่งขันงานบริการ คอมพิวเตอร์ได้มีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการช่วยจัดการ เก็บข้อมูลข่าวสาร รวมไปถึงในเรื่องของการให้บริการที่ฉับไว นอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ยังได้มีส่วนช่วยในเรื่องของการ ออกแบบวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอ ความรู้ต่าง ๆ เพื่อให้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

สำหรับโครงร่างปัญหาพิเศษในชุดนี้เป็นการสร้างแบบจำลองสภาพจริงและการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงพยาบาลศรีสังวร โดยได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์กับสภาพความเป็นจริงภายในโรงพยาบาลศรีสังวร เพื่อแก้ปัญหาเรื่องกำลังและการจ่ายไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อเกิดการขัดข้องจากแหล่งจ่ายไฟปกติ โดยใช้งบประมาณที่ประหยัดและคุ้มค่ามากที่สุด

ในส่วนของการเผยแพร่โครงร่างปัญหาพิเศษในชุดนี้ได้มีการจัดทำเป็นเวปไซต์ เพื่อที่จะได้เป็นตัวอย่างหนึ่งสำหรับผู้ที่สนใจ และต้องการข้อมูล ตัวอย่าง เพื่อที่จะได้เป็นอีกหนึ่งทางเลือก ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในรูปแบบเดียวกันและเพื่อที่จะได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปเป็นตัวอย่างในการประยุกต์ใช้กับสถานที่อื่น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Speacial Topic Real Situation Model & Analysis

Student Juckapong Chuwongwattana

Montra Sammalerdphan

Rutchatorn Archeewa

Adviser Miss Kanjana Kumnungkit

Miss Jaipong Wongsawad

Department Mathematics and Computer Seicnce

Year 1998

ABSTRACT

In the service competition era , computers are extremely essential in information storage and rapid service as well as in information analysis design and presentation for easier and clearer comprehension.

Under the most economic and worthiest budget, this special problem project is a real situation imitation and problem analysis at Srisangworn hospital with a mathematics application to the real situation in order to solve the problem in power from generator where a problem occurs.

The web site is employed to distribute this project to the interested who want the instance information. It can be said that this project is another choice for similar problem or other situations in different places.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะความช่วยเหลือ และเอื้อเฟื้อจากบุคคลต่อไปนี้

อ. กาญจนา คำนึงกิจ ที่ช่วยให้แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม รวมถึงหนังสือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษ โรงพยาบาลศรีสังวร ผอ. นายแพทย์ประวิทย์ หาเรือนศรี ที่อำนวยความสะดวกทางด้านข้อมูลของโรงพยาบาล บริษัทสหอีควิปเม้นท์ แอนด์ เซอร์วิส (ประเทศไทย) จำกัด ที่อำนวยความสะดวกในด้านข้อมูลต่าง ๆ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ให้ความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้ประสาทวิชา ความรู้ทั้งในภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติแก่ผู้จัดทำจนกระทั่งปัญหาพิเศษนี้สัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดีทุกประการ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาในการทำโครงงานพิเศษ

วัน/เดือน/ปี	การทำงาน
1 ส.ค. - 15 ส.ค. 41	ศึกษาปัญหาและที่มาของหัวข้อปัญหาพิเศษ
16 ส.ค. - 15 ก.ย. 41	ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
16 ก.ย. - 30 ก.ย. 41	ศึกษาและทดลองใช้ Software AutoCAD เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสภาพจริง
1 ต.ค. - 5 ต.ค. 41	จัดทำเอกสารประกอบโครงงานพิเศษ(ส่วนแรก)
6 ต.ค. - 31 ต.ค. 41	ศึกษารายละเอียดของสถานการณ์จริงที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้
1 พ.ย. - 30 พ.ย. 41	นำความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์มาทดสอบและแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์จริง
1 ธ.ค. - 31 ธ.ค. 41	หาผลตอบแทนที่มากที่สุดจากการวิเคราะห์สถานการณ์จริง
1 ม.ค. - 31 ม.ค. 42	สร้างแบบจำลองสภาพจริงจาก Software ที่ได้ศึกษา
1 ก.พ. - 10 ก.พ. 42	จัดทำข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบ web site
11 ก.พ. - 4 มี.ค. 42	จัดทำเอกสารประกอบโครงงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

หน้าอนุมัติ	i
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย	ii
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
ระยะเวลาในการทำโครงงานพิเศษ	v
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ	2
วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษ	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตของปัญหาพิเศษ	2
ขั้นตอนในการดำเนินงาน	3
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า	5
ความหมายของศัพท์ทางไฟฟ้า	5
แหล่งกำเนิดไฟฟ้า	6
สูตรที่ใช้คำนวณทางไฟฟ้า	7
การเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า	8
ตารางสายไฟฟ้า	9
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	10
แนะนำโปรแกรม AutoCAD R 14	15
จุดเด่นและความสามารถที่เพิ่มขึ้นใน AutoCAD R 14	15
ความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์	17
คำสั่งที่ใช้สร้างวัตถุขึ้นมาในโปรแกรม AutoCAD R 14	18
หลักการเขียนแบบ 3 มิติ	20
การมองวัตถุในระนาบ XY	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การพัฒนาระบบและผลการพัฒนาระบบ 42
การเรียกเข้าโปรแกรม 44
การสร้างแบบจำลองโรงพยาบาลศรีสังวร 58
การสร้างโปรแกรมการคำนวณทางไฟฟ้า 65

บทที่ 4 สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนแนะ 74

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

บทที่ 3 การดำเนินงานและการพัฒนาระบบ

รูป 3 – 1	หน้าจอเมนูเวปไซต์	44
รูป 3 – 2	หน้าจอเมนูคำแนะนำ	45
รูป 3 – 3	หน้าจอเมนู About Electric	46
รูป 3 – 4	หน้าจอเมนู About Generator	47
รูป 3 – 5	หน้าจอเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	47
รูป 3 – 6	หน้าจอตารางสายไฟฟ้า	48
รูป 3 – 7	หน้าจอแปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	49
รูป 3 – 8	หน้าจออาคารชันสูตร	49
รูป 3 – 9	หน้าจอเมนู Download	50
รูป 3 – 10	หน้าจอเมนู Detail Hospital	51
รูป 3 – 11	แผนผังการจ่ายไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	52
รูป 3 – 12	แผนผังการจ่ายไฟฟ้าจากหม้อแปลง 1000 KVA	53
รูป 3 – 13	แผนผังการจ่ายไฟฟ้าจากหม้อแปลง 500 KVA	54
รูป 3 – 14	แผนผังการจ่ายไฟฟ้าจากหม้อแปลง 625 KVA	55
รูป 3 – 15	แผนผังการจ่ายไฟฟ้าจากหม้อแปลง 315 KVA	56
รูป 3 – 16	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	58
รูป 3 – 17	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	59
รูป 3 – 18	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	60
รูป 3 – 19	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	60
รูป 3 – 20	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	61
รูป 3 – 21	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	61
รูป 3 – 22	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	62
รูป 3 – 23	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	62
รูป 3 – 24	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	63
รูป 3 – 25	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	63
รูป 3 – 26	แปลนโรงพยาบาลศรีสังวร	64
รูป 3 – 27	หน้าจอ MENU	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3 – 28	หน้าจอที่ใช้คำนวณกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	66
รูป 3 – 29	หน้าจอที่ใช้คำนวณกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลง	67
รูป 3 – 30	หน้าจอที่ใช้คำนวณหาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	68
รูป 3 – 31	หน้าจอที่ใช้คำนวณขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า	69
รูป 3 – 32	หน้าจอแสดงขนาดกระแสไฟฟ้า	70
รูป 3 – 33	หน้าจอแสดงขนาดกระแสไฟฟ้า	71
รูป 3 – 34	หน้าจอแสดงขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	72
รูป 3 – 35	หน้าจอแสดงขนาดหม้อแปลง	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 - บทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

ในการนำสิ่งที่ได้ศึกษามาตลอดระยะเวลา 4 ปี โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับระบบงานใดระบบงานหนึ่งเพื่อให้ได้ประโยชน์ทั้งผู้ทำปัญหาพิเศษและผู้นำผลที่ได้จากการทำปัญหาพิเศษนี้ไปใช้ประโยชน์ได้จริงหรือเป็นแนวทางในการตัดสินใจดำเนินการอย่างไรต่อไปได้

ลักษณะการทำปัญหาพิเศษนี้เป็นการสมมติปัญหาที่เป็นสถานการณ์จริงคือสมมติว่าโรงพยาบาลแห่งหนึ่งมีตึกทั้งหมดอยู่ 5 ตึก และมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ 2 เครื่อง คือขนาด 500 KVA & 100 KVA ตามลำดับ และคณะผู้ทำปัญหาพิเศษนี้จะนำคณิตศาสตร์มาประยุกต์กับสภาพจริงนี้เพื่อให้ทางโรงพยาบาลใช้ค่าใช้จ่ายหรือใช้งบประมาณได้คุ้มค่าที่สุด

2. วัตถุประสงค์ของการทำปัญหาพิเศษ

1. สามารถนำคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาที่สมมติขึ้น
2. สามารถวิเคราะห์และสรุปเพื่อแก้สถานการณ์ได้
3. สามารถนำคณิตศาสตร์มาสร้างแบบจำลองได้

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการนำความรู้ที่ได้เรียนมาโดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์มาประยุกต์กับการแก้ปัญหาที่สมมติขึ้นได้
2. สามารถทราบถึงการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้
3. สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับงานทางด้านคอมพิวเตอร์ เพื่อจะได้เป็นแนวทางหรือประสบการณ์ในการทำงานทางด้านการประยุกต์ต่อไปได้ในอนาคต

4. ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1. สร้างสถานการณ์จริงและเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่เหมาะสมเพื่อทำปัญหาพิเศษ
2. ศึกษาคุณสมบัติและลักษณะของการทำงาน
3. นำคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในแนวทางที่เหมาะสมเพื่อจะได้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด
4. สร้างแบบจำลองสภาพจริงโดยใช้คอมพิวเตอร์ได้
5. ประเมินผลการทำปัญหาพิเศษได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. รวบรวมข้อมูลที่จะทำการศึกษา
3. ศึกษา software ที่จะใช้ในการทำ
4. ทำการทดลองจริง
5. วิเคราะห์และสรุปผล
6. จัดทำเอกสารประกอบ

6. อุปกรณ์ที่ใช้ทำปัญหาพิเศษ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ Pentium 166 MHz
2. หน่วยความจำ 48 MB
3. ฮาร์ดดิสก์ ความจุอย่างน้อย 2.1 GB
4. ไดร์ฟซีดีรอม 34x
5. เครื่องพิมพ์ EPSON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 - ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

☞ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไฟฟ้า

ไฟฟ้าคืออะไร ไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง เป็นส่วนประกอบที่มีอยู่ในวัตถุธาตุทุกชนิด ตามข้อพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ย่อมเป็นที่ทราบกันแล้วว่า วัตถุธาตุชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในโลก ประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ เรียกว่า " อะตอม " ในแต่ละอะตอมประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็คตรอนอยู่มากมาย สำหรับโปรตอนและนิวตรอนนั้นอยู่นิ่งไม่เคลื่อนไหว ส่วนอิเล็คตรอนนั้นสามารถที่จะเคลื่อนไหวจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งได้ การเคลื่อนไหวจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งของอิเล็คตรอนนี้เอง คือสิ่งที่เราเรียกว่า ไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและถ่านไฟฉายทำให้เกิด " ศักย์ไฟฟ้า " (บางครั้งเรียกว่าแรงดันไฟฟ้า หรือโวลท์) ระหว่างขั้วของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือถ่านไฟฉาย จึงเป็นเหตุให้ไฟฟ้า คืออิเล็คตรอนที่เคลื่อนไป และบังเกิดคุณประโยชน์ที่ต้องการ

ความหมายของศัพท์ในทางไฟฟ้า

โวลท์ (Volt) หมายถึงแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า ถ้าเปรียบเทียบกับน้ำ แรงดันเราวัดเป็นปอนด์/ตารางนิ้ว แต่ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าเราวัดเป็นโวลท์ (Volt) หรือ (V)

แอมแปร์ (Ampere) การวัดปริมาณของน้ำซึ่งไหลผ่านไปในท่อเราวัดออกมาเป็นแกลลอน แต่ปริมาณของกระแสไฟฟ้าซึ่งไหลไปในสายเราวัดหน่วยออกมาเป็นแอมแปร์ (A) อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเดินสาย อาทิเช่น ฟิวส์ สวิทช์ติดฝาผนัง เต้าเสียบ ซึ่งมักจะบอกขนาดเป็น แอมแปร์ ซึ่งเป็นค่าปริมาณสูงสุดของอุปกรณ์ ไฟฟ้าเหล่านั้นสามารถแทนกระแสไฟฟ้าได้

วัตต์ (Watt) เป็นหน่วยวัดของการวัดประมาณของการใช้กระแสไฟฟ้าว่าเป็นจำนวนเท่าใดใน 1 หน่วยเวลา (วินาที) ซึ่งหาได้จากสูตร

วัตต์ = โวลท์ * แอมแปร์

โอห์ม (Ohms) คือหน่วยวัดความต้านทานของตัวนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นตัวต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ผ่านไปได้มากหรือน้อยลง ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำตัวนำไฟฟ้าหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะคล้ายกับน้ำหนักที่ถ่วง หรือดึงสายเบ็ดตกปลานั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดของกระแสไฟฟ้า

1. ไฟฟ้าสถิต คือไฟฟ้าที่อยู่นิ่งไม่มีการเคลื่อนที่ เกิดได้จากการนำสารต่างชนิดกันมาถูกัน จึงทำให้อิเล็คตรอนที่อยู่ในวงโคจรของสารทั้งสองมาชนกันทำให้สารชนิดหนึ่งสูญเสียอิเล็คตรอนไปให้กับสารอีกชนิดหนึ่ง สารที่ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตได้ง่ายคือ แก้ว อำพัน ยางแข็ง ขี้ผึ้ง สักหลาด เรยอน ไนลอน สารใดจะมีประจุบวกหรือลบนั้นก็ขึ้นอยู่กับว่า เอาสารชนิดใดมาถูกัน ถ้าสารชนิดหนึ่งเสียอิเล็คตรอนไปตัวมันเองก็จะมีประจุบวก และสารใดที่รับอิเล็คตรอนเพิ่มขึ้นมาสารนั้นก็มีประจุลบ ประจุที่ต่างกันย่อมดูดกัน ประจุเหมือนกันย่อมผลักกัน การถ่ายเทประจุให้แก่กันระหว่างสาร 2 ชนิด ถ้าหากประจุมีมาก การถ่ายเทให้กันย่อมจะเกิดเสียงดัง ตัวอย่างการถ่ายเทประจุให้แก่กันในธรรมชาติได้แก่ ฟ้าร้องหรือฟ้าผ่า

เราสามารถผลิตไฟฟ้าสถิต ได้ เช่น เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตของกรัฟ (Vande Graff Static Generator) ประโยชน์ของไฟฟ้าสถิต เอาไปใช้ในเรื่องของการพ่นสี กรองฝุ่นและเขม่าออกจากควันไฟ การทำกระดาษทราย เป็นต้น

2. ไฟฟ้ากระแส คือไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิเล็คตรอนอิสระ (Free Electric) ซึ่งอยู่วงนอกสุดหลุดไปอยู่ในวงโคจรของปรมาณูตัวอื่น ๆ ทำให้ส่วนหนึ่งของสารขาดอิเล็คตรอนไป พร้อมกันนั้นทำให้อีกส่วนหนึ่งรับอิเล็คตรอนเพิ่มขึ้นมา ทำให้เกิดกระแสอิเล็คตรอนไหลหรือกระแสไฟฟ้าไหลขึ้น

การที่จะทำให้อิเล็คตรอนเคลื่อนที่อย่างมีทิศทางจำเป็นต้องมีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าซึ่งจะเป็นทั้งผู้รับและผู้จ่ายอิเล็คตรอน เรียกส่วนที่รับและจ่ายอิเล็คตรอนว่าขั้วไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าส่วนที่รับอิเล็คตรอนเรียกว่า ขั้วบวก ขั้วไฟฟ้าส่วนที่จ่ายอิเล็คตรอนเรียกว่า ขั้วลบ

ไฟฟ้ากระแสนั้นแยกออกได้ดังนี้

1. ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current)

ไฟฟ้ากระแสตรง คือกระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลไปในทางเดียวกันตลอดเวลา โดยมีขนาดของกระแส และแรงดันคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

2. ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current)

ไฟฟ้ากระแสสลับ คือกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนทิศทางการไหลตลอดเวลา โดยมีขนาดของกระแส และแรงดันเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันตลอดเวลา ความเร็วของกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 186,000 ไมล์ต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งกำเนิดของกระแสไฟฟ้า

1. โดยเอาของ 2 สิ่งต่างชนิดกัน ซึ่งเป็นสื่อไฟฟ้า เช่น เอาโลหะสองชนิดมาสัมผัสกัน ทำให้เกิดความร้อนขึ้นตรงหน้าสัมผัส จะเกิดมีกระแสไหลสังเกตให้เห็นได้โดยใช้โวลท์มิเตอร์
2. โดยอาศัยปฏิกิริยาเคมี ได้แก่ เซลล์ไฟฟ้า

เซลล์ไฟฟ้าคืออะไร (Electric cell) เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าชนิดหนึ่งซึ่งให้กำลังไฟฟ้าด้วยปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ ไฟฟ้าที่ใช้จากเซลล์ไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง ถ้าต้องการแรงดันหรือกระแสจำนวนสูงจะต้องนำเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์ต่อกันเข้าเป็นแบบอนุกรม ขนาน หรือผสม เรียกเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์ที่ต่อกันนี้ว่าแบเตอรี่ (Batterry) บางคนเข้าใจผิดเรียกเซลล์ไฟฟ้าเซลล์เดียวว่าแบตเตอรี่ ซึ่งไม่ถูกต้อง แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์เป็นตัวอย่างหนึ่งที่นำเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ เซลล์มาต่ออนุกรมกัน เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น (เซลล์ต่ออนุกรมกันได้แรงดันสูง เซลล์ต่อขนานกันได้กระแสไฟฟ้าสูง)

สูตรที่ใช้คำนวณทางไฟฟ้า

1. $A = \frac{KW * 1000}{1.73 * V * PF}$
2. $A = \frac{KVA * 1000}{1.73 * V}$
3. $KW = \frac{1.73 * A * V * PF}{1000}$
4. $\text{KVA} = \frac{1.73 * A * V}{1000}$

เมื่อ A (Ampere) คือ ขนาดกระแสไฟฟ้า

KW (Kilowatt) คือ ขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

KVA(Kilo Volt-ampere) คือ ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า

V เป็นค่าคงที่ซึ่งมีค่าเท่ากับ 380

PF เป็นค่าคงที่ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้ขนาดของสายไฟ

ในการเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้า มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงอยู่ดังนี้

1. จำนวนกระแสที่สายสามารถจะทนได้

เราหาค่าของกระแสไฟฟ้าได้โดยเอาค่าของโหลดที่ต้องใช้ทั้งหมดมารวมกันแล้วหารด้วยค่าของแรงดันไฟฟ้า ผลที่ได้ออกมาจะเป็นค่าของกระแสไฟฟ้า นำค่าของกระแสไฟฟ้านี้ไปเปรียบเทียบกับตารางของขนาดสาย โดยคิดเผื่อไว้ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์

2. กำลังไฟฟ้าสูญเสียไปในสาย

เนื่องจากสายไฟฟ้ามีความต้านทานอยู่ ดังนั้นเมื่อส่งกระแสไฟฟ้าเข้าไปในสายจะต้องมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในสายด้วย เรามักจะคิดเทียบออกมาเป็นเปอร์เซนต์ จึงจะได้ออกมาเป็นประสิทธิภาพของการส่งกำลังไฟฟ้า

$$\text{ประสิทธิภาพของการส่งกำลังไฟฟ้า} = \frac{E_L \times I}{E_G \times I} \times 100$$

เมื่อ E_L คือ กำลังไฟฟ้าที่โหลด

E_G คือ กำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิด

3. ค่าแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง

เมื่อสายมีความยาวมาก ความต้านทานของสายก็ย่อมจะมีมากด้วย (ทั้งไปและกลับ) การสูญเสียในสายก็ย่อมจะมีมาก (Loss) อาจเป็นเหตุให้ไฟแสงสว่างหรี่ลง หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่ติดก็ได้ ดังนั้นถ้าเป็นการส่งไฟฟ้าระยะทางไกล ๆ จำเป็นต้องคำนึงถึงศักย์ลดภายในสายด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางสายไฟ

จำนวนกระแสสูงสุดที่ยอมให้ใช้กับขนาดสายไฟต่างๆที่เดินสายในอุณหภูมิต่าง ๆ ไม่เกิน 40 องศาเซลล์เซียส

ขนาดพื้นที่หน้าตัด (ตารางมิลลิเมตร)		กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มเดินในอากาศ (แอมแปร์)		กระแสสูงสุดสำหรับสายหุ้มการเดินในท่อในเพดาน (แอมแปร์)	
		สายที่ใช้งานได้ไม่เกินสูงสุด .... องศาเซลล์เซียส			
สายทองแดง	สายอะลูมิเนียม	60 C	75 C	60 C	75 C
0.5	-	7	7	4	4
1	-	10	10	6	6
1.5	-	13	13	8	8
2.5	-	18	19	14	15
4	-	24	27	19	21
6	-	35	41	27	30
10	16	53	66	37	45
16	25	72	94	49	63
25	35	96	122	63	84
35	50	120	152	78	104
50	70	163	194	94	129
70	95	191	241	122	159
95	120	233	295	147	190
120	150	270	304	170	220
150	185	300	356	192	248
185	240	-	430	-	260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☞ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การวิวัฒนาการด้านเครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ ทำให้ความต้องการกระแสไฟฟ้ามีมากมาย เครื่องมือบางชนิดไม่สามารถที่จะขาดกระแสไฟฟ้าได้เพราะอาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับองค์กรหรือหน่วยงานอย่างมหาศาล เช่น งานในโรงพยาบาลเป็นต้น

ชื่อที่ใช้เรียกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1. แมกเนตโต หรือแมกนิโต (Magneno) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งสร้างจากแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) เช่น ใช้ในรถยนต์ ทำประกายไฟให้หัวเทียนเพื่อจุดก๊าซเชื้อเพลิง
2. ไดนาโม (Dynamo) เป็นชื่อเรียกเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น ประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro magnet)
3. เยนนิเรเตอร์ (Generator) เป็นชื่อเรียกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
4. อัลเทอร์เนเตอร์ (Alterator) เป็นชื่อเรียกเฉพาะเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น โดยมากเรียกเครื่องกำเนิดใหญ่ ๆ เช่นของการไฟฟ้าซึ่งใช้ขดลวดสนามแม่เหล็กหมุนตัดขดลวดตัวนำไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นสำหรับอาคารสูง อาคารประเภทโรงพยาบาล อาคารโรงแรม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงพยาบาล

ถึงแม้ว่าประเทศไทยในปัจจุบันจะมีระบบการผลิต การส่งจ่าย และจำหน่ายกระแสไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ และเสถียรภาพสูงกว่าแต่ก่อนมาก โดยประชาชนสามารถใช้กระแสไฟฟ้าตลอดทั้งวัน เกือบทุกแห่งในประเทศไทย ทั้งนี้เพราะองค์กรของรัฐคือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากเพียงพอ และการไฟฟ้านครหลวงกับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคก็มีการขยายข่ายสายส่งกระแสไฟฟ้าออกไปอย่างทั่วถึงมากขึ้น แต่กระนั้นก็ตาม การส่งกระแสไฟฟ้าขององค์กรของรัฐดังกล่าวก็อาจเกิดการขัดข้องขึ้นบ้างเป็นบางครั้งอันเนื่องมาจาก

1. เกิดความบกพร่องของอุปกรณ์ในระบบ หรือมีอุบัติเหตุ
2. มีการตัดกระแสไฟฟ้าเพื่อแก้ไขปรับปรุงสายส่งให้ดีขึ้น หรือมีการต่อเชื่อมสายส่งเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เนื่องจากภัยธรรมชาติ เช่น เกิดพายุฝนฟ้าคะนองทำให้ต้นไม้ในละแวกใกล้เคียงสายส่งที่ยังคงหลงเหลืออยู่หักพาดสายส่ง ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรหรือเกิดฟ้าผ่าลงบนสายไฟฟ้าแรงสูง

การเกิดขัดข้องของกระแสไฟฟ้านี้ แม้จะไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อสถานที่บ้านพักอาศัยมากนัก แต่สำหรับอาคารสถานที่ประกอบธุรกิจ หรือโรงพยาบาล จะมีผลค่อนข้างมากเพราะอาคารปัจจุบันมักจะมีแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาในอาคารได้น้อยมาก นอกจากนั้นลิฟท์ประจำอาคาร ซึ่งบุคคลในอาคารนั้นอาจเกิดการปั่นป่วนวุ่นวายขึ้น และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงพยาบาลอาจจะมีผลกระทบถึงผู้ป่วยที่กำลังได้รับการรักษาอยู่ในขณะนั้นได้ ดังนั้นการที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องแม้เพียงชั่วขณะก็อาจเป็นเหตุให้เกิดความเสียหาย ดังนั้นการที่มีกำลังไฟฟ้าสำรองจึงได้รับการพิจารณาจากเจ้าของกิจการที่เล็งเห็นผลเสียของกระแสไฟฟ้าขัดข้องที่มีต่อกิจการของตน ซึ่งกำลังสำรองนั้นจะได้มาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั่นเอง

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นมาในแต่ละแบบ แต่ละผู้ผลิตจะมีวัตถุประสงค์เพื่อการใช้งานต่างๆกัน ดังนั้นควรที่จะมีการเลือกหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติ และคุณภาพเพียงพอแก่ความต้องการของงาน เพื่อให้การลงทุนจัดหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าประหยัดมากที่สุด และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักเกณฑ์ในการเลือกนั้นเราจะต้องพิจารณาทั้งระบบของเครื่องยนต์ต้นกำลัง และระบบทางไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

1. ความต้องการด้านเสถียรภาพของความเร็วเครื่องยนต์
2. ความต้องการด้านเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้า
3. ความต้องการด้านการใช้งานมีการเปลี่ยนแปลงการใช้กระแสไฟฟ้า
4. ความต้องการเกี่ยวกับภูมิของสถานที่ตั้ง
5. ลักษณะการติดตั้ง

1. ความต้องการด้านเสถียรภาพของความเร็วเครื่องยนต์

เนื่องจากความเร็วของเครื่องยนต์จะมีผลต่อความถี่ของกระแสไฟฟ้าสลับโดยตรง ดังนั้นเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จ่ายกระแสไฟฟ้าไปที่อุปกรณ์ที่ต้องการให้มีความถี่คลื่นไฟฟ้า เช่น อุปกรณ์ด้านคอมพิวเตอร์และด้านอื่น ๆ เราต้องกำหนดให้เครื่องยนต์มีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วเครื่องที่มีประสิทธิภาพ คือการเลือกชนิดของ governor นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

governor ที่เป็นแบบไฮโดรลิกส์นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นผลิตภัณฑ์ Woodward และมีอยู่บางที่ผลิตภัณฑ์ของ Bosch สำหรับชนิดอิเล็กทรอนิกส์มีผู้ผลิตออกมาแพร่หลายมาก

2. ความต้องการด้านเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าตกมาก คือ คุณสมบัติของเสถียรภาพของแรงดัน ว่าเลวหรือดีเพียงใดซึ่งสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของ voltage การกำหนดจะเป็นลักษณะเดียวกันกับเครื่องยนต์ คือ voltage regulation

นอกจากนั้นเกี่ยวกับเสถียรภาพของกำลังไฟฟ้ายังมีผลมาจากประสิทธิ์ภาพของเจนเนเรเตอร์เองด้วย ซึ่งตามปรกติรูปคลื่น จะเป็นคลื่น รูปไซน์ แต่ในทางปฏิบัติจะไม่สามารถผลิตเป็นคลื่นรูปไซน์ที่มีความถี่เดี่ยวอย่างสมบูรณ์ได้ แต่จะมีคลื่นรูปความถี่อื่นที่ไม่ต้องการแทรกเข้ามาด้วย เรียกว่า ฮาร์โมนิค

3. ความต้องการด้านการใช้งาน

ในขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าลดหรือทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าอย่างกระทันหัน จะมีผลทำให้เครื่องยนต์ต้นกำลังเปลี่ยนสถานะการทำงานไปด้วย เครื่องควบคุมความเร็ว จะต้องทำงานตอบสนองความต้องการในทันที และตัวเครื่องยนต์ต้องรับภาระเช่นนั้นได้ดี เราจะต้องกำหนดไปว่า การสนองนี้จะต้องคืนสู่ภาวะปรกติในระยะเวลานานเท่าใด

เครื่องยนต์ที่ทำงาน 2 จังหวะ จะตอบสนองการเพิ่ม load ได้เร็วกว่าเครื่องยนต์4 จังหวะ แต่การลด load ทั้งสองแบบจะทำงานได้ดีเช่นกัน

4. ความต้องการเกี่ยวกับภูมิอากาศของสถานที่ติดตั้ง

ตามปกติเครื่องยนต์ทุกชนิดจะมีประสิทธิ์ภาพลดลงเมื่ออยู่ในที่สูง ทั้งนี้เพราะการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงอาจไม่สมบูรณ์ และอุณหภูมิแวดล้อมจะทำให้เครื่องยนต์ไม่สามารถทำได้เต็มกำลังได้ เพราะจะทำให้เครื่องยนต์มีความร้อนสูงเกินขีดปลอดภัยได้ ดังนั้นการสั่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ควรที่จะกำหนดภาพของสถานที่ติดตั้งไว้ด้วย เพื่อที่ผู้ผลิตจะได้ทำการออกแบบขนาดกำลังเครื่องยนต์ให้เหมาะสมกับความต้องการทางไฟฟ้า

5. ลักษณะการติดตั้ง

เรื่องการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรจะต้องมีการเตรียมการและวางแผนล่วงหน้าว่าสถานที่ติดตั้งสภาพเป็นเช่นใด และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องติดตั้งเป็นกรณีพิเศษอย่างไรบ้าง ข้อมูลการเตรียมการและพิจารณาจะประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สถานที่ติดตั้ง ในกรณีที่ต้องการตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้นอกอาคาร เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเป็นแบบมีสิ่งปกคลุมพร้อม ซึ่งเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงมีถังน้ำมันประจำตัว และมีระบบระบายความร้อนครบถ้วน แต่ถ้าเป็นชนิดติดตั้งภายในอาคารควรที่จะเตรียมห้องที่มีเนื้อที่เพียงพอเพื่อการซ่อมบำรุงในโอกาสต่อไป โดยเนื้อหาที่โดยรอบเครื่องยนต์ควรจะมีไม่น้อยกว่า 1 เมตร ถึง ผนังห้องและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เป็นสิ่งกีดขวางได้ ส่วนการเตรียมการด้านอื่นจะกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้

2. การเตรียมระบบเชื้อเพลิง ได้แก่ การเตรียมถังน้ำมัน ซึ่งประกอบไปด้วย day tank เป็นอย่างน้อย ซึ่ง day tank นี้จะต้องติดตั้งใกล้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามากที่สุด และควรให้น้ำมันสามารถไหลจากถังน้ำมันประจำตัว เข้าสู่เครื่องยนต์โดยธรรมชาติ จะทำให้ไม่ต้องใช้ปั๊มน้ำมันมาช่วย แต่ในกรณีที่ไม่สามารถจัดตั้งถังน้ำมันประจำตัวที่มีขนาดใหญ่เพียงพอได้ควรจะมีถังน้ำมันสำรอง ซึ่งอาจติดตั้งฝังใต้ดินไว้ และใช้ปั๊มช่วยสูบขึ้นมาจากถังน้ำมันสำรองมายังถังน้ำมันประจำตัวอีกชั้นหนึ่ง โดยปั๊มนี้จะต้องมีขีดความสามารถในการสูบน้ำมันได้ในอัตราเร็วไม่น้อยกว่าอัตราการใช้น้ำมันของเครื่องยนต์ เมื่อมีการจ่ายกำลังสูงสุด

3. เกี่ยวกับการระบายอากาศ ถ้าห้องที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ริมนอกของตัวอาคาร คงไม่มีปัญหามากนัก เพราะพัดลมระบายความร้อนของหม้อนี้ สามารถเป่าลมออกสู่ภายนอกได้โดยตรง และหม้อน้ำก็ใช้แบบติดตั้งกับตัวเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ซึ่งเป็นการประหยัดที่สุด

ในกรณีที่ไม่สามารถเป่าลมผ่านหม้อน้ำออกสู้ภายนอกได้โดยตรง ก็จะต้องใช้วิธีติดตั้งหม้อน้ำระยะไกล โดยทำหม้อน้ำไปไว้ในสถานที่อื่นที่เหมาะสม วิธีนี้จะร้องมีพัดลมระบายอากาศของห้องที่มีขนาดใหญ่มากเพิ่มขึ้นอีก เป็นการระบายอากาศภายในห้องไม่ให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นเพราะความร้อนที่ออกมาจากเครื่องยนต์โดยตรง นอกจากนั้นจะต้องมีมอเตอร์สำหรับพัดลมเป่าหม้อน้ำแทนที่จะเป็นการขับจากเครื่องยนต์โดยตรง และมีมอเตอร์สำหรับปั๊มน้ำจากเครื่องยนต์ส่งไปยังหม้อน้ำอีกด้วย ดังนั้นขนาดของเครื่องยนต์จะต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าปกติ

นอกจากวิธีติดตั้งหม้อน้ำระบบกลแล้ว อาจจะใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน แต่วิธีการนี้จำเป็นต้องมีคูลลิ่งเทาเวอร์เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้นจึงไม่เหมาะสม เว้นแต่ว่าอาคารนั้นมีคูลลิ่งเทาเวอร์ที่ต้องใช้สำหรับงานอื่นๆ อยู่ด้วยแล้ว เช่น คูลลิ่งเทาเวอร์ำหรับระบบปรับอากาศก็จะเพิ่มเพียงขนาดของคูลลิ่งเทาเวอร์เพียงพอสำหรับระบายความร้อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย

4. การป้องกันเสียงรบกวน เสียงรบกวนจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเกิดจากทั้งการทำงานของเครื่องยนต์เอง และเสียงจากท่อไอเสีย ซึ่งเสียงจากท่อไอเสียสามารถแก้ปัญหาได้ไม่ยากมากนัก โดยเพียงแต่มีท่อดักเสียง เก็บเสียงที่มีคุณภาพ แต่เสียงที่เกิดจากเครื่องยนต์โดยตรงจะเป็นปัญหามาก ถ้าไม่สามารถจัดหาห้องที่ไกลจากเขตพลุกพล่าน หรือเขตที่ต้องการให้ปลอดภัยเสียงรบกวน ก็จะต้องมีวิธีการจัดเตรียมห้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถเก็บเสียงได้ ซึ่งมีวิธีการต่างๆ โดยขึ้นกับความต้องการด้านการเก็บเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การป้องกันการสั่นสะเทือน กรณีที่เครื่องยนต์อาจถ่ายทอดไปยังส่วนอื่นๆ ของอาคารได้ เป็นการรบกวนอย่างหนึ่งควรกำหนดการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้มีเครื่องลดการสั่นสะเทือนเพื่อเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเสมือนแยกเครื่องกำเนิดไฟฟ้าออกจากพื้นของอาคารซึ่งสามารถลดการสั่นสะเทือน

ความจริงแล้วการพิจารณาเรื่องการเตรียมสถานที่ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้ายังมีข้อปลีกย่อยและข้อมูลทางเทคนิคมากมาย ซึ่งเป็นรายละเอียดเฉพาะผู้ผลิตแต่ละราย ผู้ที่มีความต้องการจะมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้สำรองในกิจการของตน อาจหารายละเอียดข้อมูลได้จากผู้ผลิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นๆ หรือผ่านทางตัวแทนจำหน่ายประเทศไทยได้

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีระบบควบคุมอัตโนมัติ

เนื่องจากความต้องการลดหน่วยควบคุมเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบควบคุมอัตโนมัติจึงถูกนำมาใช้ ระบบควบคุมอัตโนมัติจะทำงานตั้งแต่การติดตั้งเครื่องยนต์ในที่กระแสไฟฟ้าปกติขัดข้อง ซึ่งอุปกรณ์สตาร์ทเครื่องอัตโนมัติ(auto start)และทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ต่อไป เรียกว่า auto transfer switch (ATS) ระบบควบคุมอัตโนมัตินี้ในปัจจุบันได้รับความนิยมมาก สามารถค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพนักงานได้มาก และจ่ายกระแสไฟฟ้าฉุกเฉินได้รวดเร็วประมาณในหนึ่งวินาทีเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☞ แนะนำโปรแกรม AutoCAD Release 14

หลังจากที่ Autodesk , Inc. ได้ยุติการพัฒนาโปรแกรม AutoCAD Release 13 ซึ่งรันบนระบบปฏิบัติการ DOS และหันมามุ่งพัฒนาโปรแกรมซึ่งรันบนระบบปฏิบัติการ Windows95 หรือ Windows NT แทนในรีลีส 13 C4 จนประสบความสำเร็จอย่างสูงและได้รับการต้อนรับเป็นอย่างดีจากผู้ใช้ AutoCAD ในทุกระดับได้ไม่นานนัก ปลายปี 2539 Autodesk , Inc. ได้เปิดตัว AutoCAD Release 14-Alpha1(รุ่นทดสอบ) เพื่อที่จะหาข้อมูลจากผู้ใช้โปรแกรมเพื่อนำไปพัฒนา Release14 ตัวจริงได้อย่างถูกต้องตามทิศทางความต้องการของตลาด เมื่อเก็บข้อมูลจากผู้ใช้ได้มากพอสมควร กลางปี2540 Autodesk Inc. จึงได้เปิดตัวโปรแกรม AutoCAD Release 14 อย่างเป็นทางการซึ่งได้รับความสนใจอย่างมากจาก
ผู้ใช้ AutoCAD ในทุกระดับ เนื่องจากประสิทธิภาพของโปรแกรมที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดหลายประการทั้งในงานเขียนแบบ 2 มิติและ 3 มิติ AutoCAD Release 14 จึงได้รับการคาดหมายว่าจะต้องประสบความสำเร็จอย่างสูงในเวลาอันรวดเร็ว ในรีลีส 14 นี้ยังได้บรรจุเครื่องมือใหม่ๆที่เอื้ออำนวยให้เราสามารถเขียนแบบได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้โปรแกรมหรือผู้ใช้โปรแกรมในระดับต้น อย่างไรก็ตาม AutoCAD Release 14 ก็ยังคงรักษาความสามารถในการปรับแต่งระบบเมนูทูลบาร์ บรรทัดป้อนคำสั่ง
สกรีนเมนูและเคอร์เซอร์เมนูไว้เช่นเดิม จึงเหมาะสำหรับผู้ใช้ในระดับกลางและระดับสูงเช่นเดียวกัน

จุดเด่นและความสามารถที่เพิ่มขึ้นใน AutoCAD Release 14

ความสามารถที่เพิ่มขึ้นใน AutoCAD Release 14 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- จุดเด่นที่เห็นได้ชัดของ ความสามารถที่เพิ่มขึ้นใน Release 14 นี้ก็คือการนำ Autosnap เพิ่มเข้ามาใน Object Snap Setting ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการกำหนดตำแหน่งของเคอร์เซอร์ให้แม่นยำ โดยแสดงเครื่องหมาย (Marker) เป็นสีพร้อมทั้งแสดงข้อความแนะนำ (Snap tips) บนจุดที่จะกำหนดตำแหน่งซึ่งใช้งานง่ายกว่าเดิม เนื่องจากการกำหนดตำแหน่งมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ช่วยป้องกันการกำหนดตำแหน่งผิดพลาดได้เป็นอย่างดี จึงมีประโยชน์อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ใช้ในระดับต้น เนื่องจากง่ายต่อการเรียนรู้ เราสามารถใช้ปุ่ม Tab เพื่อเปลี่ยนโหมดโดยการวนรอบระหว่างโหมดต่างๆที่กำหนดไว้บนไดอะล็อคบอกซ์ Osnap Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีการเพิ่มปุ่ม OSNAP ไว้บนบรรทัดแสดงสถานะ (Status line) ซึ่งเราสามารถเปิดหรือปิดโหมด Object snap ชั่วคราวโดยไม่สูญเสียค่าที่ตั้งไว้บนไดอะล็อคบอกซ์ Osnap Setting
- ส่วนความสามารถเด่นๆทางด้าน 3 มิติที่เพิ่มขึ้นคือได้มีการรวม AutoVision 2.0 เกือบ 100%เข้ามาใน AutoCAD ทำให้เราสามารถสร้างสร้างภาพ 3 มิติแบบเหมือนจริงได้ใน AutiCAD ทันที
- จุดเด่นอีกอย่างหนึ่งก็คือการเขียนตัวอักษรด้วยคำสั่ง MTEXT ที่ปรับปรุงใหม่ที่มีกี่ใช้งานใกล้เคียงกับเวิร์ดโปรเซสเซอร์บนวินโดว์มากขึ้น สามารถใช้ Font ภาษาไทยของระบบปฏิบัติการ Windows 95 ได้อย่างสมบูรณ์โดยไม่ต้องปรับแต่งแต่อย่างใด และยังสามารถใช้ Font อื่นๆของ Windows 95 ในฟอร์แมต .TTF และก็ยังคงใช้ Font ลายเส้น .SHX ของ AutoCAD ได้เช่นเดิม
- การวาดภาพใหม่ (Regen) ในเปเปอร์สเปสถูกขจัดให้หมดไป เราสามารถใช้คำสั่ง Transparent ZOOM และ PAN ในเปเปอร์สเปสได้และจำนวนวิวพอร์ทสูงสุดในเปเปอร์สเปสเพิ่มขึ้นจาก 16 เป็น 48 วิวพอร์ท
- กราฟฟิกไดรฟ์เวอร์ HEIDI ควบคุมการแสดงผลบนจอภาพได้รับการปรับปรุงให้ทำงานเร็วขึ้น ลดความสิ้นเปลืองของหน่วยความจำได้มาก
- มีการเก็บบันทึกแฮทช์แบบเป็นวัตถุชิ้นเดียว สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บน้อยกว่าเดิม
- คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับ 3 มิติ รวมทั้งการขึ้นรูป ACIS Solid การสอดแทรกรูปภาพ Bitmap คำสั่งจัดลำดับ DRAWORDER คำสั่ง MTEXT การจัดการฐานข้อมูล การจับคู่คุณสมบัติ อินเตอร์เนทยูติลิตี้และการเรนเดอร์จะถูกโหลดลงในหน่วยความจำเมื่อมีการเรียกใช้งานเท่านั้น
- ไฟล์แบบแปลนที่อ้างอิงจากภายนอกแบบ XREF จะถูกโหลดเข้าสู่หน่วยความจำเฉพาะส่วนของแบบแปลนที่ถูกอ้างอิงซึ่งจำเป็นสำหรับการวาดภาพใหม่เท่านั้น
- มีการเพิ่มคำสั่ง File/Print Preview ช่วยให้เราสามารถดูภาพก่อนพิมพ์ได้โดยใช้รูปแบบซึ่งมีมาตรฐานเดียวกันกับโปรแกรมอื่นๆบน Windows
- คำสั่ง Realtime ZOOM และ PAN กลายมาเป็นตัวเลือกใหม่ในคำสั่ง ZOOM และคำสั่ง PAN ในขณะที่กำลังใช้งานตัวเลือก Realtime ของคำสั่งทั้งสองอยู่นั้น หากคลิ๊กขวาจะปรากฏเมนูบนตำแหน่งของเคอร์เซอร์ ซึ่งเราสามารถเปลี่ยนไปมาระหว่างคำสั่ง ZOOM , PAN , ZOOM/Previous หรือคำสั่ง ZOOM/Extents ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- ตัวแปรระบบ (System variables) สามารถเรียกใช้จากบรรทัดป้อนคำสั่ง Command: ได้โดยตรงเหมือนคำสั่งของ AutoCAD โดยทั่วไปและไม่ต้องเรียกผ่านคำสั่ง SETVAR ก็ได้
- ในรีลีส 14 เราสามารถเรียก Internet Browser ที่ติดตั้งอยู่ในระบบออกมาใช้งานโดยไม่ต้องออกจาก AutoCAD และยังสามารถระบุ Web Site ที่ชอบไว้บนไดอะล็อคบอกซ์ Preferences ได้

ความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์

เนื่องจาก AutoCAD Release14 ได้ถูกออกแบบให้ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงสามารถรันได้บนระบบปฏิบัติการ Windows 95 และบนระบบปฏิบัติการ Windows NT ดังนั้นจึงต้องมีซอร์ฟแวร์และฮาร์ดแวร์ตามที่โปรแกรมต้องการดังต่อไปนี้

- Windows 95 หรือ Windows NT 3.51/4.0
- ไมโครโปรเซสเซอร์ 80486 หรือ Pentium หรือรุ่นอื่นๆที่ Compatible กัน
- หน่วยความจำแรมขั้นต่ำ 16 เมกกะไบท์สามารถใช้โปรแกรมได้แต่จำทำงานค่อนข้างช้าจึงขอแนะนำให้ใช้แรม 32 เมกกะไบท์ขึ้นไป
- ใช้พื้นที่บนฮาร์ดดิสค์ในการติดตั้งโปรแกรมแบบ Typical เท่ากับ 82 เมกกะไบท์หรือแบบ Full เท่ากับ 113 เมกกะไบท์หรือแบบ Compact เท่ากับ 46 เมกกะไบท์และสามารถเลือกแบบ Custom ได้
- พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสค์อย่างน้อย 64 เมกกะไบท์สำหรับไฟล์ชั่วคราว(Swap file)
- พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสค์ 2.5 เมกกะไบท์ซึ่งใช้สำหรับไฟล์ชั่วคราวในขณะที่ติดตั้งโปรแกรมและจะถูกลบทิ้งเมื่อเสร็จสิ้นการติดตั้ง
- เครื่องอ่านแผ่น CD-ROM สำหรับการติดตั้งโปรแกรม
- การ์ดแสดงผลที่สนับสนุนโหมดแสดงผล 640x480 VGA สามารถใช้งานได้ แต่ควรใช้โหมดแสดงผล Super VGA 800x600 หรือ 1024x768 จะให้รายระเอียดบนจอภาพได้มากกว่า
- เมาส์หรือดิจิไตเซอร์แท็ปเบล็ด
- Parallel port สำหรับ Hardware lock ซึ่งใช้กับเวอร์ชันที่จำหน่ายนอกประเทศอเมริกา
- หากต้องการที่จะเปิดไฟล์ .DWF ผ่านอินเตอร์เนต จะต้องดาวน์โหลดและติดตั้ง WHIP!Browser Release2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33871

- หากต้องการติดตั้ง Internet Utilities บน Windows NT3.51 จะต้องใช้ Service Pack4 หรือ Service Pack5 ประกอบการติดตั้งด้วย

ในการใช้งานคำสั่งต่าง ๆ เพื่อสร้างวัตถุขึ้นมา วัตถุเหล่านี้ได้แก่ เส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม วงรี สี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า รวมทั้งจุด และตัวอักษรก็เป็นวัตถุชิ้นหนึ่งที่สามารถสร้างขึ้นมาในโปรแกรม AutoCad ได้ นอกจากนี้ ลวดลายที่เป็นรูปแบบต่าง ๆ ที่ใส่ไว้ให้กับวัตถุ เช่น แบบลายไม้ แบบลายพื้นซิเมนต์ แบบลายพื้นทราย ก็จัดเป็นวัตถุชิ้นหนึ่งที่สามารถสร้างขึ้นมาได้

คำสั่งที่จะใช้สร้างวัตถุนี้ขึ้นมาในโปรแกรม AutoCad R14 มีดังนี้

- Line เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนเส้นตรง
- Construction Line เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนเส้นตรงที่ปลายทั้งสองด้านยาวเป็นอนันต์ Ray เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนเส้นตรงที่ปลายด้านหนึ่งยาวเป็นอนันต์
- Circle เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนวงกลม
- Arc เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนเส้นโค้งวงกลมซึ่งเป็นส่วนของวงกลม
- Ellipse เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนวงรี
- Rectangle เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- Polygon เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า
- Spline เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนเส้นโค้ง
- Polyline เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนเส้นตรง เส้นโค้ง วงกลมแบบต่อเนื่องกันไป และใช้เขียนเส้นที่มีความหนา (Width)
- Multiline เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนเส้นขนาน
- Point เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนจุด
- Text เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนข้อความครั้งละ 1 บรรทัด
- Multiline Text เป็นคำสั่งสำหรับใช้เขียนข้อความครั้งละหลายบรรทัด
- Dtext เป็นคำสั่งเขียนข้อความครั้งละ 1 บรรทัดแบบเห็นตัวอักษรที่พิมพ์ทันที
- Hatch เป็นคำสั่งสำหรับใช้เติมลวดลายให้กับวัตถุ

สำหรับการปรับแต่งแก้ไขวัตถุต่าง ๆ ในโปรแกรม AutoCad ที่จะกล่าวถึงในส่วนนี้ ได้แก่ การลบวัตถุ การย้ายตำแหน่ง การหมุนวัตถุ การต่อเส้น การตัดเส้น การปรับแต่งมุมตัดระหว่างเส้นตรง 2 เส้นที่ตัดกัน การยืดหดวัตถุ การตัดแบ่งวัตถุออกเป็น 2 ชิ้น การปรับตำแหน่งวัตถุ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้น ให้สอดคล้องกัน การทำสำเนา การสร้างวัตถุเงา การสร้างเส้นขนาน การรวมวัตถุด้วยการ Union Subtract และ Intersect การรวมวัตถุหลาย ๆ ชิ้นเป็นชิ้นเดียวกัน การแบ่งวัตถุออกเป็นส่วน ๆ รวมทั้งการถ่ายโอนคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น สี ชนิดของเส้น เป็นต้น ซึ่งประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

- Erase เป็นคำสั่งสำหรับลบวัตถุ
- Move เป็นคำสั่งสำหรับย้ายวัตถุ
- Rotate เป็นคำสั่งสำหรับหมุนวัตถุรอบจุด ๆ หนึ่ง
- Scale เป็นคำสั่งสำหรับย่อขยายวัตถุ
- Lengthen เป็นคำสั่งสำหรับต่อความยาวเส้นออกไป
- Extend เป็นคำสั่งสำหรับต่อความยาวออกไปอีกวิธีหนึ่ง
- Trim เป็นคำสั่งสำหรับตัดวัตถุ โดยใช้วัตถุชิ้นอื่นเป็นแนวตัด
- Chemfer เป็นคำสั่งสำหรับแต่งมุมที่เกิดจากเส้นตรง 2 เส้นตัดกันให้เป็นมุมป้าน
- Fillet เป็นคำสั่งสำหรับแต่งมุมที่เกิดจากเส้นตรง 2 เส้นตัดกันให้เป็นมุมโค้ง
- Stretch เป็นคำสั่งสำหรับยืดหดวัตถุ
- Break เป็นคำสั่งสำหรับตัดแบ่งวัตถุออกเป็น 2 ส่วน
- Align เป็นคำสั่งสำหรับปรับตำแหน่ง 2 ชิ้นให้สอดคล้องกัน
- Copy เป็นคำสั่งสำหรับทำสำเนา
- Array เป็นคำสั่งสำหรับทำสำเนา และจัดเรียงวัตถุที่สำเนาขึ้นมาด้วย
- Mirror เป็นคำสั่งสำหรับสร้างวัตถุเงา
- Offset เป็นคำสั่งสำหรับสร้างเส้นขนานของเส้นตรง เส้นโค้ง
- Boundary เป็นคำสั่งสำหรับสร้างวัตถุที่มีรูปร่างเป็นพื้นที่ปิด โดยลอกแบบรูปร่างมาจากพื้นที่ปิดที่เกิดจากวัตถุซ้อนทับกัน
- Region เป็นคำสั่งสำหรับสร้างวัตถุเพื่อใช้ในการรวมกันเป็นแบบ Union , Intersect และ Subtract
- Union เป็นคำสั่งสำหรับรวมวัตถุแบบ Union
- Intersect เป็นคำสั่งสำหรับรวมวัตถุแบบ Intersect
- Subtract เป็นคำสั่งสำหรับรวมวัตถุแบบ Subtract
- Make Block เป็นคำสั่งสำหรับสร้างกลุ่มของวัตถุจากวัตถุหลาย ๆ ชิ้นไว้เป็นต้นแบบที่จะใช้ในไฟล์ชิ้นงานต่างๆ เรียกว่า Block ต้นแบบ
- Insert Block เป็นคำสั่งสำหรับสำเนา Bloc k ต้นแบบขึ้นมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Explode เป็นคำสั่งสำหรับกระจายวัตถุที่ประกอบด้วยเส้นย่อย ๆ คนละชิ้นกัน ตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไปที่รวมตัวเป็นชิ้นเดียวดันให้กระจายแยกออกจากกันเป็นชิ้นย่อย ๆ
- Group เป็นคำสั่งสำหรับจัดกลุ่มวัตถุหลาย ๆ ชิ้นไว้ด้วยกัน คล้ายคำสั่ง Make Block
- Divide เป็นคำสั่งสำหรับแบ่งวัตถุออกเป็นส่วน ๆ ละเท่ากัน โดยการกำหนดจำนวนส่วนที่ต้องการแบ่ง
- Measure เป็นคำสั่งสำหรับแบ่งวัตถุออกเป็นส่วน ๆ โดยกำหนดความยาวของแต่ละส่วนที่จะแบ่งวัตถุ
- Edit Text เป็นคำสั่งสำหรับแก้ไขปรับแต่งข้อความที่เขียนไปแล้ว
- Edit Hatch เป็นคำสั่งสำหรับแก้ไขปรับแต่งลวดลายที่เติมให้วัตถุด้วยคำสั่ง Hatch
- Edit Spline เป็นคำสั่งสำหรับแก้ไขปรับแต่งเส้นโค้งที่เขียนด้วยคำสั่ง Spline
- Edit Polyline เป็นคำสั่งสำหรับปรับแต่งเส้นที่เขียนด้วยคำสั่ง Polyline
- Edit Multiline เป็นคำสั่งสำหรับแก้ไขปรับแต่งเส้นที่เขียนด้วยคำสั่ง Multiline
- Change เป็นคำสั่งสำหรับแก้ไขปรับแต่งวัตถุทุกชนิด

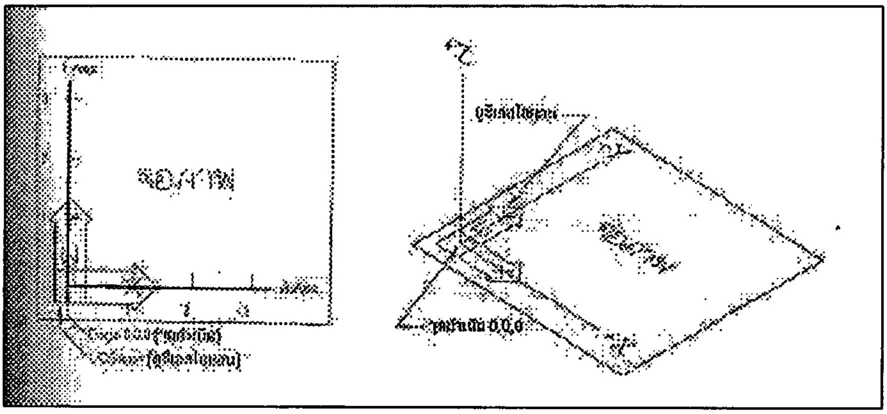
หลักการเขียนแบบ 3 มิติ

ในการเขียนแบบ 3 มิตินั้นสิ่งสำคัญที่สุดซึ่งเราต้องทำความเข้าใจก็คือระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนทซึ่งใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ใน 3 มิติ เมื่อได้ศึกษาระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนทจนเป็นที่เข้าใจอย่างดีแล้ว เราก็จะสามารถสร้างวัตถุ 3 มิติ ให้มีรูปร่าง ขนาด และอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้องนอกจากนี้การเข้าใจระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนทเป็นอย่างดีจะส่งผลให้เราสามารถควบคุมมุมมองให้หันไปยังด้านใดๆของวัตถุที่ต้องการเขียนเพิ่มเติมหรือปรับปรุงแก้ไขได้อีกด้วย ระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนทที่ใช้ในการเขียนแบบ 3 มิติมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พิกัดคอร์ออร์ดิเนทในระบบ 3 มิติ

ระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนทใน 3 มิติ เป็นระบบ Cartisian Coordinate System เช่นเดียวกันกับระบบ 2 มิติคือมีแกน X และแกน Y เช่นเดียวกัน และยังมีแกน Z เพิ่มขึ้นมาอีกแกนหนึ่งพุ่งออกมาจากจอภาพดังรูป จากรูป(ซ้าย) เมื่อมองเข้าไปยังจอภาพตรงๆ เราจะเห็นแกน X พุ่งออกจากจุดกำเนิด 0,0,0 ไปทางขวาในแนวนอน แกน Y พุ่งออกจากจุดกำเนิด 0,0,0 ขึ้นไปด้านบนในแนวตั้ง ส่วนแกน Z เราจะมองไม่เห็นเนื่องจากแกน Z ทำมุมตั้งฉากกับแกน X และแกน Y และพุ่งตรงออกมาจากจอภาพเข้ามาหาตัวเราจึงทับกับจุดกำเนิดพอดี เมื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ครอสแฮร์

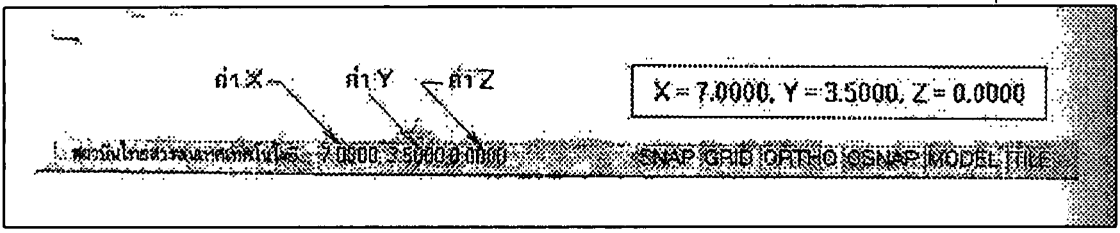
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูป(ซ้าย) เมื่อมองเข้าไปยังจอภาพตรงๆ เราจะเห็นแกน X พุ่งออกจากจุดกำเนิด 0,0,0 ไปทางขวาในแนวนอน แกน Y พุ่งออกจากจุดกำเนิด 0,0,0 ขึ้นไปด้านบนในแนวตั้ง ส่วนแกน Z เราจะมองไม่เห็นเนื่องจากแกน Z ทำมุมตั้งฉากกับแกน X และแกน Y และพุ่งตรงออกมาจากจอภาพเข้ามาหาตัวเราจึงทับกับจุดกำเนิดพอดี เมื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ครอสแฮร์จากจุดกำเนิดไปทางขวา ค่า X จะเพิ่มมากขึ้นเป็น 1,2,3,... และเมื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ครอสแฮร์จากจุดกำเนิดไปทางซ้าย ค่า X จะลดลงเป็น -1,-2,-3,... ในทำนองเดียวกันเมื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ครอสแฮร์จากจุดกำเนิดขึ้นไปด้านบน ค่า Y จะเพิ่มมากขึ้นเป็น 1,2,3,... และเมื่อเลื่อนเคอร์เซอร์ครอสแฮร์จากจุดกำเนิดลงไปด้านล่าง ค่า Y จะลดลงเป็น -1,-2,-3,... เมื่อเรามองเข้าไปยังจอภาพโดยทำมุมเอียงดังรูป(ขวา)เราจะเห็นแกน Z ทำมุม 90 องศากับแกน X และแกน Y ค่า Z เมื่อห่างออกไปจากจุดกำเนิดออกจากจอภาพเข้ามาหาตัวเรา ค่า Z จะเพิ่มมากขึ้นเป็น 1,2,3,...เมื่อห่างออกจากจุดกำเนิดลึกเข้าไปในจอภาพ ค่า Z จะลดลงเป็น -1,-2,-3,...

ในความเป็นจริงแล้ว เราจะมองไม่เห็นแกน X,Y,Z บนจอภาพเลยเนื่องจากแกน X,Y,Z ที่เห็นดังรูปเป็นเพียงแกนในจินตนาการที่ใช้ประกอบการอธิบายเท่านั้น ในทางปฏิบัติเราอาศัยตำแหน่งปัจจุบันของเคอร์เซอร์ครอสแฮร์เป็นตัวชี้ตำแหน่งพิกัดคอร์ออร์ดิเนทของแกน X,Y,Z โดยปกติเราจะทราบตำแหน่งพิกัดคอร์ออร์ดิเนทของครอสแฮร์ได้จากบรรทัดแสดงสถานะ ซึ่งจะรายงานตำแหน่งปัจจุบันของครอสแฮร์คือค่าของแกน X แกน Y และแกน Z ดังรูป โดยทั่วไปแล้วค่า Z จะมีค่าเท่ากับ 0 พอดี ดังนั้นบรรทัดแสดงสถานะจึงแสดงค่า Z เท่ากับ 0 เสมอ นอกเสียจากว่ามีการกำหนด Elevation ใหม่หรือมีการใช้ Point Filter ช่วยในการกำหนดตำแหน่งใน 3 มิติ

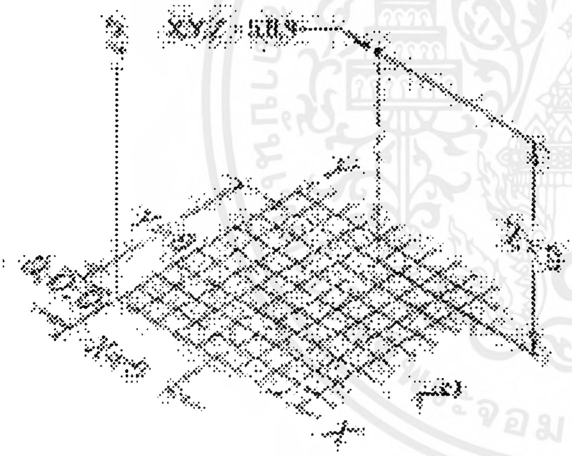
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แอบโซลุทคอร์ออร์ดิเนท (Absolute Coordinate)

แอบโซลุทคอร์ออร์ดิเนทเป็นพิกัดบอกตำแหน่งซึ่งอ้างอิงออกจากจุดกำเนิด 0,0,0 ของแกน X,Y,Z ใน AutoCAD แบ่งออกเป็น 4 แบบดังนี้

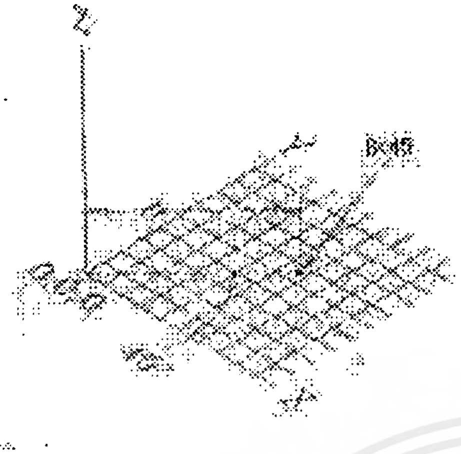
คาร์ทิเซียนคอร์ออร์ดิเนท (Cartisian Coordinate)



เราสามารถระบุตำแหน่งใดๆใน 3 มิติ กำหนด อาทิเช่น X,Y,Z = 5,8,9 นั่นคือ ค่า X มีค่า 5 ค่า Y มีค่า 8 ค่า Z มีค่า 9 ดังรูป

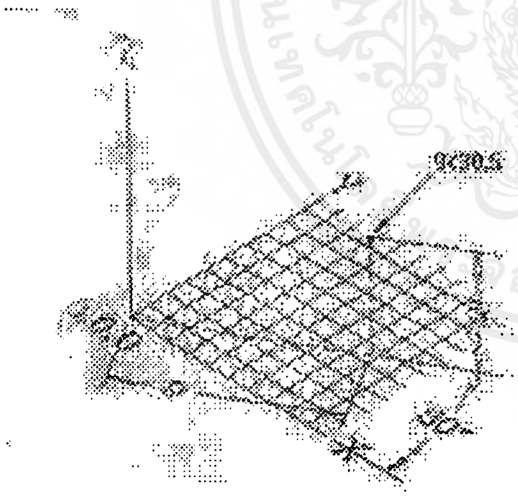
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพล่าร์คอร์ออร์ดิเนท (Polar Coordinate)



เราสามารถระบุตำแหน่งใดๆ โดยป้อนระยะทางจากจุดกำเนิด 0,0,0 และมุมในระนาบ XY โดยคั่นด้วยเครื่องหมาย < อาทิเช่น 8 < 45 หมายถึงจุดที่กำหนดห่างจากจุดกำเนิดเป็นระยะทาง 8 หน่วย และทำมุม 45 องศากับแกน X ในระนาบ XY ดังรูป โพล่าร์คอร์ออร์ดิเนทใช้ในลักษณะการกำหนดตำแหน่งใน 2 มิติ

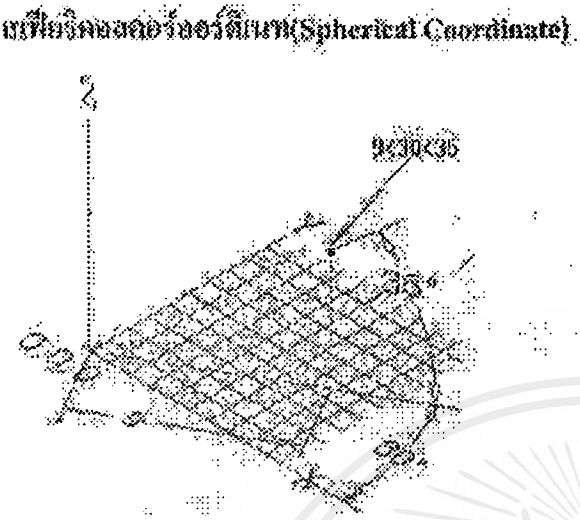
ไซลินดริคอลคอร์ออร์ดิเนท (Cylindrical Coordinate)



ไซลินดริคอลคอร์ออร์ดิเนทเป็นระบบคอร์ออร์ดิเนทที่มีรากฐานมาจากโพล่าร์คอร์ออร์ดิเนท แต่เป็นระบบคอร์ออร์ดิเนท 3 มิติ เราสามารถป้อนระยะทางจากจุดกำเนิด 0,0,0 ตามด้วยเครื่องหมาย < และค่ามุมในระนาบ XY ตามด้วยเครื่องหมาย แล้วกำหนดระยะทางจากระนาบ XY อาทิเช่น 9<30,5 ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเฟียริคอลคอร์ออร์ดิเนท (Spherical Coordinate)



สเฟียริคอลคอร์ออร์ดิเนทเป็นระบบที่มีรากฐานมาจากโพล่าร์คอร์ออร์ดิเนทเช่นเดียวกันและเป็นระบบคอร์ออร์ดิเนท 3 มิติ เราสามารถป้อนระยะทางจากจุดกำเนิด 0,0,0 ตามด้วยเครื่องหมาย < และค่ามุมในระนาบ XY ตามด้วยเครื่องหมาย < แล้วกำหนดค่ามุมจากระนาบ XY อาทิเช่น 9<30<5 ดังรูป

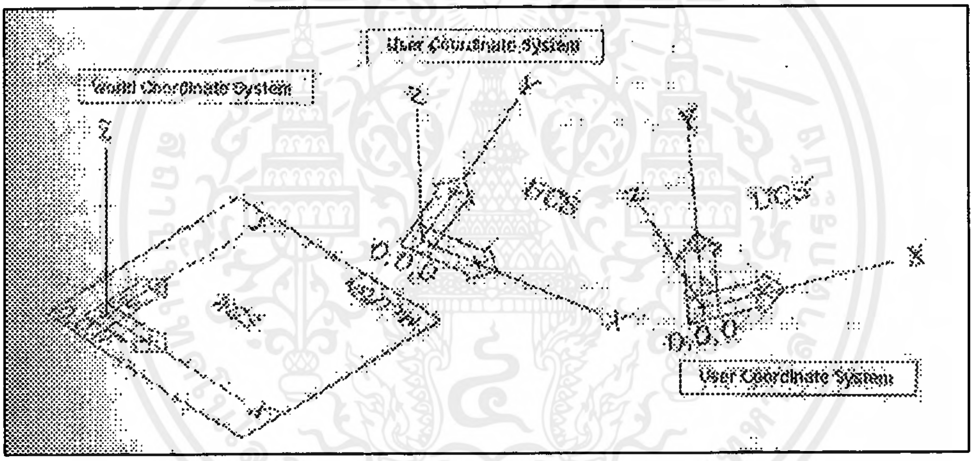
รีเลทีฟคอร์ออร์ดิเนท (Relative Coordinate)

จากที่กล่าวมาแล้วว่า Absolute Coordinate นั้นอ้างอิงตำแหน่งจากจุดกำเนิด 0,0,0 เสมอ บ่อยครั้งที่การกำหนดตำแหน่งใน 3 มิติ ไม่สามารถที่จะอ้างอิงจากจุดกำเนิดได้ เนื่องจากเราไม่ทราบระยะห่างหรือมุมที่กระทำกับจุดกำเนิด แต่ในกรณีที่เราทราบระยะห่างหรือมุมที่กระทำกับจุดใดๆ ที่ต้องการใช้เป็นจุดอ้างอิงเราสามารถใช้จุดดังกล่าวเป็นจุดอ้างอิงโดยปืนค่ารีเลทีฟคอร์ออร์ดิเนท โดยใช้เครื่องหมาย @ นำหน้า Absolute Coordinate เพื่อบอกให้โปรแกรมทราบว่าเราไม่ต้องการอ้างอิงตำแหน่งจากจุดกำเนิด แต่ต้องการอ้างอิงจากจุดสุดท้ายที่มีการกำหนดตำแหน่งไปแล้ว สมมติว่า จุดสุดท้ายที่กำหนดคือค่า Absolute Coordinate X,Y,Z=2,2,3 หากเรากำหนดจุดคอร์ออร์ดิเนท @5,8,9 โปรแกรมจะกำหนดระยะห่างโดยอ้างอิงจากจุด 2,2,3 จะได้ตำแหน่ง Absolute ที่ 7,10,12 เป็นต้น นอกจากจะใช้ Relative Coordinate กับ Cartisian Coordinateแล้ว เรายังใช้กับ Polar Coordinate ตัวอย่างเช่น @8<45 Cylindrical Coordinate ตัวอย่างเช่น @9<30,5 และ Spherical Coordinate ตัวอย่างเช่น @9<30<35 ได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

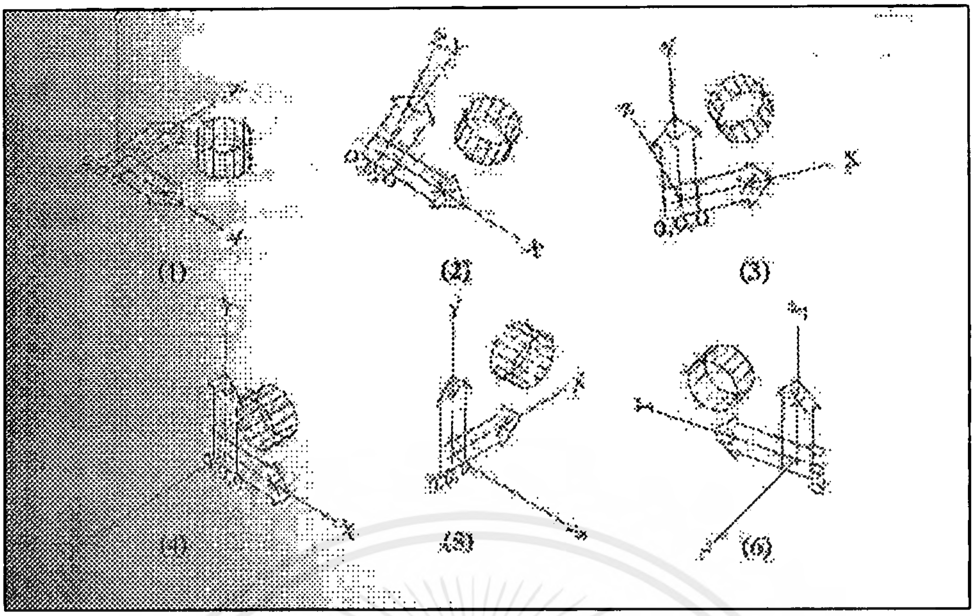
World Coordinate System และ User Coordinate System

ใน AutoCAD ระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนทมีอยู่ 2 ระบบคือ World Coordinate System (WCS) และ User Coordinate System(UCS) โดยปกติระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนท WCS และ UCS จะอยู่ในแนวเดียวกันนั่นคือ แกน X,Y,Z ของ UCS อยู่ในแนวเดียวกันแกน X,Y,Z ของ WCS พอดี (สังเกตุว่าในขณะที่ WCS และ UCS อยู่ในแนวเดียวกัน ยูซีเอสไอคอนจะมีตัวอักษร W ปรากฏอยู่) ดังรูป ระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนท WCS เป็นระบบที่อยู่กับที่ เราไม่สามารถเคลื่อนย้ายหรือหมุนแกน X,Y,Z ของระบบ WCS ได้ ส่วนระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนท UCS เป็นระบบที่เคลื่อนที่และหมุนไปในทิศทางใดๆ ได้ดังรูป ดังนั้นเราจึงสามารถเคลื่อนย้ายหรือหมุนแกน X,Y,Z ของระบบ UCS ใน 3 มิติโดยไม่จำกัด เพื่อที่เราจะสามารถวาดภาพ 3 มิติในตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการได้



จากรูป UCS และ WCS อยู่ในแนวเดียวกันพอดี เมื่อเราสร้างรูปทรงกระบอก (Cylinder) 3 มิติ ฐานด้านล่างของรูปทรงกระบอกจะอยู่บนระนาบ XY ที่ระดับ Z=0 และมีความหนายื่นขึ้นไปในแนวแกน Z หากต้องการสร้างรูปทรงกระบอกขนาดเดียวกัน โดยที่ต้องการให้ฐานด้านล่างของรูปทรงกระบอกเอียงทำมุมต่างๆกับระนาบ XY เราจะต้องหมุนแกน XYZ ของระบบพิกัดคอร์ออร์ดิเนท UCS ให้ระนาบ XY ทำมุมเอียงในระนาบเดียวกันกับฐานของรูปทรงกระบอกที่ต้องการสร้างดังรูป

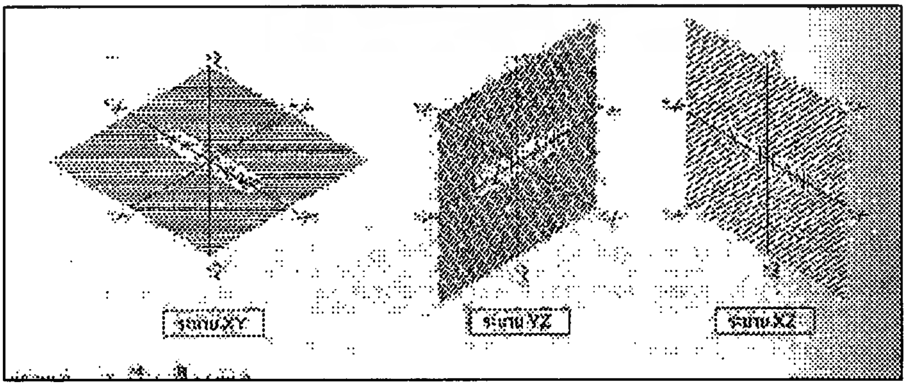
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จะเห็นได้ว่าในการสร้างวัตถุ 3 มิติ เราจะต้องปรับระนาบ XY ของ UCS ให้หันไปในทิศทางที่เราต้องการสร้างฐานของวัตถุ เมื่อได้ฐานของวัตถุแล้วจึงกำหนดความหนาให้กับวัตถุนั้นต่อไป วัตถุก็จะมีความหนาตั้งฉากกับระนาบ XY หรือยื่นออกไปตามแกน Z ของ UCS นั้น

ระนาบวาดภาพ 3 มิติ (Planes in 3D Space)

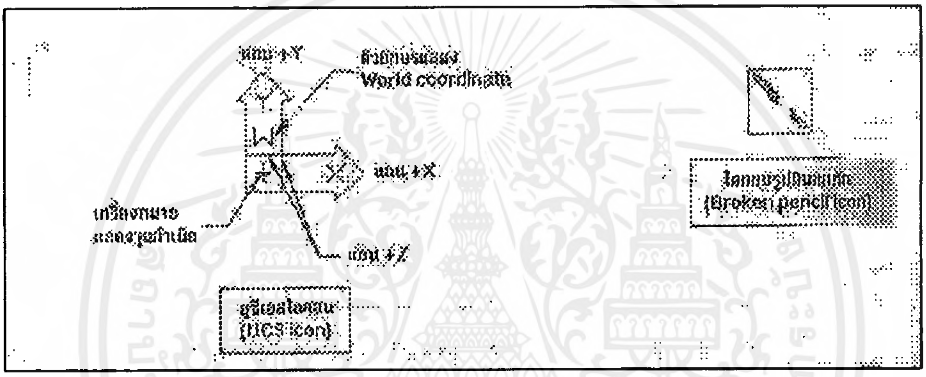
เมื่อพูดถึงระนาบ XY จะหมายถึงระนาบในแนวนอนหรือระนาบพื้นราบ ทำมุมตั้งฉากกับแกน Z ดังรูป ระนาบ YZ จะหมายถึงระนาบในแนวตั้ง ทำมุมตั้งฉากกับแกน X ดังรูป ส่วนระนาบ XZ จะหมายถึงระนาบในแนวตั้ง ทำมุมตั้งฉากกับแกน Y ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UCS Icon (ยูซีเอสไอคอน)

ที่มุมซ้ายด้านล่างของจอภาพ AutoCAD มีไอคอนแสดงทิศทางของระบบคอร์ออร์ดิเนทในแนวแกน X และแกน Y ไอคอนนี้เรียกว่า UCS Icon ซึ่ง UCS Icon นี้จะบอกให้เราทราบตำแหน่งและทิศทางปัจจุบันของระบบคอร์ออร์ดิเนททั้งในระบบ 2 และ 3 มิติ นั่นคือเราจะทราบได้ว่าแกน X และแกน Y หันไปในทิศทางใด โดยปกติแกน X ซึ่งมีค่าเป็นบวกมีทิศทางชี้ไปทางขวา แกน Y ซึ่งมีค่าเป็นบวกมีทิศทางชี้ไปทางด้านบน และแกน Z ซึ่งมีค่าเป็นบวกมีทิศทางชี้ออกจากจอภาพไปยังผู้ใช้โปรแกรม โดยปกติ UCS Icon จะปรากฏที่มุมล่างด้านซ้ายของจอภาพ ดังรูป



โดยทั่วไปแล้วการเขียนภาพวัตถุ 3 มิติมักจะเริ่มจากการเขียนโครงร่างของวัตถุใน 2 มิติในระนาบ XY มาก่อนเสมอ แล้วจึงกำหนดให้วัตถุที่เขียนขึ้นใน 2 มิติดังกล่าวมีความหนายื่นออกไปตามแกน Z ดังนั้น ก่อนที่เราจะเริ่มเขียนวัตถุใน 2 มิติ เราจะต้องหมุนระนาบ XY ของ UCS ให้ทำมุมในทิศทางที่เราต้องการให้โครงร่าง 2 มิติปรากฏเสียก่อน จึงจะเริ่มเขียนวัตถุได้

ในการหมุนระนาบ XY ของ UCS เราจะต้องอาศัย UCS Icon ดังรูป เป็นเครื่องหมายเพื่อชี้ให้เราทราบว่าระนาบ XY ที่เราต้องการเขียนภาพนั้นอยู่ในตำแหน่งและมุมใด ใช้ตำแหน่งและมุมตามที่เราต้องการหรือไม่ ดังนั้น เราจึงควรทราบความหมายต่าง ๆ ที่ปรากฏบน UCS Icon โดยมีรายละเอียดดังนี้

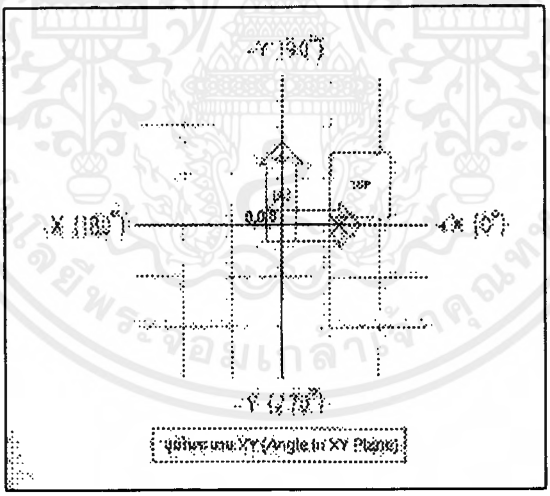
- หัวลูกศรของ Ucs Icon ทั้งสองจะชี้ไปตามแนวแกน X และแกน Y ซึ่งมีค่าเป็นบวก
- เมื่อ UCS Icon อยู่ในตำแหน่ง 0,0,0 จะปรากฏเครื่องหมาย + ระหว่างจุดตัดของหัวลูกศรทั้งสองของ UCS Icon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อตัวอักษร W ปรากฏเหนือจุดตัดของหัวลูกศรทั้งสอง Usre Coordinate System ที่กำลังใช้งานจะมีจุดกำเนิด แกน X,Y และ Z ตรงกันกับจุดกำเนิดแกน X,Y และ Z ของ World Coordinate System พอดี
- เมื่อ UCS Icon ปรากฏเป็นรูปดินสอหักครึ่งดังรูป แสดงว่าเรากำลังอยู่ในระนาบซึ่งตั้งฉากกับระนาบของ UCS ใช้งาน เราจะไม่สามารถมองเห็นภาพที่เขียนในลักษณะ 2 มิติ ในขณะที่เรากำลังวาดภาพได้ เราจะเป็นภาพ 2 มิติที่วาดเป็นเพียงเส้นตรงเท่านั้น เพราะรูปวาดที่วาดจะปรากฏให้เห็นในระนาบ XY ของ UCS ใช้งานนั้น

การมองวัตถุในระนาบ XY (Viewing Object in XY Plane)

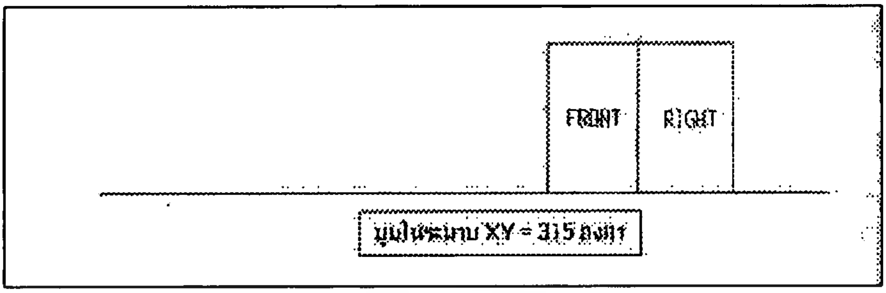
ในการเขียนแบบ 3 มิติโดยทั่ว ๆ ไปมักจะมีการเปลี่ยนแปลงมุมมองอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะหมุนวัตถุให้หันไปในทิศทางที่เอื้ออำนวยให้เราสามารถเขียนหรือแก้ไขวัตถุได้โดยง่าย ในการเปลี่ยนแปลงมุมมองใน 3 มิติ เราจะต้องทราบมุมที่กระทำในระนาบ XY และมุมที่กระทำจากระนาบ XY เพื่อที่จะกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของมุมมองหรือตำแหน่งตั้งกล้องให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ



จากรูป PLAN VIEW ข้างต้นนี้ แสดงค่ามุมต่าง ๆ ในระนาบ XY ค่ามุมเป็นบวกจะหมุนมุมมองทวนเข็มนาฬิกา ค่ามุมเป็นลบจะหมุมมุมมองตามเข็มนาฬิกา เมื่อเรามองรูปกล่อง 4 เหลี่ยม 3 มิติที่วางอยู่บนระนาบ XY จากด้านบน เราจะมองเห็นเพียงด้านบนของกล่อง 4 เหลี่ยมเท่านั้น หากต้องการมองเห็นด้านขวาของกล่อง 4 เหลี่ยม เราจะต้องไปยืนอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา แล้วมองเข้าไปที่จุดกำเนิด หากต้องการมองเห็นทางด้านซ้ายของกล่อง 4 เหลี่ยม เราจะต้องไปยืนที่ตำแหน่ง 180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

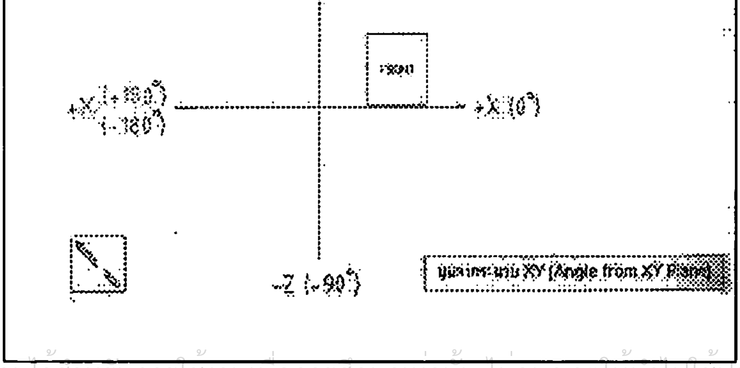
องศา แล้วมองเข้าไปที่จุดกำเนิด หากต้องการมองเห็นทางด้านหน้าและด้านขวาพร้อม ๆ กัน เราต้องไปยืนที่ตำแหน่งมุม 315 องศา ดังรูป



จากรูป เป็นรูปกล่อง 4 เหลี่ยมรูปเดียวกันแต่เปลี่ยนมุมมองใหม่ โดยตำแหน่งของมุมมองที่กระทำกับกล่อง 4 เหลี่ยมคือ 315 องศาในระนาบ XY เปรียบเสมือนว่าเราไปยืนอยู่ในตำแหน่งมุม 315 องศา แล้วมองเข้าไปที่จุดกำเนิด เพราะฉะนั้นเราจึงมองเห็นด้านหน้าและด้านขวา

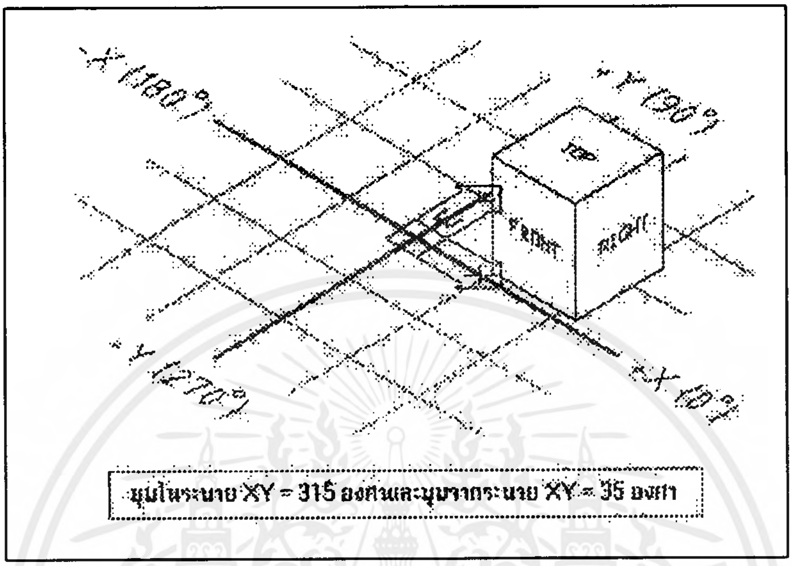
การมองวัตถุจากระนาบ XY (Viewing Object from XY Plane)

ค่ามุมจากระนาบ XY หมายถึง มุมที่กระทำขึ้นหรือลงตามแกน Z โดยทฤษฎีวัตถุจะอยู่ในตำแหน่ง 0,0,0 เราสามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งมุมมองไปรอบ ๆ วัตถุได้ โดยกำหนดค่ามุมจากระนาบ XY โดยสามารถใช้ค่ามุมได้ทั้งค่าบวกและค่าลบ ซึ่งมีค่ามุมมองระหว่าง 1 ถึง 180 องศา หรือ 0 ถึง –180 องศาค่ามุมที่เป็นบวกใช้สำหรับกำหนดมุมมองให้อยู่เหนือพื้นระนาบ XY ค่ามุมที่เป็นลบใช้สำหรับกำหนดมุมมองให้อยู่ใต้พื้นระนาบ XY ถ้าพูดใหม่ให้ง่ายขึ้น ค่ามุมเป็นบวกจะมองวัตถุจากด้านบน ค่ามุมเป็นลบจะมองวัตถุจากด้านล่าง ถ้ามุมมองมีค่าเข้าใกล้ 90 องศามากเท่าใด ตำแหน่งของมุมมองจะยิ่งเข้าใกล้เหนือวัตถุมากเท่านั้น ในทำนองเดียวกัน ถ้ามุมมองมีค่าเข้าใกล้ –90 องศามากเท่าใด มุมมองจะยิ่งเข้าใกล้ตำแหน่งที่อยู่ใต้วัตถุมากเท่านั้น ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางปฏิบัติ การกำหนดมุมมองนั้น เราจะต้องใช้ค่ามุมในระนาบ XY และค่ามุมจากระนาบ XY ทั้งสองประกอบกันในการกำหนดมุมมอง จากรูป เราใช้ค่ามุมในระนาบ XY เท่ากับ 315 องศา และใช้มุมจากระนาบ XY เท่ากับ 35 องศา เพื่อกำหนดตำแหน่งมุมมองที่จะมองเข้าไปยังวัตถุ



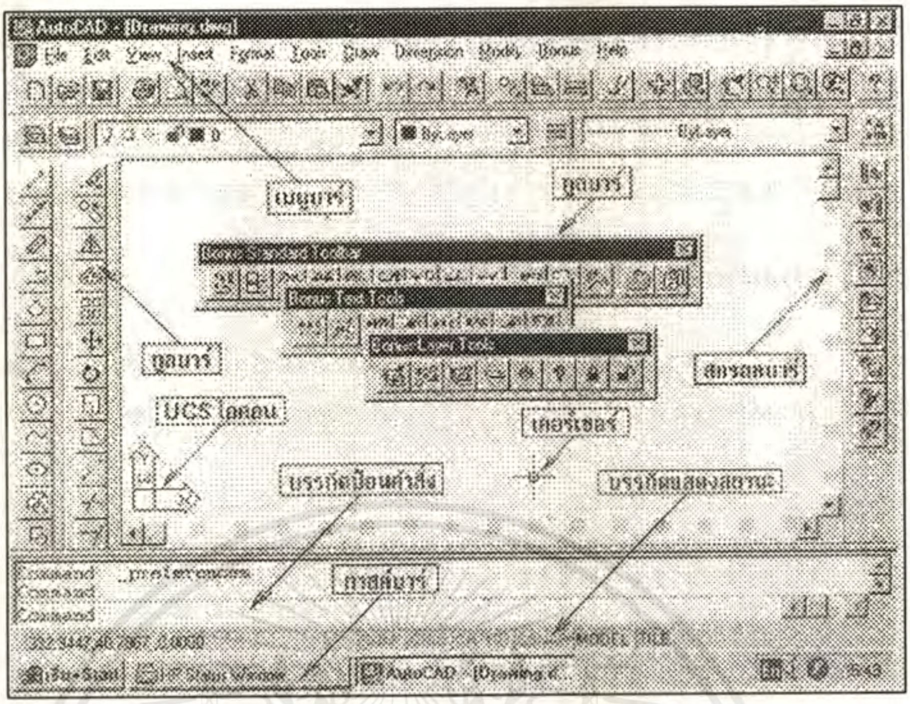
ระบบคอร์ออร์ดิเนทและการมองวัตถุใน 3 มิติค่อนข้างมีความสำคัญมากในการเขียนแบบ 3 มิติ ดังนั้น หากเรามีความเข้าใจระบบคอร์ออร์ดิเนทและการมองวัตถุใน 3 มิติเป็นอย่างดี จะช่วยให้เราสามารถเขียนวัตถุ 3 มิติได้ง่ายและปราศจากข้อผิดพลาด

การเตรียมพร้อม AutoCAD สำหรับงานเขียนแบบ 3 มิติ

ก่อนที่เราจะเริ่มลงมือเขียนภาพ 3 มิติให้มีรูปทรงตามต้องการ สิ่งที่สำคัญที่เราไม่อาจจะมองข้ามไปได้คือการเตรียม AutoCAD และสภาพแวดล้อมให้ Windows มีความพร้อมในงาน 3 มิติ เพื่อช่วยให้เราสามารถเขียนภาพ 3 มิติได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว สามารถมองเห็นรูปทรง 3 มิติได้จากมุมมองต่างๆ มีพื้นที่วาดภาพขนาดใหญ่เพียงพอต่อการแสดงภาพที่มีความละเอียดสูง มีเครื่องมือหรือคำสั่งต่างๆ อยู่ในตำแหน่งเรียกใช้งานได้สะดวก เป็นต้น

หลังจากที่ได้เลือกติดตั้ง AutoCAD Release14 แบบ Full Installation แล้วจอภาพจะปรากฏดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูปเป็นจอภาพของ AutoCAD ที่เรียกออกมาใช้งานครั้งแรกและยังมิได้มีการปรับแต่งใดๆเลย เราจะเห็นได้ว่าจอภาพของ AutoCAD ยังไม่มีความพร้อมที่จะใช้เขียนแบบ 3 มิติ เนื่องจากทูลบาร์ Bonus ยังลอยอยู่ในตำแหน่งที่ปิดบังวัตถุที่อยู่บนพื้นที่วาดภาพ ทูลบาร์ Draw และ Modify ยื่นออกไปนอกพื้นที่วาดภาพ ไม่สามารถใช้ปุ่ม Icon บางปุ่มได้ ความละเอียดในการแสดงผลต่ำ VGA 640x480 จุด พื้นที่วาดภาพมีเนื้อที่น้อยเกินไป จำนวนบรรทัดป้อนคำสั่ง (Command line) มีเกินความจะเป็นทำให้เสียพื้นที่วาดภาพไปส่วนหนึ่ง เพื่อให้การเขียนแบบ 3 มิติง่ายและสะดวกมากขึ้น เราจึงควรปรับแต่ง AutoCAD และสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการใช้งาน และเหมาะกับความต้องการของผู้ใช้ให้มากที่สุด เพื่อให้การเขียนแบบ 3 มิติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ชุดคำสั่งควบคุมการแสดงผลบนจอภาพ

ในการเขียนแบบ 3 มิติ การจัดพื้นที่วาดภาพได้อย่างเหมาะสม การจัดแบ่งวิวพอร์ทเพื่อแสดงมุมมองต่างๆของวัตถุได้อย่างถูกต้อง การเปลี่ยนมุมมองไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ล้วนแล้วแต่เป็นส่วนสำคัญที่จะสนับสนุนให้งานเขียนแบบสำเร็จลุล่วงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นเราจะศึกษาวิธีใช้คำสั่งต่างๆ ซึ่งใช้ควบคุมการแสดงผลบนจอภาพ โดยมีรายละเอียดการใช้คำสั่งดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VPORT–View/Tiled Viewports/..

คำสั่งนี้ใช้สำหรับแบ่งพื้นที่วาดภาพออกเป็นหลาย ๆ ส่วน แต่ละส่วนเรียกว่าวิวพอร์ท (Viewport) ซึ่งเราสามารถกำหนดรูปแบบของวิวพอร์ทให้แสดงวัตถุชิ้นเดียวกันในขนาดและมุมมองที่ต่างกันได้ เราสามารถเรียกใช้คำสั่งนี้ผ่านเมนูบาร์หรือพิมพ์คำสั่งผ่านคีย์บอร์ดดังนี้

Command: VPORTS
Save/Restore/delete/join/Single/?/2/<3>/4:

Save ใช้สำหรับบันทึกรูปแบบของวิวพอร์ทที่ปรากฏอยู่บนจอภาพในขณะนั้น เพื่อสะดวกในการเรียกกลับคืนมาใช้งาน เมื่อใช้ตัวเลือกนี้จะปรากฏข้อความ ?/Nane for new viewport configuration : ให้ตั้งชื่อโดยพิมพ์ชื่อรูปแบบวิวพอร์ท ผ่านคีย์บอร์ดแล้วกดปุ่ม Enter

Restore ใช้สำหรับเรียกคืนรูปแบบของวิวพอร์ทที่ถูกบันทึกด้วยตัวเลือก Save ให้กลับมาปรากฏบนจอภาพ เมื่อใช้ตัวเลือกนี้จะปรากฏข้อความ ?/Name of yiewport configuration to restore : ให้พิมพ์ชื่อรูปแบบวิวพอร์ทที่ต้องการ หากจำชื่อไม่ได้ให้พิมพ์เครื่องหมาย ? แล้วกดปุ่ม Enter จะปรากฏรายชื่อรูปแบบวิวพอร์ททั้งหมดขึ้นมาบนหน้าต่าง AutoCAD Text Window แล้วจึงพิมพ์ชื่อรูปแบบวิวพอร์ทที่ต้องการเรียกคืน แล้วกดปุ่ม Enter

Delete ใช้สำหรับลบรูปแบบวิวพอร์ทที่ถูกบันทึกไว้ด้วย Save เมื่อใช้ตัวเลือกนี้จะปรากฏข้อความ ?/Name of viewport configuration to delete : พิมพ์ชื่อรูปแบบวิวพอร์ทที่ต้องการลบ แล้วกดปุ่ม Enter

Join ใช้สำหรับลบรูปแบบวิวพอร์ทที่ถูกบันทึกไว้ด้วยตัวเลือก Save เมื่อใช้ตัวเลือกนี้จะปรากฏข้อความ Select dominant viewport<current> : ให้กดปุ่ม Enter ในกรณีที่ต้องการใช้วิวพอร์ทใช้งานหรือคลิ๊กบนวิวพอร์ทอื่นใดเพื่อกำหนดวิวพอร์ทใช้งานใหม่ แล้วจะปรากฏข้อความ Select viewport to join : ให้คลิ๊กบนวิวพอร์ทที่ต้องการรวมเข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Single พิมพ์ตัวเลือก SI เพื่อขยายวิวพอร์ทใช้งานให้ใหญ่ขึ้นเต็มพื้นที่วาดภาพซึ่งจะเหลือเพียง วิวพอร์ทเดียวเท่านั้น

? พิมพ์เครื่องหมาย ? เพื่อแสดงรายชื่อและคอร์ออร์ดิเนทของวิวพอร์ท

2 พิมพ์เลข 2 เพื่อสร้าง 2 วิวพอร์ท เมื่อใช้ตัวเลือกนี้จะปรากฏข้อความ Horizontal/<Vertical>: กดปุ่ม Enter เพื่อสร้าง 2 วิวพอร์ทในแนวตั้ง พิมพ์ H แล้วกดปุ่ม Enter เพื่อสร้าง 2 วิวพอร์ทในแนวนอน

<3> เมื่อเข้ามาในคำสั่ง VPORTS ตัวเลือกนี้จะเป็นตัวเลือกใช้งาน นั่นหมายถึงถ้ากดปุ่ม ENTER โปรแกรมจะใช้ตัวเลือกนี้ เพื่อสร้าง 3 วิวพอร์ท และจะปรากฏข้อความ Horizontal/Vertical/Above/Below/Left/<Right>: กดปุ่ม Enter เพื่อสร้าง 3 วิวพอร์ทหรืออาจพิมพ์ตัวเลือกเพื่อเลือก 3 วิวพอร์ทแบบอื่นๆ

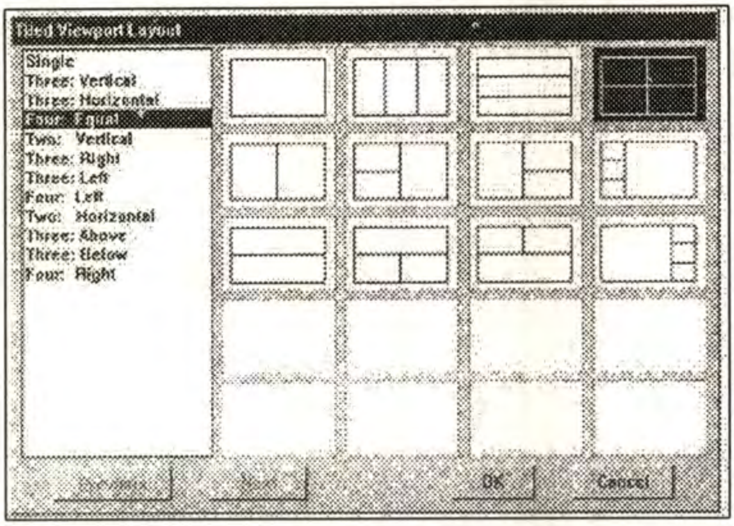
4 ใช้ตัวเลือกนี้สร้าง 4 วิวพอร์ทที่มีขนาดเท่าๆ กัน

หากเราใช้คำสั่ง View/Tiled Viewports/ ผ่านเมนูบาร์ จะมีตัวเลือก Layout เพิ่มขึ้น ตัวเลือก Layout นี้ค่อนข้างสะดวกในการใช้งาน เพราะสามารถมองเห็นตัวอย่างวิวพอร์ทที่ต้องการก่อนกำหนดรูปแบบจริง

View/Tiled Viewports/Laout..

เมื่อเลือกคำสั่งนี้จะปรากฏไดอะล็อคบอกซ์ดังรูป แสดงตัวอย่างของวิวพอร์ทรูปแบบต่างๆ ที่โปรแกรมกำหนดมาให้ หากต้องการวิวพอร์ทแบบใด เพียงแต่ใช้เมาส์คลิ๊กบนชื่อวิวพอร์ทหรือบนรูปไอคอนแสดงรูบแบบของวิวพอร์ทได้ตามต้องการ เมื่อคลิ๊กบนปุ่ม OK พื้นที่วาดภาพจะถูกแบ่งออกเป็นวิวพอร์ทตามรูปแบบที่เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



VIEW

ใช้สำหรับบันทึกและเรียกคืนมุมมอง(View)ที่ถูกบันทึกไว้ออกมาใช้งาน โดยพิมพ์คำสั่งผ่าน คีย์บอร์ดดังนี้

Command: VIEW ?/Delete/restore/Save/Window:

? พิมพ์เครื่องหมาย ? แล้วกดปุ่ม Enter เพื่อแสดงรายชื่อของมุมมอง (View) ที่ถูกบันทึกไว้ขึ้นมาบนช่องหน้าต่าง AutoCAD Text Windows กดปุ่ม F2 เพื่อปิดช่องหน้าต่างหรือพิมพ์ตัวเลือกอื่นๆ ต่อไป

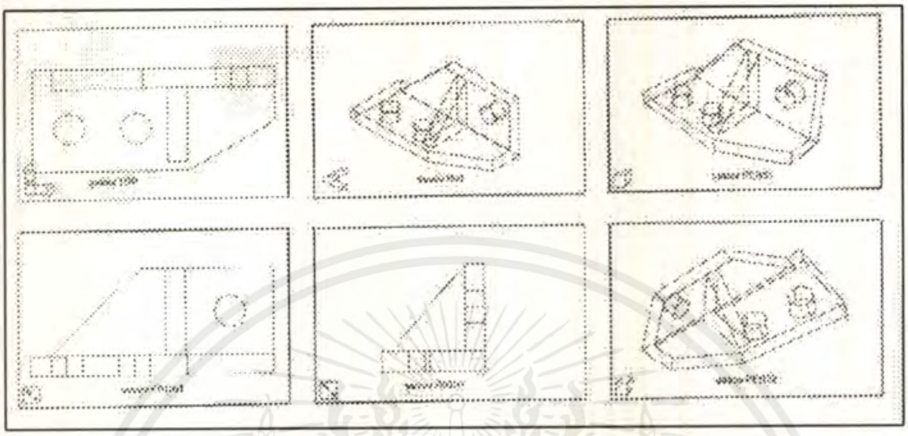
Delete ใช้ตัวเลือกนี้สำหรับลบมุมมอง (View) ที่ไม่ต้องการใช้งานออกไป

Restore ใช้สำหรับเรียกคืนมุมมอง (View) ที่ถูกบันทึกด้วยตัวเลือก Save ให้ปรากฏบนพื้นที่วาดภาพหรือวิวพอร์ทใช้งาน ซึ่งจะปรากฏข้อความ View name to restore : ให้พิมพ์ชื่อมุมมองที่ต้องการหากจำไม่ได้ ให้ใช้เครื่องหมาย ?

Save ใช้สำหรับบันทึกมุมมอง(View)ใช้งาน ซึ่งจะปรากฏข้อความ View name to restore : ให้ตั้งชื่อมุมมองโดยพิมพ์ชื่อผ่านคีย์บอร์ด

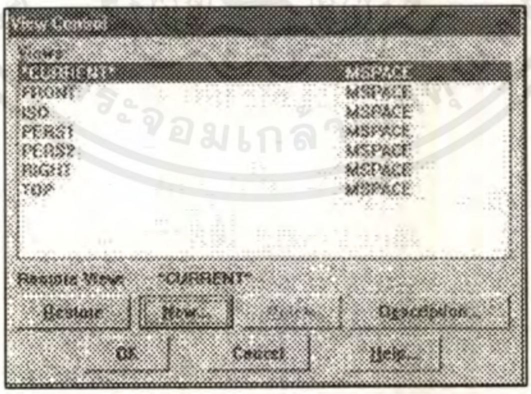
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Window ใช้บันทึกมุมมอง โดยกำหนดกรอบหน้าต่าง ซึ่งจะปรากฏข้อความ View name to save : ให้ตั้งชื่อมุมมองโดยพิมพ์ชื่อผ่านคีย์บอร์ด จะปรากฏ First corner : ให้ใช้เมาส์ คลิ๊กที่มุมบนด้านซ้ายของมุมมอง จะปรากฏ Other corner : ให้ใช้เมาส์คลิ๊กที่มุมล่างด้านขวาของมุมมอง



DDVIEW--View/Named View

คำสั่งนี้เหมือนกับคำสั่ง VIEW ใช้สำหรับบันทึกและเรียกคืนมุมมอง (View) โดยใช้คำสั่งผ่านไดอะล็อคบอกซ์ คำสั่งนี้ใช้งานสะดวกมากกว่าคำสั่ง VIEW ในกรณีเรียกคืนมุมมอง เนื่องจากเราไม่ต้องพิมพ์ชื่อมุมมองผ่านคีย์บอร์ด เพียงแต่ใช้เมาส์คลิ๊กบนชื่อมุมมองบนไดอะล็อคบอกซ์เท่านั้น เมื่อใช้คำสั่ง DDVIEW จะปรากฏไดอะล็อคบอกซ์ดังรูป

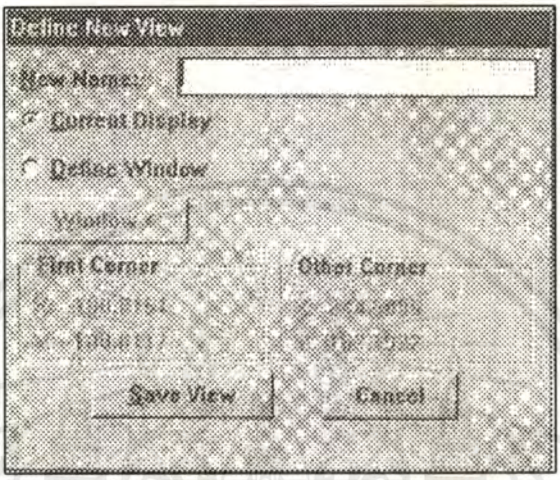


Views ในช่องหน้าต่าง Views จะแสดงรายชื่อมุมมอง (View) ทั้งหมดที่มีอยู่ซึ่งบันทึกจากปุ่ม New มุมมอง *CURRENT* หมายถึงมุมมองของจอภาพปัจจุบัน ส่วน Mspace Model Space และ PSPACE หมายถึงอยู่ใน Paper Space

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Restore คลิ๊กบนชื่อมุมมอง (View) ในช่องหน้าต่าง แล้วคลิ๊กบนปุ่ม Restore นี้ เพื่อเรียกคืนมุมมองนั้น

New ใช้ปุ่มนี้สำหรับบันทึกมุมมองใหม่ เมื่อคลิ๊กบนปุ่ม New จะปรากฏไดอะล็อคบอกซ์ดังรูป



New Name ตั้งชื่อมุมมองใหม่ โดยพิมพ์ชื่อเข้าในในอิดิทบอกซ์นี้

Current Display เมื่อใช้ปุ่มเรดิโอนี้ โปรแกรมจะกำหนดมุมมองโดยใช้มุมมองของพื้นที่วาดภาพที่ปรากฏในปัจจุบัน Define Window ในกรณีที่ไม่ต้องการใช้มุมมองของพื้นที่วาดภาพที่ปรากฏในปัจจุบันเราสามารถสร้างกรอบหน้าต่างสี่เหลี่ยมชั่วคราวเพื่อกำหนดมุมมองโดยคลิ๊กบนปุ่มเรดิโอนี้

Window< ปุ่มนี้จะใช้งานได้ก็ต่อเมื่อเราได้เลือก Define Window ไว้แล้ว ใช้สำหรับกำหนดขนาดของกรอบหน้าต่างสี่เหลี่ยมชั่วคราวเพื่อหนดมุมมอง

First Corner แสดงค่าคอร์ออร์ดิเนทมุมที่หนึ่งที่กำหนดบนพื้นที่วาดภาพ

Other Corner แสดงค่าคอร์ออร์ดิเนทมุมที่สองที่กำหนดบนพื้นที่วาดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

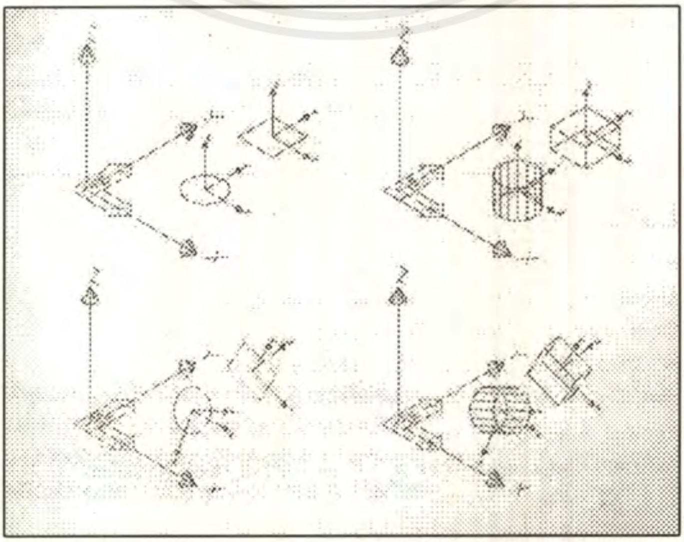
Save View ใช้สำหรับบันทึกมุมมอง(View)เพื่อเรียกกลับคืนมาด้วยปุ่ม Restore ปุ่มนี้จะทำงานก็ต่อเมื่อได้มีการตั้งชื่อมุมมองไว้แล้ว

Delete คลิ๊กบนชื่อมุมมอง (View) ที่ต้องการลบ แล้วคลิ๊กบนปุ่มนี้ โปรแกรมจะลบมุมมอง (View) ดังกล่าวทิ้งไป

Description คลิ๊กบนชื่อมุมมอง (View) ที่ต้องการทราบรายละเอียด แล้วคลิ๊กบนปุ่มนี้ โปรแกรมจะรายงานสถานะต่างๆ ของมุมมองอาทิ เช่น ความกว้าง ความสูง ค่าคอร์ออร์ดิเนทของมุมมอง โหมดเปอร์สเปคทีฟความยาวเลนซ์ ระนาบซ่อนด้านหน้า (Front Clipping) ระนาบซ่อนด้านหลัง (Back Clipping) เป็นต้น

ชุดคำสั่งควบคุมการวาดภาพ

หลังจากที่เราสามารถสร้างวิวพอร์ทในรูปแบบต่างๆ สามารถควบคุมการเปลี่ยนมุมมองไปยังทิศทางที่ต้องการและสามารถบันทึกมุมมองเก็บไว้เพื่อสะดวกในการเรียงออกมาใช้งานได้อย่างมั่นใจแล้ว ต่อไปเราจะมาทำความเข้าใจกับคำสั่งสำหรับควบคุมการวาดภาพและคำสั่งช่วยในการวาดภาพอย่างละเอียด แต่ที่จะกล่าวในที่นี้จะเกี่ยวข้องเฉพาะคำสั่งควบคุมการวาดภาพในระบบ 3 มิติเท่านั้น คำสั่งควบคุมการวาดภาพเป็นหัวใจสำคัญที่จะช่วยให้เรากำหนดทิศทางการหันเหและตำแหน่งของวัตถุใน 3 มิติได้ตามต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปโดยทั่วไปการเขียนภาพ 3 มิติสามารถทำได้ 2 วิธีคือการเขียนภาพวัตถุเป็น 2 มิติแล้วเพิ่มความหนาให้เป็น 3 มิติส่วนอีกวิธีหนึ่งคือการเขียนภาพวัตถุเป็น 3 มิติโดยตรง ไม่ว่าจะเป็นการเขียนด้วยวิธีใดก็ตามวัตถุ 3 มิติจะขนาดไปกับระนาบ XY และมีความหนา (ถ้ามี) พุ่งไปตามทิศทางของแกน Z ของ User Coordinate System (UCS) ใช้งาน โดยปกติแกน X Y Z ของ UCS จะชี้ไปในทิศทางเดียวกันกับแกน X Y Z ของ World Coordinate System (WCS) และมีจุดกำเนิดที่ 0,0,0 เหมือนกัน หากเราเขียนภาพวัตถุ 3 มิติ วัตถุดังกล่าวจะมีความหนายื่นออกไปในแนวแกน Z ของทั้ง UCS และ WCS หากเราต้องการเขียนวัตถุให้หันเหไปในทิศทางอื่น เราจะต้องปรับระนาบ XY ของ UCS ใช้งานให้หันเหไปทิศทางนั้นเสียก่อน แล้วจึงจะเขียนภาพวัตถุให้หันไปในทิศทางนั้นได้

UCS—Tools/UCS –

ใช้สำหรับกำหนดทิศทางการหันเหของระนาบ XY ของ UCS

Origin ใช้สำหรับเคลื่อนย้ายจุดกำเนิด (0,0,0) ของ UCS ไปยังตำแหน่งใหม่เมื่อใช้ตัวเลือกนี้

Zaxis ใช้สำหรับกำหนดระนาบ XY ให้ตั้งฉากกับแกน Z

3Point ใช้ในกรณีต้องการเขียนวัตถุ 2 หรือ 3 มิติให้ทำมุมเอียงกับระนาบที่ต้องการ โดยกำหนดจุดกำเนิด แกน X และแกน Y ตามลำดับ

Object ใช้สำหรับปรับระนาบ XY ของ UCS ให้อยู่ในระนาบเดียวกันกับวัตถุที่ถูกเลือก วัตถุที่สามารถใช้กับตัวเลือกนี้ได้คือ LINE , ARC , CIRCLE , 2D POLYLINE , 2D SOLID , 3D FACE , DONUT , POLYGON , TEXT , DIMENSION , 2D BLOCK เป็นต้น

View ใช้ตัวเลือกนี้สำหรับปรับระนาบ XY ของ UCS ให้ตั้งฉากกับระนาบขอบวิวพอร์ท เราจะใช้ตัวเลือกนี้ในกรณีที่มีการปรับแต่งพื้นที่วาดภาพออกเป็นหลายวิวพอร์ท อาทิเช่น Top , Front , Right Side เป็นต้น หากต้องการที่จะเขียนวัตถุให้ขนานกับระนาบของวิวพอร์ท Front เราเพียงแต่คลิ๊กบนวิวอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นวิวพอร์ทใช้งาน แล้วใช้ตัวเลือก UCS View ระนาบ XY ของ UCS จะตั้งฉากกับมุมมองปัจจุบันและจะขนานไปกับวิวพอร์ท Front

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X ใช้สำหรับหมุน UCS ใช้งานรอบแกน X

Y ใช้สำหรับหมุน UCS ใช้งานรอบแกน Y

Z ใช้สำหรับหมุน UCS ใช้งานรอบแกน Z

Prev ใช้ตัวเลือกนี้สำหรับย้อนกลับผลของการปรับระนาบ UCS โปรแกรมจะจดจำการปรับระนาบ UCS ถึง 10 ครั้งที่ผ่านมาในโมเดลเปสและ 140 ครั้งที่ผ่านมาในเปเปอร์สเปส Restore ใช้สำหรับเรียกคืน UCS ที่บันทึกไว้ เมื่อเลือกตัวเลือกนี้ เราจะต้องระบุชื่อ UCS ที่บันทึกไว้ด้วยตัวเลือก Save เพื่อเรียก UCS ดังกล่าวกลับมาใช้งาน

Save ใช้สำหรับบันทึก UCS ใช้งาน เพื่อสะดวกในการเรียกใช้ครั้งต่อไป โดยไม่ต้องเสียเวลาปรับมุมของระนาบใหม่ เมื่อใช้ตัวเลือกนี้ เราจะต้องตั้งชื่อ UCS เพื่อเรียกกลับมาใช้งานด้วยตัวเลือก Restore

Del ใช้สำหรับลบ UCS ที่บันทึกไว้ด้วยตัวเลือก Save โดยระบุชื่อ UCS ที่ต้องการลบ

? พิมพ์เครื่องหมาย ? เพื่อแสดงรายชื่อ UCS ที่บันทึกไว้ทั้งหมด

<World> ใช้สำหรับปรับระนาบ XY ของ UCS ใช้งานให้กลับอยู่ในตำแหน่งและทิศทางเดียวกับระนาบ XY ของ WCS (World Coordinate System)

UCSICON—View/Display/UCS Icon –

ON ใช้สำหรับแสดง UCS ไอคอนบนวิวพอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OFF ใช้สำหรับซ่อน UCS ไอคอนไม่ให้ปรากฏบนวิวพอร์ท

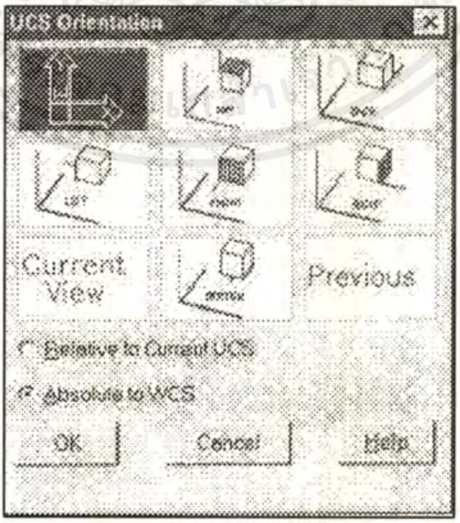
All ใช้ตัวเลือกนี้สำหรับบังคับให้การปรับแต่ง UCS ใด ๆ มีผลการเปลี่ยนแปลงในทุกวิวพอร์ท ตัวอย่างเช่น เมื่อเลือกตัวเลือก OFF ถัดจากตัวเลือกนี้จะทำให้ UCS ไอคอนในทุก ๆ วิวพอร์ทหายไปจากจอภาพ

Noorigin กำหนดให้ UCS ไอคอนปรากฏที่มุมล่างด้านซ้ายของวิวพอร์ท หรือพื้นที่วาดภาพ โดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งที่แท้จริงของจุดกำเนิดของ UCS

Origin ใช้ตัวเลือกนี้เพื่อบังคับให้ UCS ไอคอนไปปรากฏที่จุดกำเนิด 0,0,0 ของระบบคอร์ออร์ดิเนทใช้งาน ถ้าจุดกำเนิดอยู่นอกขอบเขตของจอภาพปัจจุบัน UCS ไอคอนจะปรากฏที่มุมล่างด้านซ้ายของวิวพอร์ท หรือพื้นที่วาดภาพ

DDUCSP – Tools/UCS/Preset UCS –

ใช้สำหรับการกำหนดทิศทางการหันเหของระนาบ XY ของ UCS โดยที่เราสามารถที่จะหันเหระนาบ XY ของ UCS ไปในด้านต่าง ๆ ซึ่งโปรแกรมได้กำหนดไว้ให้ล่วงหน้าแล้ว อาทิเช่น TOP , BOTTOM , FRONT , BACK , RIGHT , LEFT ในการเรียกคำสั่งออกมาใช้งาน เราสามารถใช้เมาส์คลิ๊กบนรูปไอคอนบนไดอะล็อคบอกซ์ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

World เรียกคืน World Coordinate System

Current View ใช้ตัวเลือกนี้สำหรับปรับระนาบ XY ของ UCS ให้ตั้งฉากกับมุมมองของพื้นที่วาดภาพหรือวิวพอร์ท ไอคอนนี้มีการใช้งานเหมือนกับคำสั่ง UCS View Previous ใช้ตัวเลือกนี้สำหรับย้อนกลับผลของการปรับระนาบ UCS ไอคอนนี้มีการใช้งานเหมือนกับคำสั่ง UCS Prev

Relative to Current UCS การปรับทิศทางของระนาบ XY จะสัมพันธ์กับ UCS ใช้งาน

Absolute to WCS การปรับทิศทางของระนาบ XY จะสัมพันธ์กับ WCS

DDUCS – Tools/UCS/Named UCS—

ใช้คำสั่งนี้สำหรับจัดการกับ UCS ที่ผู้ใช้บันทึกไว้ก่อนแล้ว เมื่อเรียกคำสั่งนี้ออกมาใช้งานจะปรากฏไดอะล็อคบอกซ์ หากต้องการจัดการกับ UCS ใด ๆ ซึ่งอยู่ในช่องหน้าต่าง UCS Names ให้คลิ๊กเพื่อเลือก UCS นั้น แล้วจึงคลิ๊กบนปุ่มใดปุ่มหนึ่งต่อไปนี้

Current ใช้สำหรับกำหนด UCS ที่ถูกเลือกให้เป็น UCS ใช้งาน
Delete ใช้สำหรับลบ UCS ที่ไม่ต้องการ
List ใช้สำหรับแสดงรายละเอียดคอร์ออร์ดิเนทของ UCS ที่ถูกเลือก
Rename To ใช้สำหรับเปลี่ยนชื่อ UCS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การพัฒนาระบบและผลการพัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การพัฒนาระบบและผลการพัฒนาระบบ

จากการศึกษาค้นคว้าโครงร่างปัญหาพิเศษเรื่องการสร้างแบบจำลองสภาพจริงและการวิเคราะห์โดยการสมมติปัญหาที่เป็นสถานการณ์จริงของโรงพยาบาลศรีสังวร ซึ่งใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะสามารถแก้สถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นนั้น เราได้นำเสนอผ่าน web site ซึ่งภายใน web site นั้นจะกล่าวถึงผลการจำลองสภาพจริงของโรงพยาบาลโดยจัดทำเป็นแผนผังการจ่ายไฟฟ้าเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง พร้อมทั้งโมเดลของอาคารที่มีรายละเอียดของขนาดของกระแสไฟฟ้าที่รับมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นอกจากนั้นยังมีส่วนของการคำนวณทางไฟฟ้า ซึ่งผู้สนใจสามารถใช้โปรแกรมนี้คำนวณได้เลยเนื่องจากว่าเราได้สร้างเป็นหน้าจอการคำนวณซึ่งง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งโครงงานนี้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับการแก้ปัญหาที่เกิดจากระบบไฟฟ้าขัดข้อง และเป็นตัวอย่างสำหรับผู้ที่สนใจได้นำไปปรับปรุงแก้ไขกับสถานที่อื่นๆต่อไป

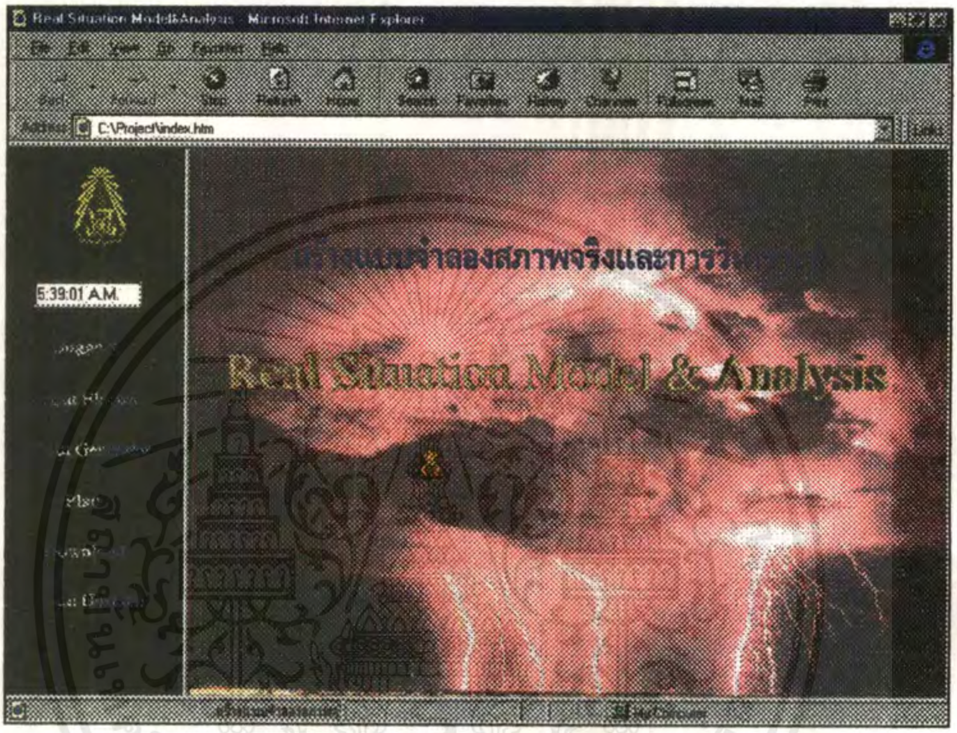
โครงงานนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากหลายฝ่ายทั้งที่เป็นเอกสารอ้างอิง การสัมภาษณ์จากคณะวิศวกรก่อสร้างของโรงพยาบาล นายช่างผู้ควบคุมการเดินสายไฟของโรงพยาบาล อีกทั้งข้อมูลบางส่วนจากโรงพยาบาลศรีสังวรเอง เพื่อให้โครงงานได้สมบูรณ์ แต่กระนั้นการศึกษาโครงงานนี้ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลในระยะเวลาที่จำกัดและตัวข้อมูลเป็นไฟล์ขนาดใหญ่อาจทำให้เกิดปัญหาและข้อผิดพลาดบางประการได้ ทั้งนี้ทางผู้จัดทำพยามยามหาทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด

ในส่วนของการนำเสนอมีข้อจำกัดในการโหลดข้อมูล เนื่องมาจากข้อมูลที่เป็นรูปภาพได้ถูกจัดเก็บเป็นไฟล์ขนาดใหญ่ ซึ่งก่อให้เกิดความล่าช้าในการนำเสนอเพราะคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ยังมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอกับงานทางด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>3.1 การเรียกเข้าโปรแกรม</u>

ขั้นตอนแรกจะต้องทำการเรียก Browser (ซึ่งควรจะเป็นเวอร์ชั่นใหม่ๆ เช่น IE 4.x ขึ้นไป) และข้อมูลทั้งหมดจะต้องอยู่ใน Directory c:\project หลังจากนั้นจะทำการเปิดไฟล์ที่ชื่อ index.htm แล้วจะปรากฏหน้าจอดังรูป

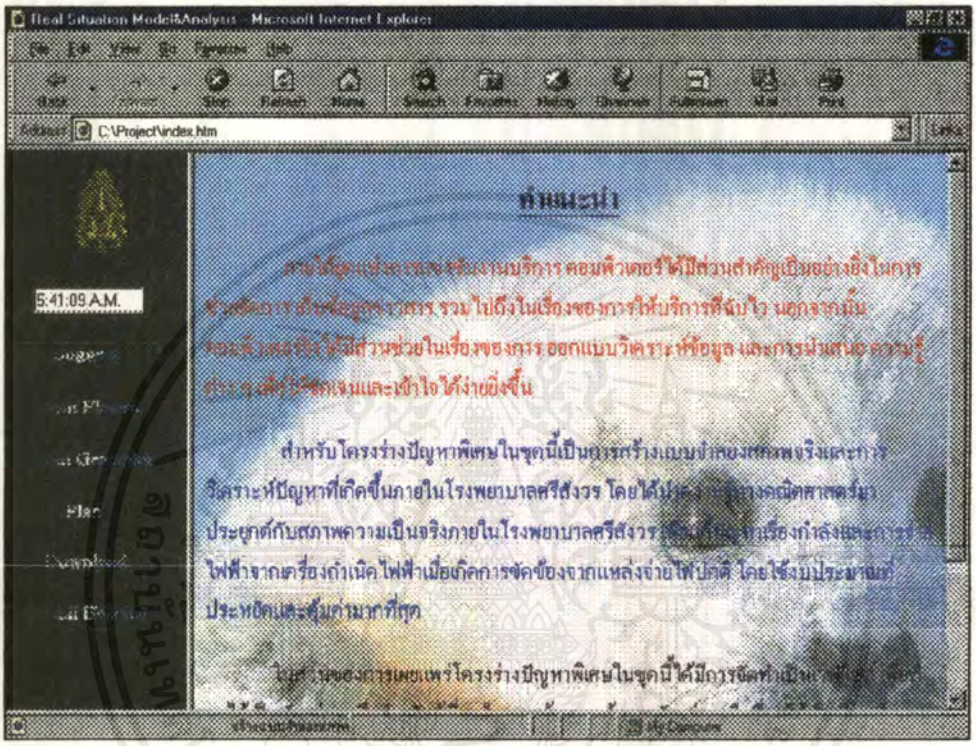


รูป 3 - 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะมีเมนูด้านซ้ายมือแสดงถึงรายละเอียดต่างๆของเว็ปไซต์นี้คือ

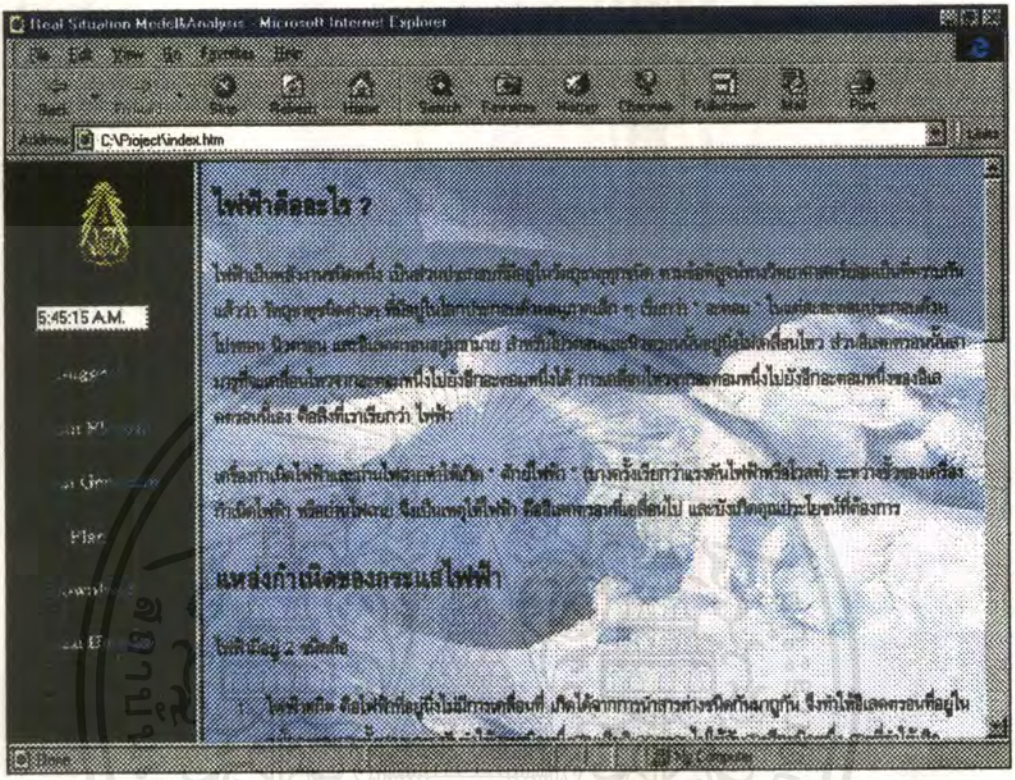
1. Suggest เป็นการกล่าวถึงรายละเอียดของเวปไซด์นี้ ซึ่งเป็นเว็ปไซด์ที่ได้รวบรวมรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อปัญหาพิเศษเรื่อง สร้างแบบจำลองสภาพจริงและการวิเคราะห์ (Real Situation Model & Analysis) รวมทั้งแสดงรายชื่อของอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะผู้จัดทำ



รูป 3 - 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

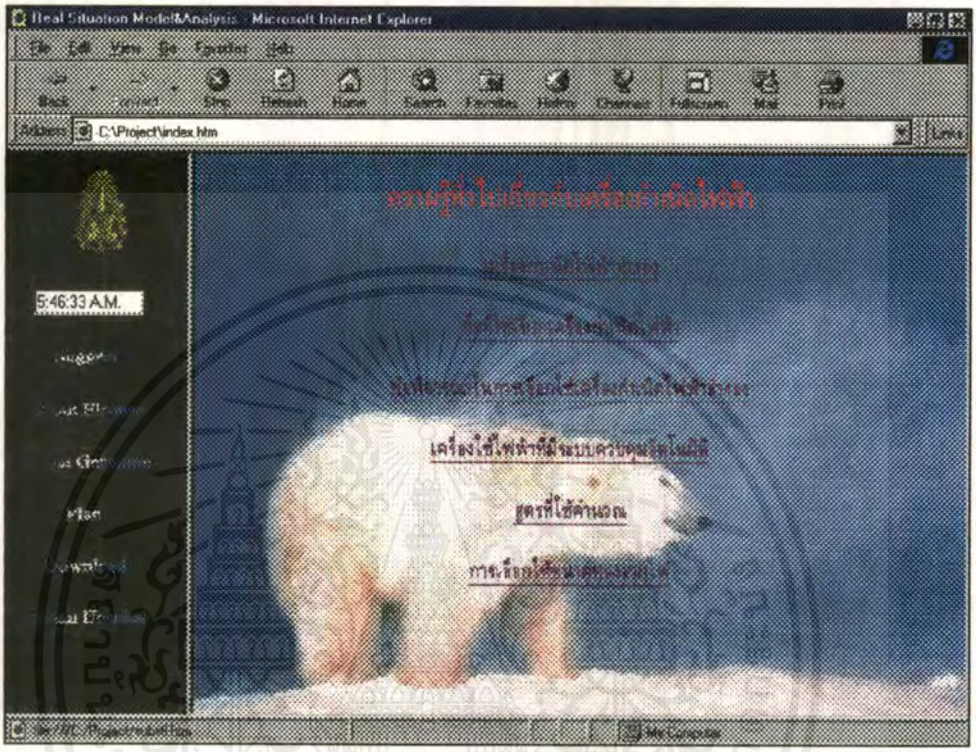
2. About Electric เป็นการกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไฟฟ้า แหล่งกำเนิดไฟฟ้า และชนิดของไฟฟ้า



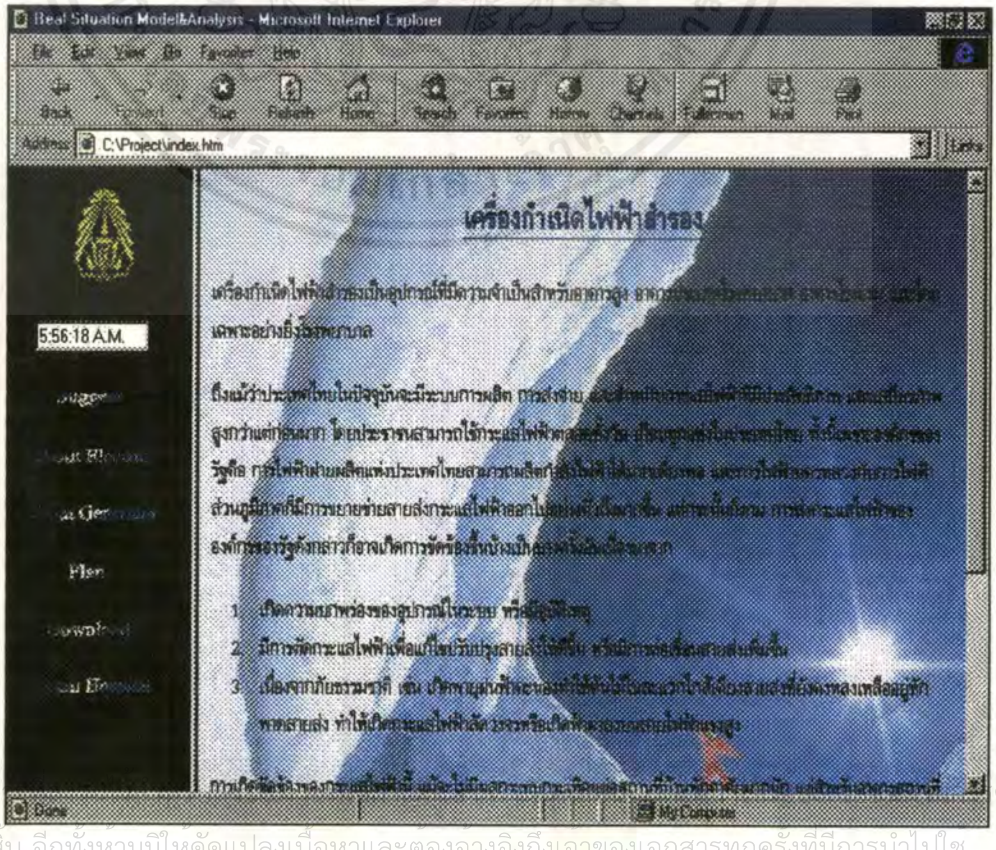
รูป 3 - 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. About Generator เป็นการกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ชื่อที่ใช้เรียกเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ข้อพิจารณาในการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าสำรอง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเครื่องควบคุมอัตโนมัติ สูตรที่ใช้คำนวนในการหาค่ากระแสไฟฟ้า ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและขนาดของหม้อแปลง รวมทั้งหลักในการเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับปริมาณของกระแสไฟฟ้า

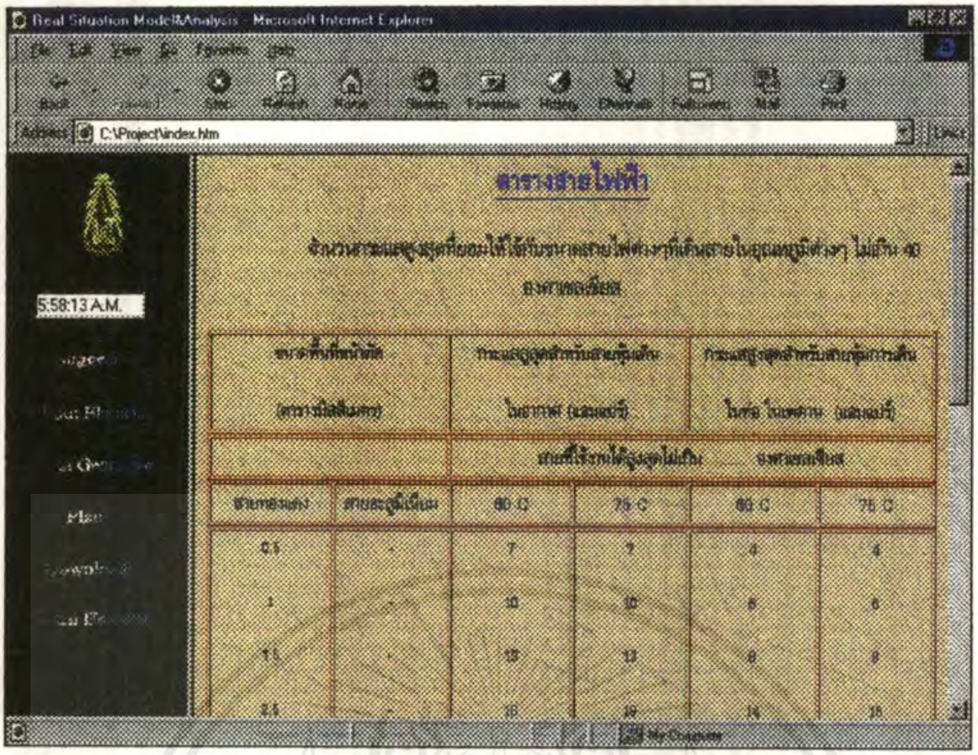


รูป 3 – 4



เอกสารนี้เป็นเอกส... ค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

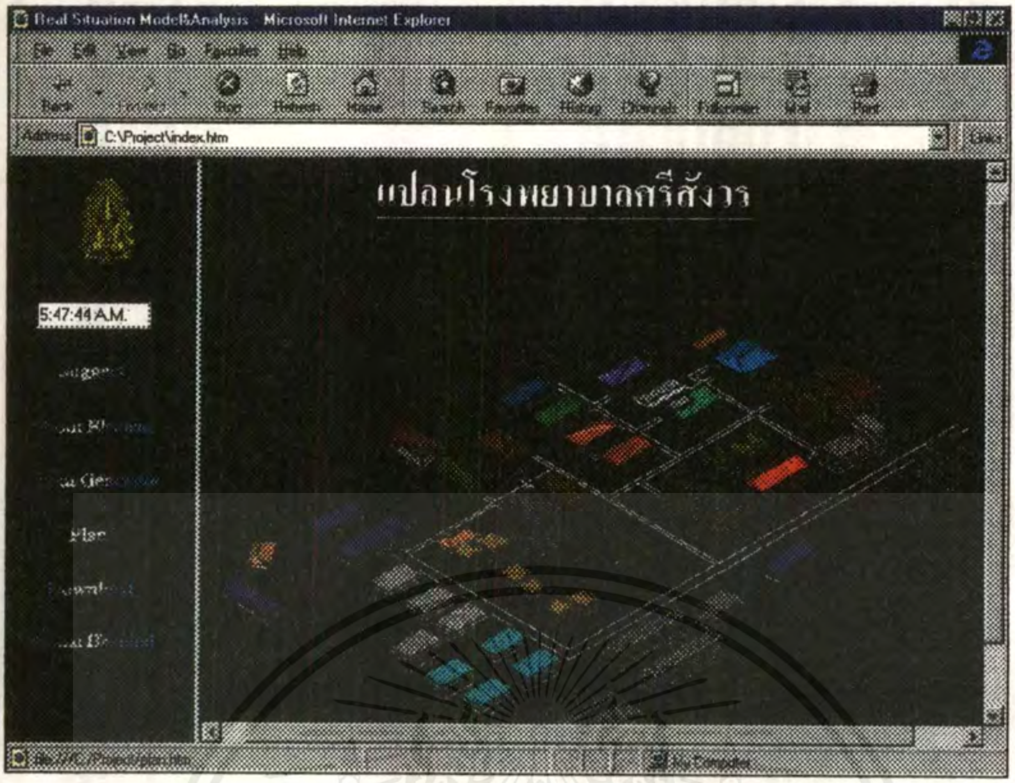
รูป 3 - 5



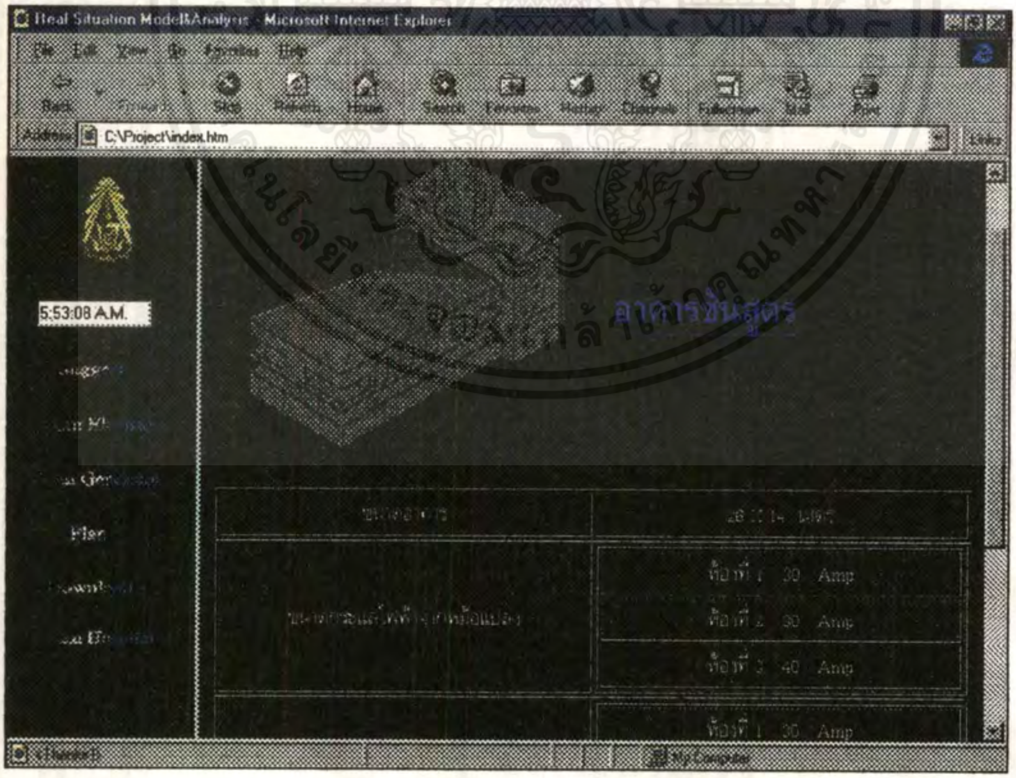
รูป 3 – 6

4. **Plan** เป็นการสร้างแบบจำลองของโรงพยาบาลศรีสังวร จังหวัดสุโขทัย โดยใช้โปรแกรม AutoCAD และมีการแสดงถึงรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับขนาดของอาคาร ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ และขนาดกระแสไฟฟ้าที่ได้รับจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



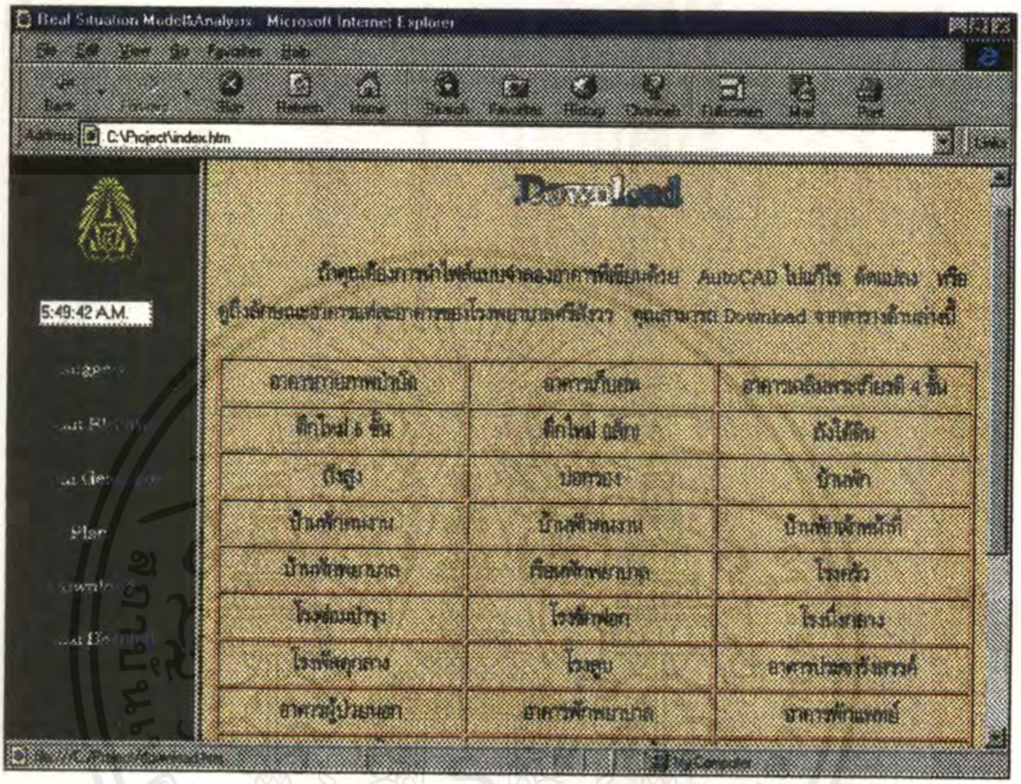
รูป 3 - 7



รูป 3 - 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

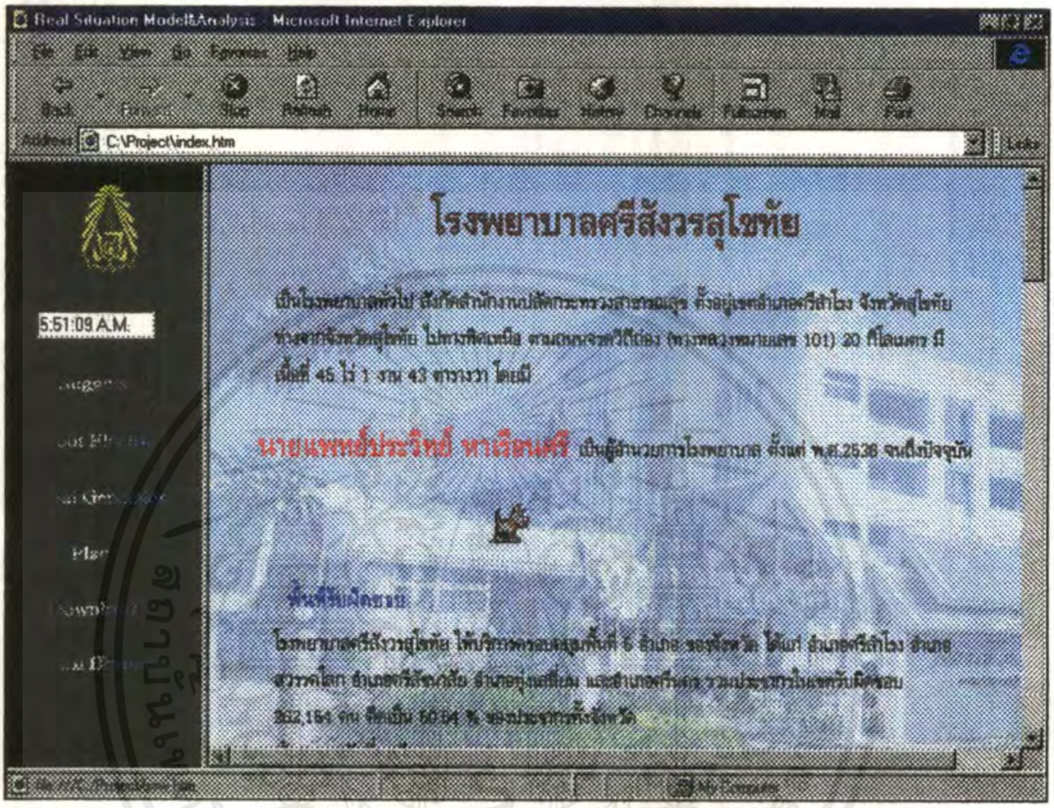
5. Download เป็นการรวบรวมไฟล์ข้อมูลที่สร้างมาจากโปรแกรม AutoCAD เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถดาวน์โหลดนำไปศึกษาเพิ่มเติม ดัดแปลง แก้ไข ใน AutoCAD ได้โดยสะดวก อีกทั้งมีโปรแกรมสำหรับช่วยในการคำนวณหากระแสไฟฟ้า ขนาดของหม้อแปลง และขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า



รูป 3 – 9

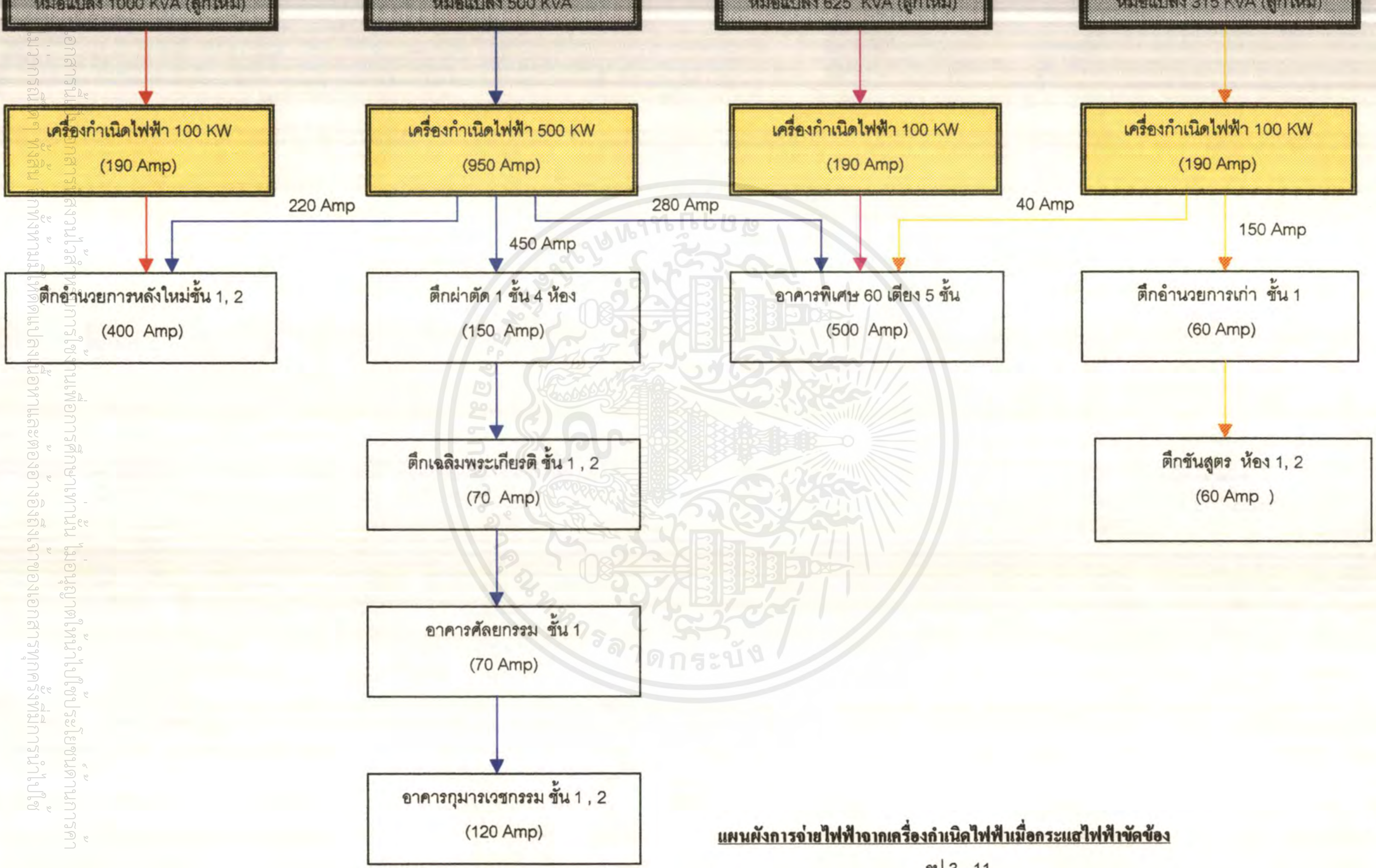
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. **Detail Hospital เป็นการกล่าวถึงรายละเอียดต่างๆของโรงพยาบาลศรีสังวร จังหวัดสุโขทัย อาทิเช่น สถานที่ตั้ง พื้นที่ของโรงพยาบาล สถานบริการสาธารณสุขที่เป็นลูกข่าย จำนวนหอผู้ป่วยและจำนวนเตียง ข้อมูลบุคลากรโรงพยาบาล และอื่น ๆ**



รูป 3 - 10

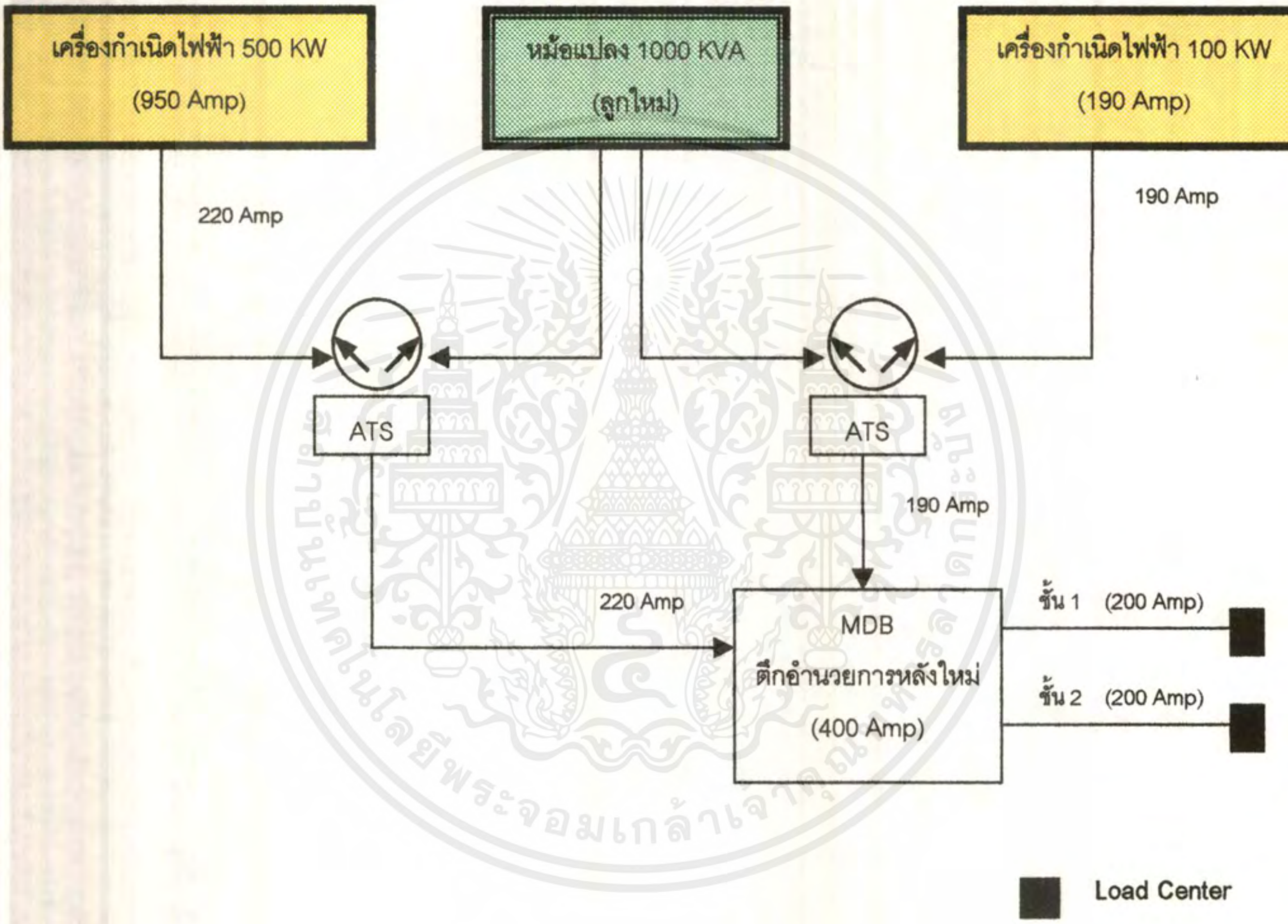
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนผังการจ่ายไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

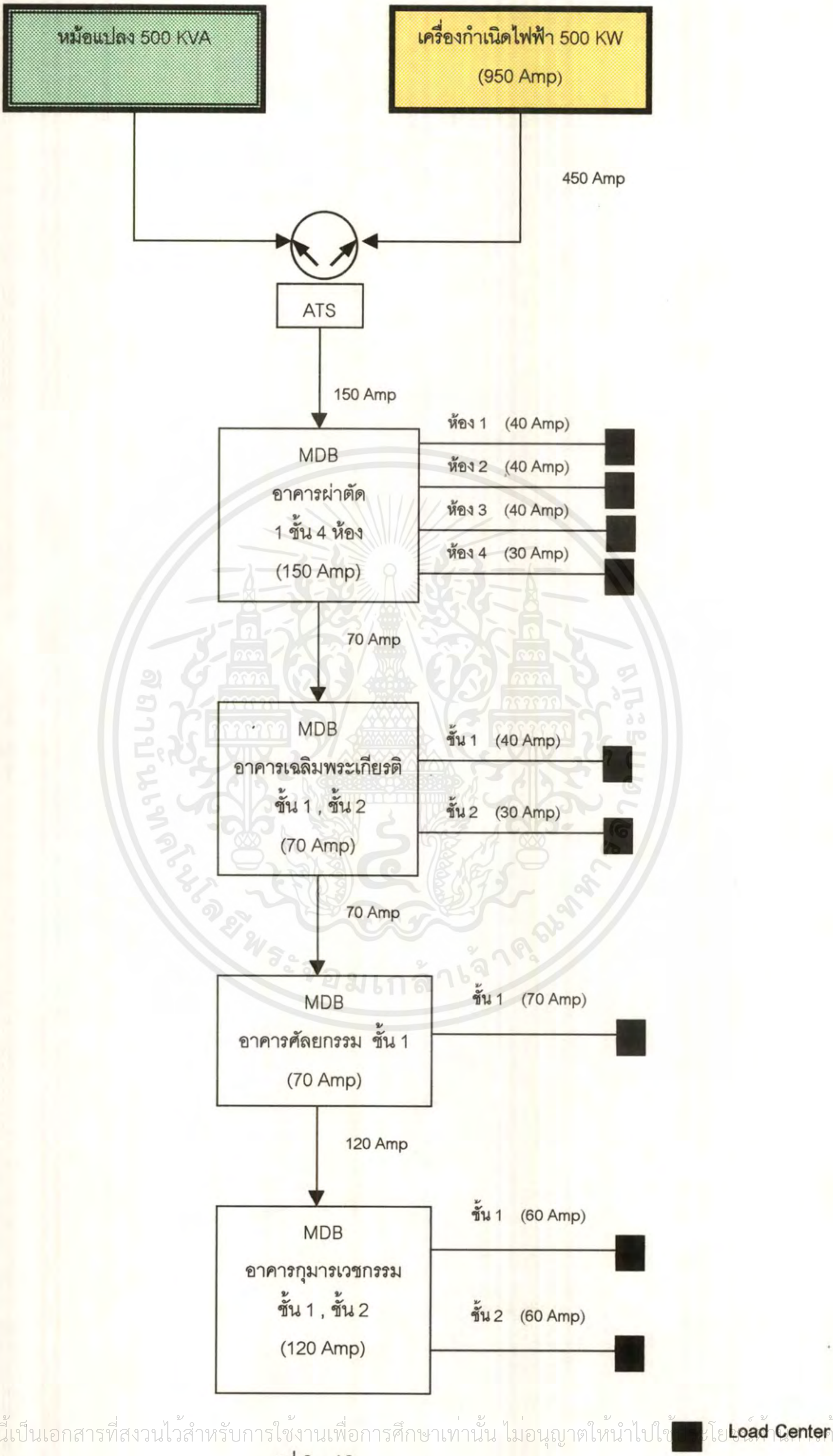
รูป 3 - 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



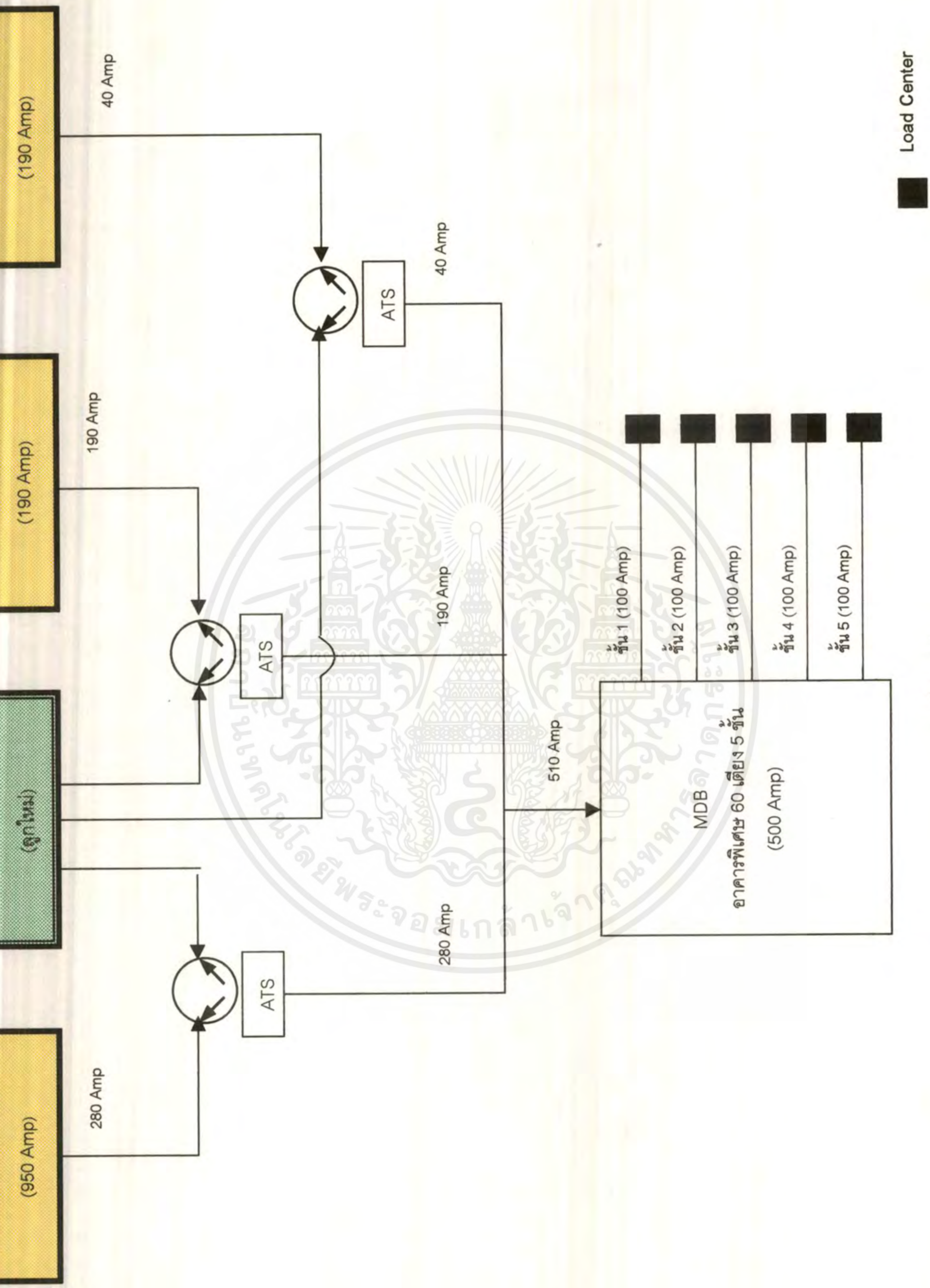
รูป 3 - 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



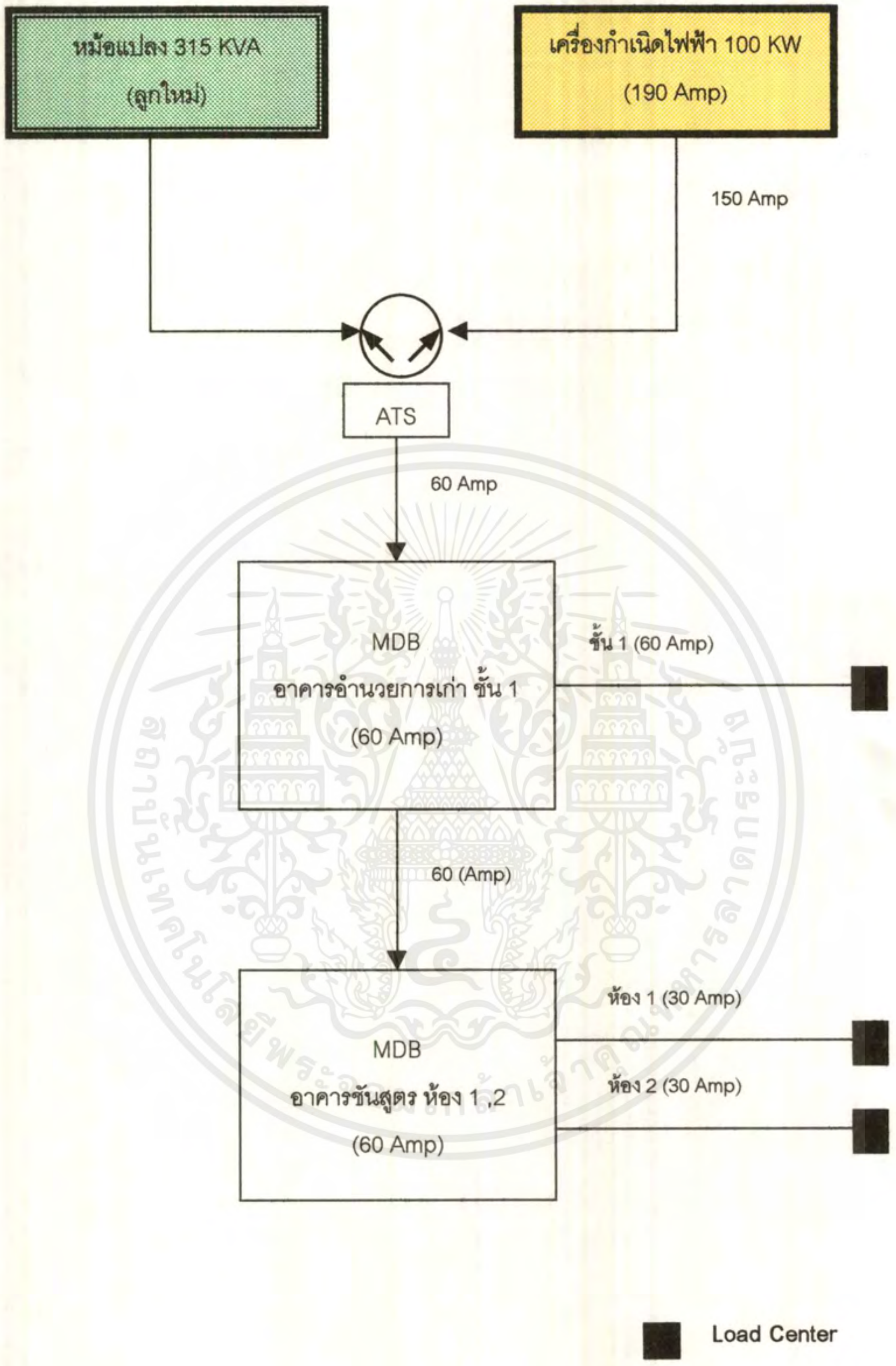
รูป 3 - 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป แสดงการจ่ายไฟไปยังตึกต่าง ๆ โดยผ่านอุปกรณ์ ATS ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการสับเปลี่ยนทางเดินของไฟฟ้าระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลง กล่าวคือ ในสภาวะปกติ ATS จะสับทางเดินไฟฟ้าไปทางด้านหม้อแปลง ส่วนในกรณีที่กระแสไฟฟ้าขัดข้อง ATS จะสับทางเดินไฟฟ้าไปทางเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอัตโนมัติ

Load Center เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกจ่ายไฟจาก MDB ไปยังห้องหรือชั้นต่าง ๆ

MDB เป็นตู้ที่ใช้จ่ายไฟฟ้าที่รับมาจากหม้อแปลงไปยังตัวตึกต่าง ๆ

รูป 3 – 12 ในกรณีที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ตึกอำนวยการหลังใหม่จะรับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 2 เครื่องคือ

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 500 KW จำนวน 220 Amp
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 100 KW จำนวน 190 Amp

รูป 3 – 13 ในกรณีที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง อาคารผ่าตัด อาคารเฉลิมพระเกียรติ อาคารศัลยกรรม อาคารกุมารเวชกรรม จะรับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง คือ

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 500 KW จำนวน 450 Amp

รูป 3 – 14 ในกรณีที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง อาคารพิเศษ 60 เตียง 5 ชั้นจะรับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง 3 เครื่องคือ

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 500 KW จำนวน 280 Amp
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 100 KW จำนวน 190 Amp
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 100 KW จำนวน 40 Amp

รูป 3 – 15 ในกรณีที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง อาคารอำนวยการเก่า อาคารชันสูตร จะรับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง คือ

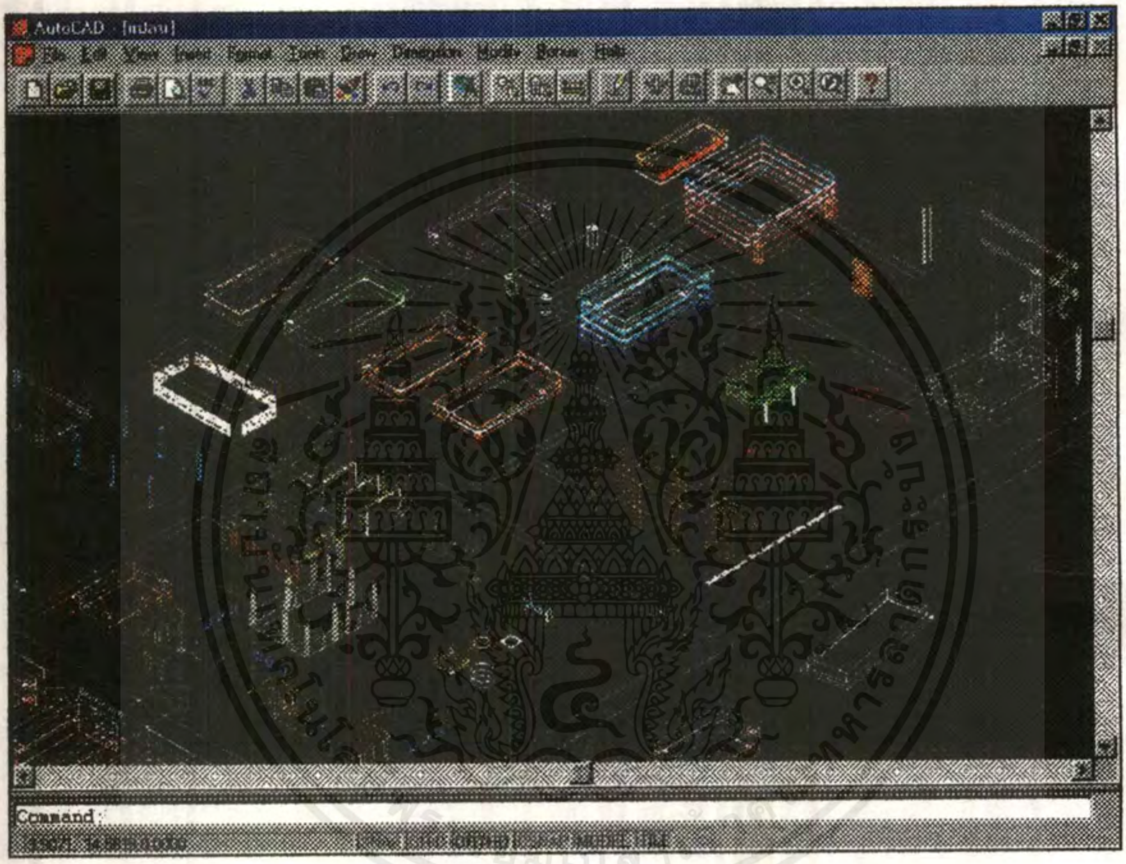
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 100 KW จำนวน 190 Amp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การสร้างแบบจำลองโรงพยาบาลศรีสังวร

ในการสร้างแบบจำลองโรงพยาบาลศรีสังวรนั้น เราได้ข้อมูลของอาคารแต่ละอาคารจากแปลนโรงพยาบาล แล้วนำโปรแกรม AutoCAD มาสร้างแบบจำลอง โดยสร้างอาคารแต่ละอาคารแยกเป็นไฟล์ แล้วนำไฟล์เหล่านั้นมารวมกันเป็นไฟล์แบบจำลองอาคารของโรงพยาบาลทั้งหมด

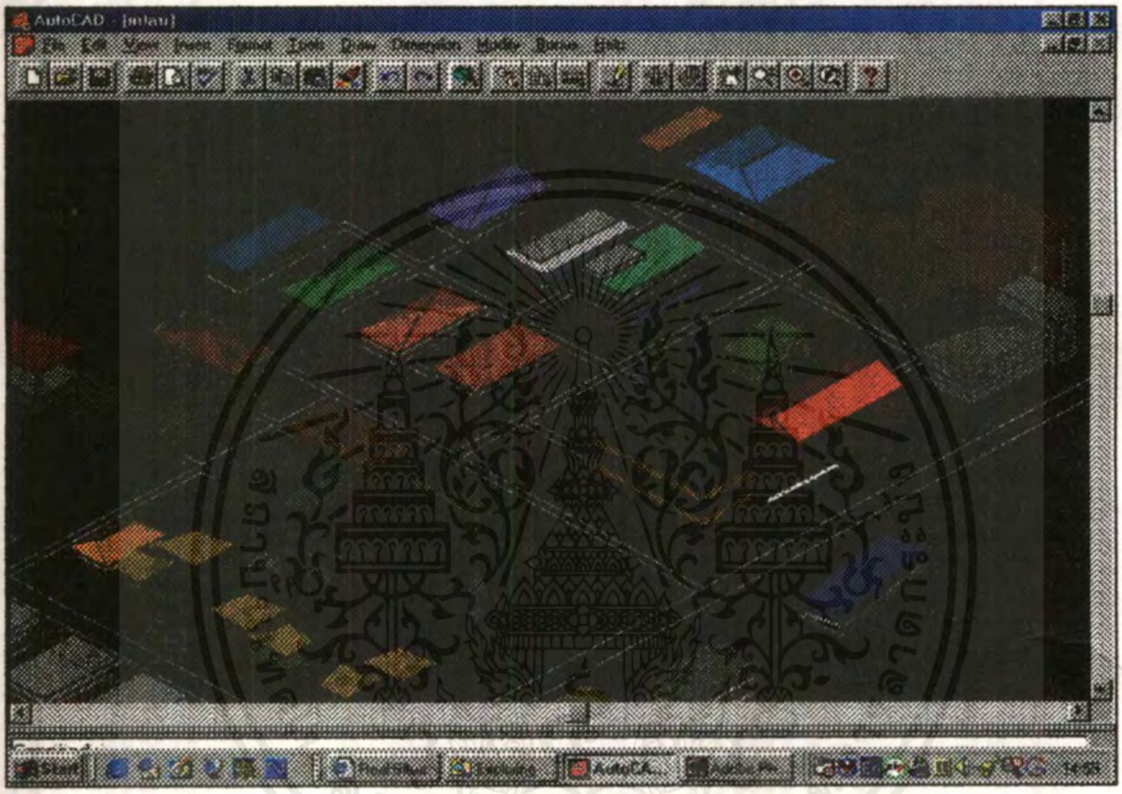
จากรูป 3 - 16 เป็นแบบจำลองอาคารทั้งหมดของโรงพยาบาลโดยยังไม่ได้ผ่านการลงแสงเงา



รูป 3 -16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

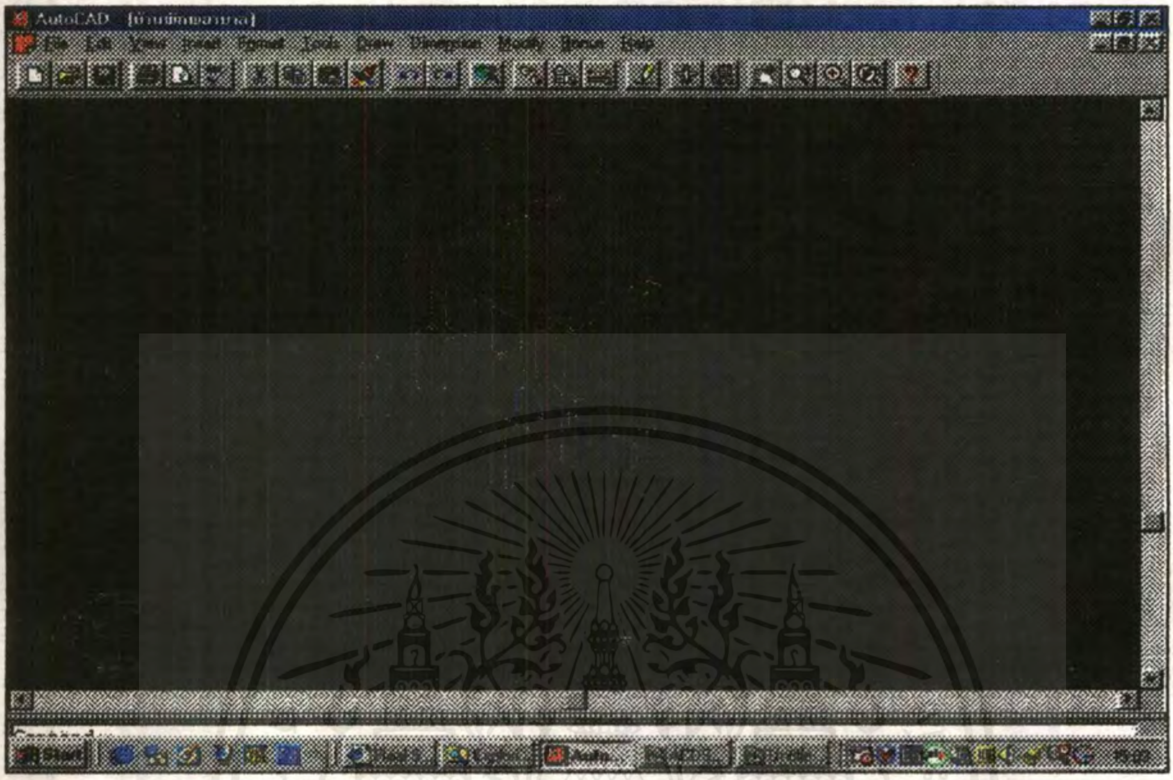
รูป 3 - 17 เป็นแบบจำลองอาคารทั้งหมดของโรงพยาบาลที่ผ่านการลงแสงเงาแล้ว เพื่อให้มีความสมจริงมากยิ่งขึ้น



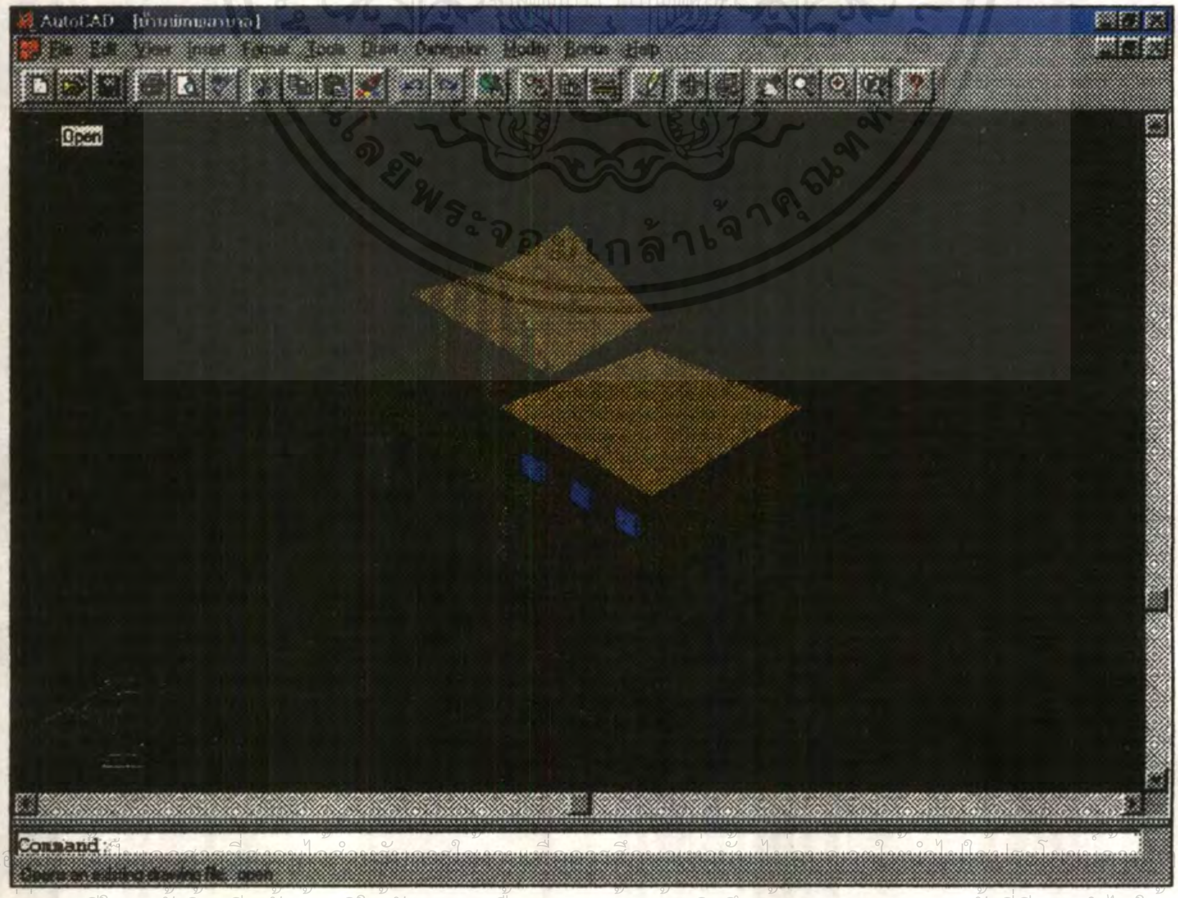
รูป 3 - 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3 – 18 , รูป 3 - 19 เป็นแบบจำลองบ้านพักพยาบาลที่ยังไม่ได้ผ่านการลงแสงเงาและผ่านการลงแสงเงาแล้วตามลำดับ



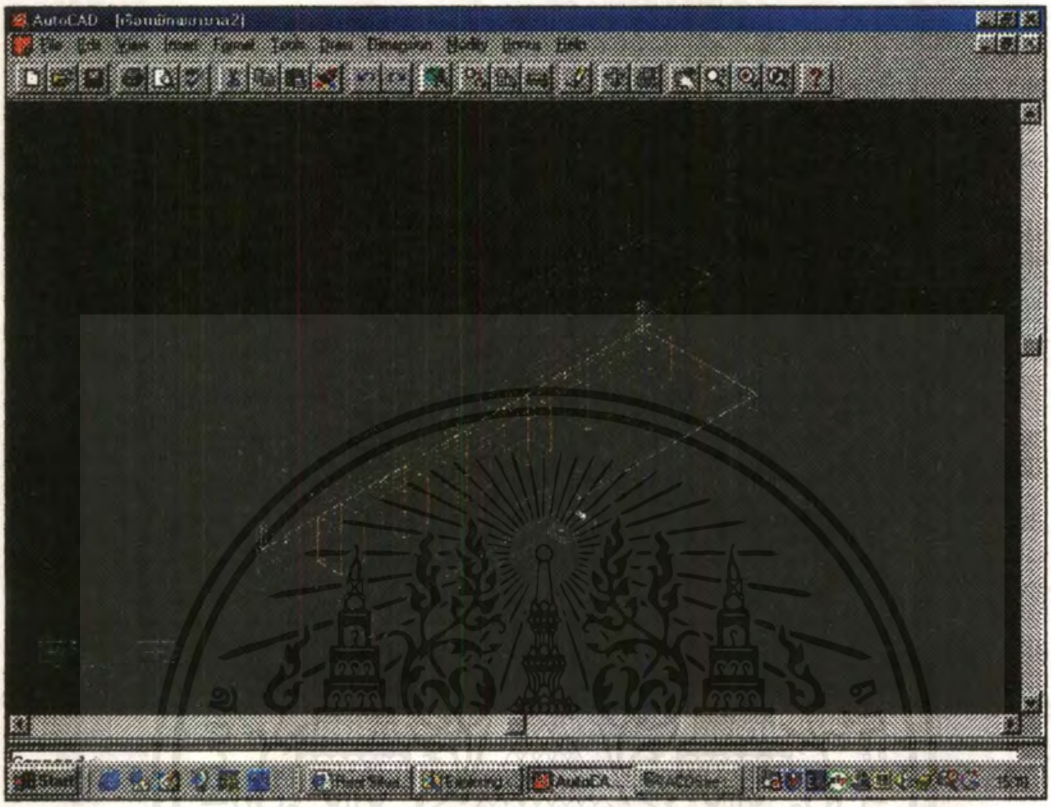
รูป 3 - 18



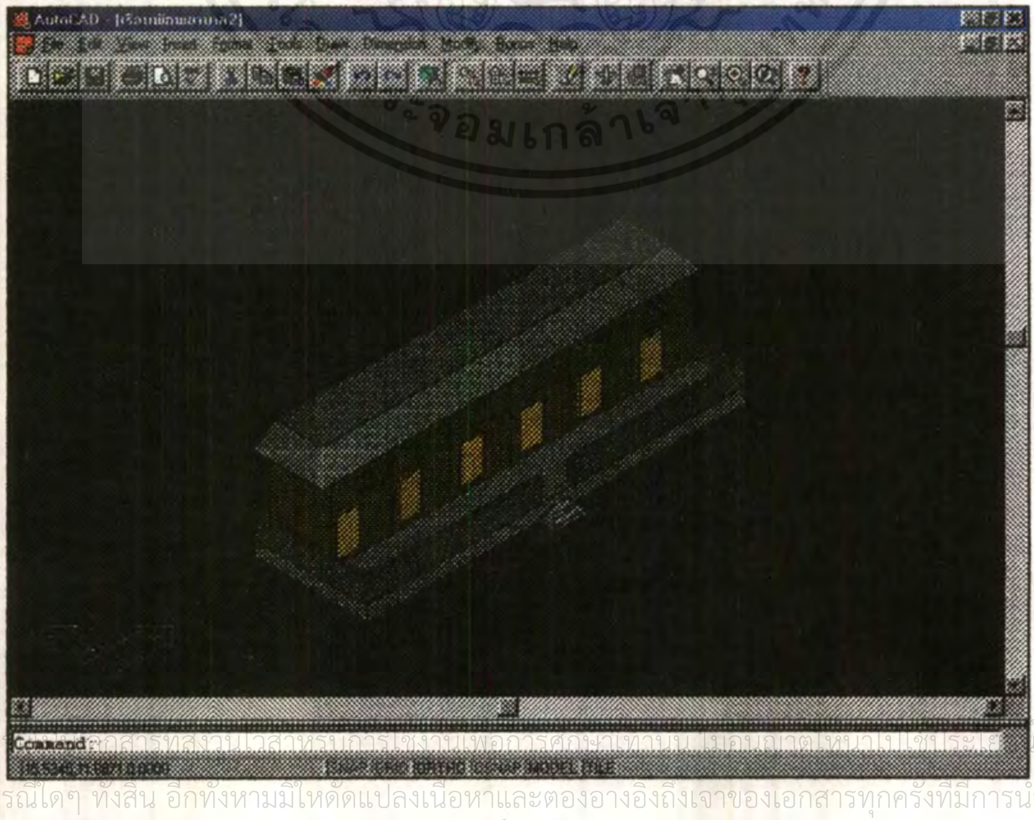
ไมว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3 - 19

รูป 3 – 20 , รูป 3 - 21 เป็นแบบจำลองเรือนพักพยาบาลที่ยังไม่ได้ผ่านการลงแสงเงาและผ่านการลงแสงเงาแล้วตามลำดับ



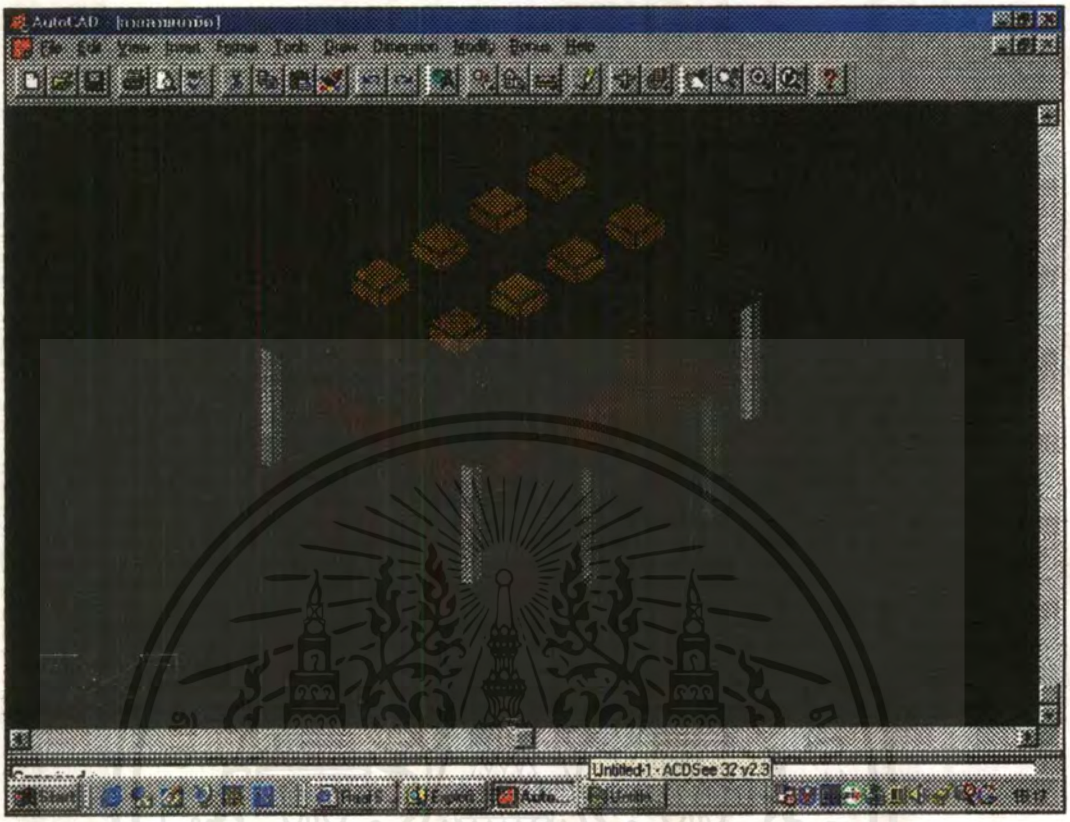
รูป 3 - 20



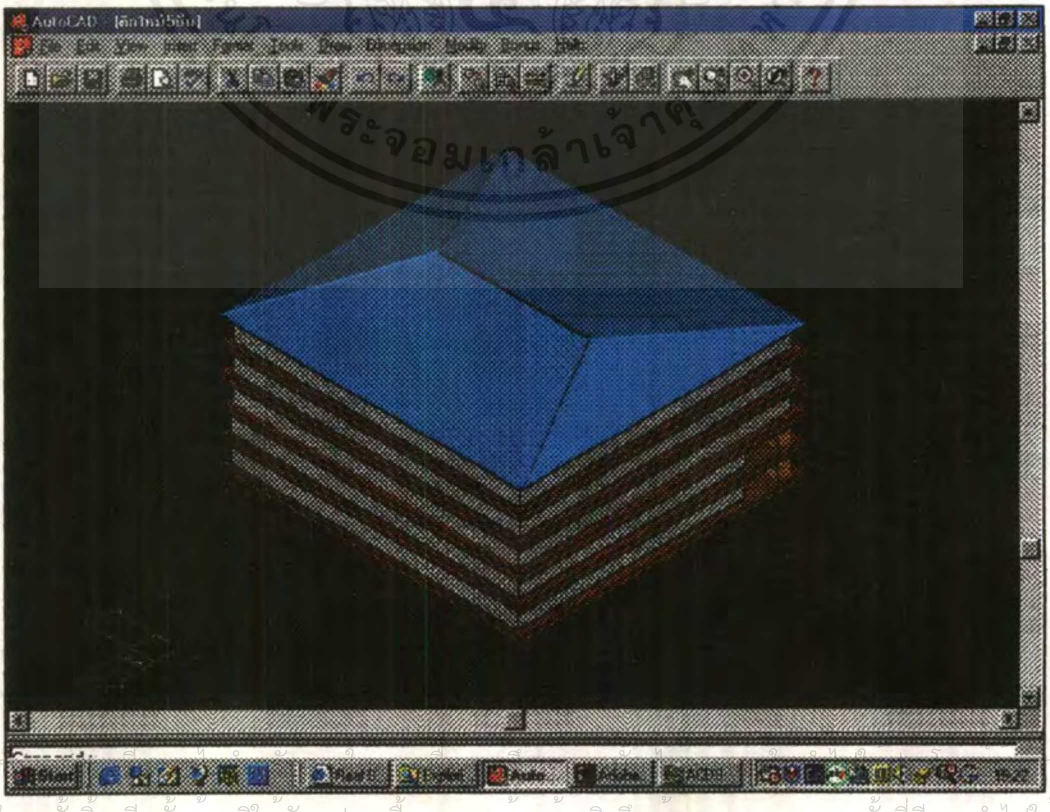
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3 - 21

รูป 3 – 22 ถึง รูป 3 – 26 เป็นแบบจำลองอาคารที่ได้ผ่านการลงแสงเงาแล้ว

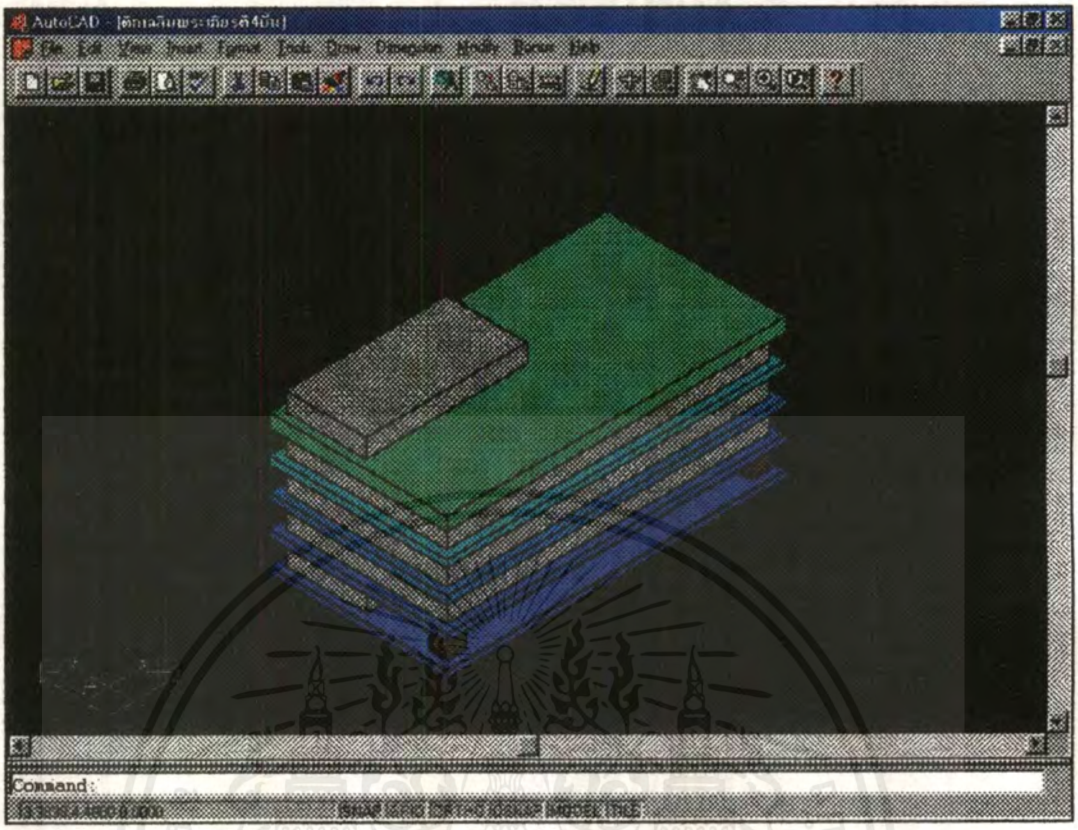


รูป 3 - 22

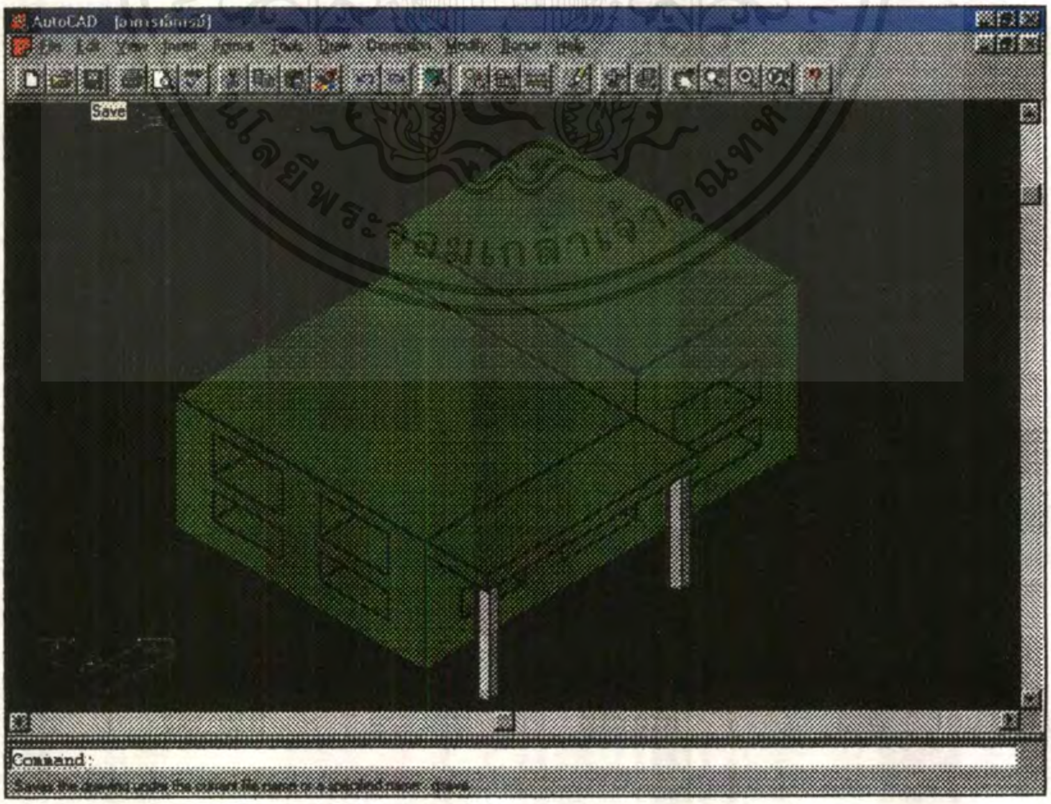


เอกสารนี้เ... การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3 - 23

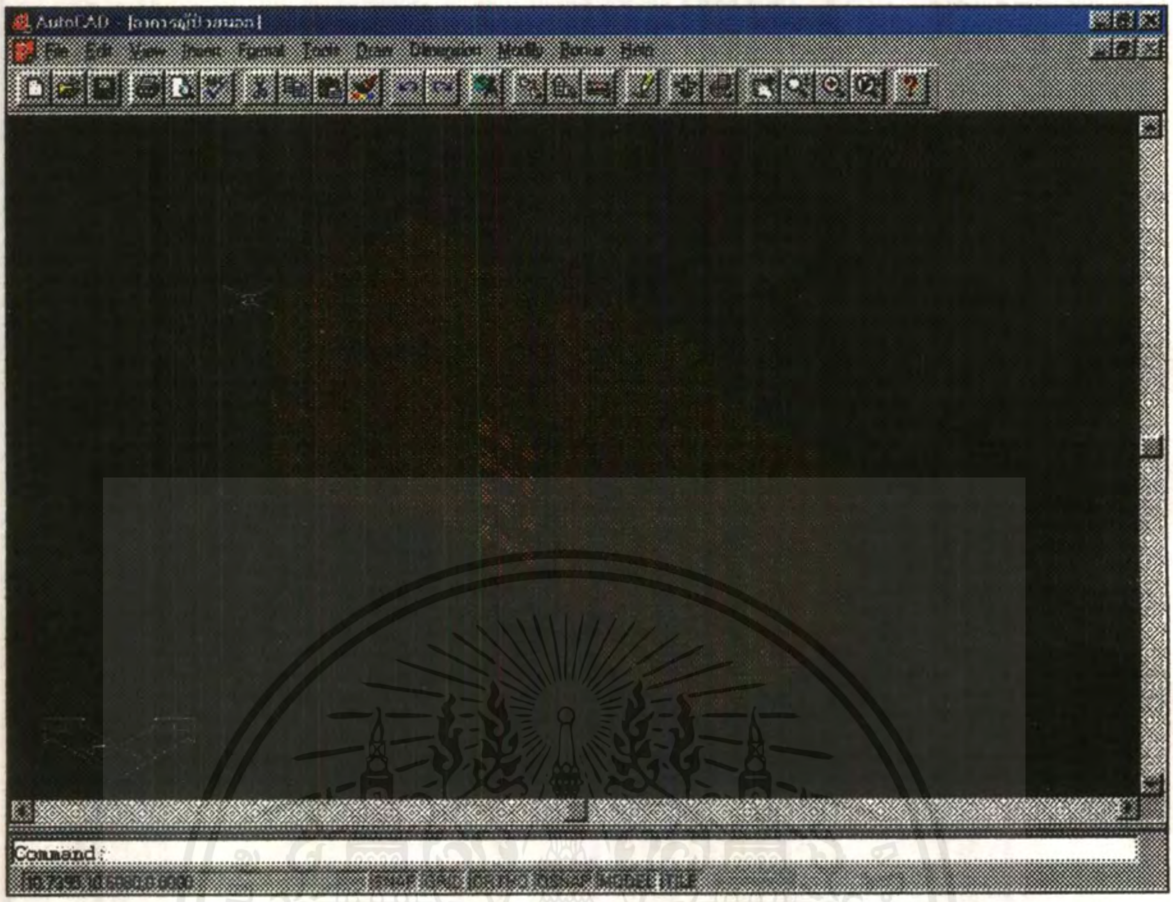


รูป 3 - 24



รูป 3 - 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

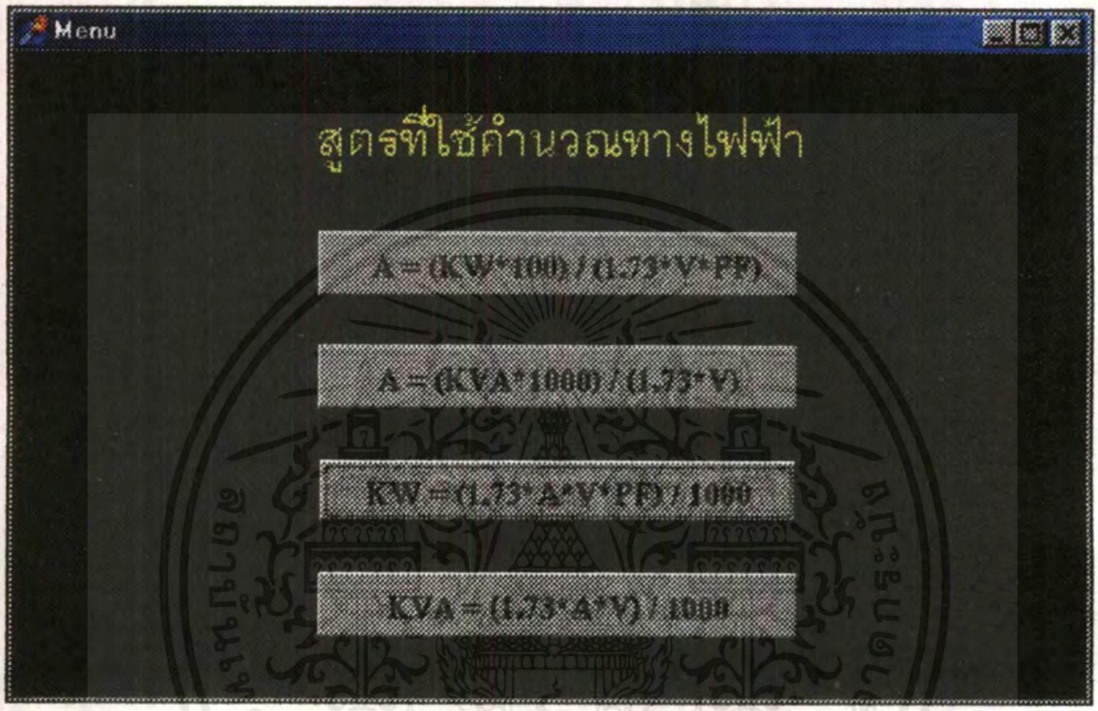


รูป 3 - 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การสร้างโปรแกรมการคำนวณทางไฟฟ้า

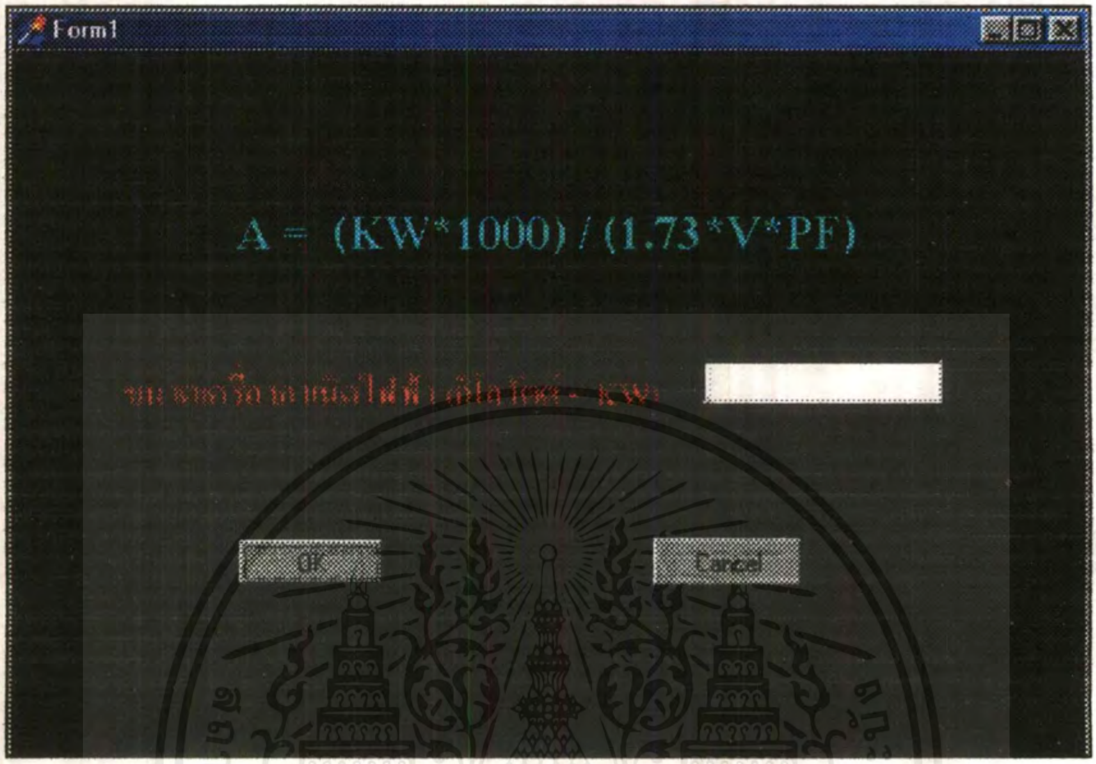
ในส่วนของการคำนวณทางไฟฟ้า เราได้ทำการเขียนโปรแกรมการคำนวณเพื่อให้เกิดความสะดวกแก่วิศวกร, ช่างไฟฟ้า และบุคคลที่มีความต้องการใช้ข้อมูล โดยได้ใช้โปรแกรม Delphi ช่วยในการเขียน และจัดทำเป็นหน้าจอการคำนวณดังนี้



รูป 3 - 27

หน้าจอ MENU เพื่อเลือกสูตรที่ต้องการคำนวณ

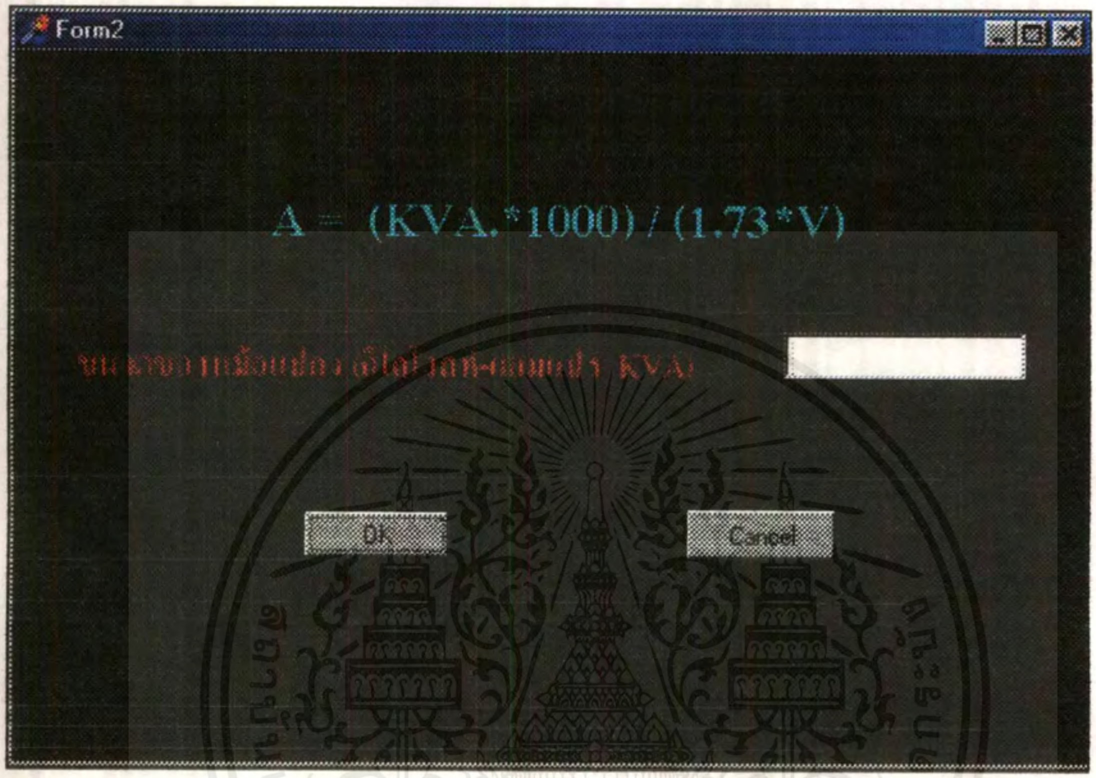
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 28

หน้าจอที่ใช้คำนวณหากระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Amp)
เมื่อทราบขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (KW)

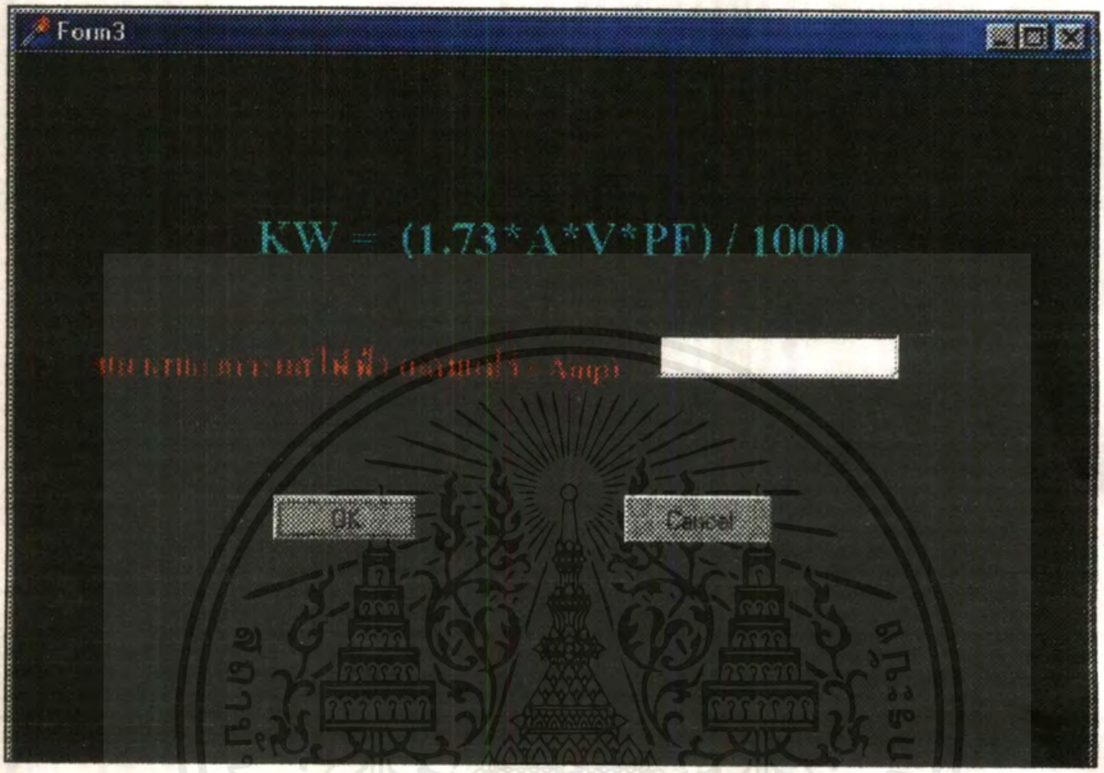
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 29

หน้าจอที่ใช้คำนวณหาขนาดกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลง (Amp)
เมื่อทราบขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า (KVA)

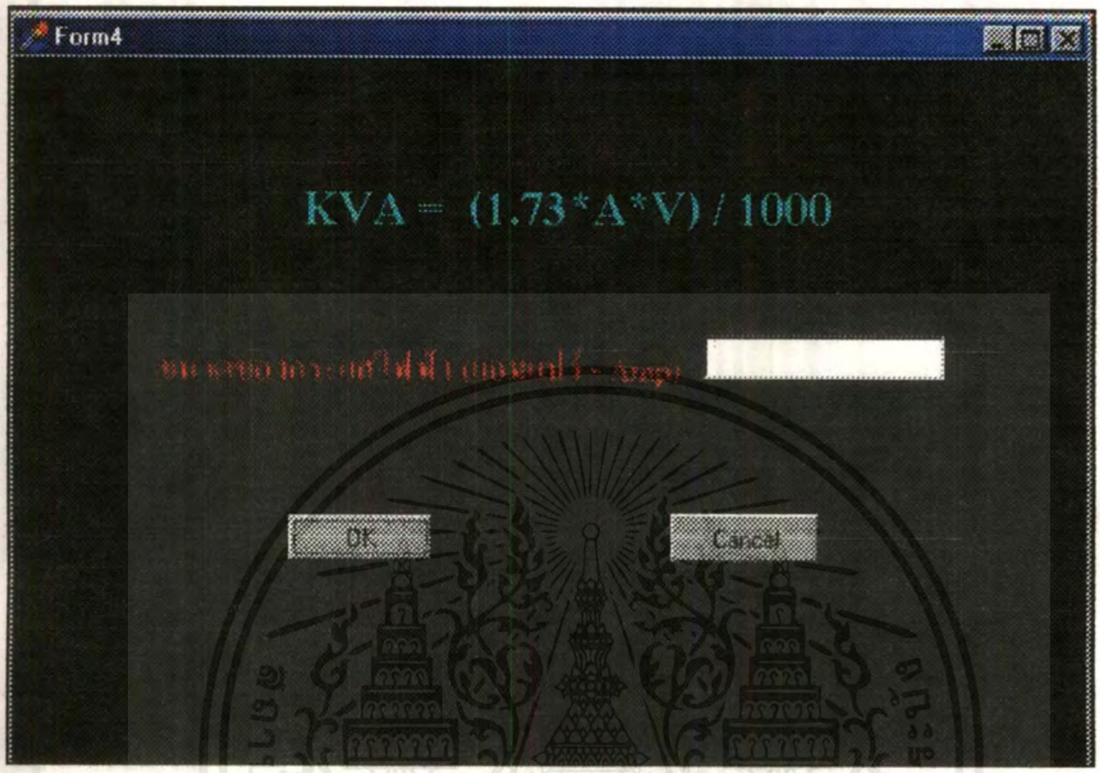
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 30

หน้าจอที่ใช้คำนวณหาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(KW)
เมื่อทราบขนาดกระแสกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Amp)

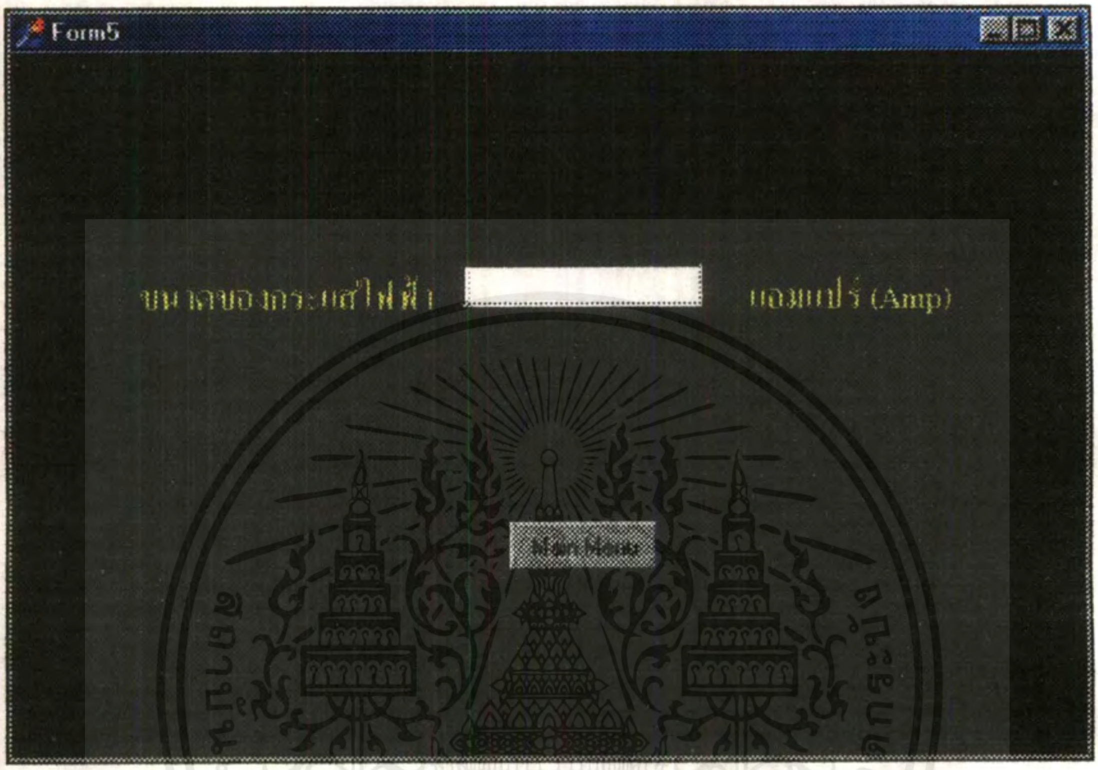
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 31

หน้าจอที่ใช้คำนวณหาขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า(KVA)
เมื่อทราบขนาดของกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า(Amp)

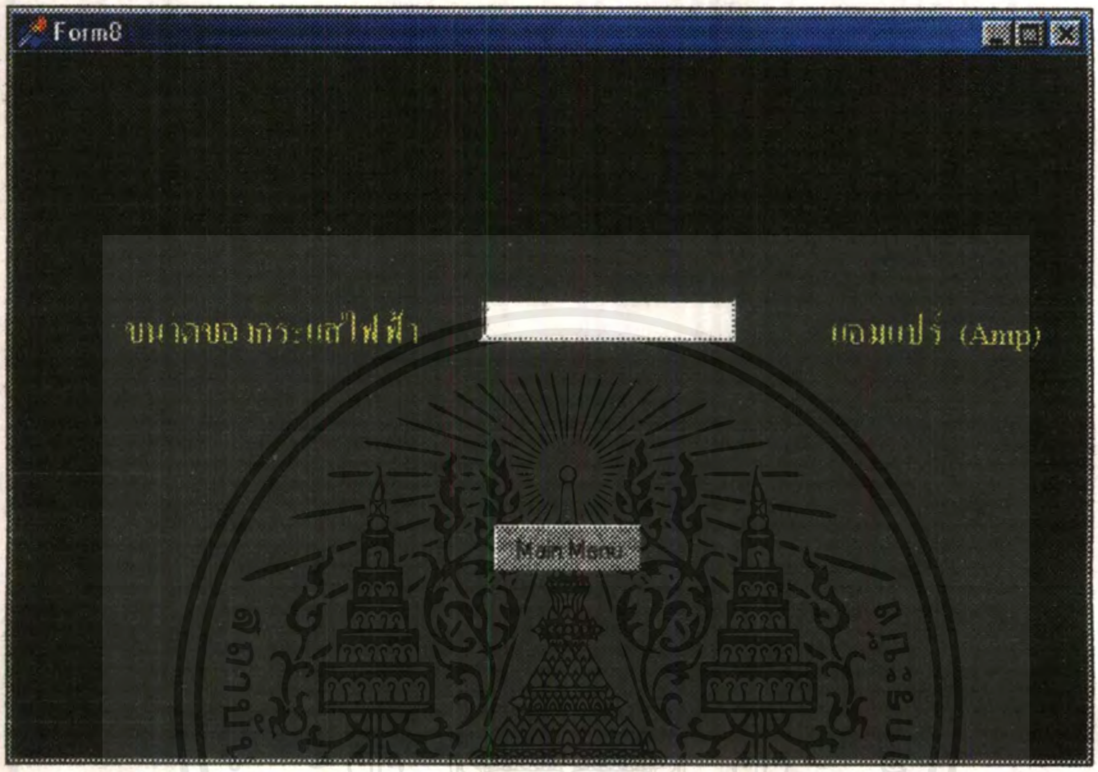
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 32

หน้าจอแสดงผลลัพธ์ขนาดกระแสไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(Amp)

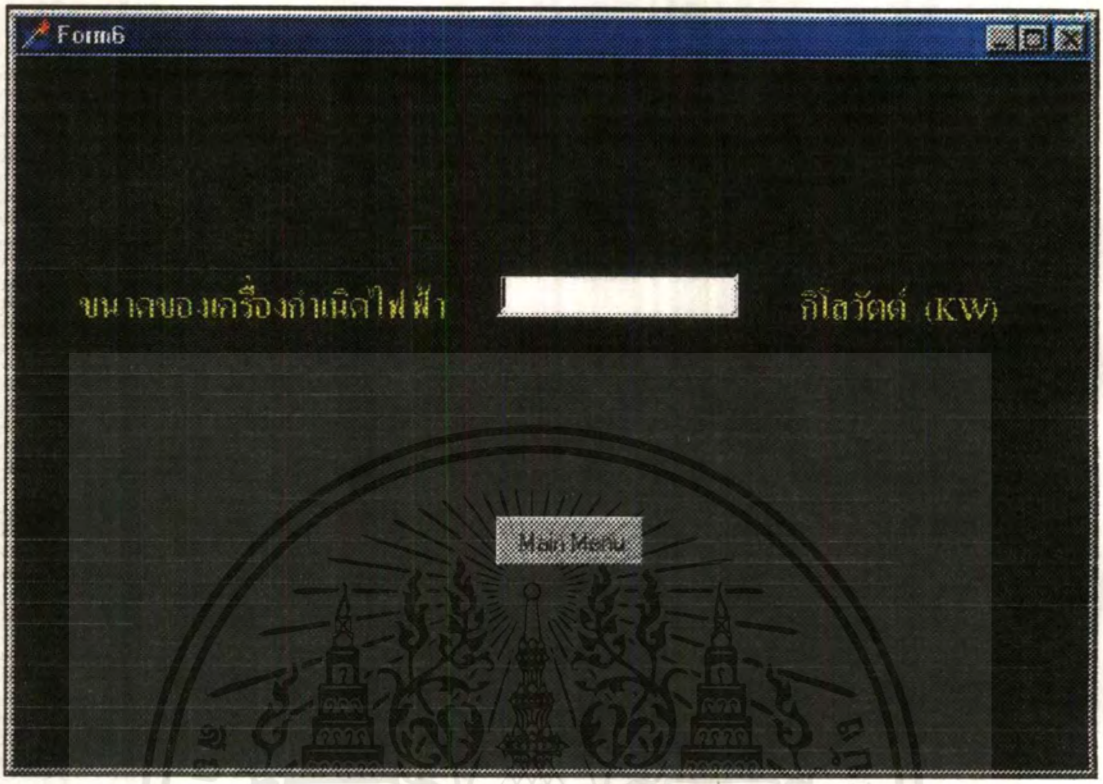
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 33

หน้าจอแสดงผลลัพธ์ขนาดกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลง(Amp)

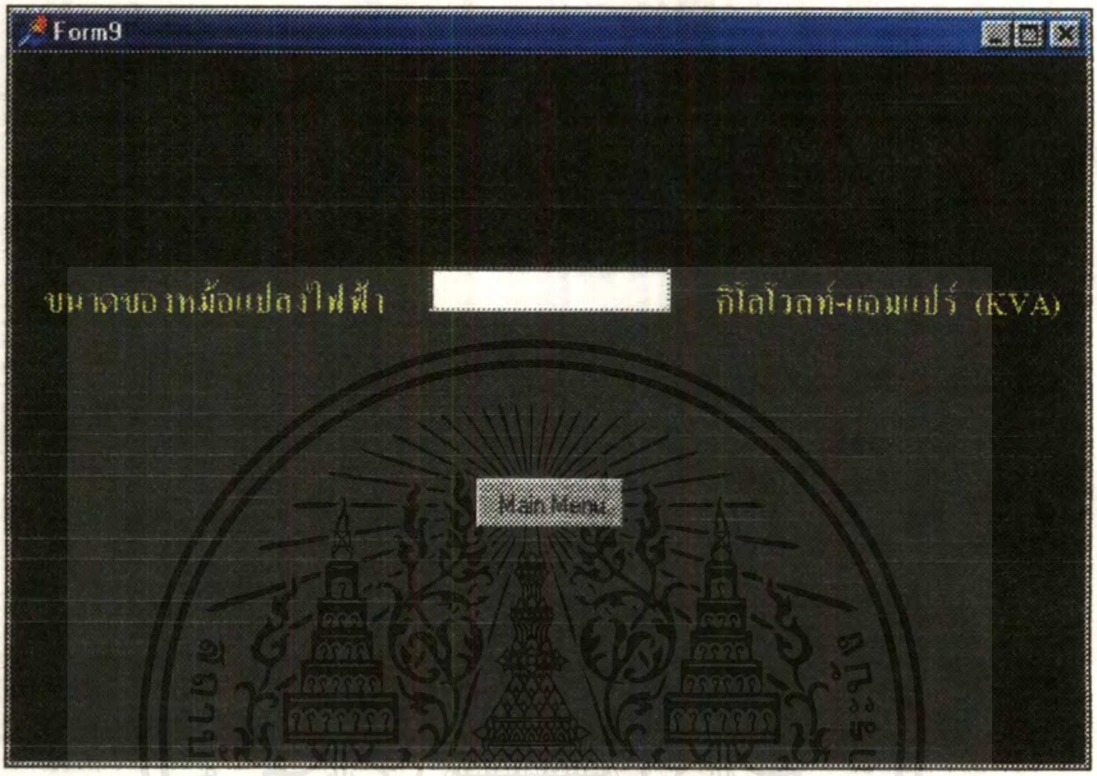
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 34

หน้าจอแสดงผลลัพธ์ขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(KW)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3 - 35

หน้าจอแสดงผลลัพธ์ขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า(KVA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ

สำหรับโครงร่างปัญหาพิเศษการสร้างแบบจำลองสภาพจริงและการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจ่ายไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลขณะที่ไฟฟ้าขัดข้อง โครงงานนี้ได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดค่าใช้จ่ายภายใต้สภาวะยุค IMF ได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นยังเป็นตัวอย่างหนึ่งซึ่งช่วยให้ผู้ที่สนใจได้นำไปดัดแปลงและแก้ไขเพื่อใช้กับสถานที่อื่นๆ ที่มีปัญหาใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาได้ค้นพบปัญหาบางประการดังนี้

1. ผู้ศึกษาและผู้สนใจควรจะมีความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมเพื่อช่วยให้เข้าในเนื้อหาของโครงงานได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
2. เนื่องจากข้อมูลบางส่วนเป็นรูปภาพทำให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บและการเรียกใช้ข้อมูล ดังนั้นควรใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการเรียกใช้ข้อมูลซึ่งมีหน่วยความจำมาก
3. ในการนำเสนอข้อมูลโดยผ่านทาง web site ไม่สามารถที่จะ link ข้อมูลของแต่ละโปรแกรมให้เชื่อมต่อกันได้อย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพได้ 100 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. AutoCAD release 14 : interface,installation and performance guide
2. ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์, AutoCAD realease 14 : 3D Modeling, สำนักพิมพ์ดอกหญ้า, พ.ศ. 2540
3. วิทยา โชติรังสียากุล, AutoCAD release 14, บริษัท ส.เอเชียเพรส(1989) จำกัด, พ.ศ. 2541
4. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, สาขาวิชาศิลปศาสตร์, ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในชีวิตประจำวัน, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, พ.ศ. 2530
5. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), อุปกรณ์ไฟฟ้า, ห้างหุ้นส่วนจำกัด สีทองกิจไพศาล, พ.ศ. 2523

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้